

María J. Iniesto Alba · Amparo Núñez Andrés

Infraestructuras de Datos Espaciales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

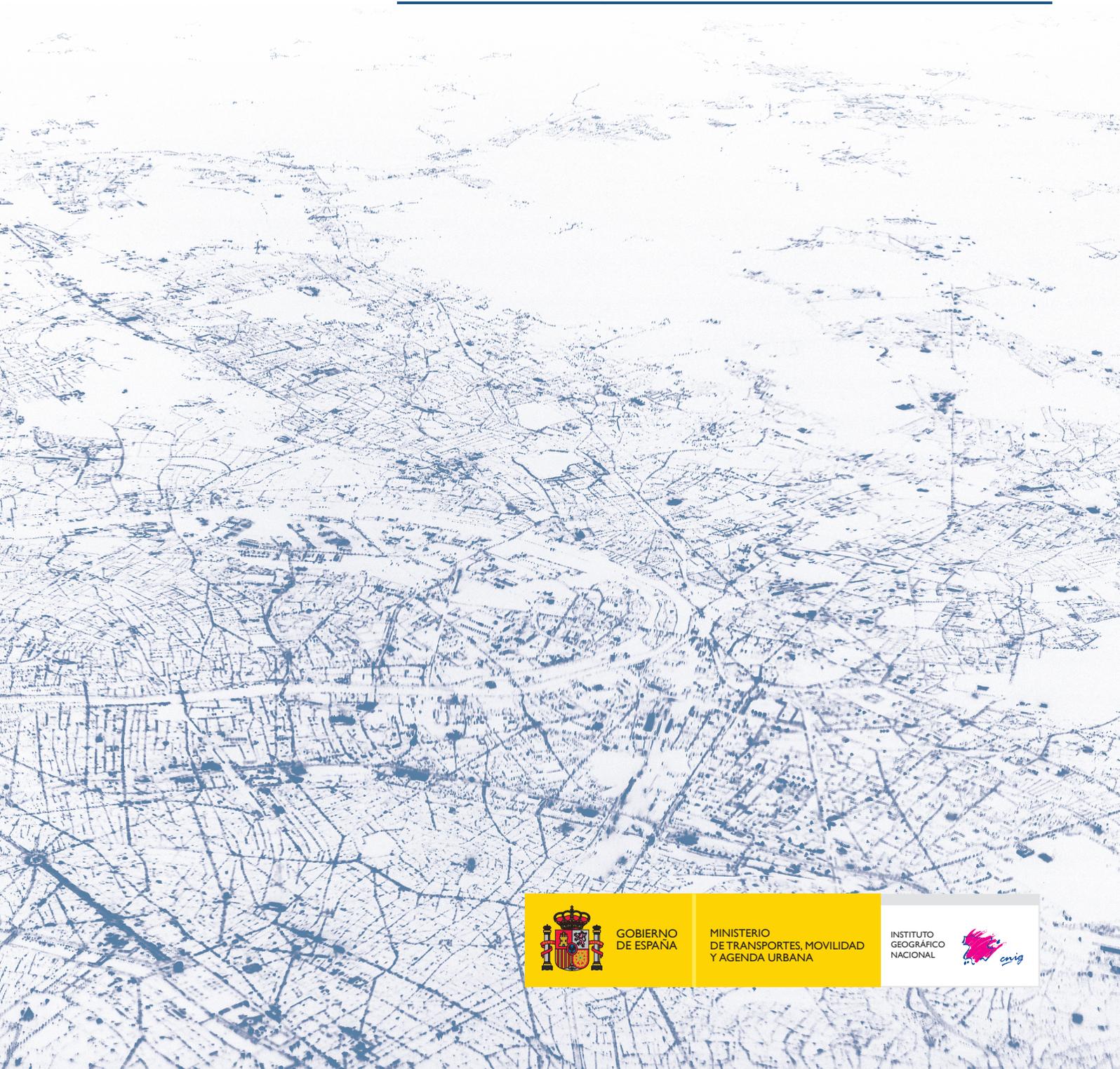
MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL



María J. Iniesto Alba · Amparo Núñez Andrés

Infraestructuras de Datos Espaciales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL



1ª Edición digital

Infraestructuras de Datos Espaciales

Editado en marzo de 2021

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado

<https://cpage.mpr.gob.es>

Editoras (coordinadoras):

CC BY 4.0 María J. Iniesto Alba y M.ª Amparo Núñez Andrés, 2021



Autoría:

María J. Iniesto Alba (USC), M.ª Amparo Núñez Andrés (UPC), Juan Carlos González González (UPC), Francisco Javier Ariza López (UJA), Manuel A. Ureña Cámara (UJA), Antonio F. Rodríguez Pascual (CNIG, IGN), Paloma Abad Power (CNIG, IGN), Pablo Carballo Cruz (IGN), Miguel Ángel Manso Callejo (UPM), Débora Rivas Fernández (UPM), Ramón Pablo Alcarria Garrido (UPM), Eloíña Coll Aliaga (UPV) y José Carlos Martínez Llario (UPV).

Publica:

© De esta edición O. A. Centro Nacional de Información Geográfica, 2021

Fotografía de portada:

Dennis Kunmer – Unsplash

Diseño y maquetación:

Servicio de Edición y Trazado (IGN)
(Subdirección General de Geodesia y Cartografía)

NIPO: 798-20-011-0

DOI: <https://doi.org/10.7419/162.35.2020>

Los derechos de la edición son del O. A. Centro Nacional de Información Geográfica como editorial. Este Organismo agradece que la difusión electrónica masiva de la edición digital se realice a través de un enlace al apartado correspondiente de la página web oficial.



CNIG: Calle General Ibañez de Ibero, 3
Instituto Geográfico Nacional (IGN)
28003 - Madrid (España)
www.ign.es / www.cnig.es
consulta@cnig.es

«...vi caballos de crin arremolinada, en una playa del Mar Caspio en el alba, vi la delicada osatura de una mano, vi a los sobrevivientes de una batalla, enviando tarjetas postales, vi en un escaparate de Mirzapur una baraja española, vi las sombras oblicuas de unos helechos en el suelo de un invernáculo, vi tigres, émbolos, bisontes, marejadas y ejércitos, vi todas las hormigas que hay en la tierra, vi un astrolabio persa...»

Jorge Luis Borges (El Aleph, 1949)

Índice

| | Pág. |
|---|------------|
| Prólogo | 9 |
| INTRODUCCIÓN | 11 |
| Capítulo 1. Definición, conceptos y razón de ser de una IDE..... | 13 |
| Capítulo 2. Geoportales e iniciativas IDE..... | 47 |
| EL MARCO LEGAL | 89 |
| Capítulo 3. El marco ISO 19100 | 91 |
| Capítulo 4. El marco de referencia del OGC | 167 |
| Capítulo 5. La Directiva INSPIRE | 179 |
| Capítulo 6. Especificaciones de datos | 203 |
| Capítulo 7. Aspectos legales y datos abiertos | 235 |
| LAS TECNOLOGÍAS WEB | 261 |
| Capítulo 8. Introducción a los lenguajes de etiquetas | 263 |
| Capítulo 9. Introducción a JavaScript | 311 |
| Capítulo 10. Arquitecturas Cliente-Servidor. Protocolos | 337 |
| LOS SERVICIOS EN RED | 353 |
| Capítulo 11. Definición y Conceptos Básicos de Servicios en Red | 355 |
| Capítulo 12. Calidad de servicio | 377 |
| Capítulo 13. Servicio de Mapas en Web (WMS) | 387 |
| Capítulo 14. Servicio de Mapas Teselados (WMTS) | 413 |
| Capítulo 15. Filtros y Estilos | 431 |
| Capítulo 16. Visualizadores IDE | 449 |
| Capítulo 17. <i>Web Feature Service</i> (WFS) | 489 |
| Capítulo 18. Servicio Web de Coberturas (WCS) | 537 |
| Capítulo 19. ATOM | 585 |
| Capítulo 20. Servicio de Procesamiento en la Web (WPS) | 617 |
| Capítulo 21. Servicio de catálogo y Clientes | 639 |
| LOS METADATOS | 657 |
| Capítulo 22. Metadatos | 659 |
| Capítulo 23. Normas internacionales de Metadatos | 689 |
| Glosario | 699 |
| Bibliografía | 711 |

A los que comparten

Prólogo

Esta obra se deriva de la publicada en con el 2014 título «Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales», redactada por los miembros del Foro en Ingeniería en Geodesia y Cartografía del Grupo de Trabajo de la IDEE. Se ha considerado que va más allá de la revisión y actualización que supondría producir una segunda edición, ya que se ha reformado la estructura de contenidos en profundidad y se ha modificado la lista de autores que han intervenido. Esta segunda publicación mantiene el propósito inicial de la primera de generar un libro de texto que pueda servir para impartir un curso general de enseñanza superior sobre esta disciplina que, más allá de modas y el atractivo de las últimas tecnologías aparecidas, sigue siendo útil y necesaria. Su papel es esencial para contribuir a la transformación digital, la sociedad de la información, el Mercado Único Europeo y los Objetivos del Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas. Además, la cartografía en la web se ha revelado como una manera de publicar y analizar información de la mayor utilidad, como vemos cada día en los medios de comunicación, y una herramienta de gran utilidad para comprender fenómenos tan dramáticos y actuales como la pandemia de la COVID-19.

Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) gozan de buena salud, en España hay disponibles más de 3000 servicios interoperables y en el ámbito mundial, pasan de los 90 000. La Directiva INSPIRE para una Infraestructura de Datos en la Unión Europea está dando ya sus frutos y en todos los continentes hay iniciativas de este tipo. Las ideas fundamentales de estas infraestructuras básicas son ahora más necesarias que nunca: Arquitectura Orientada a Servicios, más que a la transferencia de datos, apertura de recursos (servicios y datos abiertos) e interoperabilidad de sistemas y servicios, basada como es natural en normas, estándares abiertos y buenas prácticas. Se ha hecho evidente, por otro lado, una curiosa e íntima resonancia y sinergia entre las IDE y los datos abiertos: en las sociedades en las que florecen las IDE, más datos abiertos hay disponibles y viceversa.

En una tecnología como ésta, en vertiginosa evolución, surge la necesidad perentoria de actualizar contenidos de manera continua. A esa necesidad trata de dar satisfacción esta nueva obra, que esperemos se renueve pronto, ya que si el antiguo oráculo chino, el *I Ching*, decía que lo único que permanece es el cambio, eso parece que es ahora más cierto que nunca, especialmente en todo el mundo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, y también en las IDE: recientemente han aparecido las teselas vectoriales, se están generalizando los Servicios Web de Mapas Teselados, cada vez se utilizan más la computación en la nube y el aprendizaje automático, y el *Open Geospatial Consortium* (OGC) ha iniciado una revolución que modificará la tecnología de sus estándares de servicios para basarlos en una tecnología general TIC, las *Open API*, lo que facilitará enormemente su uso, implementación y evolución.

Vemos pues que en un campo tan dinámico y en un texto que pretende cubrir su enseñanza práctica, la actualización debe ser una práctica habitual. Fruto de la experiencia de la publicación anterior, en este segundo libro se ha querido separar los temas en bloques temáticos, pero sin perder la idea de capítulos independientes por su contenido diferenciado. Siguiendo esa idea, se han definido cinco grandes bloques. En el primero, de introducción, se ha mantenido el primer capítulo de introducción a las IDE, su definición, conceptos fundamentales, objetivos y componentes, y se ha introducido un capítulo segundo con una panorámica de nodos, iniciativas y recursos existentes, así como una introducción a la tecnología de los geoportales y su usabilidad. En el segundo bloque, dedicado a explicar el marco de referencia técnico y legal, los capítulos tres y cuatro están dedicados a resumir lo más esencial de los principales marcos de armonización que hacen posibles las IDE: las normas ISO 19100 y los estándares OGC, respectivamente; el siguiente capítulo se ocupa de la Directiva europea INSPIRE, como ejemplo especialmente relevante de marco legal completo e iniciativa regional de una IDE; el capítulo sexto se centra en las especificaciones de datos, herramienta fundamental para armonizar la información y permitir su utilización, y

el séptimo versa sobre los aspectos legales de las IDE, concretamente los marcos generales español y europeo, los datos abiertos, las licencias de uso y las responsabilidades legales. A continuación, se abre un bloque de tres capítulos dedicados a algunas de las tecnologías básicas que hacen posibles las IDE: los lenguajes (en realidad, formatos) de etiquetas, XML, HTML, GML, KML, JSON y GeoJSON; el lenguaje de programación JavaScript, y la arquitectura cliente-servidor y los protocolos más utilizados. En el siguiente bloque el texto se adentra en los servicios web, con una introducción a los principales conceptos de un servicio, un capítulo dedicado a la calidad de servicio, y los principales estándares de servicio, Servicio Web de Mapas (WMS), Servicio Web de Mapas Teselados (WMTS), Filtros, Estilos y Servicio Web de Objetos Geográficos (WFS), de Coberturas (WCS), de Procesamiento en la Web (WPS), de catálogo y Clientes, y de descarga masiva, ATOM. El último bloque se compone de dos capítulos dedicados a los metadatos y, para finalizar, la obra se cierra con un glosario de definiciones de términos clave relacionados con las IDE y una bibliografía seleccionada.

Así se completa una obra única y de referencia, uno de los pocos manuales existentes de presentación de la IDE, reestructurado en esta segunda publicación de manera más racional, pedagógica, sencilla y accesible, abordando los aspectos fundamentales de la tecnología con rigor, para aquellos que se adentran por primera vez en las Infraestructuras de Datos Espaciales.

Antonio F. Rodríguez

Grupo de Trabajo de la IDEE

INTRODUCCIÓN

**« De una cosa
estamos bien
seguros: la tierra
no pertenece al
hombre, es el
hombre el que
pertenece a la
tierra »**

Mensaje del jefe Seattle (1854)

Definición, conceptos y razón de ser de una IDE

Iniesto Alba, María J. y Núñez Andrés, M^a Amparo

Universidade de Santiago de Compostela y Universitat Politècnica de Catalunya

Capítulo

1

Contenido

| | | |
|------|---|----|
| 1.1. | INTRODUCCIÓN | 15 |
| 1.2. | LA RAZÓN DE SER DE LAS IDE..... | 17 |
| 1.3. | ¿QUÉ ES UNA IDE? CONCEPTO, FILOSOFÍA Y OBJETIVOS..... | 21 |
| 1.4. | COMPONENTES DE UNA IDE | 25 |
| | 1.4.1. Datos geográficos..... | 26 |
| | 1.4.2. Servicios de información geográfica | 30 |
| | 1.4.3. Metadatos..... | 31 |
| | 1.4.4. Organización | 34 |
| 1.5. | ACTORES DE LAS IDE | 35 |
| 1.6. | ESTRUCTURA DE UNA IDE..... | 38 |
| 1.7. | EVOLUCIÓN Y FUTURO DE LAS IDE..... | 40 |
| 1.8. | CONCLUSIONES..... | 43 |
| 1.9. | REFERENCIAS | 43 |

1.1. INTRODUCCIÓN

El sector de la Información Geográfica (IG), sector que ha crecido cuantitativa y cualitativamente en los últimos años hasta impregnar prácticamente todas las actividades humanas, asistió en la década de los noventa al nacimiento de un nuevo paradigma, es decir, de una nueva manera de concebir su trabajo y quehacer cotidiano: las **Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE)**.



Figura 1.1.- Esquema de nuevos conceptos y cambios en el marco de la Globalización.

El incremento cualitativo de intercomunicación e interdependencia motivado por las tecnologías de la comunicación y el entorno digital, especialmente por internet, han llevado en el marco de la globalización a la aparición de nuevos modelos de negocio, en los que aparecen nuevos conceptos como la economía de la gratuidad, en la que los productos gratis o de bajo coste no tienen por qué dañar los productos de pago, o la economía de la cola larga, centrada en el comercio electrónico (Amazon, eBay, iTunes,...), con en nuevos nichos de mercado, basados en la suma o acumulación de todas las pequeñas ventas de muchos productos y donde los costes de almacenaje y distribución disminuyen considerablemente; soluciones cooperativas y creaciones colectivas (Wikipedia, *Free Software*, *Creative Commons*, literatura colectiva, *Mashups* -YouTube-, ...), que con la filosofía de compartir y unir sinergias ante los grandes monopolios, desarrollan nuevas sistemas de producción con acciones conjuntas y creatividad; e incluso a la aparición de una nueva ética, basada en la libertad, en la responsabilidad personal y la conciencia social para crear conocimiento y producir resultados y beneficios, que más de los cuantitativo repercutan en la comunidad a nivel económico, social y ambiental, con la finalidad de respetar los derechos humanos, fomentar el capital social y asegurar la sostenibilidad.

Llamamos paradigma a un marco conceptual completo, lo que Foucault llama episteme, un «conjunto de suposiciones, prejuicios y mentalidades que estructuran y limitan el pensamiento de una época y que da lugar a una forma de conocimiento y a un discurso» (Foucault, 1999). Siendo así, parece que denominar paradigma a las IDE es un poco pretencioso, en realidad estamos llamando a la parte por el

todo. Lo que sí constituye un nuevo marco conceptual es la **globalización**, un incremento cualitativo de la intercomunicación e interdependencia entre todas las partes que ha cambiado radicalmente el mundo tal y como lo conocemos. La globalización como gran cambio social y cultural, llegado de la mano de los avances en las tecnologías de la comunicación y muy especialmente Internet, transformando radicalmente todas las esferas de la actividad humana y, en particular de la gestión de IG (Rodríguez, et al., 2006).

Decimos que las IDE constituyen un nuevo paradigma en el campo de la Geomática porque suponen un cambio sin vuelta atrás en los principios fundamentales, métodos de trabajo, resultados, e incluso en la difusión y utilización de resultados (Rodríguez, et al., 2006).

Tras las revoluciones conceptuales que supusieron en su día la aparición del mapa, como documento analógico y métrico pensado para ser leído por el ojo humano, y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), concebidos para ser consultados a través de un terminal, llega el mundo IDE como consecuencia del impacto conceptual generado por la aparición de Internet, la Red por antonomasia y con mayúscula. Por fin la globalización tecnológica y sus consecuencias llegaron al campo de la Información Geográfica.

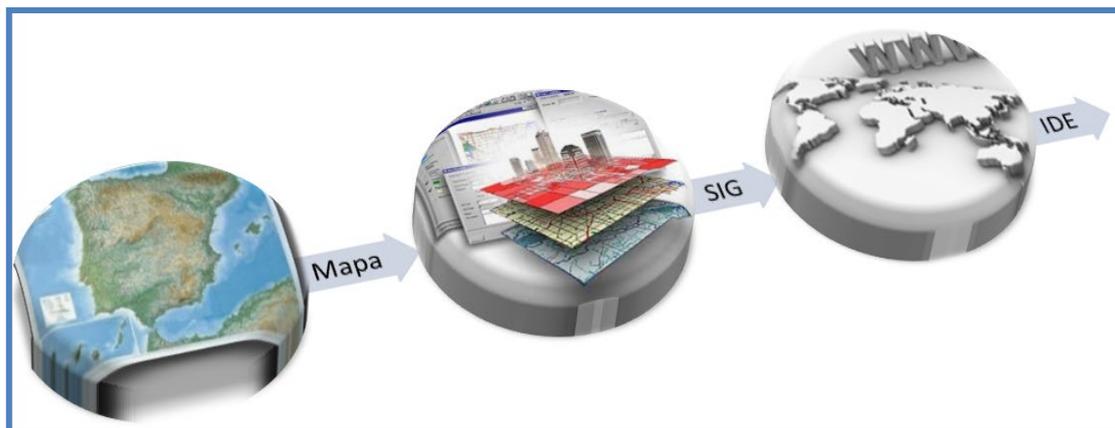


Figura 1.2.- Evolución de la información geográfica en el ámbito de la geomática.

Como muestra la figura 1.2. se pasó de los mapas analógicos a los SIG y de estos a las IDE. Los SIG, son considerados como modelos del mundo real construidos para satisfacer unas demandas de información muy concretas y específicas, es decir, sistemas que tienden de modo natural a la especialización, sistemas concentrados; mientras que las IDE, se definen como sistemas basados en la apertura de servicios estandarizados, accesibles a través de la red, en entornos abiertos, amigables y usables, que proporcionan una infraestructura libre y generalista, que tienden a la máxima difusión, aprovechable por todo tipo de usuarios, incluso sin un alto grado de especialización, para sus fines particulares.

El concepto central alrededor del que se estructura toda la tecnología, ya no son los datos, alma y centro de los SIG que consumían la mayor parte de los recursos invertidos, sino los servicios que permiten que la sociedad en su conjunto amortice las inversiones realizadas en la generación de datos y en el establecimiento de sistemas de información (Rodríguez, et al., 2006).

Una primera aproximación consiste en ver una IDE como un SIG implementado sobre la Red, con todo lo que ello conlleva y significa. No se trata, por lo tanto, de que el usuario pueda realizar una mera conexión a un SIG a través de Internet para explotar en remoto el mismo sistema que puede tener disponible en una estación de trabajo. Más bien se trata de que el usuario pueda mediante un simple navegador, un cliente ligero, buscar qué datos geográficos y qué servicios hay disponibles en la Red, seleccionar cuáles son de su interés, visualizar los datos seleccionados, invocar el servicio o servicios necesarios (servicios de visualización, de acceso a objetos, de nomenclátor, de transformación de coordenadas,...), de modo transparente y sin preocuparse de en qué nodo reside cada componente, obtener las respuestas deseadas y finalizar la sesión.

Como consecuencia de la distribución de componentes, de la interoperabilidad entre nodos y de la necesaria estandarización y armonización de recursos, aparece algo nuevo, un sistema virtual auténtico «sistema de sistemas»¹ integrado por un conjunto de recursos muy heterogéneo (*hardware, software*, datos, metadatos, personal, organización, marco legal, acuerdos, recomendaciones, políticas, incluso usuarios...) armonizados para permitir que las personas y los sistemas compartan Información Geográfica en la web de manera eficiente.

Por todo ello, las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) se han consolidado como la estrategia tecnológica más adecuada para abordar las exigencias de la sociedad de la información, para facilitar las posibilidades de acceso de ciudadanos, instituciones y empresas a la Información Geográfica y servicios de geoprocésamiento a través de la red.

A nivel internacional, la importancia de estas infraestructuras se presentó en 1996 con la celebración de la 1ª Conferencia Internacional del GSDI (*Global Spatial Data Infrastructure*), y se consolidó en 2004 y especialmente tras la constitución formal de la Asociación GSDI, para promover el conocimiento y la implementación de Infraestructuras de Datos Espaciales en todo el mundo. En el ámbito europeo, la importancia de estas infraestructuras se puso de manifiesto con la Directiva 2007/2/CE², llamada Directiva INSPIRE (*INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe*) que establece la obligación de implementar una IDE en Europa, basada en las IDE de los países miembros, con una finalidad inicial de gestión de políticas medioambientales, que hoy en día se ha hecho extensible a muchos otros ámbitos, y cuya transposición al marco legal español se realizó a través de la Ley 14/2010³, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España (LISIGE), que establece las bases de la constitución de la Infraestructura de Información Geográfica de España.

1.2. LA RAZÓN DE SER DE LAS IDE

La información geográfica es reconocida por su gran importancia en proyectos y actividades de toda índole. Sin embargo, dicho reconocimiento no llega

¹ La visión de una IDE como Sistema de Sistemas (SoS) fue lanzada por Rubén Béjar, de la Universidad de Zaragoza, y otros, en la revista electrónica IJSDIR (<http://ijsdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijsdir/article/view/124>).

² <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>

³ <https://www.boe.es/boe/dias/2010/07/06/pdfs/BOE-A-2010-10707.pdf>

«oficialmente» hasta la época de los 90. En la Conferencia de las Naciones Unidas⁴ sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, también conocida como «Cumbre de la Tierra»⁵, celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992, la importancia de la Información Geográfica y la necesidad de su correcta gestión fue calificada como crítica para la toma de decisiones y para poder solucionar problemas de diferente naturaleza acerca de los cuales allí se debatía (protección medioambiental, cooperación internacional, desarrollo sostenible, etc.) a distintos niveles jurisdiccionales (nivel global, regional, nacional y local).



Figura 1.3.- Imagen de la intervención del presidente del Gobierno español, Felipe González, ante el pleno de la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro (Brasil), 13-6-1992. Fuente: Agencia EFE.

En esta cumbre, los países participantes acordaron adoptar un enfoque de desarrollo que protegiera el medio ambiente, mientras se aseguraba el desarrollo económico y social. En ella fueron aprobados por 178 gobiernos diversos documentos, entre ellos:

- La **Declaración de Río sobre medio ambiente y desarrollo**⁶: se definen los derechos y deberes de los Estados.
- El **Programa 21**⁷: un plan de acción exhaustivo que habrá de ser adoptado universal, nacional y localmente por organizaciones del Sistema de Naciones Unidas, Gobiernos y Grupos Principales -las mujeres, los sindicatos, los agricultores, los niños y los jóvenes, los pueblos indígenas, la comunidad científica, las autoridades locales, los empresarios, la industria y las ONG- que tiene como finalidad metas ambientales y de desarrollo sostenible en el siglo XXI.
- La Declaración de principios sobre los bosques y las Convenciones sobre el cambio climático, la diversidad biológica y la Desertificación.

En la **Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo**, reafirmando la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano,

⁴ <https://unic.un.org/aroundworld/unics/es/index.asp>

⁵ <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>

⁶ <http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm>

⁷ <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/>

aprobada en Estocolmo el 16 de junio de 1972, y tratando de basarse en ella, se proclamaron un conjunto de principios, los llamados «Principios de Río», entre los que cabe destacar:

- PRINCIPIO 9

Los Estados deben **cooperar en el fortalecimiento de su propia capacidad de lograr el desarrollo sostenible, aumentando el saber científico mediante el intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos, e intensificando el desarrollo, la adaptación, la difusión y la transferencia de tecnologías, entre estas, tecnologías nuevas e innovadoras.**

- PRINCIPIO 10

El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, **toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas**, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. **Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos.** Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes.

Dichos principios, fueron adoptados con el objetivo de establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas, procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial, reconociendo la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra.

Como respuesta a la redacción de estos principios, comienzan a surgir las primeras iniciativas de carácter nacional encaminadas a lograr los objetivos anteriores. Ya que, entre los muchos temas a debate en esta reunión, uno de especial relevancia fue el papel de la información geográfica, quedó claro en aquel momento que establecer mecanismos para afrontar esos problemas pasaba necesariamente por instaurar de forma paralela mecanismos que permitieran aprovechar mejor la información geográfica y lograr una mayor coordinación entre las organizaciones estatales encargadas de su manejo.

En otras palabras, en una reunión de naciones que buscaban coordinarse para solucionar asuntos medioambientales, estas concluyeron unánimemente que un aspecto crítico era coordinarse en lo referente a información geográfica, pues esta era una herramienta básica para el desarrollo de cualquier actividad en ese ámbito. Y además, que esta coordinación debería extenderse dentro de cada país descendiendo desde el nivel estatal hasta el nivel más detallado en el que se produzca información geográfica (Luaces, Olaya, y Fonts, 2011).

Previamente a esta cumbre, una coordinación así era algo impensable y el hecho de que la situación relativa a la información geográfica no era idónea era ya conocido. Cada organización, ya fuera una agencia estatal o una empresa, producía la información que necesitaba, sin preocuparse por favorecer su difusión. Como consecuencia de ello, se perdía la oportunidad de aprovechar el esfuerzo realizado, y cualquier otro trabajo que pudiera beneficiarse de esa información geográfica debía desarrollarse sin ella, o bien realizando un nuevo esfuerzo de creación, con el consecuente gasto económico.

Aunque no existieran iniciativas formales para atajar el problema, este estaba ya plenamente identificado. En particular, se habían identificado los siguientes puntos problemáticos respecto a la IG (Luaces, Olaya, y Fonts, 2011):

- Calidades muy diferentes y sin especificar.
- Disparidad de escalas y formas de representación.
- Políticas de precios que suponen, en la práctica, hacer inaccesibles los datos espaciales.
- Un mercado sin regular: distintos proveedores con productos similares,
- Falta de estándares de intercambio. Cada proveedor suministra la información en el formato de fichero de su programa (propietario).

La importancia y requisitos de Información Geográfica para la toma de decisiones pueden resumirse en las siguientes necesidades relativas a la localización, acceso y uso de esta información:

- **Información actualizada**, ya que, ya sea por la acción del hombre o por causas naturales, las características de la Tierra son altamente cambiantes y para tomar decisiones fundamentadas es necesario disponer de datos actualizados. La actualización implica siempre un gasto considerable, por ello la Información Geográfica suele ser cara pues son costosos los medios para conseguirla.
- **Información instantánea**, ya que, en los momentos críticos de tomas de decisión se requiere que la información esté disponible de manera inmediata. Esto implica que los centros de distribución de información deben tener agilidad en la entrega de la información.
- **Acceso ubicuo**. La información está en manos de quien la produce o la distribuye (instituciones, organismos, empresas, universidades) y el acceso más rápido, generalizado y ubicuo es el que se realiza por medio de las redes de Internet (IGN, 2012).

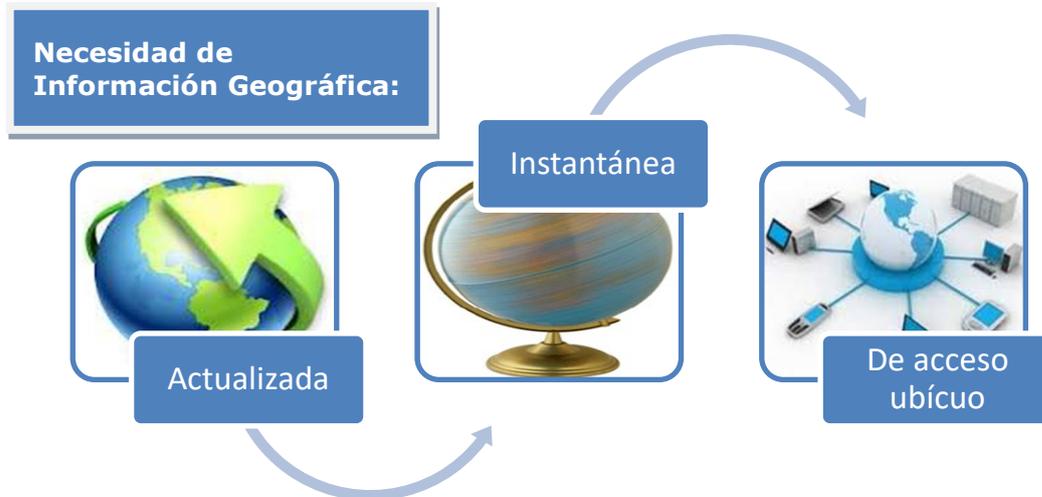


Figura 1.4.- Principales características de la Información Geográfica necesarias para solucionar problemas diferente naturaleza (protección medioambiental, cooperación internacional, desarrollo sostenible, etc.) y la toma de decisiones a distintos niveles jurisdiccionales (nivel global, regional, nacional y local).

Estos acuerdos de cooperación y el desarrollo de iniciativas y acciones de este tipo forman, en su conjunto, lo que desde entonces se ha dado en llamar Infraestructura de Datos Espaciales, conformándose así de forma progresiva el panorama actual de la producción y uso de IG, que paulatinamente los distintos países han ido instaurando en sus territorios hasta el día de hoy. Estados Unidos fue pionero en los años 90 en el establecimiento de una IDE nacional (*NSDI, National Spatial Data Infrastructure*), aunque actualmente existen iniciativas a lo largo de todo el globo. En la Unión Europea, como se ha indicado, la directiva INSPIRE dicta desde el 2007 las pautas para el establecimiento de una IDE europea basada en las IDE de los países miembro.

1.3. ¿QUÉ ES UNA IDE? CONCEPTO, FILOSOFÍA Y OBJETIVOS

Si buscamos el concepto de IDE, podremos obtener distintas definiciones publicadas en diversos medios y formatos, propias de científicos, técnicos o profesionales del sector, de instituciones, organismos o asociaciones profesionales e incluso de cualquier usuario, que fruto de su propia experiencia, tras un análisis y reflexión, pudiera sintetizar su propia visión de una IDE.

En este caso, de las muchas definiciones encontradas citaremos las que consideramos más completas y relevantes, comenzando por la dada por la **IDEE** (Infraestructura de Datos Espaciales de España), cuya visión y concepto ha evolucionado hasta la actual definición: «Una Infraestructura de Datos de Espaciales (IDE) es un **sistema informático** integrado por un **conjunto de recursos** (catálogos, servidores, programas, aplicaciones, páginas web,...) que permite el acceso y la gestión de conjuntos de **datos y servicios geográficos** (descritos a través de sus metadatos), disponibles en **Internet**, que cumple una serie normas, estándares y especificaciones que regulan y garantizan la **interoperabilidad** de la información geográfica. Así mismo es necesario

establecer un **marco legal** que asegure que los datos producidos por las instituciones serán **compartidos por toda la administración** y que **promueva su uso entre los ciudadanos**»

Una definición más oficial es la incluida en la **LISIGE** (*Ley 14/2010, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España, modificada recientemente por la Ley 2/2018, de 23 de mayo*), que en su modificación del Capítulo I, establece la definición de Infraestructura de información geográfica en el artículo 3 como: «Es una Infraestructura de datos espaciales, entendida como aquella **estructura virtual** en red integrada por **datos georreferenciados y servicios interoperables** de información geográfica distribuidos en diferentes sistemas de información, accesible vía **Internet** con un mínimo de **protocolos y especificaciones normalizadas** que, además de los datos, sus descripciones mediante **metadatos** y los servicios interoperables de información geográfica, incluya las **tecnologías de búsqueda y acceso** a dichos datos; las **normas** para su producción, gestión y difusión; los **acuerdos** sobre su puesta en común, acceso y utilización entre sus productores y entre éstos y los usuarios; y los mecanismos, procesos y procedimientos de coordinación y seguimiento establecidos, gestionados o puestos a disposición de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley».

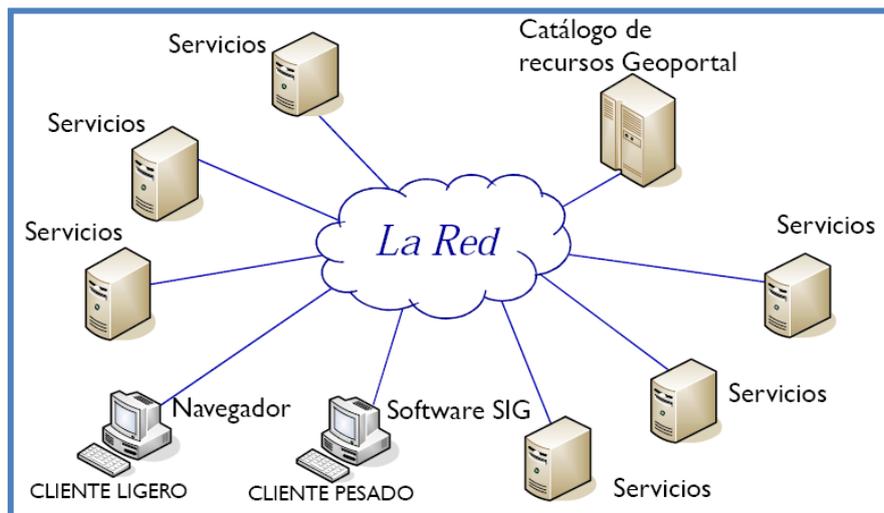


Figura 1.5.- Estructura virtual de una IDE.

Ambas definiciones coinciden en que una IDE está integrada por:

- Un **sistema informático o una estructura virtual** formada por un conjunto de recursos de heterogéneos de *hardware* y *software*, que permiten efectuar operaciones sobre los datos y servicios de IG, a través de una aplicación informática accesible, a través **Internet**, desde Geoportales que proporcionan acceso a dichos datos y servicios interoperables.
- **Datos y servicios web interoperables**
 - **Datos geográficos**, es decir, cualquier tipo de datos que, de forma directa o indirecta, hagan referencia a una localización o zona geográfica específica y que estén en formato electrónico (mapas

vectoriales o ráster, ortofotos, imágenes de satélite, topónimos, capas de información de un SIG, etc).

- **Servicios web:** una operación, o conjunto de operaciones, que pueden efectuarse en remoto, a través de una aplicación informática, sobre datos geográficos o sus metadatos.
- **Interoperabilidad:** la capacidad, que proporcionan servicios y procedimientos especializados, de combinar conjuntos de datos geográficos y de facilitar la interacción de los servicios de información geográfica, sin intervención manual repetitiva, de forma que el resultado sea coherente y se aumente el valor añadido de los datos geográficos y servicios de información geográfica. La interoperabilidad permite que los datos producidos por distintas organizaciones y los usuarios, utilizando un simple navegador, puedan utilizarlos y combinarlos según sus necesidades. Para ello, los datos y servicios, armonizados y coordinados, deben ser acordes con ciertas normas y estándares y los recursos informáticos cumplir una serie de especificaciones, protocolos e interfaces que garanticen la interoperabilidad.
- **Metadatos:** datos que describen los conjuntos de datos geográficos y los servicios de información geográfica, y que hace posible localizarlos, inventariarlos y utilizarlos, a través de catálogos de metadatos.
- Una **comunidad IDE** integrada por un conjunto de actores (productores de datos, proveedores de servicios, intermediarios, usuarios, desarrolladores de *software*, proveedores de *hardware*, investigadores...) que establecen por consenso las reglas del juego para compartir IG en la red. Cuanto más abierta, sana y colaborativa sea la comunidad, mayor calidad tendrá la IDE. Lo ideal es que incluya organizaciones del sector público, el sector privado y la universidad, así como particulares. Hasta ahora el liderazgo y la iniciativa en estas comunidades ha corrido a cargo de las Administraciones públicas.
- Un **marco legal y común** en el ámbito en el que se desarrolle la IDE (internacional, nacional, regional...) que debe recoger los consensos creados en la *comunidad*. De hecho, tanto la *Directiva* europea INSPIRE como la Ley española LISIGE se han elaborado de manera muy participativa. El marco legal cumple las funciones de consolidar las reglas acordadas por la comunidad, dar seguridad jurídica y sostenibilidad al proyecto, y fomentar la participación, haciendo que no todo dependa de la mera voluntad de las partes implicadas. Debe ser un armazón jurídico mínimo necesario para que se desarrollen con garantías las actividades propias de una IDE.

La filosofía, ideas y principios de las IDE parten del hecho de que para asegurar la información geográfica y ponerla a disposición del ciudadano, facilitar su gestión y planificación, y dar solución a los problemas de distinta naturaleza que puedan plantearse, es necesario colaborar y compartir información geográfica muy diversa y proveniente de diferentes fuentes, habilitando para ello servicios accesibles a través de Internet, que puedan ofrecer directamente respuestas para satisfacer las necesidades de los usuarios.

Esta filosofía está recogida en la Directiva INSPIRE (Unión Europea, 2007), orientada a la aplicación de las políticas comunitarias de medio ambiente y a la gestión del territorio en general, conforme a cinco principios básicos:

- Debe ser posible combinar de modo continuo la Información Geográfica procedente de diferentes fuentes a lo largo de Europa y compartirla entre todo tipo de usuarios y aplicaciones.
- Debe ser posible compartir a todos los niveles de administración, desde el más detallado al más general, la información capturada a un nivel determinado.
- La información geográfica necesaria para una buena gestión a todos los niveles debe ser abundante bajo unas condiciones que no restrinjan su uso. En particular los servicios de búsqueda y visualización deben ser públicos y gratuitos, salvo algunos casos especiales.
- Debe ser fácil descubrir qué información geográfica está disponible, adaptarla para un uso particular y conocer bajo qué condiciones se puede adquirir y usar.
- Los datos geográficos deben ser fácilmente inteligibles e interpretables para ser visualizados dentro de un contexto apropiado y también fácilmente seleccionables por el usuario.

La filosofía de esta Directiva sigue una directriz genérica, la de facilitar el acceso y utilización de la IG a todo tipo de usuarios porque constituye un recurso estratégico para la protección del medio ambiente, en particular, y para la planificación de todo tipo de políticas, en general (Rodríguez, et al., 2007). En esa misma dirección, aunque con diferentes matices, contribuyen diferentes disposiciones legales, iniciativas y proyectos como:

- La Directiva Europea PSI (*Public Sector Information*) 2003/98/CE sobre la reutilización de la información gestionada por el sector público (Unión Europea, 2003) y la Ley que la traspone en España (Ley 37/2007).
- La Convención de Aarhus (Unión Europea, 1998) que reconoce el derecho de los ciudadanos a acceder a la información ambiental de las AA.PP. y participar de alguna manera en la toma de decisiones que les afecten
- La Ley para el Acceso Electrónico de los Ciudadanos a las Administraciones Públicas (Ley 11/2007) que define el derecho de los ciudadanos a comunicarse con la Administración mediante servicios web de calidad.
- La iniciativa *Open Access* de Budapest, que promueve la publicación electrónica de revistas de investigación para facilitar la transmisión de resultados científicos, y la iniciativa *Open Archives*, dirigida a definir especificaciones estándar para los archivos y catálogos de metadatos relativos a la documentación científica.
- La aplicación de la filosofía de los sistemas abiertos a los SIG, impulsada por las especificaciones de interoperabilidad, públicas y accesibles en la web, definidas por el *Open Geospatial Consortium (OGC)*, antes denominado *Open GIS Consortium* y fundado en 1994.

- Incluso los proyectos de *Software Libre* (SL) basados en la idea de compartir código.

En consecuencia, y siguiendo esta filosofía, los **objetivos de la IDE** son claros y ambiciosos: **facilitar el acceso y la integración de la información geográfica**, tanto a nivel institucional y empresarial como de los propios ciudadanos, lo que permitirá extender el conocimiento y el uso de la información geográfica y la optimización de la toma de decisiones; **promover los metadatos estandarizados** como método para documentar la información espacial, lo que permitirá la reducción de costos y evitar la duplicación de esfuerzos; y animar a **la cooperación entre los agentes**, favoreciendo un clima de confianza para el intercambio de datos (Capdevila, 2004).

Todo ello abrió nuevas perspectivas y posibilidades, introduciendo el cambio en la forma de gestión y manejo de la IG.

1.4. COMPONENTES DE UNA IDE

El seguimiento de la filosofía IDE y el cumplimiento de sus objetivos dependen de la voluntad para compartir e intercambiar IG y de colaborar en el desarrollo e implementación de servicios por parte de los distintos actores del sector.

Este principio básico de las IDE: cooperar y compartir datos y recursos geográficos, requiere del acuerdo de los productores, integradores y usuarios dentro de su ámbito territorial, para lo que resulta imprescindible un **marco institucional** encargado de coordinar a dichos actores, considerando también otros ámbitos territoriales superiores, y de la creación, gestión y el mantenimiento eficaz de la IDE; además de unas **políticas de datos** que establezcan, a través de distintas leyes, las condiciones para compartir, usar y distribuir IG, los principios básicos de cooperación entre Administraciones y que garanticen el derecho de los ciudadanos a acceder a los datos que gestionan las AA. PP. También es necesario un **lenguaje común** para comunicar, ejecutar programas y transferir datos, que mediante el establecimiento de una serie de **normas y estándares** internacionales y abiertos, que garanticen las condiciones de interoperabilidad (respecto a protocolos, interfaces, modelos, arquitecturas y formatos). Y, por último, se requiere de una **tecnología** en cuanto a *hardware*, *software* y comunicaciones, que permitan el desarrollo, implementación e integración del conjunto de herramientas y aplicaciones necesarias para compartir y gestionar IG a través de un canal común de comunicaciones, **Internet**, fundamental en la tecnología IDE para la difusión, utilización y explotación de los datos y servicios geográficos.

Todos estos elementos se materializan en una serie de componentes, tanto desde el punto de vista tecnológico como desde el punto de vista organizativo, que podemos agrupar en cuatro grandes grupos (obviando los componentes de más tecnológicos que serán tratados en el bloque 3 dedicado a las Tecnologías Web): datos geográficos, servicios de información geográfica, metadatos y organización (Figura 1.6).



Figura 1.6.- Esquema de componentes de una IDE.

1.4.1. Datos geográficos

Atendiendo a la definición recogida en la legislación española, la LISIGE, los **datos geográficos**: son cualesquiera datos que, de forma directa o indirecta, hagan referencia a una localización o zona geográfica específica. Y se define **conjunto de datos geográficos** como una recopilación identificable de datos geográficos.

Los datos y conjuntos de datos geográficos tendrán que estar obviamente en formato electrónico y harán referencia al ámbito de actuación de la IDE, es decir, se refieran a una zona geográfica que podrá ser una nación, una región o comunidad autónoma, un municipio... En concreto los datos geográficos a los que se refiere la LISIGE son aquellos referentes al territorio nacional, el mar territorial, la zona contigua, la plataforma continental y la zona económica exclusiva, generada o bajo responsabilidad de las Administraciones públicas españolas.

Los datos geográficos pueden ser «Datos de Referencia» y «Datos Temáticos», que su vez pueden clasificarse en «Datos Temáticos Fundamentales» y «Datos Temáticos Generales». Existe una diferencia clara entre los dos tipos de datos⁸:

➤ *Datos Geográficos de Referencia*

Los datos de referencia sirven como información básica, contienen información geográfica necesaria para que cualquier usuario y aplicación pueda referenciar sus datos y son de propósito general, descriptivos de la geografía de la zona que sirven para referenciar, podemos decir que cumplen el mismo papel que la cartografía básica. Proporcionan una localización precisa para la información, permite cruzar datos de distintas fuentes y sirve para interpretar datos situándolos en un ámbito geográfico. Generalmente provienen de fuentes de observación y captura directa del terreno, como la fotogrametría, el levantamiento topográfico, o la observación

⁸ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>

geodésica, para crear los mapas topográficos, una cuadrícula geodésica, los límites administrativos, etc.

Los datos geográficos de referencia puestos a disposición por la IDE española se relacionan en el Anexo I de la LISIGE, e incluyen los datos recogidos en los anexos I y II de la Directiva INSPIRE más las entidades de población (véase la Tabla 1.1). Estos recogen la información integrada en el Equipamiento Geográfico de Referencia Nacional (Sistema de Referencia Geodésico, Sistema Oficial de Coordenadas, toponimia oficial básica, Delimitaciones Territoriales e Inventario Nacional de Referencias Geográficas Municipales); las cuadrículas geográficas y cartográficas multiresolución, normalizadas y armonizadas; Nomenclátors y bases de datos de topónimos georreferenciados oficiales; los datos altimétricos y modelos digitales de elevaciones; las parcelas catastrales y demás bienes inmuebles inscritos en el Catastro con sus correspondientes referencias catastrales; las instalaciones, redes e infraestructuras del transporte; la hidrografía; y la descripción de la superficie terrestre y de la zona costera marítima próxima, incluyendo las imágenes georreferenciadas obtenidas por satélite o sensores aerotransportados; los lugares o áreas de especial protección o regulación; la cubierta física y biológica de la superficie terrestre; las características geológicas; la localización geográfica de los bienes inmuebles basada en los identificadores de direcciones; y las entidades de población.

Tabla 1.1.- Datos geográficos de Referencia incluidos en el Anexo I de la LISIGE ↔ anexos I y II de la Directiva INSPIRE (<http://inspire.ec.europa.eu/theme/>).

| Anexo I INSPIRE | | Anexo II INSPIRE | |
|---|--|---|--|
|  Sistemas de coordenadas de referencia |  Parcelas catastrales |  Elevaciones | |
|  Sistema de cuadrículas geográficas |  Redes de transporte |  Cubierta terrestre | |
|  Nombres geográficos |  Hidrografía |  Ortoimágenes | |
|  Unidades administrativas |  Lugares protegidos |  Geología | |
|  Direcciones | | | |

➤ **Datos temáticos**

Los datos temáticos son aquellos que basados en información geográfica de referencia, singularizan o desarrollan algún aspecto concreto de la información

contenida en aquella o incorporan información adicional específica y están orientados a un sector de aplicación específico. Se clasifican en:

- **Datos temáticos fundamentales**

Los datos temáticos fundamentales son los conjuntos de datos necesarios para la gestión medioambiental requeridos por la Directiva INSPIRE en su Anexo III (Anexo II de LISIGE) y comprenden datos relativos al medio físico, la sociedad y la población (Tabla 1.2).

Tabla a.2- Clasificación de datos temáticos fundamentales incluidos en el Anexo II de LISIGE ↔anexo III de INSPIRE (<http://inspire.ec.europa.eu/theme/>). Fuente:

| ANEXO III INSPIRE (Anexo II de LISIGE) | | |
|---|--|---|
|  Instalaciones agrícolas y de acuicultura |  Habitats y biotopos |  Distribución de la población - demografía |
|  Zonas sujetas a ordenación, a restricciones o reglamentaciones y unidades de notificación |  Salud y seguridad humanas |  Instalaciones de producción e industriales |
|  Condiciones atmosféricas |  Uso del suelo |  Regiones marinas |
|  Regiones Biogeográficas |  Aspectos geográficos de carácter meteorológico |  Suelo |
|  Edificios |  Recursos minerales |  Distribución de las especies |
|  Recursos energéticos |  Zonas de riesgos naturales |  Unidades estadísticas |
|  Instalaciones de observación del medio ambiente |  Rasgos geográficos oceanográficos |  Servicios de utilidad pública y estatales |

- **Datos temáticos generales**

Los datos temáticos generales comprenden los datos incluidos en cartografía temática que, no estando constituida por Datos Temáticos Fundamentales, singulariza o desarrolla algún aspecto temático específico o incorporan información adicional específica no considerada entre los datos especificados en los Anexos I y II de LISIGE y que se relacionan en su Anexo III de esta ley.

En todo caso, se considera información correspondiente a Datos Temáticos Generales aquella contenida en los siguientes tipos de cartografía:

1. Militar
2. Aeronáutica
3. Forestal o agrícola
4. Estadística

5. Urbanística
6. De infraestructuras y servicios
7. Didáctica
8. Específica (de características físicas, jurídicas, económicas, sanitarias, industriales, patrimoniales, culturales, turísticas, de transportes, ganaderas, sociales, históricas y otras)



Figura 1.7.- Ejemplo de algunos datos temáticos generales

El único objetivo del Anexo III de la LISIGE es ampliar el campo de aplicación a toda la Información Geográfica, ya que en INSPIRE incluyen sólo los temas con un impacto medioambiental más claro.

Para la creación y mantenimiento de datos espaciales y para garantizar la interoperabilidad y la armonización de los conjuntos de datos debe establecerse un calendario por parte de las instituciones responsables y el desarrollo de normas y especificaciones que sirvan de base y establezcan las características técnicas necesarias para la creación de datos armonizados. En el caso de la Unión Europea, para los datos recogidos en los anexos I, II y III de la Directiva INSPIRE, se establecieron unos plazos y deben seguirse el **Reglamento (UE) N° 1089/2010 en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales** y sus sucesivas modificaciones (**Reglamento (UE) N° 102/2011, de 4 de febrero de 2011** y **Reglamento (UE) N° 1253/2013, de 21 de octubre de 2013**), que establecen reglas de codificación de los conjuntos de datos espaciales, tipos de objetos y datos espaciales, definición de enumeraciones y listas controladas, metadatos mínimos obligatorios, etc. Además, indica que la representación de los conjuntos de datos espaciales debe realizarse a través de un servicio de visualización con las capas y estilos definidos en las **especificaciones de datos**⁹ de cada tema de la Directiva, donde se incluyen las reglas de implementación y se definen las características técnicas para crear datos interoperables y armonizados.

En España, el Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica de España¹⁰ (CODIIGE), con el fin de garantizar la implementación de la Directiva INSPIRE dentro de los plazos establecidos, elaboró en junio de 2018 un Plan de Acción¹¹ que identifica los Conjuntos de Datos Espaciales que se pueden consultar en el Catálogo Oficial de Datos y Servicios INSPIRE¹² (CODSI).

⁹ <http://inspire.ec.europa.eu/data-specifications/2892>).

¹⁰ <http://www.idee.es/web/idee/codiige>

¹¹ https://www.idee.es/resources/documentos/PlandeAccion_CODIIGE.pdf

¹² <http://www.idee.es/csw-codsi-idee/srv/spa/catalog.search#/home>.

1.4.2. Servicios de información geográfica

Un Servicio de información geográfica es una operación, o conjunto de operaciones, que pueden efectuarse, a través de una aplicación informática, sobre datos geográficos o sus metadatos (LISIGE, 2010). Se entiende que la situación normal es que tales operaciones puedan realizarse en remoto, por lo que se mencionan a menudo como servicios web.

Estos pueden organizarse en cinco grandes grupos en función de las operaciones que nos permiten realizar: servicios de visualización, servicios de localización, servicios de descarga, servicios de transformación y otros servicios (Tabla 1.3).

Tabla 1.3.- Algunos servicios de Información Geográfica

| Servicios de Información Geográfica | |
|-------------------------------------|---|
| Visualización | <ul style="list-style-type: none"> • Servicio de mapas en la Web (WMS) • Servicios de Servicios Web de Teselas de Mapa (WMTS) |
| Localización | <ul style="list-style-type: none"> • Servicios Web de Catálogo (CSW). Buscar qué datos y servicios hay disponibles |
| Descarga | <ul style="list-style-type: none"> • Servicio de Fenómenos en la Web (WFS). Descargar y analizar datos vectoriales • Servicio de Coberturas en la Web (WCS). Descargar y analizar datos ráster • Servicio de Descarga de ficheros (FTP o similar). Descargar ficheros predefinidos • ATOM. Servicio de descarga de ficheros |
| Transformación | <ul style="list-style-type: none"> • Servicios de Transformación de coordenadas (WCTS). Transformar coordenadas y Sistemas de referencia. |
| Otros | <ul style="list-style-type: none"> • Servicio de Nomenclátor (<i>Gazetteer</i>). Localizar la posición geográfica de un topónimo. • Servicios Web de Procesamiento (WPS). Ejecutar una aplicación • <i>Web Map Context</i> (WMC). Guardar una situación activa y reproducirla • <i>Styled Layer Descriptor</i> (SLD). Cambiar la simbología de un WMS • <i>Sensor Web Enablement</i> (SWE), conjunto de especificaciones para datos de sensores. |

Según INSPIRE y LISIGE, los dos primeros tipos deberán ponerse de forma gratuita a disposición del público, si bien, en el caso del servicio de visualización se podrán cobrar tasas si estas garantizan el mantenimiento de los conjuntos de datos espaciales y los servicios de datos correspondientes. Estos servicios deberán tener en cuenta los requisitos pertinentes de los usuarios y ser fáciles de utilizar y de acceso al público, vía Internet o cualquier otra forma de telecomunicación.

- Los **servicios de visualización** permiten ver y superponer información geográfica, tanto ráster como vectorial, mostrando una imagen a través de un navegador web (cliente ligero) o programa instalado en el ordenador (cliente pesado) y, opcionalmente, consultar los atributos de los datos geográficos en un punto.

- Los **servicios de localización** permiten la búsqueda de conjuntos de datos geográficos y servicios de información geográfica, partiendo del contenido de los metadatos correspondientes y que muestren su contenido.
- Los **servicios de descarga** permiten acceder a los datos mismos, es decir, generar copias de datos geográficos, o partes de ellos, para descargarlos y acceder directamente a su contenido.
- Los **servicios de transformación** permiten transformar o adaptar los datos geográficos para garantizar su interoperabilidad.
- **Otros servicios** incluyen servicios de provisión y acceso a los distintos servicios de información geográfica.

Al igual que para la creación y mantenimiento de datos espaciales, para garantizar la disponibilidad, calidad e interoperabilidad de los servicios web deben establecerse, por parte de las instituciones responsables unos plazos y una serie de normas y especificaciones técnicas que sirvan de base para la creación de estos servicios de datos espaciales. En el caso de la Unión Europea, para la creación de servicios acorde a la Directiva INSPIRE, se establecieron unos plazos y deben seguirse el **Reglamento modificado (CE) N° 976/2009 en lo que se refiere a los servicios de red, que** establece las especificaciones técnicas y los criterios mínimos de calidad para los servicios de red del tipo **visualización, localización, descarga y transformación**; el **Reglamento (UE) N° 1089/2010 en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales** y su modificación por el **Reglamento (UE) N° 1312/2014, de 10 de diciembre de 2014**. Además de las Directrices técnicas para la implementación de cada servicio concreto¹³.

1.4.3. Metadatos

Los metadatos son datos que describen los conjuntos de datos geográficos y los servicios de información geográfica y que hace posible localizarlos, inventariarlos y utilizarlos (LISIGE, 2010), es decir, son los datos sobre los propios datos o servicios, que informan sobre el contenido del conjunto de datos o las operaciones del servicio y los datos acoplados al servicio, incluyendo su nombre y resumen, cuándo fue creado el conjunto de datos o el servicio y sus distintas actualizaciones, cómo se han obtenido, cómo se puede acceder a ellos, la zona o extensión geográfica que cubren, su calidad y validez, el formato, el propietario, las condiciones que rigen el acceso a los datos o servicios, y otras características que sirven para caracterizar datos y servicios de forma que usuarios (y aplicaciones) puedan localizarlos, acceder a ellos y explotarlos adecuadamente.

La utilidad de los metadatos puede definirse en tres tipos de operaciones fundamentales o niveles de aplicación según los objetivos perseguidos (Figura 1.9):

¹³ <https://inspire.ec.europa.eu/Technical-Guidelines2/Network-Services/41>

- **Localizar:** esta operación tiene como objetivo realizar búsquedas para descubrir qué datos y servicios geográficos existen e identificarlos sin ambigüedades. Los metadatos responderán a preguntas del tipo qué, dónde, cuándo, quién y cómo de manera sucinta y sólo para identificar y localizar los tipos de datos y servicios que se busca.
- **Analizar:** esta operación tiene como objetivo evaluar si los datos y servicios localizados satisfacen los requisitos del proyecto o aplicación que quiere realizarse. Los metadatos deben incluir información suficiente para comparar distintas fuentes de datos y servicios, y poder decidir si los datos o servicios son apropiados para un propósito dado, para valorar sus propiedades, así como hacer referencia a algún punto de contacto para obtener más información.
- **Explotar:** esta operación tiene como objetivo informar sobre cómo pueden utilizarse los datos o combinarlos con otros para un determinado propósito. Los metadatos deben incluir aquellas propiedades necesarias para el acceso, descarga, interpretación y uso de los datos. Estos metadatos, con frecuencia, incluyen detalles sobre el diccionario de datos, su organización y su esquema conceptual, también sobre la proyección espacial, características geométricas y otros parámetros útiles para el uso apropiado de los datos geográficos. Lo mismo es aplicable a servicios.



Figura 1.8.- Aplicaciones de los metadatos.

Los metadatos aportan una serie de beneficios y ventajas tanto para el usuario, como para los profesionales de la información geográfica, como para las propias organizaciones productoras de datos.

Desde el punto de vista del **usuario**, los metadatos ayudan a los que usan datos geográficos a:

- encontrar los que necesitan,
- conocer sus características clave (fecha, productor, calidad, ...) y

- a transferirlos e interpretar los correctamente,

lo que facilita su visualización y acceso, permite comprender en profundidad los datos y determinar cómo utilizarlos mejor.

Para los **profesionales** que trabajan con información geográfica, además de las ventajas anteriores, los metadatos les ayudan a:

- identificar cada conjunto de datos sin ambigüedades,
- conocer la información sobre las fuentes de datos, el proceso de producción y almacenamiento,
- conocer los parámetros de calidad y actualización de los datos,
- conocer las condiciones y las limitaciones legales que rigen el uso y distribución de los datos,
- obtener información de la persona/punto de contacto para ampliar información,

lo que les permitirá disponer de un inventario de la información que se produce, reducir la carga de trabajo y poder promocionar y difundir las características de los productos y análisis realizados con garantías.

Por último, desde el punto de vista de las **organizaciones y agencias productoras de datos**, los metadatos ayudan a:

- distribuir sus datos junto con la información sobre las fuentes y calidades de éstos,
- mejorar los procedimientos de gestión de los datos,
- no depender del personal que los realizó, ya que, los trabajadores que vengan después podrán comprender bien el contenido, la forma de producción y los usos de los datos, ya que, están documentados,
- compartir datos con otras organizaciones, conocer los datos de otras organizaciones y evitar la duplicidad de esfuerzos a la hora de producir datos,
- reducir costes, ahorrando tiempo y dinero, y
- proteger y mantener las inversiones realizadas.

Aunque inicialmente, el coste de generar metadatos, añadido al coste de la producción de los datos, pueda parecer caro, a la larga supone un importante beneficio, que las organizaciones productoras han sabido reconocer, conforme aumenta la utilización y demanda de éstos.

Los metadatos de Información Geográfica están regulados por la normativa internacional *ISO*, Pueden verse todos los detalles de la evolución de estas normas, así como la elaboración de perfiles de metadatos en España, en el capítulo 22 de esta publicación.

En la plataforma de la IDEE¹⁴, creada y mantenida por el CNIG¹⁵, se puede encontrar amplia información sobre los metadatos y las herramientas para su creación, gestión y difusión.

1.4.4. Organización

Es la organización, a la que originalmente no se le ha concedido suficiente importancia, un componente clave para la gestión, que hace que el resto funcione y se mantenga, y sin duda alguna el elemento más complejo, ya que, incluye el personal humano, una estructura organizativa y de reparto del trabajo, la estandarización para garantizar la interoperabilidad dentro y fuera de la organización, establece políticas, directivas, reglas y acuerdos para la explotación, producción y la difusión de la información geográfica, proporcionando una plataforma estructurada de datos, productos y servicios.

Además, incluye la coordinación en aspectos básicos como la formación de expertos, la difusión, el intercambio de experiencias y la coordinación en general.

Aunque todos los componentes son necesarios, ha de prestarse especial atención a la organización dada su importancia en una IDE, porque coordina, regula, estructura y armoniza todos los demás componentes, lo que garantiza la eficiencia y un uso de los datos y servicios geográficos de una IDE.



Figura 1.9.- Organización de una IDE.

Al ser las IDE una infraestructura básica de un país o región, como pueden serlo las redes de carreteras o de telecomunicaciones, su organización y coordinación es responsabilidad de las Administraciones públicas, que suelen constituir un organismo colaborativo y abierto en el que puedan participar todos los actores implicados, para que las decisiones finales están basadas en el consenso y respondan realmente a las necesidades reales.

¹⁴ <https://plataforma.idee.es/web/idee/3-generar-metadatos-de-datos-y-servicios>

¹⁵ <https://www.ign.es/web/ign/portal/qsm-cnig>

1.5. ACTORES DE LAS IDE

En una IDE, entendida como sistema distribuido en la red, están involucrados distintas instituciones, organismos y usuarios (administraciones públicas, universidades, empresas privadas, etc.), tanto públicos como privados, que llamaremos actores, cada uno con un tipo de participación y responsabilidad diferente, pero todos juegan un rol fundamental en el éxito o fracaso de la IDE (Figura 1.10).



Figura 1.10.- Principales actores de una IDE.

Los principales actores de una IDE son:

- **Coordinadores**

Son las instituciones públicas responsables de la constitución y mantenimiento de una IDE, que recoja los intereses y necesidades de todos. Actúan como órgano de coordinación y dirección de todas las partes y será el punto de contacto con otras organizaciones internacionales, como la Comisión Europea o GSDI. Sus funciones principales son:

- Proponer al legislador la adopción de las disposiciones legales necesarias y pertinentes.
- Establecer acuerdos jurídicos e institucionales para la regulación con las IDE
- Impulsar la puesta en marcha de estándares y normas, que garanticen la accesibilidad e interoperabilidad de la infraestructura y establezca las bases técnicas que permitan el intercambio de datos y la implementación de recursos.

- Asesorar en la toma de decisiones a nivel político, enlazando la comunidad profesional con los responsables políticos.
- Coordinar, planificar y fomentar las actividades de formación, difusión e intercambio de experiencias, mediante la organización de cursos, jornadas, congresos y otros eventos.
- Asesorar, orientar e informar a nivel general a cualquier actor que quiera iniciar actividades en el campo de las IDE.
- Coordinar los recursos económicos invertidos en el establecimiento de la IDE.
- Fomentar la colaboración, la cooperación entre los actores de la IDE y velar para que cada uno pueda desempeñar su papel de manera cómoda y sin obstáculos.

En España, este *rol* le corresponde al Consejo Superior Geográfico, que establece el **Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica de España**¹⁶ (CODIIGE), que en 2002 crea el **Grupo de Trabajo de la IDEE**¹⁷ (GTIDEE), un grupo abierto y colaborativo integrado por expertos y productores de información geográfica de la administración a nivel estatal, regional y local, y con la participación de la Universidad y el sector privado, además de los **Grupos Técnicos de Trabajo**, encargados de analizar la implementación española de las Especificaciones de Datos y Directrices Técnicas de INSPIRE por las Administraciones Públicas españolas y ayudar a los órganos y organismos de éstas a conseguir su cumplimiento.

- **Organismos de normalización y estandarización**

Son los responsables que definen las normas y estándares que formaran la base tecnológica de la IDE y que permiten su interoperabilidad. Las principales organizaciones son la Organización de Normalización Internacional (ISO), el *Open Geospatial Consortium*¹⁸ (OGC) y el *World Wide Web Consortium*¹⁹ (W3C). En estos organismos, los actores de la IDE deben participar, destacando expertos en sus grupos de trabajo y haciendo llegar sus propuestas, comentarios y votos mediante los procedimientos establecidos en cada caso.

En el caso de España, la colaboración con los organismos internacionales de normalización se realiza a través del comité técnico CTN 148- Información Geográfica Digital²⁰ de la Asociación Española de Normalización, UNE²¹ (antigua AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación).

¹⁶ <http://www.idee.es/web/idee/codiige>

¹⁷ <http://desarrollo2012.idee.es/web/idee/gtidee>

¹⁸ <https://www.ogc.org/>

¹⁹ <https://www.w3.org/>

²⁰ <https://www.une.org/Paginas/Normalizacion/Ficha-CTN.aspx?n=1&c=CTN%20148>

²¹ <https://www.une.org/>

Por otra parte, se ha creado el Foro Ibérico y Latinoamericano de OGC²² (OGC ILAF) para la comunidad de habla hispana y portuguesa interesada en los desarrollos y objetivos de OGC.

- **Responsables de un nodo IDE**

Son los responsables del desarrollo y mantenimiento de los nodos que publican datos geográficos mediante servicios web interoperables. Pueden ser una administración pública, una empresa, una universidad, un centro tecnológico u otro tipo de organismo que se hace responsable de la administración de un nodo IDE. Iniciar una actividad de ese tipo supone asumir una serie de responsabilidades frente a los usuarios, como mantener un cierto nivel de calidad de servicio y garantizar en lo posible la sostenibilidad del proyecto. No es deseable que una organización abra un conjunto de servicios en un nodo IDE y después de algún tiempo los cierre.

Por ejemplo, en España, existen nodos IDE²³ a nivel nacional, regionales y locales.

- **Productores de datos**

Son los responsables de la producción y mantenimiento de datos geográficos y de su difusión a través de los servicios de información geográficos (visualización, descarga, consulta...). Habitualmente son organismos públicos, como el IGN, las organizaciones cartográficas de las CC. AA., la Dirección General del Catastro o el Instituto Nacional de Estadística. Aunque también pueden ser universidades, centros de investigación y organizaciones públicas o privadas que asumen la producción de datos geográficos.

- **Proveedores de servicios**

Son los responsables de la implementación y mantenimiento de servicios de información geográfica. La mejor solución consiste en que los organismos productores de datos sean los encargados de proporcionar los servicios web correspondientes, lo que resulta más eficiente ya que la conexión a los datos es directa y se garantiza la máxima actualización. Aunque el servicio también podría prestarlo un proveedor externo, normalmente, una empresa privada.

- **Desarrolladores de *software***

Responsables de desarrollar algoritmos, métodos, programas y aplicaciones que permiten publicar un servicio o implementar Geoportales, visualizadores, clientes y aplicaciones en general desde los que puedan visualizarse y utilizarse los datos, permitiendo así que la tecnología progrese y evolucione. Suelen ser empresas privadas o universidades, especializadas en investigar, desarrollar e innovar.

- **Intermediarios (*brokers*)**

Son los encargados de adaptar e integrar las soluciones y componentes existentes en una IDE (datos, metadatos y servicios) para generar servicios de valor añadido y proporcionar un sistema completo y a la medida para

²² http://external.opengeospatial.org/twiki_public/ILAFpublic/WebHome

²³ <https://www.idee.es/web/idee/idee#nodosidee>

usuarios y organizaciones no expertos. Generalmente son empresas u organizaciones privadas. Hasta ahora se hay pocos actores de este tipo, capaces de adaptar (*personalizar*) los recursos existentes, que suelen ser muy generales, a un caso de uso concreto y hacer que sean usables y eficaces.

- **Usuarios**

Son quienes utilizan los datos y servicios que proporciona una IDE. Puede ser un ciudadano individual, un organismo público, una empresa privada, una universidad, un centro de investigación, una asociación o cualquier agente social. Cada vez se le da más importancia a su opinión, su capacidad de decisión y su grado de satisfacción, por eso se le considera el actor más importante de una IDE.

Existen distintos tipos de usuarios, en función de su capacidad para explotar los datos y servicios de una IDE, desde usuarios básicos que podrán realizar funciones de navegación, consulta de información, búsqueda, medición, etc. de manera sencilla, a través de un visor web; usuarios expertos en SIG e IDE que utiliza herramientas y aplicaciones específicas no disponibles para el público general, ya sea, a través de clientes ligeros o pesados, que consiguen sacarle el máximo partido a la IDE, siendo posible realizar consultas semánticas y espaciales.

Cabe destacar el importante papel que juega en España la comunidad IDE, para el desarrollo y difusión de las IDE, a través del Grupo de Trabajo de Infraestructura de Datos Espaciales de España²⁴, GTIDEE. Con la organización anual de las Jornadas Ibéricas de las IDE²⁵, la publicación mensual del Boletín sobre IDEs²⁶ y su presencia en redes sociales (@IDEESpain) y el mantenimiento del blog IDEE²⁷.

1.6. ESTRUCTURA DE UNA IDE

Las IDE surgen con el objetivo de poner en común, datos espaciales y servicios para que sean utilizados por cualquier tipo de usuario y en todo tipo de aplicaciones. Como hemos visto, son múltiples los actores que intervienen en su desarrollo y mantenimiento, desde diferentes niveles de administración pública y a diferentes sectores. Siendo necesario establecer una estructura organizativa que permita gestionar tal cantidad de datos y tareas, distribuir responsabilidades y coordinar los grupos de trabajo de manera que puedan combinarse información y conocimientos procedentes de diferentes sectores, garantizando que las infraestructuras de información espacial creadas sean compatibles y utilizables en un contexto global y transfronterizo.

De esta manera se crea una estructura organizativa jerárquica con distintos niveles, en la que se distinguen una serie de nodos interconectados, que van desde la IDE global en el nivel superior hasta las IDE locales y las IDE corporativas en el

²⁴ <http://www.idee.es/web/idee/gtidee>

²⁵ <http://www.idee.es/web/idee/jiide>

²⁶ [Boletín sobre IDEs](#)

²⁷ <http://blog-idee.blogspot.com>

nivel inferior, cada una de ellas administrada por el organismo responsable correspondiente, cumpliendo las normas de ejecución comunes y complementadas por medidas a cada nivel (Figura 1.11).

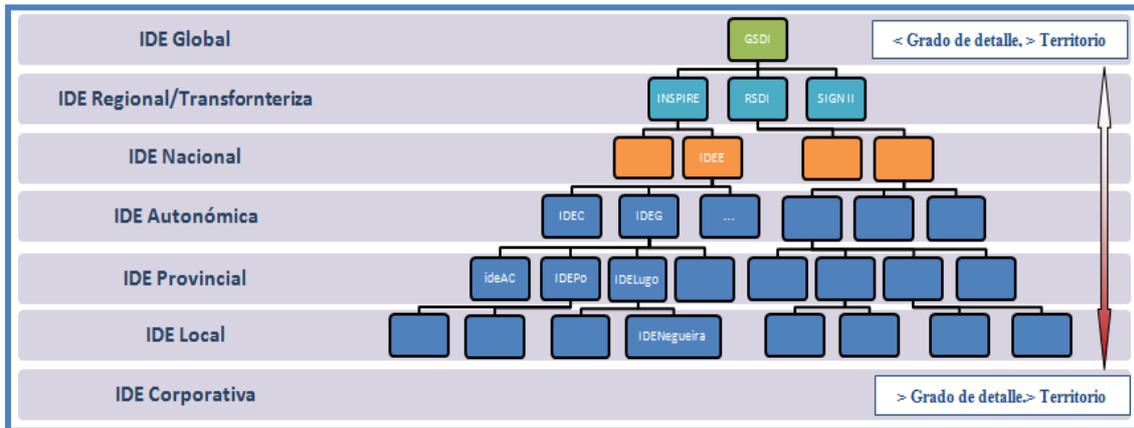


Figura 1.11.- Esquema de estructura organizativa de las IDE.

Las relaciones entre los distintos niveles organizativos dependerán de la posición y nivel del nodo en cuestión, así como, del tipo de organismo responsable de éste, estableciéndose dos tipos de relaciones: las relaciones verticales y las relaciones horizontales.

Las relaciones verticales se desarrollarán armónicamente de forma que cada nodo IDE de Referencia garantice la visibilidad de todos los recursos disponibles en su ámbito de actuación y de soporte de las que se apoyan en ella, de tal manera, que las iniciativas a nivel mundial o regional dan soporte a las iniciativas que se pongan en marcha a nivel nacional, éstas a su vez a las autonómicas o comarcales y así, sucesivamente, hasta llegar al nivel inferior. No obstante, el grado de información geográfica, aumenta a medida que descendemos en la jerarquía, aumentando la escala de detalle para la captura de datos y disminuyendo, obviamente, el área geográfica gestionada (Figura 1.12).

Esto se pone en práctica mediante dos tipos de acciones:

- En cada Nodo IDE de Referencia es necesario que aparezcan las URL de los geoportales, servicios y recursos disponibles en su ámbito.
- En cada Nodo de Referencia debe haber un catálogo de datos y servicios en el que estén catalogados por medio de metadatos todos los conjuntos de datos y servicios que cumplan las reglas del juego establecidas en cuanto a estandarización e interoperabilidad. El que en un catálogo se recojan los metadatos actualizados de todos los catálogos del nivel inmediatamente inferior se puede conseguir mediante operaciones automáticas y periódicas (por ejemplo, cada 15 días) de cosecha de metadatos (*harvesting*) o, en caso de que fallen, mediante intercambio de ficheros de metadatos en formato XML.

Por otro lado, las relaciones horizontales son las que se producen entre nodos IDE del mismo nivel, debiendo también existir armonía entre las IDE a la misma altura,

que garanticen que la información fronteriza sea continuos y coherentes (Figura 1.12).

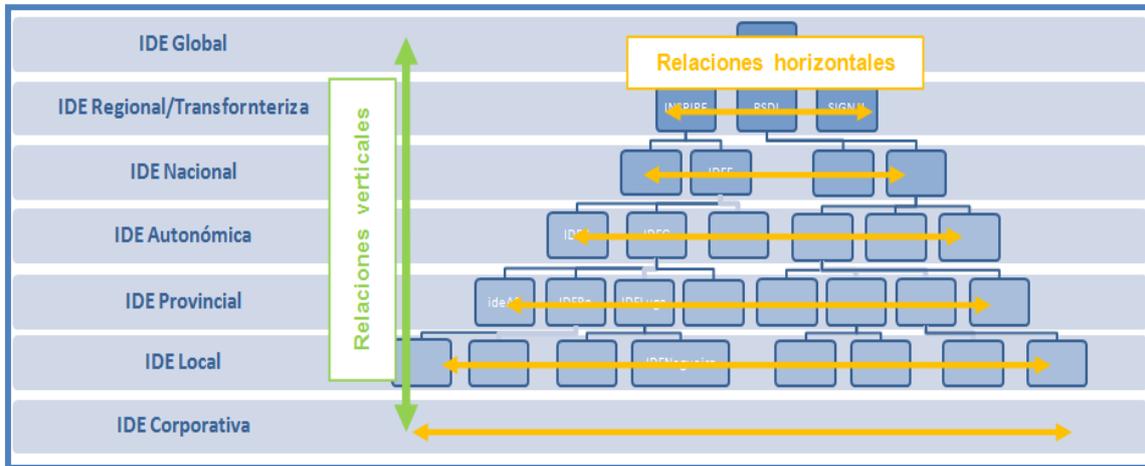


Figura 1.12.- Esquema de relaciones entre los distintos niveles de la estructura organizativa de una IDE.

1.7. EVOLUCIÓN Y FUTURO DE LAS IDE

Desde su aparición hace ya más de dos décadas las IDE han ido evolucionando en paralelo a los avances tecnológicos y, aunque no hay una frontera clara, los cambios experimentado permiten reconocer tres generaciones, centradas en productos, procesos y usuarios respectivamente, dependiendo del peso relativo de los mismos (Hennig y Belgui 2011; Hochsztain, et al. 2012) e incluso cuatro, la IDE ubicua (Coetzee, 2018), si se tiene en consideración el impacto que han tenido las innovaciones tecnológicas más recientes: *smartphone*, sensores, IoT (*Internet of the Things* -Internet de las cosas) *machine learning* y computación en la nube, entre otras.

La primera generación, en la década de los 90, se centra en los datos espaciales, en la integración y gestión de los datos existentes en las organizaciones gubernamentales; las IDE publican datos digitales, se crean los grandes *clearinghouses* nacionales y se despliegan servicios básicos de visualización y búsqueda de metadatos a través de catálogos. El foco son los datos espaciales y su armonización a través de estándares y, la firma de acuerdos institucionales y políticas con el fin de compartir la información geográfica de las distintas instituciones públicas.

En la segunda generación (entre 2000 y 2010), una vez que los datos ya estaban disponibles, el foco pasa de los datos en sí su uso y aplicación, incluyendo la introducción de servicios web que dan acceso a los datos (Rajabifard et al. 2006), es decir, el foco se pone en las aplicaciones y en la interoperabilidad. Se crean geoportales que dan acceso a datos y servicios web que van más allá de la simple visualización o localización de datos, como servicios WFS (*Web Feature Services*), WCS (*Web Coverage Service*) y WPS (*Web Processing Service*) que permiten descargar los datos y realizar geoprocetos y análisis espacial online. El foco en esta

segunda etapa está en una arquitectura orientada a servicios, en el desarrollo tecnológico y de normativa para los geoservicios, con el fin de implementar soluciones y recursos interoperables para cubrir las necesidades de los usuarios.

La 3ª etapa de las IDE (a principios de 2010) viene marcada por el desarrollo de la web 2.0 y una sociedad dispuesta a participar y colaborar e integra iniciativas gubernamentales y privadas. La «IDE 2.0» se focaliza en el usuario, y no sólo en expertos o profesionales de la IG, sino también en el público general, es una IDE redirigida hacia el ciudadano, más participativa, más usable, de mayor rendimiento y disponibilidad, orientada a la cooperación, al encadenamiento de servicios y recursos, hacia sistemas móviles, en tiempo real, que trate de incorporar las contribuciones de los usuarios, en suma más abierta, colaborativa, reutilizable e interoperable (Rodríguez, et al., 2007).

La amplia cobertura geográfica, la calidad y continuidad de servicios y la disponibilidad de API que permiten integrar estas utilidades en *webs* y aplicaciones, han popularizado la información espacial, posicionando a los ciudadanos como participantes activos en la captura y creación de la geoinformación (Coleman et al., 2010; Goodchild, 2007), en lo que se ha venido a llamar «Información Geográfica Voluntaria» (VGI, acrónimo inglés de *Volunteered Geographic Information*) (Goodchild, 2007). A través de proyectos, aplicaciones o sitios *web* como *OpenStreetMap*, *Google Earth*, *Panoramio*, *Wikimapia*, *Localdata* o redes sociales, los individuos, de forma voluntaria, crean, reúnen y difunden información geográfica. Generalmente estos sitios permiten georreferenciar otros datos u objetos como fotos, incluso crear información geográfica más compleja o aportar sus propios datos de sistemas de posicionamiento (GNSS; *Global Navigation Satellite Systems*), siendo el más conocido el GPS, de forma paralela a lo que está ocurriendo en otros ámbitos de *web 2.0* (Muro-Medrano, 2012).

Por último, podemos hablar de una 4ª generación, en la que estamos inmersos. La exigencia de un gran volumen de información geográfica junto con la necesidad de analizarla y visualizarla en tiempo real, fuerza a incluir en el ámbito de la IDE el enfoque Big Data, la computación en la nube, el Internet de las Cosas (IoT) y la web semántica.

Esta etapa viene marcada por la disponibilidad de los *smartphone* que facilitan el acceso ubicuo a la información y la portabilidad de los datos, así como la interacción con el entorno mediante el uso de sensores integrados (cámara, GPS, sonido, velocidad y movimiento entre otros aspectos) (Ganti et al., 2011); el creciente despliegue de redes de sensores, de observación de la tierra, ambientales, urbanos, redes sociales..., que proporcionan grandes volúmenes de datos de naturaleza muy diversa, en muchos formatos diferentes, resoluciones y escalas. Además, la mejora de la miniaturización de sensores y su abaratamiento está aumentando la geolocalización *indoor* y sus aplicaciones, lo que nos obligará una integración de la geolocalización *outdoor/indoor*.

Esta disponibilidad de datos geoespaciales en la red ha impulsado el uso de nuevos espacios para la minería de datos de carácter espacial. Estos requieren de la inteligencia artificial y las tecnologías *big data* ya que facilitan el análisis de las grandes cantidades de información dentro de escalas de tiempo útiles y prácticas, usando técnicas como las unidades de procesamiento gráfico o las bases de datos

NoSQL, en sistemas escalables a nivel masivo, distribuidos para el procesamiento de datos (semiestructurado y no-estructurado).

La tercera dimensión de los datos es otro de los asuntos a tratar dentro de las IDE, nubes de puntos, BIM (*Building Intelligent Modelling*), drones o realidad virtual requieren modelos 3D, cada día más demandados. Se necesitan nuevos estándares y servicios (como los servicios 3D i3s), que permitan publicar grandes volúmenes de datos heterogéneos visualizables en cualquier dispositivo, momento y lugar. Este tipo de servicios balancea la carga de elementos y su nivel de detalle, lo que permite compartir nubes de puntos, objetos 3D o imágenes oblicuas dentro de escenas web 3D.

Se necesitan también servicios web que ofrezcan estas potencialidades gracias a las economías de escala de la computación en nube <<*cloud computing*>> y sus modelos de servicios SaaS, PaaS, IaaS. Se necesitan arquitecturas IDE enlazadas a redes de sensores de IoT y estándares sintácticos y semánticos de redes de sensores para los datos espaciales en la era de IoT.

Por otro lado, la web semántica (o la tercera generación de la web) y las tecnologías de datos vinculadas, son ya una realidad, orientándonos hacia una Web Semántica Espacial o IDE semántica, que permitirá de manera más fácil descubrir la información con peculiaridades geoespaciales y, a través de la progresiva implantación que está teniendo *linked data*, será sencillo enlazar con buenas descripciones de entidades geográficas (Muro-Medrano, 2012). Las IDE, la web semántica junto con las políticas y buenas prácticas de Datos Abiertos de las administraciones públicas, permite poner la información del sector público disponible, tal cual es (en bruto) en formatos estándar, abiertos, facilitando su localización, acceso y reutilización.

Por último, cabe destacar que la integración de la información geoespacial y estadística es crucial entre otros aspectos, para las estrategias de desarrollo sostenible a muchos niveles (nacional, regional o global). Dicha integración pasa por la cooperación de ambas comunidades (estadística y geoespacial) en el establecimiento de un estándar para dicha integración, tal y como puso de manifiesto el Comité de Expertos en Gestión de la Información Geoespacial (GGIM) de Naciones Unidas²⁸, en su informe de 2015, «Tendencias de futuro en la gestión de la información geoespacial: una visión para los próximos 5-10 años²⁹».

Las cuatro generaciones IDE coexisten actualmente y es indiscutible que hay una actividad reseñable alrededor de las IDE, pudiendo encontrar iniciativas y proyectos alrededor de toda la Tierra (a nivel global, nacional y local), aunque con grados de implementación y madurez muy diferentes, en función de la situación económica y política del entorno geográfico referenciado.

El futuro de las IDE es difícil de predecir, fundamentalmente por su enorme vinculación con la tecnología. Sin embargo, aun en las iniciativas que han alcanzado el mayor grado de madurez, quedan cosas por hacer, por eso es fundamental establecer criterios y planes de seguimiento, cuyos informes permitan saber el estado real de desarrollo y las necesidades de mejora, tanto

²⁸ <http://ggim.un.org/>

²⁹ <http://ggim.un.org/docs/Future-trends.pdf>

tecnológicas como en datos y servicios para incrementar los usuarios y campos de aplicación.

1.8. CONCLUSIONES

Una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) es un sistema informático integrado por un conjunto de recursos (catálogos, servidores, programas, aplicaciones...) que permite el acceso y la gestión de conjuntos de datos y servicios geográficos, descritos a través de sus metadatos, y disponibles vía Internet, que cumple una serie normas, estándares y especificaciones que regulan y garantizan la interoperabilidad de la información geográfica.

Las IDE surgen con el objetivo de poner en común, datos espaciales y servicios para que sean utilizados por cualquier tipo de usuario y en todo tipo de aplicaciones. Para garantizar la disponibilidad y calidad de los datos y servicios de información geográfica es necesario establecer un marco legal que asegure que los datos producidos por las instituciones serán compartidos por toda la administración y, además, que promueva su uso entre los ciudadanos.

Por otro lado, como hemos visto, son múltiples los actores que intervienen en el desarrollo y mantenimiento de una IDE, siendo necesario establecer una estructura organizativa que permita gestionar tal cantidad de datos y tareas, distribuir responsabilidades y coordinar los grupos de trabajo de manera que pueda intercambiarse información y conocimientos procedentes de diferentes sectores, garantizando que las IDE creadas sean aplicables en un contexto global y transfronterizo.

1.9. REFERENCIAS

Capdevila i Subirana, J. (2004). Infraestructura de datos espaciales (IDE). Definición y desarrollo actual en España. *Scripta Nova*. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona, Vol. VIII, núm. 170 (61).

Coleman, D., Sabone, B. y Nkhwanana, N.J. (2010). *Volunteering geographic information to authoritative databases: Linking contributor motivations to program characteristics*. *Geomatica*, 64(1), pp. 27-40.

Coetzee, S. (2018). *SDI Evolution and Map Production*. In book: *Service-Oriented Mapping- Changing Paradigm in Map Production and Geoinformation Management*. Springer International Publishing, pp.241-250.

Foucault, M. (1999). Las palabras y las cosas. Una arqueología de las ciencias humanas. Editorial Siglo XXI, Madrid, 2ª Ed.

Ganti, R., Ye, F. y Lei, H. (2011). *Mobile crowdsensing: Current state and future challenges*. *Communications Magazine*, IEEE, 49(11), pp. 32-39.

Geoportal de la Infraestructura de datos espaciales de España (IDEE). <https://www.idee.es>

Goodchild, M.F. (2007). *Citizens as sensors: the world of volunteered geography*. *GeoJournal* 69, 4, pp. 211–221.

Hennig, S. y Belgui M. (2011). *User-centric SDI: Addressing Users Requirements in Third-Generation SDI. The Example of Nature-SDIplus*. *Geoforum Perspektiv* 10, no. 20.

Hochsztain, E., López Vázquez, C. y Bernabé, M.A. (2012). Análisis de navegación de geoportales. X Congreso Latinoamericano de Sociedades de Estadística, Córdoba, Argentina. 16 a 19 de octubre 2012 [http://www.academia.edu/4390264/Análisis de Navegación de Geoportales](http://www.academia.edu/4390264/Análisis_de_Navegación_de_Geoportales)

IGN, 2012. Curso e-learning de Infraestructuras de Datos Espaciales. Unidad 1: Componentes de una IDE y marcos legales. Madrid.

LISIGE - Ley 14/2010, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España). BOE nº 163, martes 6 de julio de 2010, Sec. I. Pág. 59628 - Pág. 59645. <https://www.boe.es/boe/dias/2010/07/06/pdfs/BOE-A-2010-10707.pdf>

Ley 2/2018, de 23 de mayo, por la que se modifica la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España. BOE nº 126, jueves 24 de mayo de 2018, Sec. I. Pág. 54194 - Pág. 54196. <https://www.boe.es/boe/dias/2018/05/24/pdfs/BOE-A-2018-6891.pdf>

Luaces, M., Olaya, V. y Fonts, O. (2011). Infraestructuras de Datos Espaciales. En *Sistemas de Información Geográfica*, V1. Cap. 30, pp.683-701. <http://volaya.github.io/libro-sig/>

Muro-Medrano, P. R. (2012): “Etapas de la popularización de las infraestructuras de información geoespacial”, *GeoFocus* (Editorial), nº 12, p.1-5. ISSN: 1578-5157

UE (2007). DIRECTIVA 2007/2/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE). *Diario Oficial de la Unión Europea*, 25.4.2007, L108/1 – L108/14.

Rajabifard, A., Binns, A. Masser, I. & Williamson, I. (2006). *The role of sub-national government and the private sector in future spatial data infrastructures*, *International Journal of Geographical Information Science*, 20:7, 727-741.

Rodríguez, A., Abad, P., Alonso, J.A., y Sánchez, A. (2006) La Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE): un proyecto colectivo y globalizado. *Jornadas de la IDEE 2006. Universitat Jaume I, Castellón*, pp 15-30 https://www.idee.es/resources/presentaciones/IIDEE06/ARTICULOS_IIDEE2006/articulo1.pdf

Rodríguez, A. et al. (2007). Las IDE como evolución natural de los SIG. BOLETIC marzo 2007, pp. 60-67. <http://www.astic.es>

Rodríguez, A., Mas, S., Abad, P., Alonso, J.A., Ayuso, J. E., Sánchez, A. y Vilches, L. M. (2007). Una nueva etapa: hacia la IDE 2.0. IV Jornadas Técnicas de la IDE de España JIDEE2007, Santiago de Compostela. https://www.ideo.es/resources/presentaciones/JIDEE07/ARTICULOS_JIDEE2007/articulo14.pdf

**« Fuimos a
explorar la luna
y, de hecho,
descubrimos la
tierra »**

Eugene Cernan (1972)

Geoportales e iniciativas IDE

Iniesto Alba, María J. y Núñez Andrés, M^a Amparo

Universidade de Santiago de Compostela y Universitat Politècnica de Catalunya

Capítulo

2

Contenido

| | | |
|------|--|----|
| 2.1. | INTRODUCCIÓN | 49 |
| 2.2. | DIFERENCIA ENTRE GEOPORTAL Y NODO IDE | 49 |
| 2.3. | GEOPORTALES | 51 |
| | 2.3.1. Características y componentes de un geoportal | 51 |
| | 2.3.2. Tecnología bajo un geoportal | 59 |
| | 2.3.3. Usabilidad..... | 62 |
| | 2.3.4. Difusión | 67 |
| 2.4. | INICIATIVAS IDE | 68 |
| | 2.4.1. Iniciativas globales..... | 69 |
| | 2.4.2. Iniciativas regionales | 72 |
| | 2.4.3. Iniciativas nacionales..... | 78 |
| | 2.4.4. Iniciativas autonómicas..... | 81 |
| | 2.4.5. Iniciativas locales..... | 82 |
| | 2.4.6. IDE corporativas | 82 |
| 2.5. | CONCLUSIONES..... | 83 |
| 2.6. | REFERENCIAS | 84 |

2.1. INTRODUCCIÓN

Como se ha indicado, las IDE tienen como objetivo poner en común datos espaciales y servicios geográficos interoperables para que puedan ser utilizados por cualquier tipo de usuario de una manera eficaz y flexible, en un contexto global y colaborativo.

La puesta en práctica de un proyecto IDE se materializa fundamentalmente a través de un geoportal, puerta de acceso a la **información geográfica (IG)** en la red, que centraliza la gestión de los conjuntos de datos y servicios geográficos, junto con otras funcionalidades que permiten, como mínimo, la consulta, localización y visualización de la IG o geoinformación. Además, pueden dar acceso a otros geoportales y nodos IDE de orden superior e inferior. De este modo se garantiza la publicación e interacción de IG dentro de su ámbito de actuación, enmarcadas dentro de las relaciones horizontales y verticales, establecidas en esa estructura jerárquica de las IDE y, referidas en el capítulo anterior.

Los geoportales constituyen un elemento clave para las Infraestructuras de Datos Espaciales porque permiten difundir contenidos y capacidades (Tait 2005) y son probablemente la parte más visible de las IDE, ya que son las principales interfaces a través de las cuales las personas pueden buscar y encontrar recursos geoespaciales (Hu y Li, 2017). En este capítulo trataremos brevemente los geoportales, como instrumento clave de una IDE, y conoceremos algunas iniciativas tanto a nivel nacional como internacional.

2.2. DIFERENCIA ENTRE GEOPORTAL Y NODO IDE

Aunque en la actualidad estamos habituados a los términos portal web, geoportal o nodo, antes de continuar conviene definirlos y aclarar su acepción en el ámbito de las IDE, ya que, podemos encontrar definiciones con diferente sentido en el ámbito de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Así, atendiendo a la LISIGE, documento legal que las define y establece su significado y diferencia, se entiende por:

- **Nodo de infraestructura de información geográfica (IG):** un «conjunto de servicios interoperables de IG accesibles, a través de Internet, por la acción de un órgano, organismo o entidad de las Administraciones Públicas».
- Y por **Geoportal:** un «sitio Internet o equivalente que proporciona acceso a servicios interoperables de IG de varios órganos, organismos o entidades de una o varias Administraciones Públicas, e incorpora al menos un servicio que permita buscar y conocer los datos y servicios geográficos accesibles a través de él».



Figura 2.1. Interface del geoportal de referencia de la IDE de España, IDEE.
(<https://www.idee.es>)

Un concepto importante es el de «**Geoportal de Referencia**» que, es el geoportal que para una IDE determinada, asume la responsabilidad de permitir el acceso a todos los recursos disponibles en el ámbito de actuación de la IDE: servicios web y geoportales. Al nodo IDE que publica un Geoportal de Referencia se le puede llamar «**Nodo de Referencia**». En cada geoportal de referencia es necesario que aparezcan las URL de los geoportales, servicios y recursos disponibles en su ámbito. En cada nodo de referencia debe haber un catálogo de datos y servicios en el que estén catalogados, por medio de metadatos, todos los conjuntos de datos y servicios que cumplan con los requisitos establecidos en cuanto a estandarización e interoperabilidad en su ámbito de actuación. Para que un catálogo recoja los metadatos actualizados de todos los catálogos del nivel inmediatamente inferior se pueden realizar operaciones automáticas y periódicas (por ejemplo, cada 15 días) de cosecha de metadatos (*harvesting*) o, en caso de que fallen, mediante intercambio de ficheros de metadatos en formato XML.

Por ejemplo, en el caso de España, los servicios de visualización, descarga y catálogo del IGN (Instituto Geográfico Nacional) constituyen el nodo IDE del IGN y estos servicios son accesibles tanto desde los clientes del geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE)¹ a través de las herramientas que proporciona el visualizador y catálogos. En el caso de España, el geoportal de la IDEE es el Geoportal de Referencia de la IDE de España y dispone del Catálogo de la IDEE y el Catálogo Oficial de Datos y Servicios INSPIRE² (CODSI), un visualizador, un directorio de las URL de los servicios disponibles y una lista de enlaces de los Geoportales disponibles en España (Fig. 2.1).

Además, desde el geoportal de la IDEE, permite acceder a la plataforma IDEE³ (Fig. 2.2), portal web que recopila las herramientas de *software* de código abierto para facilitar su uso y reutilización.

¹ <https://www.idee.es>

² <http://www.idee.es/csw-codsi-idee/srv/spa/catalog.search#/home>

³ <https://plataforma.idee.es>

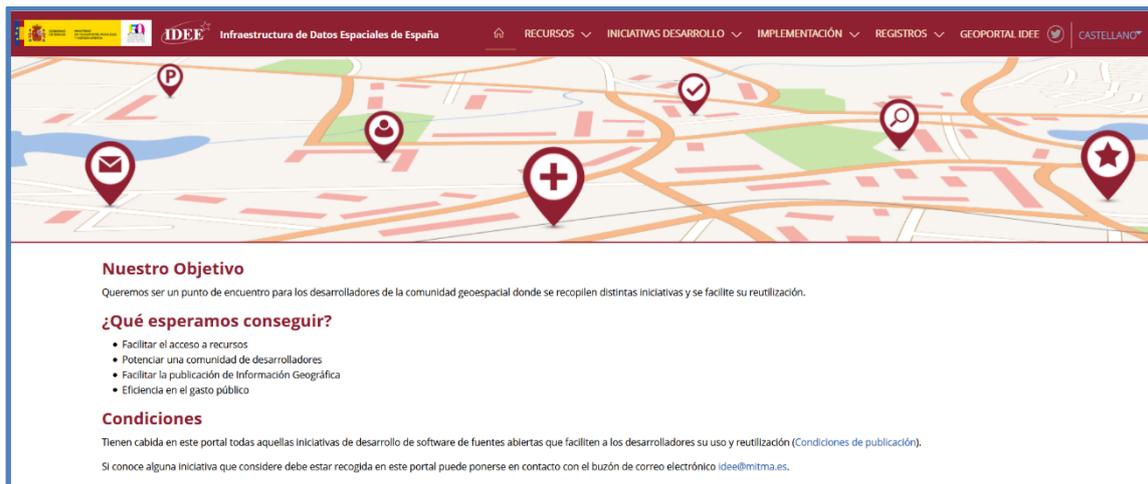


Figura 2.2. Interface del portal de herramientas de la IDEE (<https://plataforma.idee.es>).

2.3. GEOPORTALES

Los geoportales son las puertas de entrada que proporcionan acceso de forma integral a recursos geográficos en la web, a través de una interfaz de usuario que constituye la cara visible del sistema distribuido que constituyen las IDE. Por tanto, como parte de los recursos de una IDE deben seguir la misma filosofía y objetivos de ésta, enmarcándose dentro del mismo nivel jerárquico que la institución que los produce. Así mismo, van evolucionando en el tiempo al igual que las plataformas tecnológicas que los soportan, pueden ser de uno o varios propósitos y se orientan especialmente a la toma de decisiones desde lo geográfico (Franco, 2016) en su ámbito territorial.

Los geoportales son los puntos de encuentro entre los usuarios, productores y proveedores de servicios IDE en la web. Los geoportales deben proporcionar las funcionalidades básicas que los usuarios demandan a las IDE: localizar, visualizar, descargar y procesar, teniendo presente las capacidades y necesidades de los usuarios a los que están dirigidos (Manrique y Manso-Callejo, 2012), por ello, para su desarrollo se deben seguir soluciones estandarizadas y criterios de interoperabilidad y usabilidad, para que resulten realmente prácticos y accesibles a los usuarios finales.

En este apartado, trataremos, sin entrar en detalles, los componentes básicos de un geoportal y mencionaremos algunas herramientas tecnológicas, que serán tratadas en mayor profundidad a lo largo de este libro. También, comentaremos el concepto de usabilidad en el contexto de las IDE.

2.3.1. Características y componentes de un geoportal

Desde el nacimiento de las primeras iniciativas IDE en los 90 hasta fecha, el número de nodos IDE y geoportales ha crecido de una manera exponencial. Sin embargo, podemos encontrar entre los geoportales muy variado nivel de desarrollo e implementación, independientemente del nivel jerárquico en que se

encuentran dentro de la IDE, por lo que es difícil definir de una manera taxativa, qué características, componentes y tecnología deben ser utilizados para la producción de un geoportal.

Por un lado, podemos encontrar geoportales muy básicos, que simplemente consisten en un sitio web desde cuya página principal se accede directamente a un visualizador y a los distintos datos y servicios (búsqueda, visualización, descarga...) de la IG (Fig. 2.3), en ellos, la herramienta central es el visualizador.

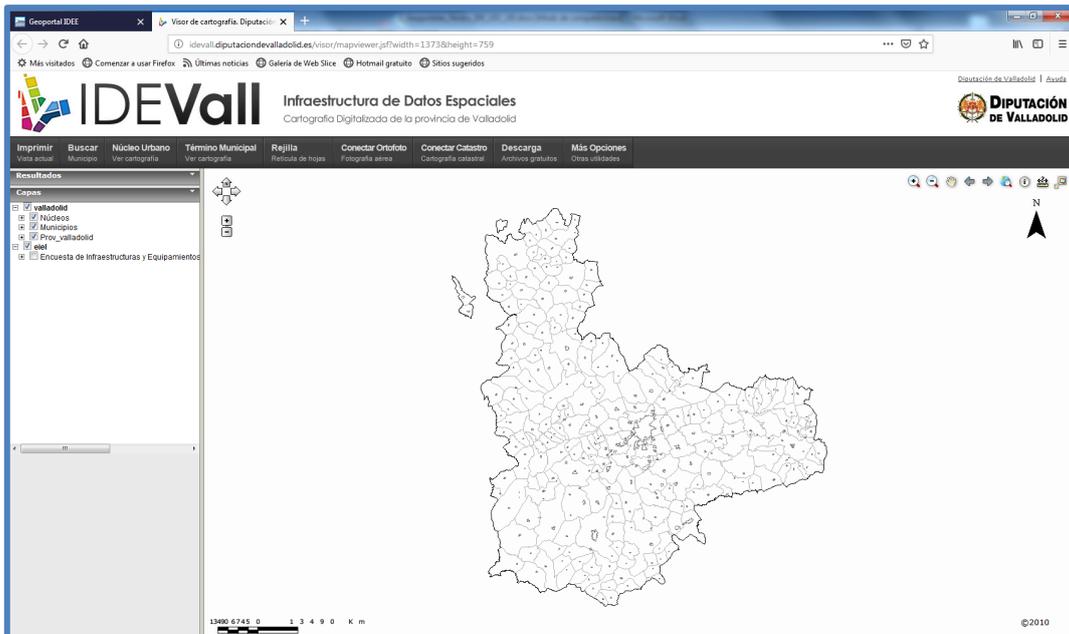


Figura 2.3. Interface de acceso del geoportal de la IDE de la Diputación de Valladolid (<http://idevall.diputaciondevalladolid.es/visor/mapviewer.jsf?width=973&height=528#>)

Por otro lado, podemos encontrar geoportales mucho más complejos, que dan acceso a múltiples datos y servicios, incluyendo distintos tipos de visualizadores temáticos y diferentes aplicaciones, e incluso, definiendo perfiles de usuario que permiten realizar distintas operaciones en función de dicho perfil (Fig. 2.4).

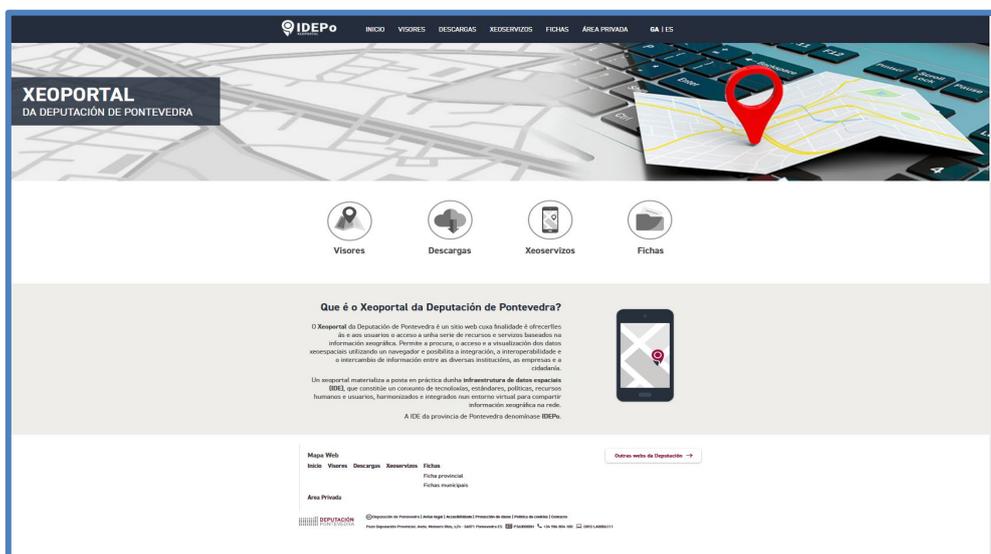


Figura 2.4. *Interface de acceso del geoportal de la IDE de la Diputación de Pontevedra* (<https://ide.depo.gal/inicio>).

También existen geoportales de referencia, que enlazan con otros de un ámbito superior e inferior e incluyen normas, documentos, guías de implementación y de ayuda, API (*Application Programming Interface* o Interfaz de programación de aplicaciones), librerías de código y herramientas. Entre ellas, herramientas de validación, que servirán de ayuda para los productores de datos y servicios de IG o futuros creadores de un nodo IDE bajo su ámbito de actuación (Fig. 2.5).



Figura 2.5. *Interface de acceso del geoportal de referencia de la IDE de España, que da acceso a otros geoportales de la IDEE o internacionales (1 y 2)* (<http://www.idee.es>)

En líneas generales, y considerando que uno de los objetivos de las IDE es facilitar el acceso, uso e integración de la IG tanto a nivel de las administraciones públicas, como de las empresas, como de la ciudadanía general a través de internet, las características a tener en cuenta a la hora de desarrollar un geoportal serían que sean lo más universales, versátiles y estándar como sea posible. En este sentido, los geoportales deberían ser abiertos, permitiendo el acceso libre y gratuito de los usuarios, sin necesidad de registro, salvo que a través del geoportal se quieran implementar perfiles de usuario, o facilitar el acceso a productores de datos y desarrolladores, a través de cuyo registro se habilitarían los correspondientes permisos de usuario. Deberían ser accesibles, mostrando todas sus funcionalidades, desde cualquier tipo de dispositivo (PC, *tablet*, móvil...) y navegador (Mozilla Firefox, Internet Explorer, Microsoft Edge, Google Chrome, Opera...) y garantizar la accesibilidad de las páginas del sitio web para que pueda ser utilizado fácilmente por cualquier usuario, independientemente de que pueda tener una discapacidad, de su edad o de que acceda a la web desde tecnologías poco convencionales, cumplimiento para ello con las pautas de accesibilidad establecidas por el W3C (Consortio de la *World Wide Web*).

Además, en este entorno globalizado y multilingüe, disponer de un sitio web en diferentes idiomas resulta realmente útil. Por ello, cualquier geoportal se debería publicar, al menos, en la lengua oficial de la entidad responsable y en inglés e incluso se podría esperar una interfaz para cada uno de los idiomas oficiales en

cada país y para los idiomas de los países limítrofes, si existen y son diferentes (Rodríguez et al. 2017). Por ejemplo, el geoportal de la IDEE tiene versiones en dos idiomas en castellano y en inglés y en un futuro se abarcará las lenguas oficiales de todo el territorio español; el gallego, euskera, catalán y valenciano.

Para asegurar la facilidad de uso, utilidad real y satisfacción de los usuarios, incluso trasladar una buena imagen corporativa de la entidad responsable de una IDE, el geoportal debería tener un buen diseño, cuidado y efectivo, acorde en la medida de lo posible a las tendencias estéticas de internet, considerar criterios de usabilidad y habilitar mecanismos de retroalimentación con los usuarios para conocer sus necesidades y opinión. También debe asegurarse la máxima disponibilidad y rendimiento, no sólo de las páginas estáticas, sino también de las aplicaciones, servicios y otros componentes del geoportal. Si bien esto no sólo dependerá de la entidad responsable de la IDE, sino también del tipo de conexión y tecnología con la que el cliente accede al geoportal y del tráfico existente en la red en cada momento, una organización responsable del desarrollo de un geoportal, sí debería asegurarse de la optimización de estos criterios.

En otro orden de cosas, además de las características comentadas, consideramos que las partes o componentes básicas y más representativas de un geoportal son:

- **Identidad corporativa.** En un geoportal IDE debe aparecer claramente identificado su titular, es decir, la entidad (única o varias) responsable de la creación y mantenimiento del sitio web, que puede ser una administración pública, institución u organización. Generalmente, esta identidad queda reflejada en la cabecera, mediante un banner institucional, que incluye además los logos del proyecto y la definición, clara y sin ambigüedades, del geoportal como una «IDE» de dicha organización. Esta información suele estar presente durante toda la navegación por el geoportal. Además, pueden aparecer también los logos de aquellas entidades que han financiado o patrocinan el portal, o que son fuente de datos y servicios de IG.
- **Visualizador o Visor Geográfico.** El visualizador es la herramienta central en muchos geoportales, funcionan como clientes ligeros y se ejecutan directamente desde el ordenador del usuario sin que sea necesaria ninguna instalación para desplegar la IG que se desea visualizar. El cliente de visualización debe ser estándar, es decir, la interfaz de comunicación entre el cliente de visualización y la parte servidora debe ser completamente conforme al Reglamento modificado (CE) N° 976/2009 en lo que se refiere a los servicios de red basado en la especificación de Servicio Web de Mapas (WMS) y del servicio visualización teselado WMTS (*Web Map Tiled Service*) de OGC y la norma ISO 19128.

Una de las utilidades más importantes que debe incluir un visualizador es la de permitir añadir servicios WMS externos a partir de su dirección URL. También debería permitir el encadenamiento de servicios, tanto básicos (catálogo, CSW) como avanzados (*Web Map Context, Styled Layer Descriptor, Web Feature Service o Web Coverage Service*), haciéndolos accesibles desde el visualizador, es decir, poder invocar directamente

desde el visualizador el resto de los servicios disponibles con los servicios de visualización. Por ejemplo, poder buscar directamente por nombre geográficos a partir de un servicio de descarga, WFS, y añadir el resultado de la consulta (coordenadas del topónimo) al visualizador.

Además de las correspondientes herramientas de navegación e interacción con el usuario (opciones de zoom, desplazamiento por el mapa, activación/desactivación de capas, centrado del mapa en unas coordenadas, medida distancias o áreas,...), un visualizador estándar debería permitir visualizar IG de cualquier parte del mundo, es decir, no debería tener limitación respecto al ámbito geográfico de actuación de la información espacial o los servicios que encadena, garantizando así la interoperabilidad y la libertad del usuario para elegir los usos que desea dar a la aplicación.

En el capítulo 16 de este libro pueden verse en más detalle las componentes y características de un visualizador estándar, como es el caso de IBERPIX⁴ (Fig.2.6).



Figura 2.6. *Interface* de acceso del geoportal de referencia de la IDE de España, que da acceso a otros geoportales de la IDEE o internacionales (1 y 2) (<http://www.ign.es/iberpix/visor>)

- **Catálogo de metadatos - Cliente de catálogo de metadatos de datos y servicios.** Un cliente de catálogo es una interface web que permite a los usuarios buscar recursos geográficos (datos, servicios, web y aplicaciones) mediante el acceso a los metadatos que la describen, almacenados en un repositorio. Al igual que los visualizadores de los geoportales son clientes ligeros, que permiten directamente desde el ordenador del cliente acceder a los registros de metadatos y mostrar el resultado en función de los criterios de búsqueda establecidos por el usuario. La aplicación, para facilitar la localización de la información, debe tener configuradas diferentes opciones de búsqueda basadas, por ejemplo, en criterios alfanuméricos de tipo texto libre o palabras clave con filtros por tema, formato de archivo, tipo de servicio u organización,

⁴ <http://www.ign.es/iberpix/visor>

o en criterios espaciales (coordenadas) o de ámbito geográfico. Algunos clientes incorporan además un mapa de referencia para interactuar con el usuario y que pueda fácilmente, marcando la zona deseada sobre el mapa, localizar la información, visualizarla y analizar sus características. La comunicación entre el cliente de catálogo y la base de datos que almacena los registros de metadatos se realiza a través de un servicio web de catálogo (CSW) que, para garantizar su estandarización e interoperabilidad, debe cumplir en su implementación con las guías técnicas, basadas en el perfil *OGC Catalogue Service Specification* y el perfil de metadatos ISO. Este estándar de OGC define el servicio de catálogo para metadatos que cumplen el Reglamento de metadatos de la Directiva INSPIRE basado en la codificación XML ISO/TS19139 y, la actual norma ISO 19115-1 basado en la codificación ISO 19115-3.

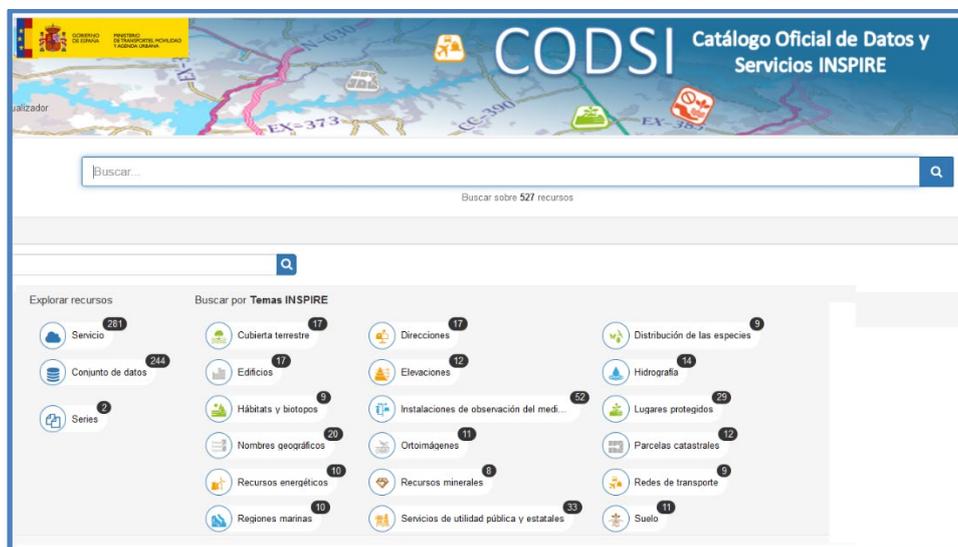


Figura 2.7. Cliente del Catálogo Oficial de Datos y Servicios INSPIRE (CODSI).⁵

La mayoría de los clientes de catálogo disponibles en los geoportales IDE dan acceso sólo a los metadatos de los nodos IDE de esa organización. Sin embargo, cuando se trata de un geoportal de referencia, este tipo de clientes se plantean como una serie de «catálogos interconectados» distribuidos en diferentes entidades bajo su ámbito de actuación, es decir, las búsquedas se realizan en los catálogos de varias organizaciones. De esta manera los resultados obtenidos pueden venir de cualquiera de estos catálogos interconectados, bien realizando regularmente operaciones de *Harvesting* (Cosecha de Metadatos) o por medio de conexiones CSW a cada uno de los catálogos de las entidades que componen la red.

- **Servicios en red de IG - Geoservicios.** Los datos geográficos y los metadatos de un geoportal no deben ser desplegados solamente a través de un cliente de visualización o de catálogo, sino también llamando directamente al geoservicio para que pueda ser utilizado en tipo de

⁵ <http://www.idee.es/csw-codsi-idee/srv/spa/catalog.search#/home>

clientes y aplicaciones. Para ello suele incluirse en el geoportal, en un lugar visible, un «**directorio de servicios**» que contiene la relación de los servicios disponibles en el nodo IDE o nodos IDE asociados al geoportal con indicación de su respectiva dirección URL.

Para que los servicios de un geoportal sean interoperables deben implementarse de acuerdo a los protocolos y estándares abiertos definidos. En este sentido, la mayoría de los servicios disponibles cumplen con los estándares del *Open Geospatial Consortium*, OGC.

Respecto a los servicios disponibles, estos son muy variables y dependen de los objetivos, la temática o el interés de la entidad que los gestiona. Pero existe un cierto consenso en que los tres servicios web que se consideran básicos y esenciales, y que aparecen disponibles en casi cualquier nodo IDE son: el servicio de visualización WMS (*Web Map Service*) que permite consultar datos geográficos en formato de imagen georreferenciada, el servicio de localización CSW (*Catalog Service Web*) para buscar datos y servicios geográficos y un servicio para localizar un objeto geográfico (topónimo o dirección postal) y situarlo en un mapa como un servicio de descarga (WFS) o de geocodificación.

Por otro lado, muchos geoportales incluyen también servicios de descargas, fundamentalmente, el servicio WFS (*Web Feature Service*) de descarga de datos vectoriales y, el servicio WCS (*Web Coverage Service*) para la descarga de datos ráster. Y en los últimos años, servicios ATOM *Feed* para la descarga de datos predefinidos.

También comienza a ser habitual encontrar servicios de visualización WMTS (*Web Map Tile Service*) que incorporan la posibilidad de almacenar teselas estándar en memoria caché.

Por último, y aunque menos habituales, podemos encontrar otros servicios que permiten la transformación y geoprocésamiento de los datos espaciales como el servicio de procesamiento WPS (*Web Processing Service*), el de transformación de coordenadas CT (o WCTS) (*Coordinate Transformation Service*), o el servicio de observación de sensores, SOS (*Sensor Observation Service*).

En la sección de servicios web de este libro pueden verse más desarrolladas estos servicios.

- **Zona de descargas.** Siguiendo la actual política de datos abiertos y de reutilización de recursos de la información de las administraciones públicas, algunos geoportales incorporan un centro o zona de descargas que da acceso al portal (o portales) de datos geográficos abiertos a través del cual se pueden consultar y descargar datos públicos de distinta temática, reutilizables y que se ponen a disposición de otras administraciones, las empresas y toda la ciudadanía.
- **Documentación/Normativa.** Los geoportales deben disponer también de una sección con textos e información relacionada con las Infraestructuras de Datos Espaciales, desde documentos que explican que es una IDE a otros que ayudan a entender y utilizar los datos,

servicios y recursos disponibles, pasando por guías, especificaciones, documentos técnicos, informes y manuales cuyo propósito es ayudar a otras organizaciones, productores de datos y desarrolladores, hasta normativa y textos legales que dan información sobre el marco vigente que las regula.

- **Aviso legal/Privacidad.** Es fundamental que el geoportal incluya una sección con un aviso legal que refleje claramente los términos o condiciones de uso, informando sobre autoría, derechos de autor, licencias y temas relacionados con la utilización de los datos, servicios y recursos que se ofrecen e indicando su alcance y restricciones, para que los usuarios conozcan las condiciones de empleo de la IDE. Por otro lado, para cumplir con los requisitos de privacidad y protección de datos exigidos por la legalidad vigente, los geoportales suelen incorporar también en esta u otra sección independiente, una aclaración o advertencia sobre la forma en que obtienen y utilizan la información, si utilizan cookies para mejorar nuestra experiencia navegación por el geoportal e indicando los estándares y normativa nacional e internacional sobre protección de datos personales que cumplen.
- **Ayuda/FAC/Guía de navegación.** Una o varias formas de ayuda en el geoportal pueden contribuir notablemente a la usabilidad del mismo y sirven para despejar las principales dudas que puedan surgir a los usuarios sobre el funcionamiento del sitio. Una opción es incluir una sección de ayuda con una con una pequeña guía de uso o navegación por el geoportal, otras veces se incluyen tutoriales o documentos sobre cómo usar el geoportal, los servicios o herramientas disponibles a través mismo. Otra opción es incorporar vídeos a tal efecto que ofrecen un breve recorrido por las principales opciones y/o herramientas del geoportal. También es frecuente encontrar una sección de FAQ (*Frequently Asked Questions*), es decir, una lista de las preguntas más frecuentes con sus respectivas respuestas, que se han seleccionado a partir de consultas frecuentes y repetitivas de los usuarios.
- **Contacto/ Retroalimentación.** Los geoportales deben disponer de una o varias secciones de contacto o retroalimentación, a través de las cuales el usuario pueda contactar con la entidad responsable del geoportal, el administrador del sistema o el responsable de la información publicada para expresar su opinión, aportar sugerencias o poder enviar directamente consultas, quejas y abusos. Esto puede realizarse incluyendo un formulario, una dirección de correo electrónico y encuestas, foros, blogs o cualquier otro medio de retroalimentación.
- **Actualidad y redes sociales.** Las IDE están en continua evolución y actualización, por ello los geoportales como escaparate de las IDE deben incorporar mecanismos que permitan hacer llegar a los usuarios las últimas noticias y novedades en cuanto a datos, servicios, normativa ..., en el ámbito de las IDE. Para ello, muchos geoportales incorporan una sección de noticias o actualidad, así como otros mecanismos de comunicación como boletines, blogs, canales de noticias en internet y/o

canales RSS (*Really Simple Syndication*) a través de los cuales informar de las novedades y eventos relacionados con las IDE y el propio geoportal. Por otro lado, dado que las IDE están íntimamente ligadas a las nuevas tecnologías y a la sociedad de la información, actualmente, también están presentes en las redes sociales (Facebook, Twitter, Instagram...) para la difusión de información y noticias y para mantener el contacto directo con los usuarios.

- **Otras secciones.** Aunque menos habituales y, en muchos casos, dependiendo del tipo de geoportal, hay otras otros componentes o secciones que no queremos dejar de comentar, ya que, creemos que contribuyen positivamente a la utilidad de las IDE. Por ejemplo, los geoportales implementados en varias lenguas, suelen incluir en un lugar visible, generalmente la cabecera, las opciones para seleccionar el **idioma** con el que se quiere navegar por el sitio web. Otra opción muy útil, fundamentalmente en los geoportales grandes con muchas información y recursos, es presentar un enlace a un «**mapa del sitio**» o mapa web, que despliega una página con un índice con todas las secciones y sub-secciones del geoportal. Para facilitar información de la institución responsable del geoportal y/o de las instituciones responsables de los nodos IDE a los que se da acceso se puede incluir una sección «**Quienes somos**» o «**Acerca de**» donde además se puede incluir información acerca de las soluciones tecnológicas empleadas y las marcas comerciales utilizadas, garantizando así la neutralidad del geoportal. También es recomendable incluir una sección de «**Accesibilidad**», para informar de los estándares y pautas seguidas para su implementación, esta suele aparecer siempre en el pie de las páginas del sitio web. Por último, especialmente cuando se trata en geoportales de referencia, como es el caso del geoportal de la IDEE, debería aparecer un apartado de «**Recursos**» o «**recursos para desarrolladores**», donde se incluyan documentos, guías de implementación y de ayuda, API, librerías de código y herramientas, para el desarrollo y validación, que servirán de ayuda para los productores de datos y servicios de IG o los responsables de la puesta en marcha, desarrollo y mantenimiento de un nodo IDE bajo su ámbito de actuación.

2.3.2. Tecnología bajo un geoportal

No es objetivo de este capítulo profundizar en la tecnología, simplemente, dado el importante papel que juega dentro del mundo IDE, queremos hacer referencia a algunos de los aspectos tecnológicos más típicos a tener en cuenta en la implementación de un geoportal.

Además, dada la gran variedad de tecnologías que existen hoy en día y su continua y trepidante evolución, los encargados del diseño y desarrollo de un geoportal deberán analizar y seleccionar, llegado el momento, la solución tecnológica más adecuada a sus necesidades entre las tecnologías disponibles en el mercado. En general, podemos decir que en el ámbito de las IDE aunque se apuesta por la

independencia y libertad tecnológica, pudiendo encontrar desarrollos geoespaciales basados en su totalidad en las soluciones *open source*, con los que es más fácil compartir desarrollos y código, el horizonte tecnológico está muy repartido entre soluciones con software libre y propietarias.

Los geoportales se desarrollan tanto para ser utilizados por profesionales como por el público en general, sin ningún tipo de formación en el ámbito de la IG, por ello se necesitan soluciones tecnológicas que permitan el desarrollo de entornos heterogéneos, con servicios integrados, estándares e interoperables, que deben tener en cuenta los requisitos de los usuarios y ser fáciles de usar, es decir, se necesitan tecnologías para la interoperabilidad, tecnologías basadas en Internet y en paquetes de software específicos para el tratamiento de la IG, esto es, sistemas de IG (SIG), con un fuerte apoyo de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC).

Bajo el marco conceptual de una arquitectura orientada a servicios (SOA), que permite mayor flexibilidad y facilidad de integración de aplicaciones y procesos que garantizan la interoperabilidad necesaria en una IDE, algunas de las necesidades tecnológicas para el desarrollo de un geoportal son:

- ✓ **Sistemas operativos**, por ejemplo, Linux o Windows, aunque también podemos encontrar soluciones mixtas.
- ✓ **Servidor(es) web o de aplicaciones**, como el servidor Apache HTTP Server, que al igual que en otras infraestructuras Web es la opción más utilizada. El servidor IIS (*Internet Information Services*) vinculado a Windows, o Jboss (o WildFly) como servidor de aplicaciones Java.
- ✓ **Lenguajes de programación** como Java, .NET, Python o C++. Siendo Java el lenguaje de programación dominante y C++ de uso muy restringido, quizás por su dificultad.
- ✓ **Lenguajes de programación web** para crear la página web del Geoportal es necesario utilizar lenguajes del lado cliente como HTML (*Hypertext Markup Language*), HTML5, CSS (*Cascading Style Sheet*) o Javascript, o lenguajes del lado servidor como PHP (*Hypertext Preprocessor* o preprocesador de hipertexto).
- ✓ **Lenguajes/Protocolos web estándar** para la creación, descripción, comunicación, publicación y localización de servicios web, como XML (*eXtensible Markup Language* – Lenguaje de marcado extensible), SOAP (*Simple Object Access Protocol* – Protocolo de Acceso a Objetos Sencillo), UDDI (*Universal Description Discovery and Integration* – Descripción, Descubrimiento e Integración Universal) o WSDL (*Web Services Definition Language* – Lenguaje de Descripción de Servicios Web) o HTTP (*Hyper Text Transport Protocol* - Protocolo de transmisión de hipertexto), el protocolo que define la forma en que se van a comunicar cliente y servidor.
- ✓ **Bases de Datos**, por un lado, se necesitan motores de bases de datos para la gestión de datos alfanuméricos, como Oracle, MySQL o PostgreSQL, con el indiscutible dominio de Oracle, y motores para la gestión de datos geográficos como ArcGIS SDE, Oracle Spatial, MySQLSpatial o PostGIS.

- ✓ **Servidores geográficos o de datos geográficos**, nos referimos aquí a una aplicación que se ejecuta en un servidor y que tiene como objetivo proporcionar uno o más servicios web de IG de acuerdo fundamentalmente a los estándares de OGC. En este sentido existe una amplia variedad de herramientas de software, tanto libre como propietario, que nos permiten implementar servicios. Siguiendo la clasificación realizada por OSGeo-es (2017), en su trabajo «Panorama SIG Libre» podemos encontrar:
 - **Servidores de mapas** o cartográficos que nos permiten implementar servicios WMS
 - **Servidores de teselas**, una variante del anterior que ofrecen mapas en forma de teselas con un número limitado de resoluciones, a través del estándar el WMTS de OGC.
 - **Servidores de datos brutos o de descargas de datos**, estos servidores permiten la descarga de datos en formato vectorial o *raster*, con los respectivos estándares WFS y WCS e incluso se incluyen aquí los servidores relacionados con la publicación de datos de sensores, en todo el abanico de estándares OGC englobados en lo que se conoce como *Sensor Web Enablement (SOS y OM)*.
 - **Servidores de metadatos**, que implementan estándares de catalogación y localización de datos y servicios como CSW.
 - **Servidores de geoprocetos** que permiten realizar operaciones de análisis y geoprocetamiento de datos, directamente disponibles en el servidor o bien acceder a otros servidores de datos para encadenar servicios, siguiendo el estándar WPS.

La Directiva INSPIRE⁶ también clasifica los servicios de red para la publicación y accesibilidad de los conjuntos de datos espaciales:

- **Servicios de localización** (CSW) que posibiliten la búsqueda de conjuntos de datos espaciales y servicios relacionados con ellos partiendo del contenido de los metadatos correspondientes, y que muestren el contenido de los metadatos;
- **Servicios de visualización** (WMS, WMTS) que permitan, como mínimo, mostrar, navegar, acercarse o alejarse mediante zoom, moverse o la superposición visual de los conjuntos de datos espaciales, así como mostrar los signos convencionales o cualquier contenido pertinente de metadatos;
- **Servicios de descarga** (WFS, WCS, ATOM *Feed*) que permitan descargar copias de conjuntos de datos espaciales, o partes de ellos y, cuando sea posible, acceder directamente a ellos;
- **Servicios de transformación**, que permitan transformar los datos espaciales con vistas a lograr su interoperabilidad;
- Servicios que permitan el acceso a servicios de datos espaciales.

⁶ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>

En este sentido, podemos citar aplicaciones de software libre que implementa servicios como, por ejemplo:

| | WMS | WMTS | WFS | WCS | WPS | CSW |
|-------------|-----|------|-----|-----------------|-----|-----|
| GeoServer | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| MapServer | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ SOS, OM | ✓ | |
| Deegree | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| QGis server | ✓ | | ✓ | ✓ | | |
| Geonetwork | | | | | | ✓ |

Y, entre el software propietario, podemos citar ArcGIS Server (WMS, WMTS, WFS, WCS y WPS) y GeoMedia WebMap (WMS, WMTS y WFS).

- ✓ **Visualizadores y API** que tiene como objetivo la visualización y manipulación de la IG en un cliente web. En este grupo predominan aplicaciones desarrolladas en software libre, especialmente las librerías de código como Open Layers o Leaflet, pero también otras como Mapbender, Carto, GeoExt, Geoexplorer o la API de Qgis y, entre el software propietario dal ArcGis Onlina y la API de ArcGis o la API de Google Maps.

También hay organizaciones que crean sus propias API, partiendo del código de librerías como Open Layers o Leaflet, para la publicación de mapas embebidos en la web, bajo su imagen corporativa y, en general, ajustándose a su ámbito geográfico y facilitando el uso de los datos y servicios de mapas propios como mapas base, ortoimágenes o callejeros. Un ejemplo de estas herramientas se pone a disposición de los usuarios en la Plataforma del Herramienta⁷ de la IDEE.

Hoy en día la tecnología facilita la existencia de herramientas que nos permiten integrar todos los componentes del geoportal a través de una única plataforma o solución tecnológica, utilizando «Web API» y *frameworks* de desarrollo para su implementación, quizás la más extendida y utilizada sea la solución de la familia de software propietario de ESRI.

2.3.3. Usabilidad

La disponibilidad de la IG a través de los geoportales IDE no resulta suficiente para que se utilice. Es fundamental que el geoportal responda a los mínimos parámetros de usabilidad para contribuir al logro de uno de los objetivos fundamentales de las IDE: difundir y acercar la IG a los ciudadanos (IPGH, 2015), expertos o no en IG.

⁷ <https://plataforma.idee.es>

Aunque se han propuesto diferentes definiciones para el concepto de usabilidad, quizás las dos que citamos a continuación sean las más empleadas, al estar recogidas en los estándares internacionales ISO. En sentido amplio, la usabilidad es definida como «la medida en la que un producto se puede usar por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso» (ISO 9241-11: 1998, cuya última revisión se ha realizado recientemente, ISO 9241-11:2018). Por efectividad se entiende que un geoportal es eficaz, es decir, que el usuario logra los objetivos deseados con exactitud y exhaustividad; por eficiencia se entiende que logra esos objetivos utilizando pocos recursos, generalmente, como una medida del tiempo, es decir, si lo logra en poco tiempo; y la satisfacción es una medida subjetiva que hace referencia a la actitud positiva y la comodidad del usuario al alcanzar su objetivo con eficacia y eficiencia.

Sin embargo, desde el punto de vista de la Ingeniería del Software (SE) se entiende la usabilidad como una característica de la calidad del software, tal y como queda definida en la ISO 9126-1:2001: «la capacidad que tiene un producto software para ser entendido, aprendido, operable, atractivo para el usuario y conforme a estándares/guías, cuando es utilizado bajo unas condiciones específicas».

En el caso de la ISO 9241-11, se entiende la usabilidad como proceso, asociado a la ergonomía para la visualización de información, esta perspectiva es idónea para evaluar sistemas de software o de información en un ámbito de exigencia profesional, por ejemplo, en el caso de un geoportal cuando es utilizado por geoexpertos, sin embargo, presenta limitaciones cuando se trata de usuarios ocasionales, no expertos, como turistas, estudiantes, periodistas,..., para los que la efectividad o la eficiencia no son las características más valoradas.

Por otro lado, en la ISO 9126-1 se entiende la usabilidad como producto asociado a la facilidad para aprender, recordar y usar dicho producto de software, además de resultar atractivo.

En un contexto web, Jakob Nielsen, considerado el maestro de la usabilidad web, define la usabilidad «como un atributo de calidad que mide lo fáciles de usar que son las interfaces de usuario». Nielsen difundió la idea de la puesta en marcha de técnicas de implantación de la usabilidad en el núcleo de desarrollo de contenidos web, planteando la «Ingeniería de la Usabilidad» (Nielsen, 1993) y conformando las bases de esta disciplina en una serie de áreas de actuación que deben realizarse durante el diseño, desarrollo y mantenimiento de un sitio web, definiendo cinco atributos esenciales para medir la usabilidad: Facilidad de aprendizaje, Eficiencia (un alto nivel de productividad debería ser posible, una vez que se aprende el sistema), Retención (fácil de reconocer), errores (tasas de error por parte de los usuarios bajas y recuperación fácil) y Satisfacción subjetiva (uso agradable).

En el ámbito que nos ocupa, se ha introducido también el término «GeoUsabilidad» que expresa la unión entre Geo, que se corresponde con IG, y la usabilidad. La Geousabilidad⁸ tiene por objeto pensar en los distintos usuarios de IG, desde profesionales hasta usuarios ocasionales y no profesionales, que necesitan de este

⁸ <http://www.geousabilidad.org/inicio/>

tipo de información para tomar decisiones utilizando distintas herramientas y aplicaciones que ofrecen acceso a datos y recursos geográficos en la web.

En la última década se han realizado numerosos trabajos orientados al estudio de la usabilidad de geoportales (Komarkova et al., 2007 y 2009; Nivala et al., 2008; He et al., 2012; Manrique Sancho y Manso-Callejo, 2012; Resch y Zimmer, 2013; Bernabé y González, 2014 (a y b); Henzen y Bernard, 2014; Jiménez Calderón et al., 2014; IPGH, 2015; Herold et al., 2016; Kellenberger et al., 2016; González-Campos et al., 2017), la mayoría utilizando como base la metodología de Diseño Centrado en Usuarios (DCU), y la ISO 9241-11:1998 como marco de referencia en el ámbito de la usabilidad y la ergonomía, sobre las que se realizarán adaptaciones a los requerimientos específicos del estudio, aunque también se utiliza el Diseño Orientado a Metas, *DOM* (Moya Honduvilla et al., 2007) o técnicas de *eye-tracking* (Díaz Rebolledo, 2017). De ese modo, la usabilidad cobra relevancia en la búsqueda de una experiencia satisfactoria para el usuario y, a su vez, en alcanzar el éxito de un geoportal (Jiménez Calderón et al. 2014)

Todos estos estudios ponen de manifiesto que, a pesar de las recomendaciones de organizaciones internacionales, es necesario mejorar la usabilidad de los geoportales IDE, fundamentalmente del visualizador, con el objetivo de facilitar el acceso y el uso de la IG disponible en los mismo, y proponen recomendaciones de usabilidad que ayuden a lograr el objetivo fundamental de los geoportales: difundir y acercar las IDE a los ciudadanos.

Garantizar la usabilidad tiene un efecto significativo en el acceso a la IG a través del geoportal en una IDE. Por ello, la construcción de un geoportal debe comenzar por definir los objetivos concretos del mismo, basándose en las necesidades del proyecto y de los usuarios. En este sentido es fundamental identificar los usuarios potenciales, ya que ello permite diseñar el sitio web desde su óptica, para facilitar la navegación y el acceso a los contenidos y productos de IG, respondiendo exactamente a sus necesidades y expectativas.

El diseño de la estructura del geoportal y de su interface de usuario es clave para las IDE, no sólo desde la perspectiva de su funcionalidad, es decir, sus funciones y características respecto a la navegación y contenidos en el contexto de la IG, sino también desde su facilidad de uso. Para ello, es recomendable aplicar los principios de la arquitectura de la información⁹ (IA), con el objetivo es ayudar a los usuarios a encontrar información y tareas completas.

Aunque hay numerosos puntos clave en la usabilidad de un geoportal, siguiendo a Nielsen (1995) podemos adaptar sus 10 heurísticas o principios generales¹⁰ para dar algunas claves básicas de la usabilidad adaptadas al diseño de un geoportal, tal y como, hicieron Honduvilla y Rodríguez (2007) o Calero (2011):

1. **Visibilidad del estado del sistema** (*Feedback*). El sistema debe informar en todo momento al usuario, qué está haciendo y darle una respuesta en el menor tiempo posible, es decir, el estado del geoproceso que se está ejecutando. Por ejemplo, el típico reloj de arena, la barra que muestra el porcentaje de ejecución o un simple mensaje de texto

⁹ <https://www.usability.gov/what-and-why/information-architecture.html>

¹⁰ <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

informando que la acción ha terminado. Así, el usuario no tendrá sensación de bloqueo del sistema cuando se lanzan procesos que requieran mucho tiempo de ejecución.

2. **Relación entre el sistema y el mundo real**, esto es que el sitio web o la aplicación y el usuario hablen el mismo lenguaje, con expresiones y palabras que le resulten familiares y utilizar las convenciones del mundo real para que la información aparezca de forma natural, lógica e intuitiva.
3. **Libertad y control para el usuario**. El usuario debe poder hacer, deshacer o repetir una acción cuando quiera. Por ejemplo, en caso de elegir alguna opción del sitio web o aplicación por error o de manera involuntaria, el usuario debe disponer un mecanismo de cancelación o vuelta al inicio que lo ayude a recomenzar la tarea, sin perder información y tener que atravesar extensos procedimientos. En definitiva, el sistema debe dar soporte siempre a acciones enlazadas, transparentes y reversibles.
4. **Consistencia y estándares**. Todos los componentes del diseño de un geoportal, así como los objetos y acciones deben tener el mismo significado y efecto en diferentes situaciones. Es conveniente seguir convenciones, del mismo modo que los signos convencionales en un mapa. Análogamente, botones y opciones de menú con el mismo nombre deben ejecutar las mismas acciones. Por ejemplo, si todos usamos iconos del tipo  para aumentar o reducir un mapa, no es sensato inventar un nuevo icono para esta acción (estándares) y, además, si ya se ha usado un tipo de icono para representar algo, es importante volver a usarlo siempre para esa misma acción (consistencia).
5. **Prevención de errores**. Los usuarios no deben cometer errores en el uso de la aplicación, un buen diseño debe ayudar al usuario a no caer en un error. Por ello, es aconsejable prever los errores que pueden ocurrir en tiempo de ejecución y crear algoritmos que detecten estos errores y solucionen el problema del usuario en lugar mostrarle un simple mensaje de error. Por ejemplo, la función de autocompletar de los buscadores ayuda a que una persona no tenga que escribir toda la palabra y, con ello, no se equivoque.
6. **Reconocer mejor que recordar**. Hacer visibles objetos, acciones y opciones para que el usuario no tenga que recordar dónde está lo que necesita entre distintas secciones o partes del sitio web o aplicación. Aunque en geoportales grandes o complejos, es imposible tener todas las opciones a la vista, al menos debe existir una clara categorización de las mismas que den «pistas» del camino a seguir. Es importante a nivel visual conservar un estándar para que los elementos de la interface sean consistentes en todo el sitio. Por ejemplo, tener siempre presente el menú de navegación, hacer uso de categorías claras que se repliquen uniformemente por todas las páginas del sitio o hacer uso de una ruta de

migas bien diseñada y consistente que permita al usuario saber dónde está ubicado.

7. **Flexibilidad y eficiencia de uso.** El sitio web del geoportal o una aplicación debe ser útil tanto para usuarios básicos como avanzados, por ello debe ser lo suficientemente flexible como para facilitar aceleradores o atajos de teclado para hacer más rápida la interacción a los usuarios experimentados y eficiente para crear un asistente para hacer las cosas sencillas a los más novatos.
8. **Estética y diseño minimalista.** Implementar el sitio web lo más liviano posible, con un diseño ordenando, limpio y poco recargado, lo que provoca en el usuario un sentimiento de credibilidad y facilita la tarea de encontrar la información. Respecto a los contenidos: pocos botones y menús que dan acceso a la información, funcionalidades y opciones necesarias; prestar atención al uso de las fuentes de texto, al contraste y el espaciado, un sitio que se lea mejor facilitará la tarea de los usuarios; tener cuidado con el tamaño y peso de las imágenes, cuanto más rápidos sean los tiempos de carga mejor será la experiencia del usuario; los diálogos no deben contener información irrelevante o innecesaria, textos cortos y lenguaje común, ya que, cada información extra compite con la información relevante y disminuye su visibilidad relativa; introducir un mapa de la web para facilitar la búsqueda de contenidos; ausencia de *plugins* de instalación adicionales; etc. que facilitan la búsqueda y ahorran tiempo al usuario. En este sentido el diseño de la página principal del geoportal tiene una enorme importancia pues es el escaparate que debe atraer al usuario y hacerle fácil la identificación de los contenidos y funcionalidades que demanda.
9. **Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperar errores.** Los mensajes de error deben expresarse en lenguaje sencillo (sin códigos), indicar con precisión el problema o que puedan servir de referencia y sugerir constructivamente una solución. Por ejemplo, un error «404» es uno de los más comunes que nos podemos encontrar navegando por la red, aparece cuando se intenta acceder a algún sitio web y el host no sea capaz de comunicarse con el servidor porque la página ya no existe, hubo una equivocación al escribir la URL o el enlace falló, esto supone una experiencia negativa para el usuario y provoca un alto porcentaje de rebote en la web, por lo que es interesante personalizar una página de error 404.
10. **Ayuda y documentación.** Aunque es mejor si la aplicación se puede utilizar sin documentación y si el diseño es bueno, ésta resulta accesoria. Pueden darse situaciones en las que sea necesario proporcionar ayuda, en este caso la documentación debe estar disponible, ser fácil de localizar y centrada en la tarea del usuario, mostrando la información relevante y exclusiva al problema en cuestión, listar los pasos concretos a realizar y no ser demasiado grande. Muchas veces, una ayuda en línea, un vídeo demostrativo o una locución puede aclarar más y ahorrar mucho tiempo.

Aplicar estos 10 principios no garantiza que un geoportal sea absolutamente usable y durante su diseño, desarrollo y mantenimiento habrá que ir realizando ajustes para mejorar la experiencia de usuarios, pero nos puede ayudar a planificar mejor el diseño de nuestras aplicaciones.

2.3.4. Difusión

La IG de un país y su rentabilidad como inversión pública toma su valor cuando es utilizada masivamente por los interesados: instituciones oficiales, organizaciones, empresas y particulares (Morera et al., 2012). Por ello, un geoportal necesita también un plan eficaz de difusión y divulgación que maximice el número de usuarios que los utilizan dentro de la comunidad IDE y de la sociedad en general.

De nada servirá el enorme esfuerzo en recursos humanos, técnicos, materiales y económicos que supone para un organización el desarrollo de una IDE en general, y de su geoportal en particular, si no se plantea un esfuerzo divulgativo que permita difundir las tecnologías, servicios y potenciales del geoportal al mayor número de usuarios, ya sean, profesionales de la IG, responsables y técnicos de las administraciones, empresas, organizaciones, universidades o ciudadanos que trabajan o demandan habitualmente IG en cualquier ámbito de aplicación, como ciudadanos no expertos, que demandan IG de una manera esporádica. Sólo con un gran número de «clientes» (personas y aplicaciones) se obtendrá un análisis coste-beneficio positivo de un geoportal.

Así, para dar la máxima difusión posible a los recursos IDE, un geoportal necesita ser mencionado y enlazado en tantos sitios web generalistas o de temática relacionada, páginas de noticias e incluso otros geoportales, como sea posible. Especialmente, los geoportales de iniciativas IDE que cubren un ámbito superior deberían reflejar al menos las direcciones URL de los servicios y un enlace para acceder al geoportal. Por ejemplo, para caso de la IDE de un país de la Comunidad Europea y el Geoportal INSPIRE, o en el caso de un país de Latino-América, la web de UN-GGIM o el geoportal del Programa Geo-SUR.

Y desde luego, es necesario diseñar una estrategia de difusión, incluyendo comunicaciones, conferencias, seminarios, presentaciones y todo tipo de eventos, así como otros mecanismos como boletines de noticias, blogs, sindicación de contenidos, vídeos, etcétera (Rodríguez et al., 2009). Por ejemplo, el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) del Instituto Geográfico Nacional realiza las siguientes actividades para fomentar la difusión de las IDE, entre ellas destacan:

- Jornadas sobre IDEE
- Blog IDEE: <http://blog-idee.blogspot.com/>
- Twitter de la IDEE: @IDEESpain
- Boletín Sobre IDEs <https://www.idee.es/web/idee/boletín-sobreides>
- Publicación: Blog IDEE, 1000 post
- Curso en línea sobre IDE: <https://cursos.cnig.es/>
- Creación y publicación de vídeos

y un buen número de cursos presenciales, charlas, conferencias, seminarios, talleres y otras iniciativas.

Estas acciones de difusión deben servir también como herramientas de retroalimentación para poner en contacto a los diferentes actores de una IDE, estableciendo un foro de comunicación entre responsables, gestores, técnicos e investigadores, relacionados con las IDE y potenciales usuarios de cualquier ámbito de aplicación, para el intercambio de experiencias y como mecanismo para impulsar la participación en su desarrollo, difusión y/o uso.



Figura 2.8. Página del blog IDEE un servicio de difusión y comunicación mantenido por la comunidad IDE de España constituido por el grupo de trabajo de la IDEE (<http://blog-idee.blogspot.com/p/quienes-somos.html>)

2.4. INICIATIVAS IDE

Desde lo que podemos considerar las primeras iniciativas IDE, que nacen a mediados de los años 80 y maduran en los 90, cuando EE.UU. y Australia comenzaron el desarrollo de las primeras herramientas de acceso a datos geográficos que, posteriormente evolucionaron para convertirse en IDE nacionales, son muchos los proyectos IDE desarrollados a distintos niveles político-administrativos.

El desarrollo de geoportales que dan acceso a las IDE ha sido continuo y, aunque es evidente que existe un variado nivel de desarrollo, también es evidente que se han producido avances significativos en cuanto a la existencia de marcos legales, políticas, disponibilidad de datos y servicios IDE, incluidos los futuros planes estratégicos, lo que ha permitido que hoy en día dispongamos de numerosas IDE

operativas y funcionales, que demuestran que el uso y la demanda de IG ha sido un hecho continuo en múltiples campos de aplicación.

En este apartado, realizaremos un pequeño repaso por las principales de iniciativas IDE, agrupándoles según los seis niveles jerárquicos definidos en el capítulo 1, desde global a corporativas, pasando por los niveles regional, nacional, sub-nacional y local.

2.4.1. Iniciativas globales

El concepto de «Infraestructura de datos espaciales globales» es definido como las políticas, los recursos administrativos, los datos, las tecnologías, los estándares, los mecanismos de entrega y los recursos financieros y humanos necesarios para garantizar que quienes trabajan a escala global y regional no tengan impedimentos para cumplir sus objetivos (Clarke, 2000). Las IDE globales tienen como objetivo facilitar el desarrollo y acceso rápido a datos espaciales a nivel mundial, promoviendo su utilización para afrontar desafíos globales, a través de la asociación y coordinación entre países y organizaciones internacionales, tales como los desastres naturales, el cambio climático, las crisis humanitarias, la paz y la seguridad mundial, entre otros, que necesitan un fuerte apoyo en la IG a una escala global.

En este sentido, existen varias iniciativas globales que podríamos separar en dos grandes grupos, por un lado, las que se centran más en el nivel estratégico, en la cooperación, la coordinación y la integración de acciones entre iniciativa para apoyar el establecimiento y expansión de IDE regionales, nacionales y locales armonizadas, que sean globalmente compatibles y en fomentar la comunicación y cooperación internacional para impulsar la investigación e innovación en el ámbito de las IDE. Por otro, no encontramos iniciativas que se centran más en facilitar el acceso y distribución a los datos geoespaciales que producen, para que puedan ser utilizados por otras instituciones, ya sean públicas o privadas, profesionales o ciudadanos en general.

En el primer grupo, cabe mencionar la iniciativa **GSDI¹¹ (Global Spatial Data Infrastructure)** y, aunque desafortunadamente ha sido disuelta como entidad legal en octubre de 2018, el acceso a su trabajo, con información variada y un directorio de proyectos IDE regionales, nacionales y locales. GSDI no ha sido propiamente una IDE, sino una asociación GSDI, fundada en 1996 que incluye a otras organizaciones, instituciones, empresas y profesionales de la IG de todo el mundo. Su propósito era promover la cooperación internacional y la colaboración en apoyo a las IDE, realizando un trabajo fundamentalmente basado en guiar el desarrollo de iniciativas locales y nacionales y es responsable de aglutinar a todas ellas y coordinarlas, en un intento de trabajar en el nivel superior de la jerarquía de las IDE y poner en marcha una iniciativa que cubra la totalidad del territorio mundial (Luaces, Olaya, y Fonts, 2011). Su contribución final a su misión de «promover buenas prácticas de geoinformación, el intercambio de conocimientos y el desarrollo de capacidades para mejorar el intercambio y las aplicaciones de

¹¹ <http://gsdiassociation.org>.

información geográfica» fue la transferencia de sus fondos residuales al programa de Gestión de la Información Geoespacial Global de las Naciones Unidas.

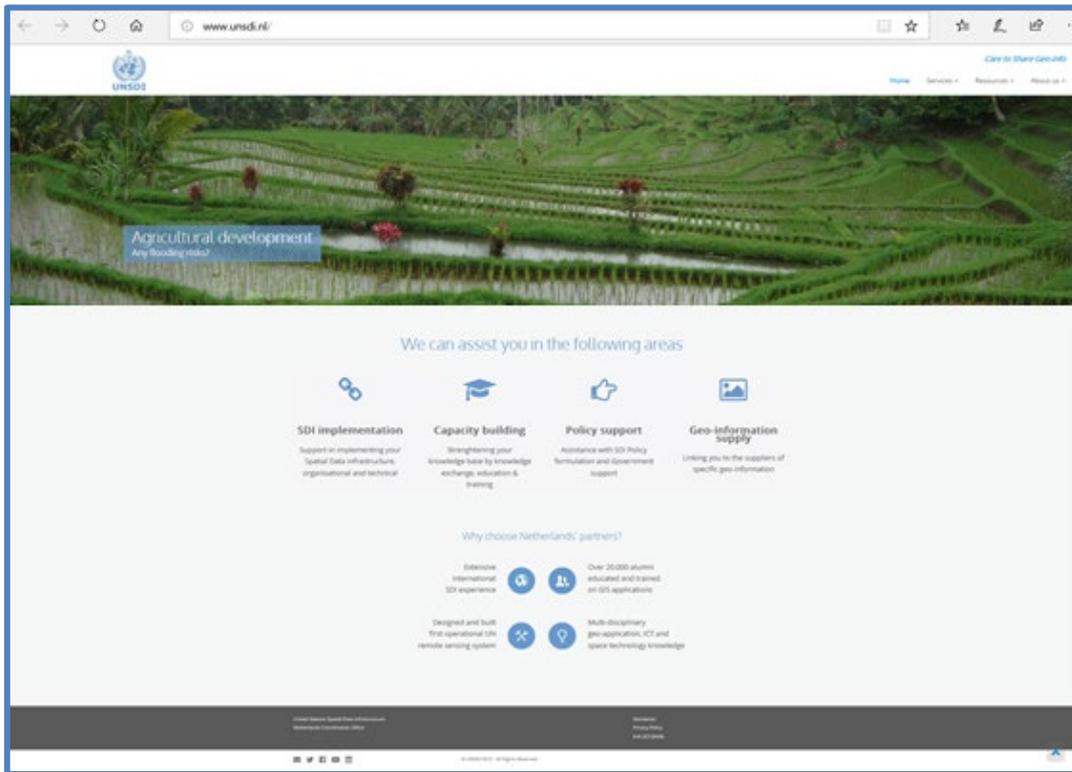


Figura 2.9. Página principal del portal de acceso a la Infraestructura de Datos Espaciales de las Naciones Unidas, UNSDI (<http://www.unsdi.nl/>)

Otra de estas iniciativas es **UNSDI (United Nations Spatial Data Infrastructure)**, creada por el Grupo de Trabajo de Información Geográfica de las Naciones Unidas (UNGIWG). Este grupo reúne desde el año 2000 a especialistas y profesionales que trabajan en el ámbito de la cartografía y los Sistemas de Información Geográfica en todas las agencias, fondos y programas de las Naciones Unidas (ONU), han sido capaces de facilitar la cooperación y coordinación interinstitucional y de promover el uso de la IG dentro del sistema de las Naciones Unidas y actualmente coordinan actividades y formulan políticas relacionadas con la IG que afectan al trabajo de la ONU y de los países miembros. En 2005, UNGIWG aprobó el desarrollo de la **Infraestructura de Datos Espaciales de las Naciones Unidas**¹², UNSDI, entendida como un marco de información geoespacial, integral y descentralizado, que facilita la toma de decisiones en varios niveles, desde global a local, al permitir el acceso, intercambio, recuperación y difusión de datos geográficos de forma rápida, eficiente y segura en todo el mundo. UNSDI tiene como objetivo contribuir a los distintos proyectos y actividades de las Naciones Unidas y apoyar sus políticas de «Unidos en la acción», haciendo que el sistema sea más eficaz en el uso e intercambio de sus datos e información geoespacial a través de estándares genéricos, directrices y herramientas de implementación. Además, UNSDI puede servir como modelo y vía para el desarrollo de una IDE en algunos Estados que

¹² <http://www.unsdi.nl/>

solicitan asistencia de las Naciones Unidas en la gestión y aplicación de datos geoespaciales para respaldar su programa nacional de desarrollo.

En el 2º grupo podemos citar, entre otras, el portal del proyecto *Global Earth Observation System of Systems* (GEOSS), el proyecto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), el geoportal *USGS Earth explorer*, o las iniciativas de las Naciones Unidas, *GEO Data Portal* y *UNEP/GRID-SDI*.

El **geoportal GEOSS**¹³ proporciona una interfaz gráfica de usuario basada en mapas para que los usuarios descubran y accedan a los datos de observación de la Tierra y recursos de diferentes proveedores de todo el mundo. El portal ha sido implementado y es gestionado por la Agencia Espacial Europea y proporciona un único punto de acceso a través de Internet a una cantidad, cada vez mayor, de conjuntos de datos heterogéneos de observaciones de la Tierra, desde satélites, aviones, drones y sensores in situ a escala global, regional y local. Como parte del Sistema de Sistemas de Observación Global de la Tierra (GEOSS), el geoportal sirve a una amplia variedad de usuarios, desde científicos a responsables de toma de decisiones y políticas de datos, dentro del sector público y privado, y considera a los ciudadanos como parte de su objetivo. El portal proporciona servicios de búsqueda genérica y más específicas que admiten usuarios de diferentes dominios o áreas temáticas, interesados en el uso particular de las observaciones de la Tierra.

El proyecto *Shuttle Radar Topography Mission*¹⁴, SRTM, produce y da acceso a datos topográficos de la Tierra, es decir, modelos digitales de elevación (DEM) a partir de sensores radar instalados en el transbordador *Shuttle*, lanzado al espacio en el año 2000, con una cobertura del 80% de la superficie de la Tierra, entre zonas comprendidas entre los +/- 60 grados de latitud y un paso de malla de 1 segundo de arco (aproximadamente, unos 30 metros) en latitud/longitud. El SRTM es un proyecto conjunto entre la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial de los EE.UU. (NGA - *National Geospatial-Intelligence Agency*) y la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA - *National Aeronautics and Space Administration*).

Otra iniciativa desarrollada en EE. UU. es el geoportal **USGS Earth explorer**¹⁵ que permite localizar, visualizar, descargar de datos y metadatos de imágenes de satélite, fotografías aéreas y productos cartográficos de una gran variedad de otros proveedores (datos de imágenes Landsat, productos de datos terrestres MODIS de las misiones Terra y Aqua de la NASA, NOAA, Sentinel, MDE, cubierta terrestre, ...), disponibles en el Servicio Geológico de EE.UU (USGS), con distintos perfiles de usuario.

Otra iniciativa de las Naciones Unidas, **GEO Data Portal**¹⁶ es el geoportal, lanzado en 2002, proporciona el acceso a los conjuntos de datos del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP - *United Nations Environment Programme*) *United Nations System-wide Earthwatch*. La misión de *Earthwatch* es coordinar, armonizar e integrar las actividades de observación, evaluación e

¹³ <http://www.geoportal.org/>

¹⁴ <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/dataprod.htm>

¹⁵ <https://earthexplorer.usgs.gov/>

¹⁶ <http://www.un.org/earthwatch/data/index.html>

informe entre todas las agencias de las Naciones Unidas para proporcionar información ambiental y socioeconómica adecuada para la toma de decisiones sobre desarrollo sostenible y detección temprana de problemas que requieren acción internacional. A través de *Earthwatch*, las agencias de las Naciones Unidas trabajan juntas en temas ambientales globales, intercambiando y compartiendo datos y observaciones medioambientales. La base de datos en línea contiene más de 500 variables diferentes y conjuntos de datos geoespaciales de los procesos globales clave en los sistemas naturales y humanos, a nivel nacional, regional y mundial, que abarcan temas como agua dulce, población, bosques, emisiones, clima, desastres, salud y PIB. El geoportal nos permite visualizar los datos en forma de mapas, gráficos, tablas de datos o descargarlos en diferentes formatos.

Otra iniciativa del programa de las **Naciones Unidas para el Medio Ambiente** es **UNEP/GRID-SDI**¹⁷, conocida como la red de base de datos de información global (GRID), contiene un catálogo de numerosos conjuntos de datos geoespaciales a distintas escalas (mundial, continental, nacional y subnacional) en una variedad de temas relacionados con el medio ambiente. En colaboración con la Universidad de Geneva y a través de varios programas, investigaciones y proyectos han desarrollado una infraestructura de datos espaciales para poner a disposición del usuario final los datos.

2.4.2. Iniciativas regionales

Las **iniciativas regionales o supranacionales** se encargan principalmente de aglutinar las IDE asociadas en el nivel inferior de la jerarquía, es decir, las IDE nacionales correspondientes. Debido, principalmente, a la necesidad de contar con datos espaciales consistentes más allá de las fronteras nacionales, para abordar problemas económicos, sociales y medioambientales, y respaldar la toma de decisiones. Además de aprovechar las ventajas de trabajar en colaboración con países del entorno, lo que permite ahorrar esfuerzos de análisis y desarrollo mediante el uso de datos fundamentales y estandarizados, directrices y herramientas; reducir los costes y eliminar la duplicidad en de producción de datos; y expandir el potencial del mercado y la financiación a través del reconocimiento y la credibilidad del soporte internacional, de tal manera que se maximice el beneficio regional e individual de los países miembros.

La IDE regional es una plataforma habilitadora que crea un entorno en el que los países miembros y una amplia variedad usuarios que requieren una cobertura regional, podrán acceder y recuperar conjuntos de datos completos y coherentes de una manera más fácil y segura (Rajabifard y Williamson, 2005). Sus raíces están en los gobiernos regionales y su cooperación y el enfoque principal está en los acuerdos institucionales y las dimensiones tecnológicas, sociales y económicas que afectan el crecimiento de la IDE a nivel nacional y regional en una zona determinada.

Hoy en día, contamos con iniciativas regionales a lo largo de los cinco continentes, cabe destacar **ANZLIC**¹⁸, **the Spatial Information Council** para Australia y Nueva Zelanda, por ser una iniciativa pionera, creada en 1986. El objetivo de ANZLIC es

¹⁷ <http://www.grid.unep.ch/index.php?lang=en>

¹⁸ <https://anzlic.gov.au/anzlic-council>

desarrollar políticas y estrategias para promover la accesibilidad y usabilidad de la información espacial, entre las administraciones, la industria, la universidad y el público en general, bajo la idea de que la información de referencia espacial que es actual, completa, precisa, asequible y accesible se utiliza para informar la toma de decisiones de cara a mejorar los resultados económicos, sociales y ambientales.

Desde entonces son muchas las iniciativas de este tipo que han aparecido alrededor del mundo. La mayoría surgen bajo el soporte de organizaciones internacionales ya existentes, y apoyan en una estructura piramidal en cuya parte superior se encuentra un comité ejecutivo de coordinación de la IDE, con facultad para tomar decisiones, seguido de grupos de expertos a nivel funcional, que facilitan e implementan todas las decisiones tomadas por comité ejecutivo y, en su base, un cuerpo plenario compuesto por todos los países miembros participantes.

Así, podemos hablar de algunas iniciativas fundamentales, además de la ya mencionada para Oceanía, en las regiones de Asia-Pacífico, Europa, Latino American y África.

Entre las primeras iniciativas surgió en 1995, el **Comité Permanente sobre SIG e IDE para Asia y el Pacífico, PCGIAP**¹⁹, bajo los auspicios de la 13th Conferencia Cartográfica Regional de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico (UNRCC-AP), con el objetivo de desarrollar una IDE a nivel regional, la *Asia-Pacific SDI* (APSDI). Los objetivos del PCGIAP estaban puestos en maximizar los beneficios económicos, sociales y ambientales de la información geográfica de acuerdo con la Agenda 21, proporcionando un foro para que las naciones de la región cooperen en el desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales de Asia y el Pacífico (APSDI) y contribuyan al desarrollo de la infraestructura global. Actualmente, se sigue trabajando hacia esta IDE regional a través del grupo de trabajo 3 del Comité Regional de las Naciones Unidas Asia-Pacífico, UN-GGIM ASIA-PACIFIC.

En Europa, con mayor o menor éxito, también han surgido desde los años 90 diferentes iniciativas IDE, la primera de ellas la Infraestructura de Información Geográfica Europea (*EGII-European Geographic Information Infrastructure*) creada en 1999 bajo la organización: *European Umbrella Organisation for Geographic Information* (EUROGI), a la que posteriormente han seguido otras como la propuesta por las agencias cartográficas nacionales de Europa, **EuroGeoGraphics**²⁰, el portal europeo del suelo²¹ o la Infraestructura de Gestión de la Información Territorial²² en Europa, pero la iniciativa más relevante es, sin lugar a dudas, **INSPIRE**²³ (***Infrastructure for Spatial Information in Europe***).

Con la entrada en vigor de la Directiva INSPIRE en mayo de 2007, se establece una infraestructura de información espacial en Europa, con el objetivo de apoyar las políticas o actividades de la UE que puedan tener un impacto en el medio ambiente, creando para ello un marco para el intercambio de información espacial ambiental entre las organizaciones del sector público, que facilitará el acceso

¹⁹ <http://www.un-ggim-ap.org/>

²⁰ <http://www.eurogeographics.org/>

²¹ <http://eusoiils.jrc.ec.europa.eu/>

²² <http://www.ec-gis.org/etemii/>

²³ <https://inspire.ec.europa.eu>

público a la información espacial en toda Europa y ayudará en la formulación de políticas a través de las fronteras (Fig. 2.10).

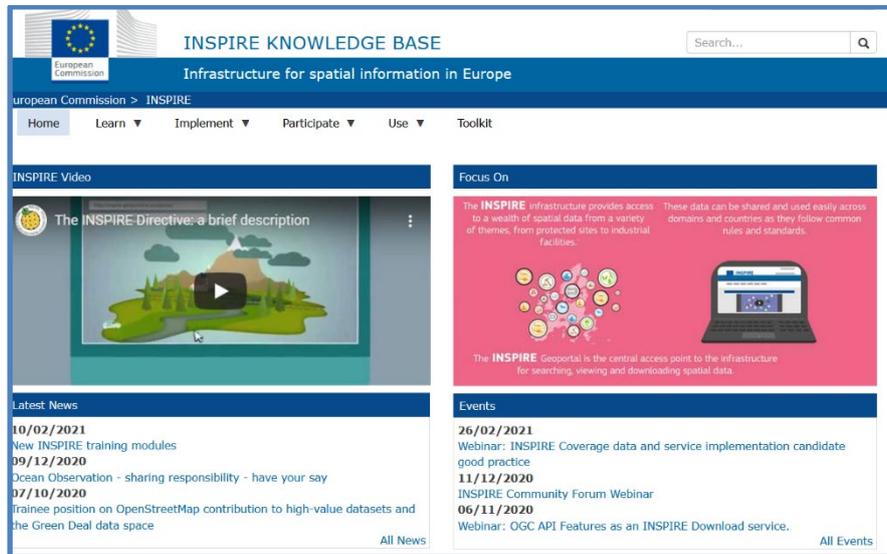


Figura 2.10.-Página principal del portal de INSPIRE (<https://inspire.ec.europa.eu/>)

INSPIRE se basa en las IDE establecidas y gestionadas por los 28 Estados miembros de la Unión Europea. La Directiva aborda 34 temas de datos espaciales necesarios para aplicaciones ambientales, con componentes clave especificadas a través de normas técnicas de aplicación. INSPIRE se ha ido implementando en varias etapas y, aunque en la actualidad podemos decir que ha alcanzado un alto grado de madurez, su implementación total está prevista para 2021.

Para garantizar que las IDE de los Estados miembros sean compatibles y utilizables en un contexto comunitario y transfronterizo, la Directiva exige el cumplimiento de unas Normas de Ejecución (IR, *Implementing Rules*), que tienen la fuerza de ser Reglamentos europeos de obligado cumplimiento en toda la UE sin necesidad de ninguna trasposición y cubren una serie de áreas específicas (metadatos, especificaciones de datos, servicios de red, datos y servicio de uso compartido y seguimiento y presentación). Además, INSPIRE ha desarrollado una serie de herramientas o aplicaciones web²⁴ para facilitar a los estados el desarrollo de sus IDE y realiza cada año una conferencia europea de INSPIRE para proporcionar un foro a través del cual las partes interesadas del gobierno, la universidad y la industria puedan debatir sobre los últimos desarrollos de la Directiva INSPIRE para seguir avanzando e innovando en el ámbito de las IDE en Europa.

El geoportal INSPIRE²⁵ es el punto de acceso central a los datos y servicios proporcionados por los estados miembros de la UE y varios países EFTA bajo la Directiva INSPIRE. El Geoportal permite: monitorear la disponibilidad de los conjuntos de datos de INSPIRE; descubrir conjuntos de datos adecuados en función de sus descripciones (metadatos); y el acceso a los conjuntos de datos seleccionados a través de sus servicios de visualización o descarga (Fig. 2.11).

²⁴ <https://inspire.ec.europa.eu/inspire-tools>

²⁵ <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>

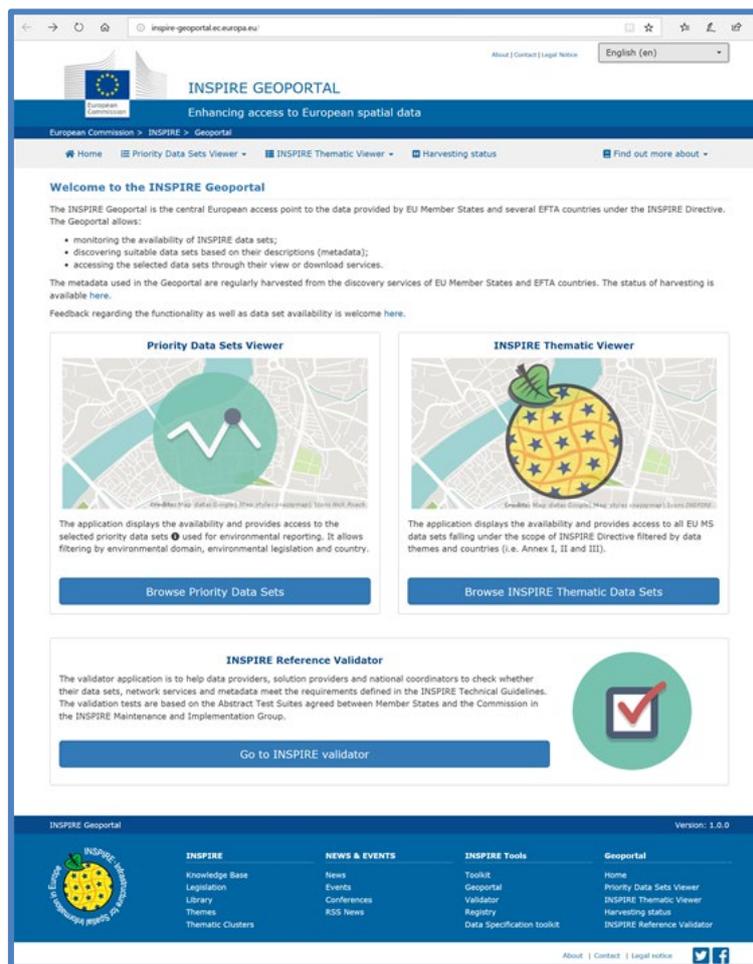


Figura 2.11. Imagen del Geoportal de INSPIRE (<https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>)

En Latino América, el **Programa GEOSUR**²⁶ es una red regional de información geoespacial establecida en América Latina y el Caribe para apoyar la integración regional y la toma de decisiones en temas ambientales y de desarrollo. GeoSUR es una iniciativa del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), en coordinación con el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), iniciada en 2007, a partir de la experiencia de anteriores esfuerzos para desarrollar redes regionales de información espacial en América Latina y el Caribe, como la Red Interamericana de Información Geoespacial, la Infraestructura de Datos espaciales América Latina y el Caribe (IDE-LAC, liderada por el IPGH y la asociación GSDI) y el Sistema de Información Andino para la prevención y atención de desastres (SIAPAD, proyecto de PREDECAN). (Van Praag et al., 2011)

El objetivo de GeoSUR es promover el uso y disseminación de la información geoespacial relevante producida en la región, para la planificación, el desarrollo sostenible y el impulso de las Infraestructuras de Datos Espaciales en las Américas.

En el desarrollo del proyecto se ha creado el geoportal de GeoSUR, el primero en su género desarrollado en la región, que ofrece a los usuarios el acceso a aplicaciones y servicios para encontrar, compartir, procesar y utilizar de manera gratuita e

²⁶ <https://www.geosur.info/geosur/index.php/es/>

interactiva información geoespacial de la región. Además de implementar el primer servicio regional de mapas en América Latina y el Caribe y, quizás, el primer servicio de procesamiento topográfico regional, en mundo. GeoSur se basa en una infraestructura descentralizada, con la participación de instituciones generadoras de información geográfica, en la actualidad una 80. Dichas instituciones operan y mantienen sus geoservicios y sus datos, sólo la información de índole regional es mantenida directamente por GEOSUR.



Figura 2.12. Imagen del Geoportal GEOSUR

Respecto al continente africano, cabe destacar que, a pesar de los esfuerzos realizados, y de que algunos países africanos cuentan ya con una IDE nacional (Sudáfrica, Ruanda, Senegal o Nigeria) y otros las están desarrollando (Argelia, Kenia, Uganda, ...), la implementación de una IDE regional está todavía en su fase inicial, dada la complejidad de la situación política y económica en África. La actividad de la IDE en el continente está muy fragmentada y cada país trabaja de manera independiente, esto significa que no hay impulsores para desarrollar una IDE a nivel continental en África, lo cual es una indicación de que los responsables de establecer políticas pueden no entender claramente los beneficios reales de la IDE y la necesidad de planificación más allá de las fronteras nacionales (Prestige Makanga y Julian Smit, 2010).

La contribución a la implementación de la IDE regional se ha estado realizando, entre otras organizaciones, por la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Información para el Desarrollo (CODIST) a través de la Comisión Económica para África de las Naciones Unidas (UNECA - *United Nations Economic Commission for Africa*). CODIST, es el autor del manual de IDE de África, que es una guía completa

para implementar las IDE. La colaboración regional de SDI también se ha realizado a través de la iniciativa **SDI East Africa**²⁷.

UNECA lanzó en 2011, la **iniciativa de gestión de información geoespacial global**²⁸ (**GGIM**). Establece un mecanismo formal bajo los auspicios de las Naciones Unidas para discutir y coordinar las actividades de GGIM e involucra a los Estados miembros como actores clave. Dos programas fundamentales, la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, adoptada por la Asamblea General en septiembre de 2015, y la Agenda 2063 de la Unión Africana, aprobada por la Unión Africana en enero de 2015, enfatizan aún más la necesidad de un mecanismo de coordinación mundial para Gestión de la información geoespacial (GIM). UNECA sigue dando apoyo a los estados miembros para el desarrollo de políticas y e-estrategias, que les permitan desarrollar y utilizar recursos de información geográfica a través de las Infraestructuras de Datos Espaciales Nacionales. También promueve el establecimiento de la Infraestructura de Datos Geoespaciales Regionales de África (ARSDI).

Además, recientemente han surgido iniciativas como **EIS-AFRICA**²⁹, una red para la gestión cooperativa de información ambiental y geoespacial en África, formada por profesionales y organizaciones, cuyo objetivo es desarrollar la capacidad africana para generar, gestionar, difundir y utilizar información geoespacial y ambiental para enriquecer el debate sobre políticas y respaldar la toma de decisiones para el bienestar de los ciudadanos.

Por lo tanto, en los próximos años se prevé que la sociedad africana dispondrá de una IDE donde la información para el desarrollo sostenible esté disponible y fácilmente accesible.

Además, existen otras iniciativas regionales y sub-regionales que han aparecido alrededor del mundo, entre otras el Proyecto Centroamericano de Información Geográfica, **PROCIG**³⁰, la **Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada**³¹, RAISG, el proyecto de integración de Datos Geográficos de la Antártida³² o La **IDE del Ártico** (Fig.2.13), una iniciativa cooperativa pan-ártica, **Arctic-SDI**³³.

²⁷ <https://ijsdir.sadl.kuleuven.be/index.php/ijsdir/article/download/109/112>

²⁸ <https://ggim.un.org/>

²⁹ <https://www.eis.africa/>

³⁰ <http://www.PROCIG.org>

³¹ <https://www.amazoniasocioambiental.org/es/>

³² <https://www.scar.org/>

³³ <https://arctic-sdi.org/>

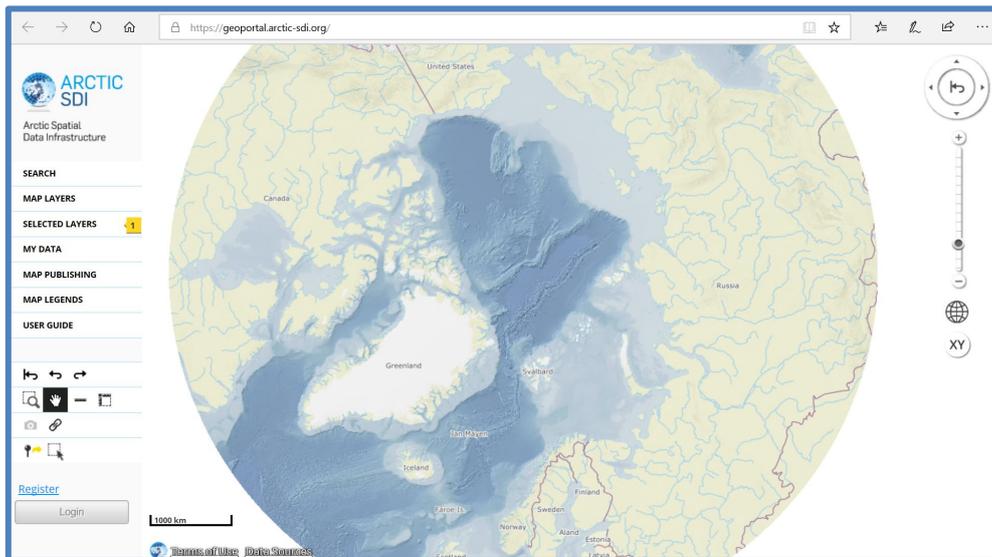


Figura 2.13. Imagen del Geoportal Arctic-SDI (<https://geoportal.arctic-sdi.org/>)

2.4.3. Iniciativas nacionales

Respecto a las Iniciativas Nacionales, existe una gran variedad de modelos, grados de desarrollo e implementación, dependiendo sobre todo de la extensión del país correspondiente, de su estructura político-administrativo, de su situación económica, de su nivel tecnológico y de su tradición en el uso de tecnologías de la información geográfica. Siendo evidente que existe un intenso y creciente grado de actividad a este nivel, con un gran número de iniciativas nacionales a lo largo de toda la Tierra y con una frecuencia cada vez mayor, los países de todo el mundo están desarrollando una IDE para gestionar y utilizar mejor sus datos espaciales.

En general, las IDE nacionales de países de un cierto tamaño, o bien en las que la descentralización sea elevada, adoptan un papel aglutinador, similar a una IDE transnacional, considerando como IDE miembros de la unidad global a cada una de las distintas IDE regionales que estén asociadas a dicho país (Portoles-Rodriguez y Martín- Cebolla, 2005). Su labor suele estar centrada en aspectos estratégicos y de gestión como las iniciativas situadas en un nivel jerárquico superior. Sin embargo, si el país considerado tiene un tamaño reducido, o bien está muy centralizado, este tipo de IDE se comporta como el siguiente tipo, la IDE autonómica/provincial, con una labor más operacional, con funciones clave en la producción de datos y en el desarrollo de productos. Aunque algunos países pueden emular ambos niveles de gestión y operacionales.

Hoy en día, la mayoría de los países desarrollados tienen su propia Infraestructura Nacional de Datos Espaciales (NSDI, acrónimo del inglés *National Spatial Data Infrastructure*), aunque se encuentre en distintos niveles de implementación, e incluso algunos países en vías de desarrollo, con el apoyo y financiación de otras organizaciones, están construyendo sus IDE nacionales, quizás en estos países se puedan apreciar más inconsistencias si no están trabajando bajo un marco IDE especificado.

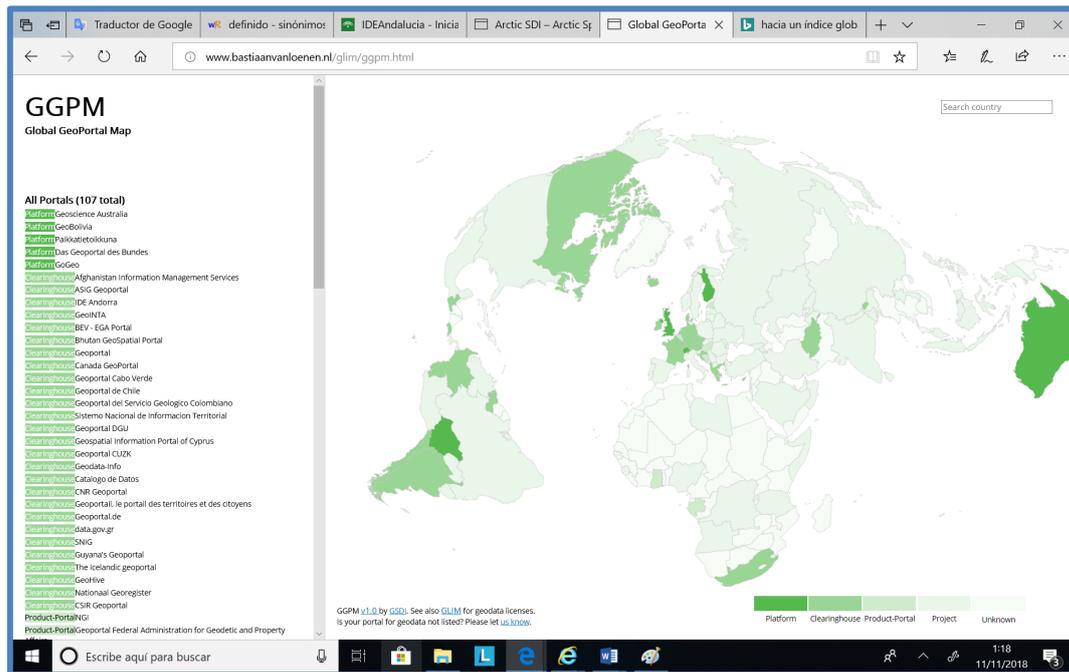


Figura 2.14. Imagen del Mapa interactivo de Geoportales nacionales a lo largo del mundo (<http://www.bastiaanvanloenen.nl/glim/ggpm.html>)

Aunque exactamente se difícil saber el número de NSDI implementadas a lo largo de toda la tierra, cabe mencionar los esfuerzos hechos en el proyecto GLIM/GGPM de GSDI (acabado el 31 de agosto de 2016), por alumnos de la universidad TU Delft³⁴, bajo la dirección de Bastiaan van Loenen y Joep Cromptoet, en sus resultados se incluyen mapas interactivos como el *Geo Legal Interoperability Map*³⁵, GLIM, y el *Global GeoPortal Map*³⁶, GGPM, que muestra los geoportales de las IDE nacionales en el mundo.

Otro proyecto similar es el realizado por los pakistaníes Asmat Ali y Munir Ahmad que publicaron un mapa con esta información, utilizando la API de Google y donde se reflejan IDE nacionales en 193 países³⁷

Algunas de estas iniciativas nacieron en la 1ª generación IDE, desde mediados de los 80 hasta el 2000, tal y como se reflejaba en el apartado 1.7. del capítulo 1. Pertenecen a este grupo las IDE de Australia (1986), EE. UU. (1990), Holanda (1992), Indonesia (1993), Malasia (1994), Japón (1995), Canadá o Inglaterra (1996), entre otros países. Las más avanzadas (EE.UU. y Australia), ya han acumulado una considerable experiencia en la formulación e implementación de las IDE, pasando por distintas y con planes estratégicos de futuro bien definidos.

De especial importancia es la **IDE de los Estados Unidos, NSDI**³⁸ (*National Spatial Data Infrastructure*), ya que este país fue el primero en poner en marcha una iniciativa de gran calibre para apoyar a nivel nacional la creación y uso coordinado

³⁴ <https://www.tudelft.nl/>

³⁵ <http://www.bastiaanvanloenen.nl/glim/glim.html>

³⁶ <http://www.bastiaanvanloenen.nl/glim/ggpm.html>

³⁷ https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1596R1b8g_n0LPyi55-N1E2PuDw4

³⁸ <http://www.fgdc.gov/nsdi/nsdi.html>

de información geográfica. El éxito del proyecto y la gran experiencia acumulada durante toda su existencia, hacen de la NSDI un referente con gran influencia en las iniciativas de otros países.

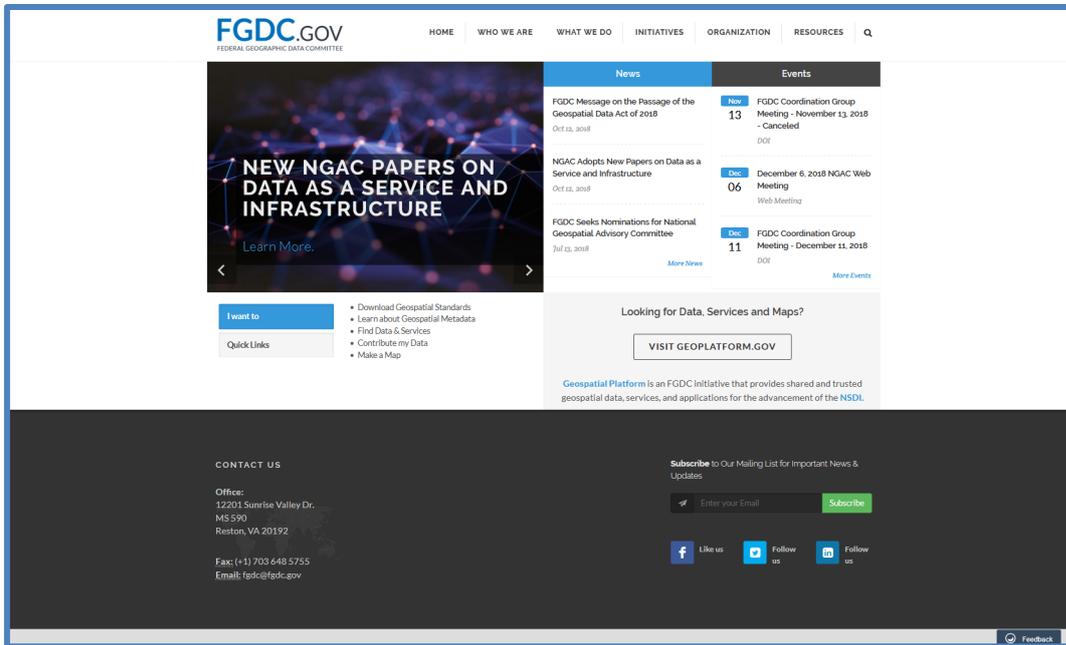


Figura 2.15. Página de inicio del Comité Federal de Datos Geográficos de EE.UU.
(<https://www.fgdc.gov/>)

A partir del año 2000, se desarrollan las siguientes generaciones de iniciativas IDE a nivel nacional, marcadas por el cambio de interés de varios países implicados en el desarrollo del concepto IDE desde el principio, que fueron gradualmente modificando y actualizando su iniciativa, el rápido incremento de los países que se implicaban en el desarrollo de las IDE y la aparición de una comunidad IDE donde compartir e intercambiar experiencias. En ella crea la iniciativa **IDE de España, IDEE**³⁹.

LA IDEE arranca en 2004, con un objetivo aglutinador, integrar a través de Internet los datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico que se producen en España, y coordinar a las distintas organizaciones implicadas en la producción y distribución de datos geográficos a nivel nacional, regional y local, facilitando a todos los usuarios potenciales la localización, identificación, selección y acceso a tales recursos. Al estar situada dentro del ámbito cubierto por INSPIRE, la IDEE debe cumplir lo establecido por esta directiva, manteniendo siempre sus características dentro de las recomendaciones y pudiendo añadir sus propios elementos (la figura 2.1. (a) muestra la una Imagen de la página principal del geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España, a través del cual se puede acceder a información, servicios, herramientas y recursos relacionados con la IG).

³⁹ <https://www.idee.es>

2.4.4. Iniciativas autonómicas

Por debajo de las IDE nacionales existen numerosas **iniciativas autonómicas o sub-nacionales (también regiones, estados, landers, provincias, ...)**, asociadas a entidades político-administrativas con un cierto grado de autonomía: estados federales, o comunidades autónomas, que proporcionan una buena parte de la información sobre la que se sustentan las IDE nacionales. Muchas de estas iniciativas son anteriores o existen prácticamente desde el mismo momento que la IDE nacional que las acoge, tal es el caso de la IDE de Catalunya⁴⁰. Las IDE regionales tienen gran importancia, ya que sin ellas el funcionamiento de la IDE a otros niveles resultaría prácticamente imposible.

En España, todas las comunidades autónomas han puesto en marcha sus infraestructuras de datos espaciales, aunque con distinto grado de desarrollo y evolución, en función de los recursos invertidos y el apoyo de los organismos responsables de su creación y gestión. Desde el portal de la IDEE se puede acceder a los nodos IDE⁴¹ que son responsabilidad de organismos públicos de los ministerios, CC. AA. y administración local, clasificados en función de la organización responsable del proyecto o de la temática de la información que ofrecen.

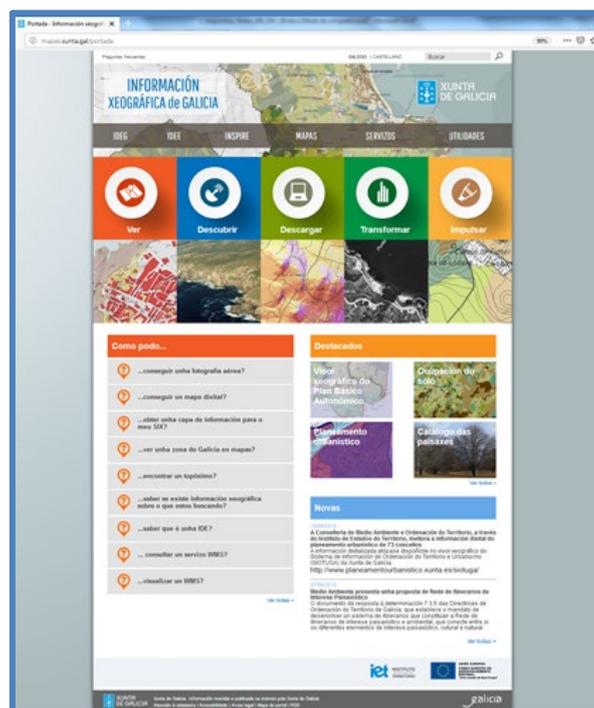


Figura 2.16. Página de inicio del geoportal de Información Geográfica del Galicia.
(<http://mapas.xunta.gal/portada>)

⁴⁰ <https://www.ide.cat/>

⁴¹ <http://www.idee.es/web/idee/idee#nodosidee>

2.4.5. Iniciativas locales

Por último, además de las iniciativas anteriores, existen muchas otras iniciativas con información geográfica de mayor nivel detalle, como las **IDE locales**⁴², a cargo de Diputaciones Provinciales, Municipios, Consells y Cabildos Insulares. Suelen ser iniciativas con una estructura organizativa más simple y responsabilidades competenciales también menores, aunque aportan un gran valor y servicio a los ciudadanos. En España caso todos los municipios que son capitales de provincia o capital autonómica tienen o están implementando su IDE local. En la siguiente figura se muestra la página de acceso del geoportal de la IDE del ayuntamiento de A Coruña.



Figura 2.17. Página de inicio del geoportal IDE de A Coruña (<http://ide.coruna.es/geocoruna/catalog/main/home.page>)

2.4.6. IDE corporativas

Por último, también existen IDE corporativas, propias de una organización individual pública o privada, con características y objetivos muy diferentes si se trata de entidades sin ánimo de lucro, como una universidad u ONG (como el Servicio de Cartografía Digital e Infraestructura de datos Espaciales, de la Universidad de Extremadura⁴³, o empresas privadas en las que priman los beneficios económicos. Aunque no es exactamente una IDE, un ejemplo podría ser la empresa finlandesa Spatineo⁴⁴, que ofrece servicios de monitorización de servicios web de información geográfica (Fig. 2.18).

⁴² <http://www.idee.es/web/idee/idee#nodosidee>

⁴³ <http://secad.unex.es/portal/>

⁴⁴ <https://directory.spatineo.com/>

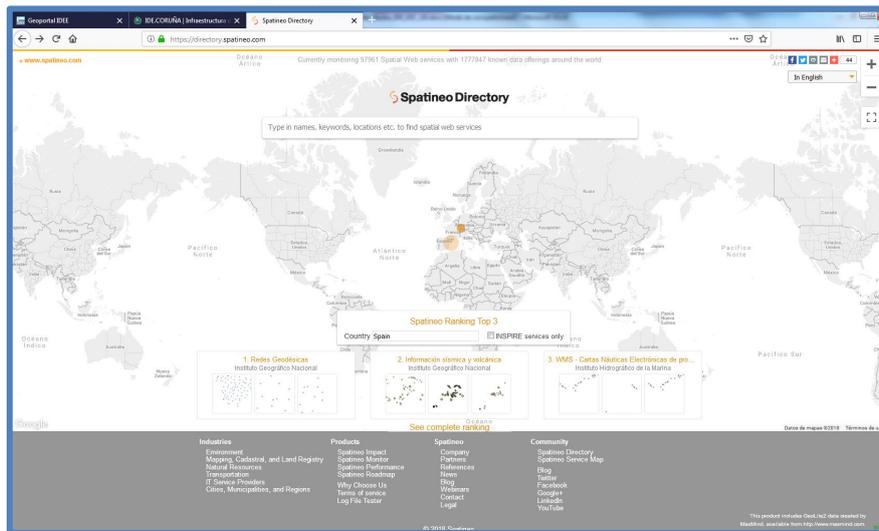


Figura 2.18. Página del servicio de monitorización de servicios web de la empresa SPATINEO (<https://directory.spatineo.com>)

Es necesario establecer acuerdos y convenios de colaboración, para fomentar la participación público-privada en el desarrollo de una IDE, facilitando que las organizaciones privada productoras de datos generen esta información de manera estandarizada, compatible y abierta, pero al mismo tiempo conservando propiedad intelectual.

2.5. CONCLUSIONES

La puesta en práctica de un proyecto IDE se visualiza a través de un geoportal. Estos constituyen un elemento clave para las Infraestructuras de Datos Espaciales, ya que, son la puerta de acceso a la información geográfica en la red, a través de los que difundir los contenidos y capacidades de una IDE.

En los geoportales se centraliza la gestión de los conjuntos de datos y servicios geográficos, junto con otras funcionalidades que permiten, como mínimo, la consulta, localización y visualización de geoinformación.

Además, si se trata de geoportales de referencia pueden dar acceso a otros geoportales y nodos IDE de orden superior e inferior. De este modo se garantiza la publicación e interacción de información geográfica dentro de su ámbito de actuación de manera centralizada.

A lo largo de este capítulo se han descrito las características esenciales de un geoportal para que se adapte a las exigencias de una IDE, haciendo hincapié en la usabilidad, al ser un criterio fundamental en el diseño de un geoportal, y en la difusión de los mismo, para que cumplan su misión de acceso y gestión a los datos y servicios llegando a todo tipo de usuarios desde profesionales de la información geográfica a ciudadanos en general. Así mismo, se ha hecho un recorrido por las diferentes tecnologías que hacen posible su implementación, si bien, ésta evoluciona de una manera tan rápida que es difícil prever cuáles serán las «fórmulas» tecnológicas sobre las que se desarrollarán los geoportales del futuro.

Finalmente se han recogido diferentes iniciativas IDE a lo largo del tiempo a todos los niveles globales, nacionales, supra- y sub-nacional e incluso con referencia a las iniciativas corporativas. El análisis de estas iniciativas pone de manifiesto las diferencias en las distintas IDE en función de la situación política y económica, e incluso del nivel tecnológico, del ámbito bajo el que se desarrollan.

También se pone de manifiesto que es necesaria la cooperación entre entidades, tanto públicas como privadas, y tanta a nivel nacional como internacional, para poner a disposición de la sociedad la información geográfica necesaria para el análisis y la toma de decisiones en múltiples ámbitos y actividades.

2.6. REFERENCIAS

Bernabé, M. A. Gonzalez, M.E. (2014a) “Geoportales, usabilidad y emergencias”. En Toulkeridis, T. (editor) Amenazas de origen natural y gestión de riesgo en el Ecuador. ESPE Editorial, Ecuador., pp. 189-202.

Bernabé-Poveda, M. A.; González, M. E. (2014b) “Sobre la necesaria usabilidad de los geoportales como puertas de entrada a las IDE”. GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, no 14, pp. 1-5. http://geofocus.rediris.es/2014/Editorial1_2014.pdf

Calero, A. (2011). 10 elementos clave para la usabilidad en aplicaciones web GIS. <https://esriblog.wordpress.com/2011/11/11/10-elementos-clave-para-la-usabilidad-en-aplicaciones-web-gis/>

BOE (2010). LISIGE - Ley 14/2010, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España. BOE nº 163, martes 6 de julio de 2010, Sec. I. Pág. 59628 - Pág. 59645.

Clarke D. (2000). *GSDI and emerging nations – challenges and opportunities for global cooperation. 15th United Nations Regional Cartographic Conference for Asia and the Pacific, Kuala Lumpur Malaysia, 11-14 April 2000.*

Díaz Rebolledo, Diego (2017). Evaluación de la usabilidad del geoportal de la IDE de Chile a través de técnicas de *EYE-TRACKING*. <http://repositorio.udec.cl/bitstream/handle/11594/2612/Diaz%20Rebolledo.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Consultado septiembre de 2018)

Franco, Rodolfo, 2016. Geoportales y visores geográficos en Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, DC, Colombia. 150p. <https://mixdyr.files.wordpress.com/2016/03/rodolfo-franco-geoportales-y-visores-geograficos-en-colombia-v1-61.pdf>, (Consultado septiembre de 2018)

González-Campos, M. E., Bernabé-Poveda, M. Á. y León Pazmiño, M. F. (2017): “Metodología para evaluar la usabilidad del visualizador de mapas del geoportal IDE de Ecuador”, GeoFocus (Artículos), nº 19, p. 109-127.

He, X.; Persson, H.; Östman, A. (2012). *Geoportal usability evaluation*. *Int. J. Spatial Data Infrastructure*. Res, vol. 7, pp. 88-106.

Henzen, C; Bernard, L. (2014). *Usability Patterns for Geoportals*. AGILE Digital Editions, 3-6 june, (http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/99491/58agile2014_120.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Herold, F.; Henzen, C.; Bernard, L. (2016). *Using Usability Test Results to create Usability Patterns for Geoportals*. AGILE 2016 – Helsinki, June 14-17, 2016. ([https://agileonline.org/Conference Paper/cds/agile 2016/posters/144 Paper in PDF.pdf](https://agileonline.org/Conference%20Paper/cds/agile%202016/posters/144%20Paper%20in%20PDF.pdf))

Hu, Y. and Li, W. (2017). *Spatial Data Infrastructures. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge (2nd Quarter 2017 Edition)*, John P. Wilson (ed.). <http://gistbok.ucgis.org/bok-topics/spatial-data-infrastructures>

IGN, 2016. Infraestructura de Datos Espaciales. <http://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/IDE-Teoria.pdf>

IPGH, 2015. INFORME FINAL DE PROYECTO: Usabilidad de Geoportales IDE (CART 05-2015). Proyecto de Asistencia Técnica. Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH). [http://comisiones.ipgh.org/CARTOGRAFIA/Inf- Tec/2015/05-2015-Informe final.pdf](http://comisiones.ipgh.org/CARTOGRAFIA/Inf-Tec/2015/05-2015-Informe%20final.pdf).

ISO (1998). ISO 9241-11:1998 *Ergonomic requeriments for office work visual display terminal (VDTs). Part 11: Guidance on usability*

ISO (2010). 9241-210: 2010 *Ergonomics of human system interaction. Part 210: Human – centre design for interactive systems (revises ISO 13407:1999)*

Jiménez Calderón, L., Yépez Campoverde, J., Vázquez Hoehne, A. (2014): El usuario como factor de éxito en el diseño de un geoportal. *GeoFocus*, nº 14, pp. 181-210.

Kellenberger, B., Iosifescu Enescu, I., Nicola, R., Iosifescu Enescu, C.M., Panchaud, N.H., Walt, R., Hotea, M., Piguët, A. & Hurni, L. (2016) *The wheel of design: assessing and refining the usability of geoportals*, *International Journal of Cartography*, 2:1, 95-112.

Komarkova, J., et al. (2007). *Usability of GeoWeb sites: case study of Czech regional authorities web sites*. En *International Conference on Business Information Systems*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 411-423.

Komarkova, J.; Visek, O. y Novak, M. (2007). *Heuristic evaluation of usability of GeoWeb sites*. *Web and wireless geographical information systems*, pp. 264-278.

Komarkova, J.; Jedlicka, M. y Hub, M. (2009). *Web-based geographic information systems and their usability proceedings*. *World scientific and engineering academy and society (WSEAS)*, pp. 97-102.

Manrique Sancho, M.T y Manso-Callejo, M.A. (2012). Los Geoportales. Perspectiva desde la usabilidad. En: Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales. Capítulo: 31. Publicado por: UPM Press, Editores: Miguel-Angel Bernabé-Poveda y Carlos-Manuel López-Vázquez, pp.393-403.

Morera, C.; Carrasquilla, O.; Guimet, J. (2012) "Evaluación de una IDE desde su caracterización hasta su impacto en la sociedad". En Bernabé-Poveda, M.A. & López-Vázquez, C.M., (editores) Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales. Madrid, UPM-Press, Serie Científica, pp. 443-452. <http://www.ign.es/web/ign/portal/publicaciones-boletines-y-libros-digitales#DA-libro-IDE-min>.

Moya Honduvilla, Javier; Bernabe Poveda, Miguel Angel y Manrique Sancho, M^a Teresa (2007). La usabilidad de los geoportales: Aplicación del Diseño Orientado a Metas (DOM). En: IV Jornadas Técnicas de las Infraestructuras de Datos Espaciales de España, 17/10/2007, Santiago de Compostela.

Nivala, A.M.; Brewster, S.; Sarjakoski, L.T. (2008). *Usability evaluation of web mapping sites. Cartographic Journal*, 45, pp. 129–138.

Nielsen, Jakob (1993). *Usability Engineering. Boston*. Academic Press International, 1993.

Prestige Makanga y Julian Smit (2010). *A Review of the Status of Spatial Data Infrastructure Implementation in Africa. Geomatics Department, University of Cape Town, South Africa. Research Article – SACJ, No. 45., July 2010*

Portoles-Rodriguez, D. y Martín- Cebolla, R. (2005). La gestión de usuarios en una Infraestructura de Datos Espaciales. <https://www.researchgate.net/publication/296701219>.

Potti Manjavacas, H., Juanatey Aguilera M. y Abad Power, P. (2011). La LISIGE y el SIG libre. <http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2011/uploads/articulos/art38.pdf>.

Rajabifard, A. and Williamson I.P. (2005). *The Need and Nature of Regional SDI for the Middle East. GIS Development*, April,1(2): 28-31. <http://www.csdila.unimelb.edu.au/publication/journals/The%20Need%20and%20Nature%20of%20Regional%20SDI%20for%20the%20Middle%20East.pdf>.

Resch, B.; Zimmer, B. (2013). *User experience design in professional map-based geo-portals. ISPRS international journal of geo-information*, vol. 2, no 4, pp. 1015-1037.

Rodríguez, A., Abad, P., Alonso, J.A., y Sánchez, A. (2006) La Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE): un proyecto colectivo y globalizado. Jornadas de la IDEE 2006. *Universitat Jaume I*, Castellón, pp. 15-30.

Rodriguez, A. F., Abad, P., Sánchez, A, González, C., Soteres, C., Juanatey, M., Potti, H. y Fernández, X. (2009). Propuestas para aumentar la interoperabilidad de geoportales y visualizadores. VI Jornadas Técnicas de la IDE de España – JIDEE

2009. Murcia, 4 - 6 / 11 /2009.
[http://www.ideo.es/resources/presentaciones/GTIDEE Murcia 2009/ARTICULO S_JIDEE2009/Articulo-65.pdf](http://www.ideo.es/resources/presentaciones/GTIDEE_Murcia_2009/ARTICULO_S_JIDEE2009/Articulo-65.pdf)

Rodriguez, A. F., Abad, P., Sánchez, A, Juanatey, M. y Cevidanes, A. (2017). Aproximación a una metodología de evaluación de la calidad de geoportales IDE. Revista Cartográfica 95: 17-42. Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México.

Tait, M.G. (2005). *Implementing geoportals: applications of distributed GIS. Computers, Environment and Urban Systems* 29 (1): 33-47.

Van Praag, E., Borrero, S. y Vargas, R. (2011). GeoSUR: una iniciativa regional para integrar y difundir datos espaciales en America Latina y el Caribe. Experiencias y lecciones del programa Geosur en apoyo a la conferencia *Eye on Earth* (AbuDhabi, 2011). Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH)/CAF-Banco de Desarrollo de América Latina. pp. 35

EL MARCO LEGAL Y NORMATIVO

«Sólo hay que pedir a cada uno, lo que cada uno puede dar -continuó el rey. La autoridad se apoya antes que nada en la razón. Si ordenas a tu pueblo que se tire al mar, el pueblo hará la revolución. Yo tengo derecho a exigir obediencia, porque mis órdenes son razonables»

*Antoine de Saint-Exupéry
(El principito, 1943)*

Marco ISO 19100

Ureña Cámara, Manuel A. y Ariza López, Francisco Javier

Universidad de Jaén

Capítulo

3

Contenido

| | | |
|------|---|-----|
| 3.1. | INTRODUCCIÓN | 94 |
| 3.2. | NORMALIZACIÓN EN LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA..... | 96 |
| | 3.2.1. Open Geospatial Consortium (OGC) | 96 |
| | 3.2.2. Organización Internacional de Estandarización (ISO)..... | 100 |
| 3.3. | LA FAMILIA DE NORMAS ISO 19100..... | 105 |
| 3.4. | NORMAS GENERALES DE LA FAMILIA ISO 19100 | 106 |
| | 3.4.1. ISO 19101-1: Modelo de referencia | 107 |
| | 3.4.2. ISO 19103: Lenguaje de Modelado Conceptual..... | 110 |
| | 3.4.3. ISO 19104: Terminología..... | 112 |
| | 3.4.4. ISO 19105: Conformidad y Pruebas | 113 |
| | 3.4.5. ISO 19106: Perfiles..... | 114 |
| 3.5. | SISTEMAS DE REFERENCIA E IDENTIFICADORES..... | 115 |
| | 3.5.1. ISO 6709: Referenciación normalizada de la localización geográfica de un punto mediante coordenadas | 116 |
| | 3.5.2. ISO 19111: Sistemas de referencia por coordenadas..... | 116 |
| | 3.5.3. ISO 19111-2: Sistemas de Referencia por coordenadas. Parte 2. Extensión para valores paramétricos..... | 118 |
| | 3.5.3. ISO 19112: Sistemas de referencia por identificadores | 119 |
| 3.6. | MODELO ESPACIAL Y TEMPORAL..... | 120 |
| | 3.6.1. ISO 19107: Modelo espacial..... | 121 |
| | 3.6.2. ISO 19137: Perfil esencial del esquema espacial | 125 |
| | 3.6.3. ISO 19108: Modelo Temporal..... | 127 |
| 3.7. | METADATOS..... | 129 |
| | 3.7.1. ISO 19115-1: Metadatos para IG..... | 130 |
| | 3.7.2. ISO 19115-2: Metadatos para imágenes y datos malla..... | 134 |
| | 3.7.3. ISO 19115-3: Información geográfica – Metadatos – Parte 3: Implementación del esquema XML para conceptos fundamentales | 135 |
| 3.8. | RÁSTER Y MALLA..... | 136 |
| | 3.8.1. ISO 19101-2: Reference model – Imagery..... | 136 |
| | 3.8.2. ISO 19129: Imagery, gridded and coverage data framework | 137 |
| | 3.8.3. ISO 19130: Sensor data model for imagery and gridded data..... | 138 |
| | 3.8.4. ISO 19123: Schema for coverage geometry and functions | 138 |
| 3.9. | CALIDAD..... | 139 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.10. | SERVICIOS..... | 144 |
| | 3.10.1. ISO 19119: Servicios..... | 145 |
| | 3.10.2. ISO 19128: Interfaz de servidor web de mapas..... | 148 |
| | 3.10.3. ISO 19133: Servicios basados en la localización. Seguimiento y navegación..... | 150 |
| | 3.10.4. ISO 19134: Servicios basados en la localización. Enrutado y navegación multimodal..... | 151 |
| 3.11. | APLICACIONES..... | 152 |
| | 3.11.1. ISO 19109: Reglas para esquemas de aplicación..... | 153 |
| | 3.11.2. ISO 19110: Metodología para la catalogación de fenómenos..... | 155 |
| | 3.11.3. ISO 19117: Representación..... | 156 |
| | 3.11.4. ISO 19131: Especificaciones de producto de datos..... | 157 |
| | 3.11.5. ISO 19136: Geographic Markup Language..... | 160 |
| 3.12. | CONCLUSIONES..... | 161 |
| 3.13. | REFERENCIAS..... | 165 |

3.1. INTRODUCCIÓN

La base de las IDE es la interoperabilidad y ésta se consigue gracias a las normas, lo que justifica plenamente el interés de este tema. La interoperabilidad necesaria para el funcionamiento de las IDE es muy amplia y abarca protocolos de red, los sistemas de hardware, los sistemas operativos, los ficheros de datos, los modelos de datos, etc. (Figura 3.1). El objetivo de este tema es más reducido y tan solo se pretende dar una visión general de las principales referencias normativas internacionales en el campo de la Información Geográfica (IG), que han sido desarrolladas por el Comité Técnico 211 de ISO (Organización Internacional de Normalización).



Figura 3.1. Niveles de interoperabilidad para el funcionamiento de las IDE

Con la idea de Marco ISO 19100 se pretende mostrar una visión reducida y relacionada de la familia de Normas Internacionales sobre IG, sin embargo, términos como estándar o norma pueden ser confusos pues su uso cotidiano y técnico no siempre es el adecuado, situación que se agrava con toda vez en el idioma inglés, donde se desarrollan la mayoría de los procesos de estandarización y normalización, se utiliza una única palabra para denominarlos – *standard* –). Así, trataremos con:

- Norma. Todo documento que armoniza aspectos técnicos de un producto, servicio o componente, definido como tal por algún cuerpo normativo oficial (p.ej. cuerpos normativos nacionales como AENOR, AFNOR, BS, DIN, o regionales como CEN o internacionales, como ISO). Éstas son las denominadas normas de jure o normas de derecho.
- Estándar. Documento o práctica que, sin ser norma, está consagrado y aceptado por el uso y cumple una función similar a la de una norma. Son documentos que no han sido definidos por ningún cuerpo normativo oficial, en algunos casos pueden proceder de empresas privadas, de consorcios de empresas, o de otras organizaciones. Se les denomina normas de facto o normas de hecho. Ejemplo son las especificaciones de *Open Geospatial Consortium*, los formatos DXF, DGN, Shape, TIFF, PDF, etc. En algunos casos estos estándares son asumidos por los cuerpos normativos (p.ej. PDF por ISO en la norma ISO 32000-1.2008).

- **Recomendación.** Directriz que promueve un organismo que intenta armonizar prácticas y usos en una comunidad determinada, normalmente basándose en un consenso previo. Su mayor o menor éxito depende de la influencia que es capaz de ejercer el organismo que la propone. Por ejemplo: EUROSTAT produce recomendaciones para armonizar las prácticas estadísticas en Europa; OSGEO recomienda una manera estándar de solicitar mapas teselados, el llamado WMS-C, etc.
- **Especificación.** Descripción técnica, detallada y exhaustiva de un producto o servicio, que contiene toda la información necesaria para su producción. Algunas especificaciones pueden ser adoptadas como normas o como estándares.

Hasta aquí se ha hablado de normalización como un método de alcanzar la interoperabilidad, pero la normalización es más que eso. La normalización es una actividad que proporciona una grandísima economía de escala a las naciones y a las organizaciones, y por ello todos los Estados modernos la apoyan. La normalización permite abaratar costes, tanto en la producción como en la labor de conceptualización y diseño de los productos, es decir, crear productos mejores, de una manera más rápida y sencilla, y con más posibilidades de éxito.

Tras esta introducción el documento se organiza en 11 apartados. El primero de ellos se centra en la normalización de la IG, presentando los agentes e iniciativas principales y posteriormente se presenta una visión general de la familia ISO 19100. Habiendo agrupado las normas que se van a presentar en los siguientes grupos:

- Normas sobre la familia ISO 19100.
- Sistemas de referencia.
- Modelo espacial y temporal.
- Metadatos.
- Ráster y malla.
- Calidad.
- Servicios.
- Aplicaciones.

Cada uno de estos grupos se desarrolla en un apartado independiente, y cada una de las normas de un mismo grupo se presenta en un subapartado. En algunos casos los títulos de los apartados se ofrecen en inglés esto es así cuando las normas a las que se refieren no han sido traducidas al español por AENOR. El documento finaliza con unas conclusiones generales e incluye un glosario de gran interés por ofrecer una lista sistematizada de definiciones de los aspectos más relevantes.

El documento que se ha elaborado para el desarrollo de este módulo está parcialmente basado en Ariza-López y Rodríguez-Pascual (2008), en la documentación existente sobre ISO en la web de ISO, en la información pública elaborada por el ISO/TC211, en las propias normas ISO publicadas tanto en su formato original como aquellas aprobadas como normas UNE y en los documentos de los módulos 4 y 6 del Título de Experto Universitario en evaluación de la calidad de la IG desarrollados por García-Balboa (2012) y Ureña-Cámara (2011).

3.2. NORMALIZACIÓN EN LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

En el campo de la IG, pese a ser uno de los campos tecnológicos con mayor impacto y difusión desde hace décadas, el conjunto de instituciones, empresas y productores, han trabajado generalmente de forma separada generando silos de información no interoperable. La adopción inicial de Sistemas de Información Geográfica (SIG) no sirvió para salvar este problema, por el contrario, cada empresa implementadora de software SIG proponía su formato propio de almacenamiento, y estructuras y procesos de trabajo que lo hacían diferente de sus competidores.

En este panorama, aquellos productores de cartografía que compilaban IG de diversos organismos, y los consumidores que obtenían IG de múltiples instituciones, fueron los primeros en entender que la situación, al igual que había ocurrido en otras ramas tecnológicas, estaba necesitada de una normalización que abarcara todos los ámbitos de la IG. De esta forma, iniciativas como la creación del *Federal Geographic Data Committee* (FGDC) en Estados Unidos en el año 1990 trataron de armonizar la información de diversas fuentes que se recibían para unificarlas, así importantes documentos como el *Content Standard for Digital Geospatial Metadata* (1998) o el *Spatial Data Transfer Standard* (1998) sentaron las bases de posteriores normalizaciones en el ámbito de la IG como la elaboración del *Digital Geographic Information Exchange Standard* para la OTAN (2000) o la elaboración del *Geographic Data File* (ISO 14825:2004). Sin embargo, a pesar de todas las instituciones –nacionales, sectoriales e incluso internacionales– que desarrollan especificaciones, recomendaciones y estándares de IG, en la actualidad, dos de ellas destacan sobre todas las demás, la primera el *Open Geospatial Consortium* (OGC) como ejemplo de iniciativa privada y no gubernamental, generando recomendaciones y estándares de hecho, e ISO en la figura de su Comité Técnico 211, con la creación de los estándares de derecho en el campo de la IG. A continuación se presenta cada una de ellas.

3.2.1. Open Geospatial Consortium (OGC)

OGC (<http://www.opengeospatial.org>) es un consorcio constituido por más de 500 organizaciones industriales, agencias gubernamentales y universidades, sin ánimo de lucro, cuyo objetivo es definir especificaciones de interoperabilidad por consenso, llevando la filosofía de los sistemas abiertos al mundo de los SIG. Por ese motivo, en un principio OGC respondía al nombre de *Open GIS Consortium*, pero al poner en práctica la interoperabilidad de los SIG mediante la definición de servicios web de interfaz estandarizada, apareció el concepto de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) como SIG distribuido y el mismo OGC modificó su nombre.

Las especificaciones de OGC se estructuran en tres grandes bloques:

- Modelos Abstractos. Proporcionan las bases conceptuales para el desarrollo de otras especificaciones OGC. Estos modelos han permanecido sin demasiados cambios desde el año 2010 salvo la inclusión de la extensión paramétrica de los sistemas de referencia.

- Estándares OGC. Representan los esfuerzos normativos de la organización que luego, en su mayoría, son asumidos por ISO o se convierten en estándares de facto para la IG.
- Buenas prácticas para implementación. Están concebidas para una audiencia técnica y poseen un el nivel de detalle adecuado para realizar una implementación.

La Tabla 3.1 ofrece el conjunto de temáticas que abarcan los modelos abstractos y la Tabla 3.2 la multitud de estándares desarrollados hasta la fecha (febrero de 2017). Como se ha indicado, la mayor parte de todas estas implementaciones son asumidas luego por ISO, o tomadas como un esfuerzo conjunto por ambas instituciones para el proceso normalizador de la IG. De entre todas las especificaciones de OGC, la de más difusión es la de Web Map Server ya que permite mostrar al usuario de IG la información en una pantalla de cualquier dispositivo sin comprometer la venta de la información ni el uso por parte de terceros.

Tabla 3.1. Modelos Abstractos OGC (febrero 2017).

| |
|--|
| Topic 0 - Overview |
| Topic 1 - Feature Geometry (Same as ISO 19107). |
| Topic 2 - Spatial Reference by Coordinates |
| Topic 2.1 - Spatial Referencing by Coordinates - Extension for Parametric Values |
| Topic 3 - Locational Geometry Structures |
| Topic 4 - Stored Functions and Interpolation |
| Topic 5 – Features |
| Topic 6 - The Coverage Type |
| Topic 7 - Earth Imagery |
| Topic 8 – Relationships Between Features |
| Topic 10 - Feature Collections |
| Topic 11 – Metadata |
| Topic 12 - The OpenGIS Service Architecture |
| Topic 13 - Catalog Services |
| Topic 14 - Semantics and Information Communities |
| Topic 15 - Image Exploitation Services |
| Topic 16 - Image Coordinate Transformation Services |
| Topic 17 – Location Based Mobile Services |
| Topic 18 – Geospatial Digital Rights Management Reference Model (GeoDRM RM) |
| Topic 19 – Geographic Information – Linear Referencing (ISO 19148:2012). |
| Topic 20 – Observations and Measurements. |
| Topic Domain 1 – Telecommunications Domain |

Tabla 3.2. Estándares OGC (febrero 2017).

| |
|---|
| CF-netCDF3 Data Model Extension standard version 3.1 |
| CSW-ebRIM Registry Service - Part 1: ebRIM profile of CSW version 1.0.1 |
| CSW-ebRIM Registry Service - Part 2: Basic extension package version 1.0.1 |
| GeoAPI 3.0 Implementation Standard version 3.0 |
| Geographic information — Well known text representation of coordinate reference systems version |

Tabla 3.2. Estándares OGC (febrero 2017).

1.0

Geospatial eXtensible Access Control Markup Language (GeoXACML) Version 1 Corrigendum version 1.0.1

GeoXACML Implementation Specification - Extension A (GML2) version 1.0

GeoXACML Implementation Specification - Extension B (GML3) version 1.0

NetCDF Binary Encoding Extension Standard: NetCDF Classic and 64-bit Offset Format version 1.0

Observations and Measurements - XML Implementation version 2.0

OGC Augmented Reality Markup Language 2.0 (ARML 2.0) version 21.0

OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard version 2.0

OGC Filter Encoding 2.0 Encoding Standard - With Corrigendum version 2.0.2

OGC Geoscience Markup Language 4.1 (GeoSciML) version 4.1

OGC GeoSPARQL - A Geographic Query Language for RDF Data version 1.0

OGC GML in JPEG 2000 (GMLJP2) Encoding Standard Part 1: Core version 2.0.1

OGC I15 (ISO19115 Metadata) Extension Package of CS-W ebRIM Profile 1.0 version 1.0

OGC KML version 2.2.0

OGC KML 2.3 version 1.0

OGC Location Services (OpenLS) Service Interface Standard version 1.0.0

OGC Network Common Data Form (NetCDF) Core Encoding Standard version 1.0

OGC Network Common Data Form (NetCDF) NetCDF Enhanced Data Model Extension Standard netcdf-enhanced version 1.0

OGC Open Modelling Interface Standard version 2.0

OGC OWS Context Atom Encoding Standard version 1.0

OGC OWS Context Conceptual Model version 1.0

OGC SensorThings API Part 1: Sensing version 1.0

OGC WaterML2.0: part 2 - Ratings, Gaugings and Sections version 1.0

OGC Web Coverage Service Interface Standard – Transaction Extension version 2.0

OGC Web Feature Service Implementation Specification with Corrigendum version 1.1.3

OGC Web Service Common Implementation Specification version 2.0.0

OGC Open GeoSMS Standard – Core version 1.0

OGC Catalogue Services 3.0 - General Model version 3.0

OGC Catalogue Services 3.0 Specification - HTTP Protocol Binding version 3.0

OGC Catalogue Services Standard 2.0 Extension Package for ebRIM Application Profile: Earth Observation Products version 1.0.0

OGC CF-netCDF 3.0 encoding using GML Coverage Application Schema version 2.0

OGC Earth Observation Metadata profile of Observations & Measurements version 1.1

OGC Geography Markup Language (GML) - Extended schemas and encoding rules version 3.3

OGC GeoPackage Encoding Standard version 1.1

OGC Geospatial User Feedback Standard: Conceptual Model version 1.0

OGC Geospatial User Feedback Standard: XML Encoding Extension version 1.0

OGC GML Application Schema - Coverages - GeoTIFF Coverage Encoding Profile version 1.0

OGC GML in JPEG 2000 (GMLJP2) Encoding Standard Part 1: Core version 2.0

OGC IndoorGML version 1.0

OGC Land and Infrastructure Conceptual Model Standard (LandInfra) version 1.0

OGC Moving Features Encoding Extension: Simple Comma Separated Values (CSV) version 1.0

OGC Moving Features Encoding Part I: XML Core version 1.0

OGC OpenSearch Extension for Earth Observation version 1.0

OGC OpenSearch Geo and Time Extensions version 1.0

OGC Publish/Subscribe Interface Standard 1.0 – Core version 1.0

OGC Publish/Subscribe Interface Standard 1.0 SOAP Protocol Binding Extension version 1.0

OGC PUCK Protocol Standard version 1.4

Tabla 3.2. Estándares OGC (febrero 2017).

| |
|--|
| OGC SensorML: Model and XML Encoding Standard version 2.0 |
| OGC Sensor Observation Service Interface Standard version 2.0 |
| OGC Sensor Planning Service Implementation Standard version 2.0 |
| OGC SWE Common Data Model Encoding Standard version 2.0 |
| OGC WaterML 2.0: Part 1- Timeseries version 2.0.1 |
| OGC WCS 2.0 Interface Standard – Core version 2.0.1 |
| OGC WCS 2.0 Interface Standard – KVP Protocol Binding Extension - Corrigendum version 1.0.1 |
| OGC WCS 2.0 Interface Standard – XML/POST Protocol Binding Extension version 1.0.0 |
| OGC WCS 2.0 Interface Standard – XML/SOAP Protocol Binding Extension version 2.0 |
| OGC WCS Interface Standard - CRS Extension version 1.0 |
| OGC WCS Interface Standard - Interpolation Extension version 1.0 |
| OGC WCS Interface Standard - Range Subsetting Extension version 1.0 |
| OGC WCS Interface Standard - Scaling Extension version 1.0 |
| OGC WCS Interface Standard - Processing Extension version 2.0 |
| OGC Web Feature Service 2.0 Interface Standard - With Corrigendum version 2.0.2 |
| OGC WPS 2.0 Interface Standard version 2.0 |
| OpenGIS Catalogue Service Implementation Specification version 2.0.2 |
| OpenGIS Coordinate Transformation Service Implementation Specification version 1.0 |
| OpenGIS Filter Encoding 2.0 Encoding Standard version 2.0 |
| OpenGIS Geographic Markup Language (GML) Encoding Specification version 3.2.1 |
| OpenGIS GML in JPEG 2000 for Geographic Imagery Encoding Specification version 1.0.0 |
| OpenGIS Implementation Specification for Geographical Information Simple Feature Access. Part 1: Common architecture version 1.2.1 |
| OpenGIS Implementation Specification for Geographic information - Simple feature access - Part 2: SQL option version 1.2.1 |
| OpenGIS Location Service (OpenLS) Implementation Specification: Core Services version 1.2.0 |
| OpenGIS Location Services (OpenLS): Part 6 - Navigation Service version 1.0.0 |
| OpenGIS SensorML Encoding Standard v 1.0 Schema Corregendum 1 version 1.0.1 |
| OpenGIS Sensor Model Language (SensorML) version 1.0.0 |
| OpenGIS Sensor Observation Service version 1.0.0 |
| OpenGIS Simple Features Implementation Specification for CORBA version 1.0 |
| OpenGIS Simple Features Implementation Specification for OLE/COM version 1.1 |
| OpenGIS Styled Layer Descriptor Profile of the Web Map Service Implementation Specification version 1.1.0 |
| OpenGIS Symbology Encoding Implementation Specification version 1.1.0 |
| OpenGIS Web Coverage Processing Service (WCPS) Language Interface Standard version 1.0.0 |
| OpenGIS Web Feature Service (WFS) Implementation Specification version 1.1.0 |
| OpenGIS Specification Web Map Context Implementation Specification version 1.1 |
| OpenGIS Specification Web Map Service (WMS) version 1.3.0 |
| OpenGIS Web Map Tile Service Implementation Standard version 1.0 |
| OpenGIS Georeferenced Table Joining Service Implementation Standard version 1.0 |
| OpenGIS SWE Service Model Implementation Standard version 2.0 |
| Ordering Services Framework for Earth Observation Products Interface Standard version 1.0 |
| TimeseriesML 1.0 – XML Encoding of the Timeseries Profile of Observations and Measurements version 1.0 |
| Timeseries Profile of Observations and Measurements version 1.0 |
| Volume 1: OGC CDB Core Standard: Model and Physical Data Store Structure version 1.0 |
| Volume 3: OGC CDB Terms and Definitions version 1.0 |
| Volume 11: OGC CDB Core Standard Conceptual Model version 1.0 |
| Web Coverage Service (WCS) - Transaction operation extension version 1.1.4 |

Tabla 3.2. Estándares OGC (febrero 2017).

| |
|--------------------------------------|
| Web Processing Service version 1.0.0 |
|--------------------------------------|

3.2.2. Organización Internacional de Estandarización (ISO)

ISO es la federación de cuerpos normativos que elabora estándares internacionales en diversos ámbitos científicos, tecnológicos, de la empresa, etc., y que ofrece una perspectiva generalista en relación a otros cuerpos normativos específicos como la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI, más conocida por IEC -*International Electrotechnical Commission*-). La estructura de ISO es compleja y puede verse esquemáticamente desarrollada en la Figura 3.2, si bien, desde el punto de vista que nos interesa en este tema puede simplificarse en los siguientes elementos:

- Órganos permanentes y protocolarios. Secretaría Central, Consejo, Órgano de Gestión Técnica y Asamblea General.
- Órganos consultivos. Comités de desarrollo de políticas, Comité de Gestión y otros.
- Órganos técnicos. Comités Técnicos, Grupos de Asesoramiento Técnico y Comité de Referencia de Materiales.

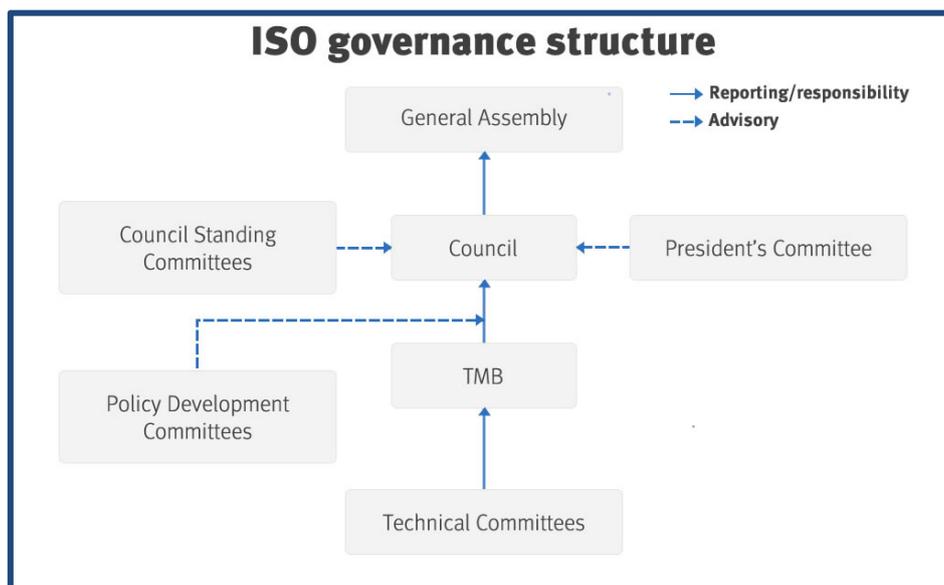


Figura 3.2. Estructura general de ISO. Fuente: ISO.

Los órganos encargados de la elaboración de normas son los Comités Técnicos (*Technical Committee*, abreviado TC, en inglés). El proceso de elaboración de una norma es largo y suele comenzar con iniciativas de algún organismo público o privado, asociado a ISO, que propone la necesidad de una norma en un campo determinado, dicha propuesta es aceptada por ISO y encargada al Comité Técnico adecuado. Como puede verse en la Figura 3.3, existen varios caminos que permiten la elaboración de normas, pero todos ellos basados en un camino principal del que se simplifican algunas fases.

| Project stage | Normal procedure | Draft submitted with proposal | “Fast-track procedure” ^a | Technical Specification ^b | Technical Report ^c | Publicly Available Specification ^d |
|---------------------------------------|---|--|---------------------------------------|--|---------------------------------|---|
| Proposal stage (see 2.3) | Acceptance of proposal | Acceptance of proposal | Acceptance of proposal ^a | Acceptance of proposal | | Acceptance of proposal ^g |
| Preparatory stage (see 2.4) | Preparation of working draft | <i>Study by working group^e</i> | | Preparation of draft | | Approval of draft PAS |
| Committee stage (see 2.5) | Development and acceptance of committee draft | <i>Development and acceptance of committee draft^e</i> | | Acceptance of draft | Acceptance of draft | |
| Enquiry stage (see 2.6) | Development and acceptance of enquiry draft | Development and acceptance of enquiry draft | Acceptance of enquiry draft | | | |
| Approval stage (see 2.7) | <i>Approval of FDIS^f</i> | <i>Approval of FDIS^f</i> | <i>Approval of FDIS^f</i> | | | |
| Publication stage (see 2.8) | Publication of International Standard | Publication of International Standard | Publication of International Standard | Publication of Technical Specification | Publication of Technical Report | Publication of PAS |

Stages in *italics*, enclosed by dotted circles may be omitted.

^a See F.2.
^b See 3.1.
^c See 3.3.
^d See 3.2.
^e According to the result of the vote on the new work item proposal, both the preparatory stage and the committee stage may be omitted.
^f May be omitted if the enquiry draft was approved without negative votes.
^g See ISO and IEC Supplements for details on proposals for PAS.

Figura 3.3. Procedimientos para la elaboración de normas internacionales seguido en ISO.

Fuente: ISO (2016), anexo F.

Una vez asignado al TC adecuado, el proceso hasta alcanzar el rango de Norma Internacional se puede resumir en los siguientes pasos (Figura 3.3 y Tabla 3.3):

- Elaboración de un *Working Draft* (WD) o borrador de trabajo que se encarga a un grupo específico de trabajo por parte del TC.
- Elaboración de un *Committee Draft* (CD) o Borrador de Comité que consiste un WD ya acabado por un Grupo de Trabajo que se distribuye dentro del TC para que sus miembros elaboran comentarios y sugerencias en sucesivas consultas.
- Una vez alcanzado un consenso en el TC, el CD se transforma en lo que se denomina *Draft International Standard* (DIS) o Borrador de Norma

Internacional y se distribuye a todos los países miembros de ISO para votación y comentarios durante un período de 5 meses. Durante la preparación del DIS, puede ser necesario la elaboración de dos documentos relacionados con la futura norma pero que no llegan a formar parte de ella:

- *Technical Specification* (TS). Especificación Técnica de carácter informativo y que describe técnica y detalladamente un producto, servicio, método o práctica. Sirve para generar documentación útil que no existe. En algunos casos, si el DIS no tienen entidad suficiente puede ser distribuidas como una TS.
- *Technical Report* (TR). Informe Técnico que se utiliza para analizar y estudiar una temática. Se emplea para estudiar qué normas hay que definir o modificar en un campo determinado. También puede ser distribuido de forma independiente si el TC así lo desea.
- Una vez se han considerado y analizado las modificaciones el DIS se transforma en *Final Draft International Standard* (FDIS) o Borrador Final de Norma Internacional, que se considera un documento estable, aceptado por la comunidad y utilizable para las primeras implementaciones. Sólo se espera que sufra cambios editoriales antes de ser aprobado como Norma Internacional, en un proceso que dura pocos meses e incluye la edición formal del texto para su publicación y una votación final.
- Tras finalizar todo el proceso de aprobaciones, el FDIS se convierte en *International Standard* (IS) o Norma Internacional. Para modificarla o actualizarla es necesario iniciar de nuevo todo el proceso con un nuevo documento de trabajo.

Tabla 3.3. Documentos asociados a cada fase de elaboración de una norma internacional. Fuente: ISO (2016), Table 1.

| Project stage | Associated document | |
|--------------------------|--|-----------------------------------|
| | Name | Abbreviation |
| Preliminary stage | <i>Preliminary work item</i> | <i>PWI</i> |
| Proposal stage | <i>New work item proposal</i> ^a | <i>NP</i> |
| Preparatory stage | <i>Working draft(s)</i> ^a | <i>WD</i> |
| Committee stage | <i>Committee draft(s)</i> ^a | <i>CD</i> |
| Enquiry stage | <i>Enquiry draft</i> ^b | <i>ISO/DIS</i> <i>IEC/CDV</i> |
| Approval stage | <i>final draft International Standard</i> ^c | <i>FDIS</i> |
| Publication stage | <i>International Standard</i> | <i>ISO, IEC</i> <i>ISO/IEC</i> |

^a These stages may be omitted.
^b Draft International Standard in ISO, committee draft for vote in IEC.
^c May be omitted (see 2.6.4).

3.2.2.1. El Comité Técnico 211 (ISO/TC211)

Dentro de ISO el TC que trabaja en el campo de la IG es el TC211. En la actualidad la actividad normativa se agrupa en un conjunto de normas que se denomina familia ISO 19100.

El TC211 comenzó a trabajar en noviembre de 1994 con el objetivo de establecer normativa de referencia en el campo de la IG digital, pensada tanto para la transferencia de datos y el mundo de los SIG aislados, como para los servicios y el universo de las IDE o SIG distribuidos (curiosamente su denominación no fue definida hasta la segunda sesión plenaria en agosto de 1995). Como resultado de este trabajo, apareció la familia ISO 19100, un conjunto de normas relacionadas con objetos, modelos, procesos y servicios que están directa o indirectamente asociados con una localización geográfica. La normativa trata sobre los métodos, herramientas y servicios para la gestión de datos, adquisición, procesamiento, análisis, acceso, presentación y transferencia de IG en formato digital entre diferentes usuarios, sistemas y localizaciones.

El TC211 ha tenido una amplia actividad. Se han elaborado 73 IS o TS/TR (hasta febrero de 2017), y actualmente está involucrado en 29 proyectos normativos. Este TC tiene 39 miembros participantes y 28 observadores. Asimismo, tiene relación con 34 organizaciones internacionales de máxima relevancia y otros 13 comités de normalización en ISO mediante los oportunos acuerdos de colaboración. España ha participado y participa en el TC211 como miembro de pleno derecho. La delegación española está formada por vocales del comité equivalente (CTN148 “Información geográfica”) de la Asociación Española de Normalización (AENOR), y actúa representando los intereses y opiniones del sector español (agencias cartográficas, administración pública, universidades, empresas, colegios profesionales, etc.).

Hasta la fecha¹ el TC211 ha desarrollado o está desarrollando los documentos de trabajo que se indican en la Tabla 3.4. Se reseñan en cursiva las normativas en revisión y en negrita las comentadas en esta introducción a la familia de normas ISO 19100.

Tabla 3.4. Normas e Informes elaborados en el seno de ISO/TC211. Fuente: ISO TC211.

| Normas generales | |
|--|--|
| ISO 6709:2008/Cor 1:2009 Standard representation of geographic point location by coordinates. | ISO 19113:2003 Quality principles |
| <i>ISO 19101-1:2014 Reference Model</i> | ISO 19114:2003 Quality evaluation |
| <i>TS 19103:2015 Conceptual Schema Language</i> | <i>ISO 19115-1:2014 Metadata Part 1: Fundamentals</i> |
| <i>TS 19104:2016 Terminology</i> | ISO 19118:2011 Encoding |
| <i>ISO 19105:2000 Conformance and Testing</i> | ISO 19136:2007 GML |
| ISO 19106:2004 Profiles | ISO 19136-2:2015 GML -- Part 2: Extended schemas and encoding rules |
| <i>ISO 19107:2003 Spatial schema</i> | ISO 19137:2007 Core profile of spatial schema |
| ISO 19108:2002 Temporal schema | TS 19138:2006 Data quality measures |
| <i>ISO 19109:2005 Rules for application schema</i> | ISO 19156:2011 Observations and measurements |
| <i>ISO 19110:2005 Methodology for feature cataloguing</i> | <i>ISO 19157:2013 Geographic information – Data Quality</i> |
| <i>ISO 19111:2007 Spatial referencing by coordinates</i> | TS 19157-2:2016 Geographic information – Data quality -- Part 2: XML Schema Implementation |
| ISO 19111-2:2009 Spatial referencing by coordinates – Part 2: Extension for parametric values. | TS 19158:2012 Geographic information -- Quality assurance of data supply |
| <i>ISO 19112:2003 Spatial referencing by geographic identifiers</i> | |

¹ Diciembre de 2016.

| Normas de Servicios | |
|---|---|
| ISO 19116:2004 Positioning services | ISO 19142:2010 Web Feature Service |
| ISO 19117:2012 Portrayal | ISO 19143:2010 Filter encoding |
| ISO 19119:2016 Services | ISO 19147:2015 Transfer Nodes |
| ISO 19125-1:2004 Simple Feature Access (SFA) | ISO 19148:2012 Linear Referencing System |
| ISO 19125-2:2004 SFA – SQL Option | ISO 19151 Logical location identification scheme |
| ISO 19128:2005 Web Map Server Interface | ISO 19154:2014 Ubiquitous public access -- Reference model |
| ISO 19132:2007 Location Based Services (LBS) - Reference Model | ISO 19155:2012 Place Identifier (PI) architecture |
| ISO 19133:2005 LBS - Tracking and navigation | DIS 19155-2 Place Identifier (PI) architecture -- Part 2: Place Identifier (PI) linking |
| ISO 19134:2007 Multimodal LBS for routing and navigation | |
| Normas de Datos Ráster y Malla | |
| TS 19101-2:2008 Reference Model – Part 2: Imagery | TS 19130-2:2014 Imagery sensor models for geopositioning -- Part 2: SAR, InSAR, Lidar and sonar |
| ISO 19115-2:2008 Metadata Part 2: Extension for imagery and gridded data | TS 19139-2 – Metadata - XML Schema Implementation - Part 2: Extensions for imagery and gridded data |
| TR 19121:2000 Imagery and gridded data | TS 19159-1:2014 Calibration and validation of remote sensing imagery sensors -- Part 1: Optical sensors |
| ISO 19123:2005 Schema for coverage geometry and functions | TS 19159-2:2016 Calibration and validation of remote sensing imagery sensors -- Part 2: Lidar |
| TR 19124 Imagery and gridded data components | TS 19163-1:2016 Content components and encoding rules for imagery and gridded data -- Part 1: Content model |
| TS 19129:2009 Imagery, gridded and coverage data framework | |
| TS 19130:2010 Imagery sensor models for geopositioning | |
| Normas Complementarias | |
| TR 19120:2001 Functional standards | ISO 19145:2013 Registry of representations of geographic point locations |
| TR 19122:2004 Qualification and certification of personnel | ISO 19146:2010 Cross-domain vocabularies |
| TS 19126:2009 Feature concept dictionaries and registers | ISO 19149:2011 Rights expression language for geographic information (GeoREL) |
| DIS 19127 Geodetic register | TS 19150-1:2012 Ontology – Part 1: Framework |
| ISO 19131:2007/Amd 1:2011 Data product specification | ISO 19150-2:2015 Ontology – Part 2: Rules for developing ontologies in the Web Ontology Language (OWL) |
| ISO 19135-1:2015 Geographic information -- Procedures for item registration -- Part 1: Fundamentals | ISO 19152:2012 Geographic information -- Land Administration Domain Model (LADM) |
| TS 19135-2:2012 Geographic information -- Procedures for item registration -- Part 2: XML Schema Implementation | ISO 19153:2014 Geospatial Digital Rights Management Reference Model (GeoDRM RM) |
| TS 19139:2007 Metadata – XML schema implementation | ISO 19160-1:2015 Addressing -- Part 1: Conceptual model |
| ISO 19141:2008 Schema for Moving Features | DIS 19160-4 Addressing -- Part 4: International postal address components and template languages |
| ISO 19144-1:2009/Cor 1:2012 Classification Systems – Part 1: Classification system structure | ISO 19162:2015 Geographic information -- Well known text representation of coordinate reference systems |
| ISO 19144-2:2012 Classification Systems – Part 2: Land Cover Classification System (LCCS) | |

La lista de normas ISO/TC211 aprobadas y el estado de cada uno de los documentos de trabajo está disponible en línea en: http://www.isotc211.org/pow_all.htm.

3.3. LA FAMILIA DE NORMAS ISO 19100

La familia de normas ISO 19100, tal y como se ha mostrado en la sección anterior, es muy extensa y compleja. Por ello, y debido a la orientación y extensión de este tema se dará una visión reducida y centrada en las normas más importantes de esta familia. Sin embargo, esta misma extensión de la familia nos ofrece la posibilidad de recapacitar sobre lo que es un sistema normativo completo, cómo abordarlo, cómo organizarlo, qué se necesita, etc.

La Figura 3.4 presenta un esquema general de las relaciones entre las distintas normas de esta familia y que se presentan en este documento. En él se relaciona cada norma con las normas de referencia y aquellas con las que tienen una relación. Sin flecha se indican relaciones en ambos sentidos y con flecha, una relación en el sentido de la flecha o de la navegación. Como se puede observar el sistema está muy vinculado pues existe un número elevado de dependencias (las que tienen flechas son directas y las que no las tienen son circulares). En este esquema no se ha incluido la norma ISO 19115 como norma de referencia, cosa que se podría haber realizado, pero de esta forma se resalta el papel de los metadatos en la propuesta de ISO y su carácter casi transversal.

Volviendo a la presentación de las normas, para tratar de simplificar su exposición y comprensión se tratarán exclusivamente los siguientes apartados:

- Objeto de la norma.
- Relación con otras normas de la familia ISO 19100 y externas.
- Contenidos de la norma.
- Otros aspectos de interés.

Para mayor comodidad y para aclarar los grandes objetivos de las mismas, en los siguientes apartados se tratarán las normas agrupadas en los siguientes bloques temáticos:

- Normas sobre la familia ISO 19100.
- Sistemas de referencia.
- Modelo espacial y temporal.
- Metadatos.
- Ráster y malla.
- Calidad.
- Servicios.
- Aplicaciones.

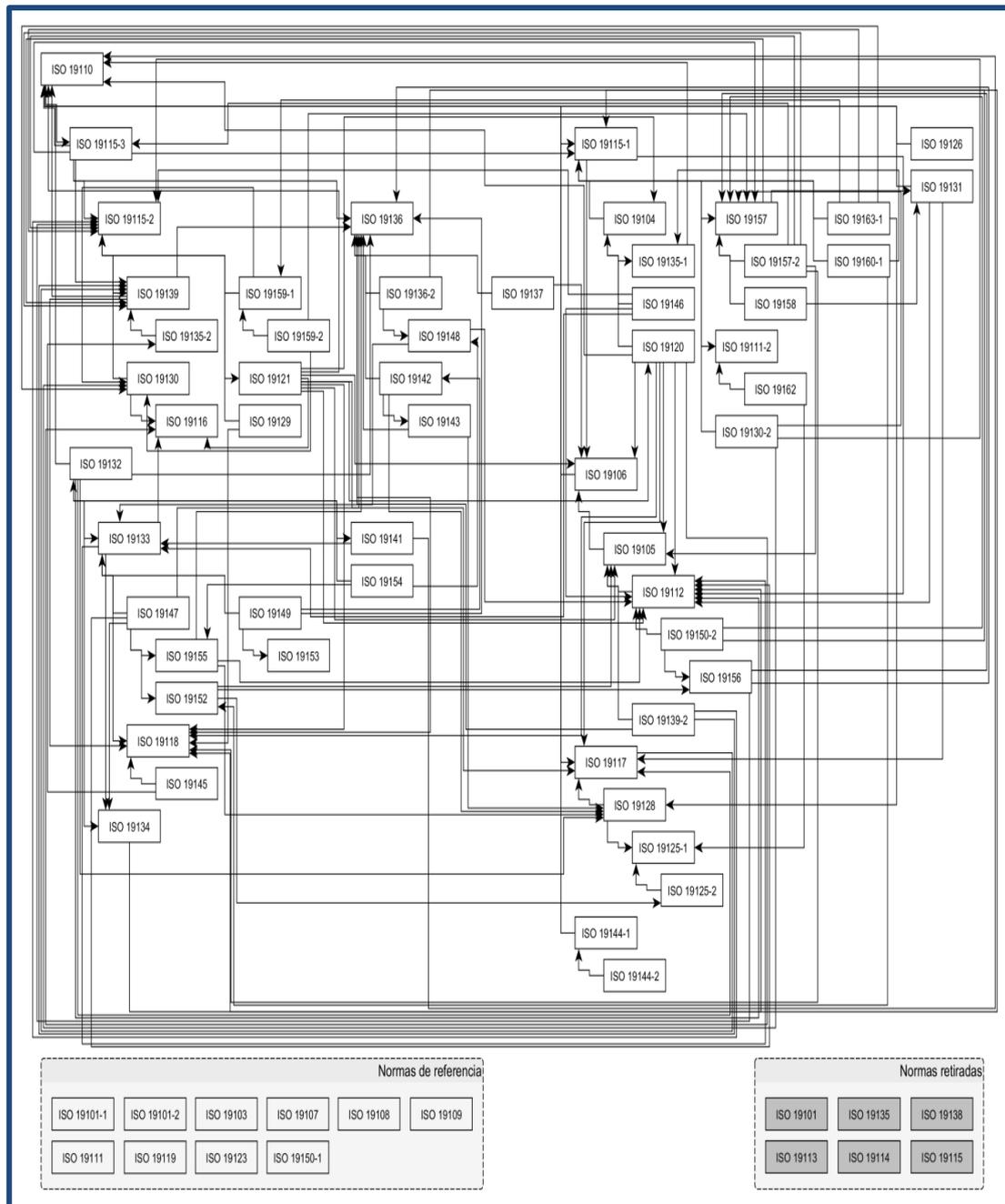


Figura 3.4. Esquema *general* de relaciones entre las normas de la familia ISO 19100.

En Ariza-López y Rodríguez-Pascual (2008) y en Bulgarelli y otros (2010) se puede encontrar una explicación más detallada de gran parte de ellas.

3.4. NORMAS GENERALES DE LA FAMILIA ISO 19100

Dada la amplitud del proyecto normativo a desarrollar un aspecto que quedó claro desde los inicios de los trabajos del TC211 era la necesidad de establecer unas bases comunes para todos los proyectos normativos. En gran medida estas bases están recogidas en las primeras normas de la familia que establecen lo que se denominan normas generales y que realizan una labor que se puede definir de

metanormalización, es decir, normalizar ciertos aspectos generales que serán necesarios para los desarrollos normativos posteriores.

Entrando en mayor detalle dentro de este grupo, en primer lugar se presentará el conjunto completo y luego se desarrollará cada una de las norma con algo más de extensión. Así, ISO 19101-1 es el modelo de referencia de la familia 19100, es decir, el documento que marca las bases de esta serie de normas. Por otra parte, ISO 19103 define el lenguaje de modelado conceptual que se va a utilizar en el resto de las normas internacionales dedicadas a la IG. Esta definición se realiza mediante la utilización del Lenguaje Unificado de Modelado (UML) (OMG, 1998; ISO/IEC 19501:2005, ISO 19505-1:2012 e ISO 19505-2:2012). Además, dentro de este apartado, se incluye el documento ISO 19104, que tiene como cometido el determinar las bases para la recogida y el mantenimiento de terminología en el campo de la IG. Es decir, los términos que se van a incluir en el capítulo dedicado a este cometido para cada una de las normas de la familia ISO 19100. Por su parte, también ISO 19105 encaja dentro de este grupo de normas. En esta última se define la estructura y el contenido que debe tener el capítulo de pruebas de conformidad que existe en cada una de las normas internacionales de IG, con el fin de asegurar, de manera objetiva, la conformidad de aplicaciones e implementaciones a cada norma. El último documento que se va a tratar en este apartado es ISO 19106. Esta norma define las pautas para definir perfiles dentro de la familia ISO 19100, es decir maneras especializadas y particulares de aplicar la norma. Estos perfiles resultan de gran utilidad para adaptar la normativa a necesidades concretas.

3.4.1. ISO 19101-1: Modelo de referencia

Es de imaginar que todo proyecto normativo de la envergadura de la familia ISO 19100 necesita un modelo de referencia para asegurar la homogeneidad y consistencia del conjunto. El modelo de referencia establece los requisitos globales para la normalización, y los principios del desarrollo y utilización de la familia normativa. Es decir, establece el marco de normalización en el campo de la IG. Este marco proporciona el método por el que se puede determinar lo que se va a normalizar y la relación entre las normas.

Para alcanzar los objetivos de la familia ISO 19100 hay que conseguir la integración de los conceptos propios de la IG con los de las tecnologías de la información. Para ello se adopta como criterio base la normativa genérica de tecnologías de la información y, sólo cuando esta no exista, desarrollar normativa propia. Esta perspectiva es muy interesante pues acerca el mundo de la IG al de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) materializando una gran transversalidad entre ambos campos, facilitando con ello las sinergias.

ISO 19101-1 utiliza los conceptos de la planificación ISO/IEC sobre entornos basados en sistemas abiertos para determinar los requisitos de normalización, descritos en ISO/IEC TR 14252 y el Modelo de Referencia, definido en ISO/IEC 10746-1. ISO 19101-1 identifica en su cuarto anexo (Anexo D, de carácter informativo), cinco puntos de vista o perspectivas según los establece la norma ISO/IEC 10746-1: Modelo de Referencia de Procesamiento Distribuido Abierto (RM-ODP) (ver Figura 3.5).

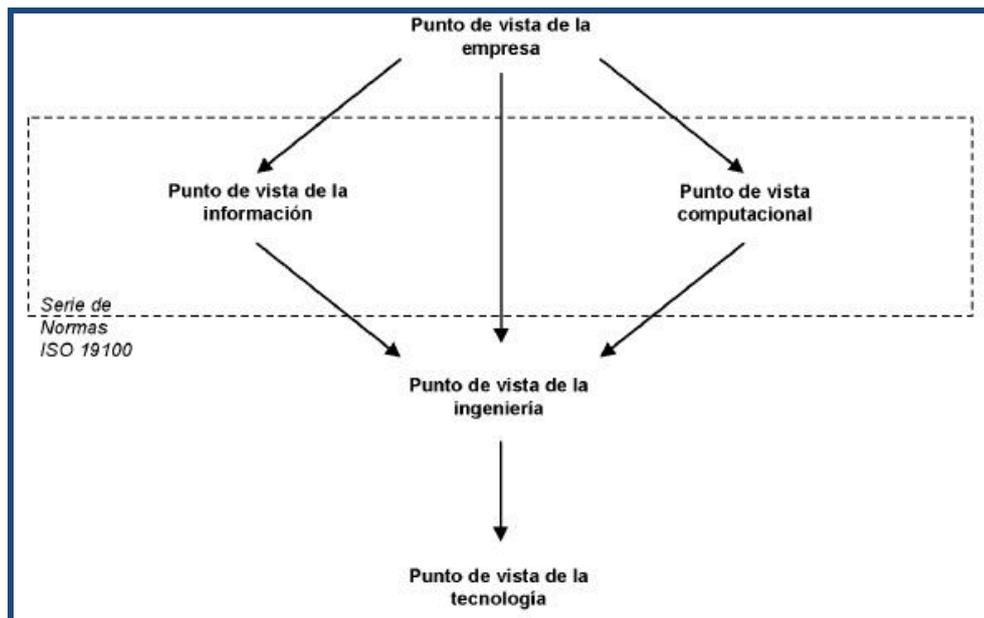


Figura 3.5. Puntos de vista en el Modelo ISO RM-ODP. Fuente: ISO 19101-1, Anexo D.

Estos puntos de vista son los de:

- **La empresa.** Se ocupa del propósito, campo de aplicación y políticas de una organización en relación con los sistemas de IG. Esta perspectiva se utiliza para generar requisitos y varía entre las diferentes organizaciones y, por lo tanto, no es objetivo de la normalización dentro de ISO 19100.
- **La información.** Se ocupa de la semántica y del procesamiento de la información. Una norma realizada en esta línea ha de proporcionar un modelo de información para un SIG y también define el procesamiento en dicho sistema. Éste es el punto de vista más importante para las Normas ISO 19100. Las normas y perfiles de la familia ISO 19100 proporcionan descripciones normalizadas de IG para utilizar en el desarrollo de SIG que pueda interoperar en entornos informáticos distribuidos.
- **La computación.** El interés se centra sobre los elementos que interaccionan entre servicios que forman parte de un sistema. Esta es la segunda prioridad normativa de ISO 19100.
- **La ingeniería.** Se encarga del diseño de las implementaciones dentro de los sistemas informáticos distribuidos, en red, que soporten las especificaciones definidas desde la perspectiva de los puntos de vista de la información y computacional. La serie ISO 19100 pretende separar las especificaciones de los datos, y de los servicios, de la implementación de los mismos. Es decir, ISO 19100 no presta mucha atención a esta perspectiva.
- **La tecnología.** Pretende facilitar una infraestructura dentro de la que operen los servicios. Una especificación de tecnología define cómo se estructura un sistema en términos de sus componentes de hardware y software. Por el momento el TC211 todavía no ha desarrollado esta perspectiva.

Bajo esta perspectiva en ISO 19101 se definen las cinco áreas² principales en las que se estructura la familia. Estas son:

- **Marco de referencia para la serie.** Donde se incluye esta norma, el lenguaje de esquema conceptual, modelado conceptual, etc.
- **Servicios de IG.** Donde se definen la codificación de información en formatos de transferencia, y la metodología para la presentación de la información.
- **Administración de datos.** Se realiza la descripción de los datos, metadatos, de los principios de calidad y procedimientos de evaluación de éstos.
- **Modelos de datos y operadores.** Es el ámbito del modelado los objetos geográficos y sus características espaciales.
- **Perfiles y normas funcionales.** Se utiliza la técnica de desarrollo de perfiles para conseguir la aplicación en áreas específicas o para usuarios concretos. Los perfiles son subconjuntos de la totalidad de elementos que componen una o varias normas.

El modelado conceptual es primordial para la familia ISO 19100, tanto desde el punto de vista de la información, como desde el computacional. El modelado conceptual se utiliza para describir rigurosamente la IG. También se utiliza para definir servicios de transformación e intercambio de IG. Por tanto, es una metodología totalmente aplicable dentro de las organizaciones que capturan, procesan o distribuyen servicios y productos de IG.

Los documentos ISO/IEC 10746-1 e ISO/IEC 14481 proporcionan un marco para el uso del modelado conceptual en las normas ISO, que asegura una especificación y un planteamiento de modelado que sea neutral con respecto a la implementación.

El modelado conceptual es el proceso de crear una definición abstracta de alguna porción del mundo real y/o un conjunto de conceptos relacionados. Estos modelos sólo pueden existir en la mente humana. Se pueden transmitir de unas personas a otras verbalmente de forma imprecisa o, también, de forma escrita mediante un lenguaje de esquema conceptual, que ha de proporcionar los elementos semánticos y sintácticos para describir con rigor un modelo conceptual. Un lenguaje de esquema conceptual se basa en un formalismo conceptual, en el caso de ISO 19100, el formalismo conceptual aplicable es el modelado orientado a objetos.

Un modelo conceptual descrito mediante un lenguaje de esquema conceptual se denomina esquema conceptual.

El lenguaje de esquema conceptual adoptado para la serie ISO 19100 es el UML. A este respecto, la especificación técnica ISO/TS 19103 proporciona el conjunto de requisitos para representar la estructura de la IG y el comportamiento de los servicios de IG. Los esquemas conceptuales de la serie ISO 19100 se integran en esquemas de aplicación que definen la estructura de los datos geográficos procesados mediante sistemas informáticos. En la norma ISO/IEC 14481 establece unos principios que gobiernan el modelado conceptual y el desarrollo de esquemas conceptuales en la serie ISO 19100.

² La división de las normas en grupos que se realiza en este documento para presentarlas no coincide exactamente con esta división pues atendemos a criterios algo distintos.

Junto al modelado conceptual la norma ISO 19101-1 también define lo que se denomina Modelo de Referencia del Dominio. El objetivo del Modelo de Referencia del Dominio es proporcionar una representación completa del dominio de la IG. Esto significa proporcionar una descripción de alto nivel de los aspectos de la IG tratados en la Familia 19100. También identifica los principales conceptos utilizados en ISO 19100 para la representación, organización, intercambio y análisis de la información geográfica con propósitos informáticos.

La abstracción es un proceso por el que seleccionan, definen y representan las características relevantes de objetos o conceptos. El uso de niveles de abstracción superiores ayuda a comprender mejor el dominio de la IG y las relaciones de este dominio con las diferentes normas.

El Modelo de Referencia del Dominio utiliza cuatro niveles de abstracción que se basan en el Conceptual Schema Modelling Facility (Sección 8.2 de ISO 19101-1:2014). Estos son:

- Nivel de instancia. Contiene información que describe objetos específicos, o instancias, halladas en la realidad.
- Nivel de aplicación. Contiene tanto los esquemas de aplicación como los esquemas conceptuales normalizados en la serie ISO 19100. El esquema de metadatos, la definición de los sistemas de referencia, la descripción gráfica de la relación entre calidad y datos geográficos y la determinación de los tipos de objetos geográficos estarían en este nivel.
- Nivel de metamodelo. Identifica el lenguaje utilizado para definir un esquema en el nivel del modelo de aplicación.
- Nivel de meta-metamodelo. Define los aspectos más generales de las normas ISO de la información geográfica y su relación con el modelo RM-ODP, así como la definición y creación de perfiles.

3.4.2. ISO 19103: Lenguaje de Modelado Conceptual

La norma ISO 19103 describe el lenguaje a utilizar a la hora de elaborar esquemas conceptuales. El lenguaje elegido fue UML. En esta norma se define un perfil de UML para la IG.

Un lenguaje de esquema conceptual se basa en un conjunto de formalismos de ámbito conceptual que proporcionan las reglas, restricciones, mecanismos de herencia, eventos, funciones, procesos y otros elementos. Para la familia de estándares ISO 19100 el formalismo conceptual que se aplica es el modelado orientado a objetos tal y como se encuentra descrito por el Grupo de Gestión de Objeto (OMG), un consorcio de la industria del software que define estándares de hecho. Un lenguaje de esquemas conceptuales debe ser capaz de representar el 100% de la semántica del dominio correspondiente, entendiendo este requisito del 100% como el necesario para obtener el nivel de detalle apropiado para el modelado. En esta línea, UML se ha configurado como uno de los mejores lenguajes de esquema conceptual desarrollados hasta la actualidad.

ISO 19103 demanda el uso de UML tal y como se define en ISO 19501-1. Se han establecido reglas específicas y recomendaciones para los siguientes aspectos: clases, atributos, tipos de datos, operaciones, asociaciones y estereotipos. De

manera adicional también se han establecido convenciones para la denominación y pautas de modelado con las que proporcionar una apariencia única al conjunto de estándares de la familia ISO 19100.

A continuación se presenta cada uno de elementos básicos de este lenguaje:

- **Clases.** Una clase es una descripción de un conjunto de objetos que comparten los mismos atributos, operaciones, métodos, relaciones, comportamientos y restricciones. Una clase representa el modelado de un concepto. Dependiendo del tipo de modelo, el concepto puede estar basado en el mundo real (modelo conceptual), o puede basarse en implementaciones entre conceptos de sistemas independientes de la plataforma (modelos de especificación), o conceptos de sistemas de plataformas específicas (modelos de implementación). Según la familia ISO 19100, una clase se concibe como una especificación y no como una implementación. Los atributos se consideran abstractos y no tienen que ser implementados directamente. Una clase de objetos se representa por una caja como la mostrada en la Figura 3.6. Esta caja se divide verticalmente en tres compartimentos, en el primero de ellos se indica el nombre de la clase, en el segundo los atributos y en el tercero los métodos. Así, en el ejemplo de la Figura 3.6, el nombre de la clase es Polígono. Es una clase que nos interesa definir con: unos atributos, la posición de su centro, sus esquinas o vértices y los colores de borde y relleno; y unos métodos, la posibilidad de rotarla, borrarla, destruirla o seleccionarla.

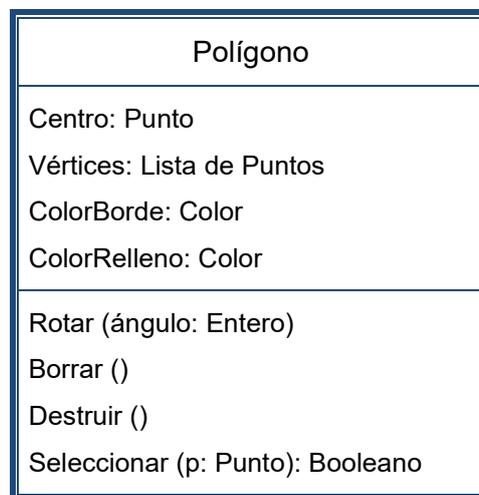


Figura 3.6. Representación gráfica de una clase Polígono en UML.

- **Atributos.** Un atributo es una característica o rasgo de la clase que resulta de interés. Un atributo debe ser único dentro del contexto de una clase y de sus supertipos, o bien ser un atributo derivado. Todos los atributos deben tener tipo perteneciente al conjunto de tipos básicos. Siempre debe especificarse el tipo ya que no existe un tipo por defecto.
 - Tipos de datos. Los tipos básicos han sido agrupados en 3 categorías:
 - Tipos de primitiva. Tipos fundamentales para la representación de valores (p.ej. enteros, decimales, reales, etc.).

- Tipos de implementación. Tipos plantilla para representar acontecimientos múltiples de otros tipos (p.ej. conjuntos, secuencias, diccionarios, enumeraciones, listas, etc.).
- Tipos derivados. Tipos de medida (p.ej. longitud, distancia, área, ángulo) y unidades de medida.
- **Operaciones.** Una operación especifica una transformación en el estado de un objeto, o una consulta que devuelve un valor a una operación.
- **Relaciones y asociaciones.** Una relación en UML es una conexión semántica entre elementos del modelo. Generalización, dependencia y refinamiento son relaciones clase-a-clase. En la familia ISO 19100, se utilizan según la notación y el uso de UML (Figura 3.7). La asociación, agregación, y composición son relaciones objeto-a-objeto que se definen de la siguiente manera:
 - Asociación. Se utiliza para describir una relación general entre dos o más clases.
 - Agregación. Es una relación entre dos clases, en la que una de las clases juega el papel de contenedor y la otra juega el de contenido.
 - Composición. Es una agregación fuerte. Si un objeto contenedor se borra, también se borran los objetos contenidos.

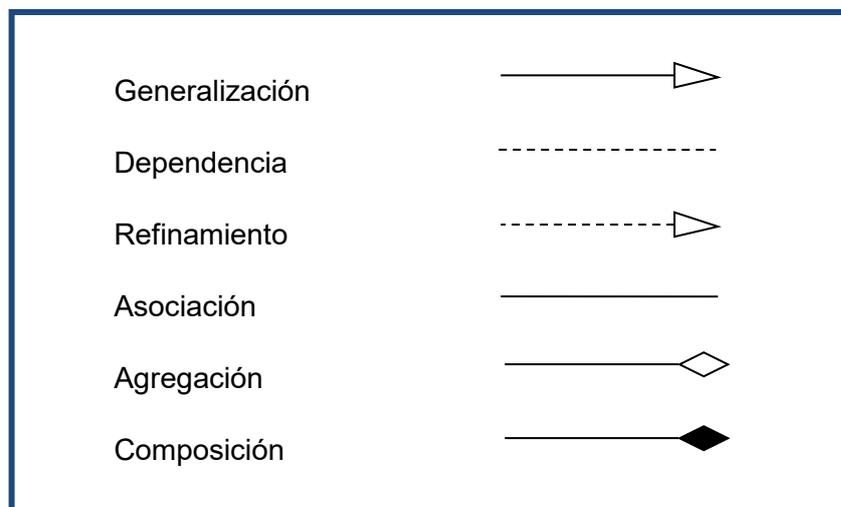


Figura 3.7. Tipos de relaciones en UML

3.4.3. ISO 19104: Terminología

En muchos casos, la terminología aplicada en las normas sobre IG no se corresponde con las definiciones comúnmente aceptadas para otros usos. En otros casos, se establecen nuevos términos. En ambas situaciones se hace necesario recoger definiciones donde explicar sin equívocos dichos términos. Por ello, en toda norma de la familia ISO 19100 se establece un capítulo donde se recogen esas definiciones terminológicas.

Para tener un registro conjunto de terminología que facilite su uso, distribución y armonización, el TC211 confecciona un repositorio de terminología donde se incorporan los términos incluidos en los diferentes documentos de la familia ISO 19100. El órgano encargado de la coordinación de esos trabajos es el *Terminology Maintenance Group* (TMG).

Según lo avanzado, ISO 19104 aporta las bases para la recogida y el mantenimiento de la terminología en el campo de la IG. Esta norma establece el criterio selección de los conceptos que deben ser incluidos en las diferentes normas relativas a la IG desarrolladas por ISO/TC211. Además, en ella también se establece la estructura del registro de terminología, y se describen los principios para redactar las definiciones que se incluye en la norma. La norma también establece las líneas básicas para el mantenimiento de un repositorio de terminología.

Como es lógico pensar, la norma debe garantizar la no conformidad de un documento donde se ha creado un nuevo término para un concepto existente, o donde un término existente que ha sido incorrectamente aplicado. Es decir, los conceptos y sus definiciones no deben ser incluidos con el término candidato hasta que la conformidad es demostrada.

3.4.4. ISO 19105: Conformidad y Pruebas

Para conseguir el objetivo de normalización propuesto es primordial que los datos y los sistemas puedan ser probados para determinar si se ajustan o no a las normas de referencia. El hecho de que la conformidad sea verificable de manera objetiva, es decir, mediante la superación de un conjunto de pruebas, resulta imprescindible para que los usuarios de IG puedan lograr los principios de interoperabilidad, objetivo prioritario en los trabajos del TC211. Esto implica comprobar las funcionalidades de una implementación respecto a los requisitos de conformidad de la normativa y, también, en relación con las funcionalidades declaradas de la implementación.

Así, el objetivo de la norma ISO 19105 es proporcionar un marco para especificar el conjunto de pruebas y procedimientos utilizados en la comprobación de conformidad de una nueva norma respecto al sistema o familia o de un desarrollo de una norma respecto a la norma base. Los principios básicos para el desarrollo de las pruebas de conformidad se establecen de manera que se asegure la fiabilidad de estas pruebas como medida de conformidad y la comparación de los resultados en comprobaciones realizadas por diferentes equipos. Esto permite facilitar la comunicación entre los agentes que intervienen en estas pruebas.

En esta línea se definen dos tipos de conformidad:

- Conformidad de Clase A. Se encarga comprobar la conformidad de especificaciones, perfiles y normativa funcional en relación a la normativa producida por el TC211. Para estudiar este tipo de conformidad se comprueba manualmente que las normas o especificaciones tienen desarrollado un capítulo en este sentido, definido de manera que no excluya la conformidad con ninguna de las normas de la familia ISO 19100 que están afectadas.
- Conformidad de Clase B. Se ocupa del estudio de conformidad de los capítulos de conformidad que cada norma tiene definida. Para ello hay que

verificar que dicho capítulo está descrito de acuerdo al Anexo A de la norma ISO 19105, de carácter normativo. En este anexo se definen los puntos fundamentales que hay que introducir en la redacción de un capítulo de conformidad en una norma internacional de IG digital, y cómo hay que hacerlo para que se muestre de manera clara los requisitos para lograr la conformidad con la norma analizada. En este anexo también se dan las directrices para definir un conjunto de pruebas genéricas (Abstract Test Suite, ATS). Esto se define como, “módulo de pruebas genéricas que especifican todos los requisitos de conformidad que deben satisfacer” (UNE-EN-ISO 19105:2000 Conformidad y pruebas).

De esta forma, se establece un marco general de conformidad tal que una implementación se dice que está conforme a una norma de la familia si cumple los requisitos que se definen en los capítulos de conformidad de cada una de las normas ISO 19100 aplicables. Estos requisitos pueden ser de tres tipos:

- Requisitos obligatorios. Deben ser observados en todos los casos.
- Requisitos condicionales. Deben ser observados si los factores de condición se cumplen.
- Requisitos opcionales. Pueden ser utilizados para satisfacer la implementación.

Para determinar los límites del dominio de aplicación de las pruebas que se han de realizar, se confecciona un documento denominado Declaración de Conformidad de Implementación (Implementation Conformance Statement, ICS). Éste determina las opciones que han sido tomadas en cuenta en la implementación. De esta manera se permite que la implementación sea sometida a la prueba de conformidad contra los requisitos que ha de cumplir en función del tipo de implementación realizada.

Para que una implementación se denomine conforme, ésta debe satisfacer los requisitos de conformidad de las normas ISO 19100 aplicables, e incluso satisfacer funcionalidades adicionales no descritas en la norma, siempre y cuando no estén explícitamente prohibidas en la normativa.

3.4.5. ISO 19106: Perfiles

ISO 19106 tiene como objetivo el establecer las pautas necesarias para el desarrollo de perfiles. Los perfiles son una opción muy interesante que permite amoldar ciertas normas a circunstancias particulares (p.ej. entornos tecnológicos, usuarios concretos, realidades socioeconómicas o culturales distintas, etc.). Por ello el manejo de perfiles es una opción que se debe tener muy en cuenta en las organizaciones productoras de datos espaciales y de servicios de datos espaciales para desarrollar productos conformes respecto a algunas normas de la familia ISO 19100 pero matizados en busca de una mayor competitividad, eficacia y eficiencia. Además, esta idea puede ser aplicada sobre estándares propios de la organización para desarrollar nuevos y diferentes productos.

La familia ISO 19100 define múltiples normas que contienen conjuntos de reglas para el modelado de diversos aspectos de la IG. El uso de los perfiles pretende

aunar distintos elementos derivados de una o varias de las normas con los siguientes objetivos:

- Identificar aquellas normas de base que, junto con las clases apropiadas, subconjuntos de conformidad, opciones y parámetros, son necesarias para llevar a cabo funciones identificadas para la obtención de algún propósito como la interoperabilidad.
- Proporcionar un medio para mejorar la disponibilidad de implementaciones coherentes a partir de grupos de normas de base definidas funcionalmente, las cuales se espera sean los componentes más relevantes de sistemas de aplicación reales.
- Promover uniformidad en el desarrollo de pruebas de conformidad para sistemas que implementen la funcionalidad de los perfiles.

En esta norma se tratan dos tipos de conformidad:

- Conformidad de Clase 1. Se satisface cuando un perfil se elabora a partir de un subconjunto puro de estándares ISO de IG.
- Conformidad de Clase 2. Permite que los perfiles incluyan extensiones dentro de un contexto aceptado en la norma de base y posibilita la elaboración de perfiles que incluyan elementos provenientes de estándares de IG que no sean ISO.

Por tanto, la creación de perfiles promueve la integración de normas base mediante la definición del modo de utilizar una combinación de aquéllas para un entorno funcional dado. Así, los perfiles no pueden contener contradicciones con las normas base pero, sin embargo, pueden llevar a cabo elecciones en el ámbito de las opciones y los rangos de valores.

Esta norma da directrices para: el desarrollo de los contenidos de los perfiles, los elementos clave que definen su conformidad, el formato y estructura del perfil, la manera de identificación y de preparación y adopción de los perfiles.

3.5. SISTEMAS DE REFERENCIA E IDENTIFICADORES.

El siguiente grupo de normas que parece más coherente establecer dentro de ISO 19100 es el relativo a los sistemas de referencia e identificadores, ya que toda entidad, bien sea vectorial, de malla, paramétrica o de cualquiera otra naturaleza debe basarse en algún tipo de coordenada referido a estos sistemas de referencia.

En ISO 19100 existen dos normas relativas a sistemas de referencia, en concreto ISO 19111 que define los sistemas de referencia de coordenadas y la norma ISO 19112 referida a los sistemas de referencia basados en identificadores. Tanto en el primero como en el segundo caso es necesaria la definición de coordenadas, por lo que, aunque no lleve el código de la familia (191xx), la norma ISO 6709 cubre esta necesidad ya desde su primera versión en 1983.

Indudablemente el aspecto posicional es el rasgo más característico y diferenciador de los datos especiales respecto a cualquier otro tipo de dato. Por ello la gestión adecuada de los sistemas de referencia es una cuestión primordial para las organizaciones productoras de IG. Se trata de un tema ligado a la geodesia y a la cartografía matemática, asuntos que sin ser excesivamente complicados

desde la perspectiva del uso³ (datums, geoides y proyecciones) son de gran relevancia para asegurar la interoperabilidad y calidad posicional de productos y servicios de datos espaciales. Por muy obvio que resulte, ninguna organización productora de datos espaciales puede olvidar tratar adecuadamente los sistemas de referencia dentro de la documentación de su SGC (especificaciones de productos, servicios, etc.).

3.5.1. ISO 6709: Referenciación normalizada de la localización geográfica de un punto mediante coordenadas

ISO 6709 describe un método estándar para informar acerca de la localización de un punto en un sistema de referencia definido. El interés de esta norma es antiguo, la primera versión de la norma es del año 1983, aunque se actualizó en 2009.

La norma permite informar sobre la situación de un elemento puntual sobre una superficie de referencia dada. De forma general estas coordenadas serán la latitud y longitud, aunque también se aceptan otros tipos planos. Asimismo, se aceptan elementos por encima o debajo de una superficie de referencia de forma opcional. La norma ISO 6709 se pensó con el fin de facilitar el intercambio de coordenadas entre personas y/o máquinas o entre máquinas, aunque no está ideada para el almacenamiento interno de la información.

Al ser la segunda revisión de la norma, ha tratado de ser compatible con la primera versión. Así, usa una cadena de texto, como en la primera versión, aunque también acepta una cadena XML para la descripción como un método alternativo estándar en la actualidad.

De forma general, la norma considera que los elementos puntuales pueden ser individuales con una tupla de valores (mínimo 2 valores) o con un conjunto de tuplas para definir un conjunto de coordenadas. En cualquier caso, todos ellos requieren de un Sistema de Referencia de Coordenadas (CRS por sus siglas en inglés) según quedan definidos en ISO 19111.

Por tanto, esta norma se relaciona básicamente con la ISO 19111 que le ofrece el soporte para la expresión de las coordenadas en cualquier CRS.

3.5.2. ISO 19111: Sistemas de referencia por coordenadas.

ISO 19111 es fundamental en el desarrollo y especificación de sistemas de referencias basados en coordenadas (CRS, Coordinate Reference Systems). Sin embargo, es importante indicar que, para los aspectos temporales, que también están presentes en los CRS, se dispone de la norma ISO 19108. Para esta norma los CRS son estáticos.

Al igual que la mayor parte de las normas, ISO 19111 se basa en otras normas de la familia ISO 19100. Sin embargo, define conceptos mucho más básicos y de apoyo a un conjunto mayor de normas debido precisamente al menor número de documentos necesarios para su desarrollo.

³ Con esta perspectiva nos referimos a saber manejarse con estos términos y aplicarlos en la carga y análisis de información en un SIG o visualizador IDE. Por supuesto, el aparato matemático que hay detrás queda fuera de esta perspectiva.

El aspecto fundamental que define ISO 19111 son los CRS, intentando que sean legibles tanto por el ser humano como por sistemas automáticos. Así, según ISO 19111, los aspectos fundamentales son:

- La posición de cualquier punto sobre la superficie de la Tierra viene definida por una tupla de coordenadas y un CRS.
- La tupla sólo puede contener un elemento de altitud.
- El orden de las coordenadas dentro de las tuplas tiene que estar definido en el CRS.
- El CRS está formado por:
 - Un datum.
 - Un sistema de coordenadas para medir sobre dicho datum.

Asimismo, se definen los esquemas de operaciones que permiten convertir tuplas de coordenadas de un CRS a otro. En la Figura 3.8 pueden verse las entidades que se involucran en un proceso de transformación de coordenadas, donde a la izquierda aparecen puntos en el CRS de origen (con su datum y su sistema de coordenadas) y a la derecha puntos en el CRS de destino (con otro datum y su sistema de coordenadas respectivo). Así en el centro de la figura, la Operación de Coordenadas permite esta transformación.

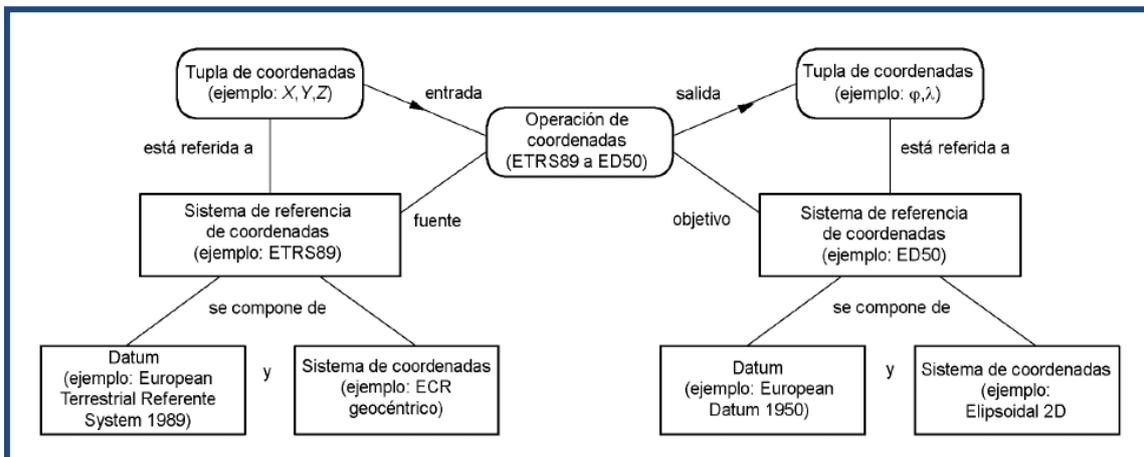


Figura 3.8. Relación de entidades involucradas en una operación de transformación de coordenadas. Fuente: UNE-EN-ISO 19111.

Según todo lo anterior, el conjunto de entidades de la norma son (Figura 3.9):

- Datum. Parámetro o conjunto de parámetros que definen la posición del origen, la escala y orientación de un sistema de coordenadas. Según esta norma puede ser de 4 tipos: vertical, geodésico, de ingeniería y de imágenes. De entre todos ellos, el datum geodésico es el más usado en cartografía, aunque todos los demás son ampliamente utilizados en nuestra área de estudio. Así pues, el datum geodésico requiere de la definición de algunos parámetros adicionales como el elipsoide (semieje mayor y otra de las constantes), el origen de medidas, etc.

- **Sistemas de coordenadas (CS).** Conjunto de métodos matemáticos que especifican la manera de medir puntos sobre un datum. Definirá datos como el número de coordenadas (elementos de la tupla), orden en la tupla de cada elemento, unidad de medida, etc. Los sistemas de coordenadas están clasificados en diferentes tipos: cartesianos, elipsoídicos, verticales, afines, etc. Todo sistema de coordenadas está formado por 1 o más ejes que deben ser definidos mediante algunos parámetros (orientación, dimensión, nombre, etc.).
- **Sistemas de referencia de coordenadas (CRS).** Composición de un datum y un CS que permiten posicionar inequívocamente un punto sobre la superficie del objeto (en cartografía, la Tierra). Estos sistemas pueden ser simples o compuestos. Los sistemas simples son aquellos que no cambian con el tiempo y que son o bien horizontales o verticales. Los sistemas compuestos se componen de sistemas simples, por ejemplo, un sistema horizontal y un sistema vertical.
- **Operaciones de coordenadas.** Métodos numéricos o algoritmos que permiten convertir coordenadas de un CRS a otro CRS de forma general. En la norma se denominan conversiones a aquellos procesos de transformación que tienen el mismo datum de origen y destino y transformaciones si tienen diferente datum.
- **Objetos identificados.** Hace referencia a cualquier entidad definida en ISO 19111 a la que se le asignará un nombre y un tipo.

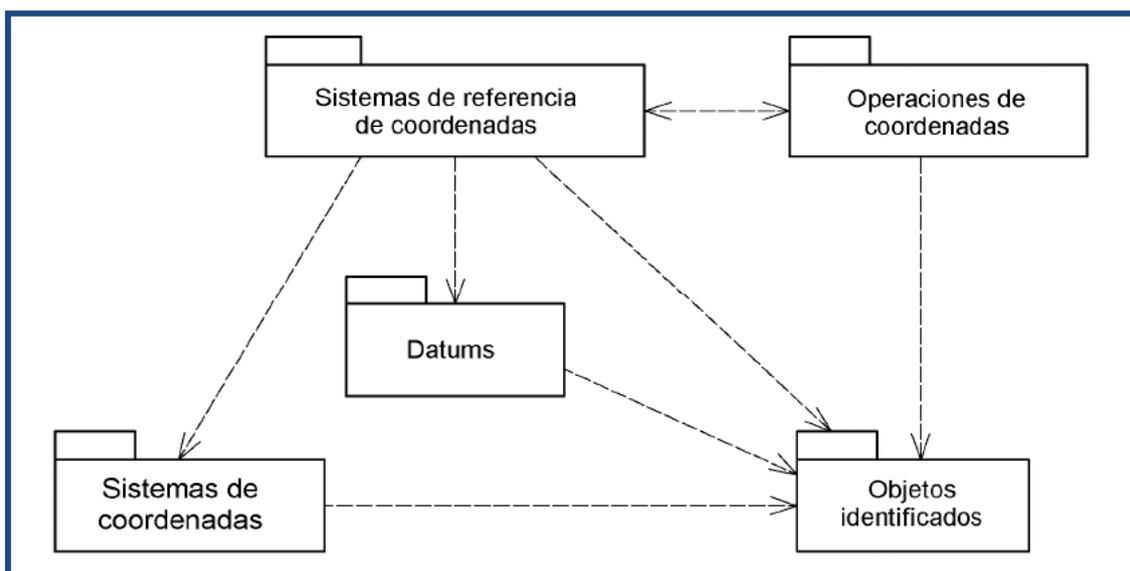


Figura 3.9. Relación entre los distintos paquetes que conforman la estructura de la norma ISO 19111.

3.5.3. ISO 19111-2: Sistemas de Referencia por coordenadas. Parte 2. Extensión para valores paramétricos.

ISO 19111 fue extendida con posterioridad para aceptar la posibilidad de CRS con parámetros variables, por ejemplo, CRS que incluyan presión, temperatura u otros

aspectos. Para ello, TC211 desarrolló un tipo específico de CRS simple, como puede verse en la Figura 3.10.

Estos CRS pueden contener ejes controlados por un parámetro variable con respecto al tiempo, y debe ser asignado a un datum o punto 0 específico. El principal aspecto de esta adición es la inclusión de la variable de ejecución del datum paramétrico (época) y la posibilidad de crear nuevos CRS espaciotemporales y paramétricos (p.ej. variaciones de densidad marina) o de CRS espacio paramétricos (p.ej. presión barométrica).

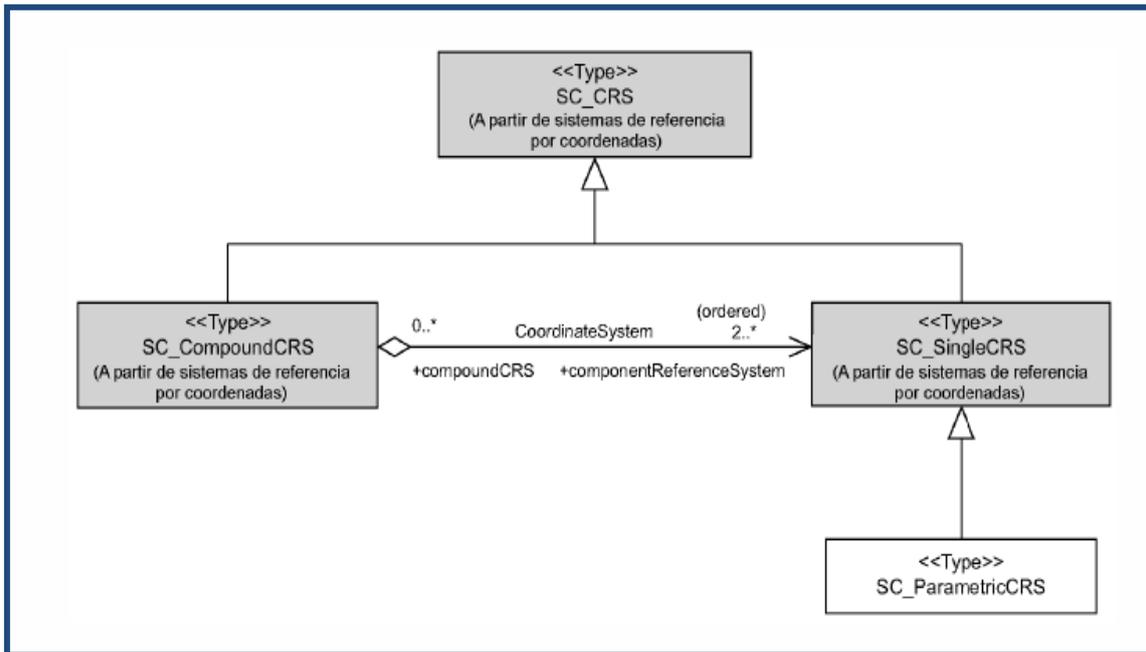


Figura 3.10. Esquema UML para un CRS paramétrico. Fuente: UNE-EN-ISO 19111-2.

3.5.3. ISO 19112: Sistemas de referencia por identificadores

ISO 19112 formaliza sistemas de referencia basados en identificadores geográficos, es decir, el posicionamiento indirecto, o basado en objetos. Esta forma de posicionamiento es connatural al hombre, se utiliza en el lenguaje natural y por ello el gran interés de incluirla en la familia como punto de entrada a aplicaciones basadas en la posición orientadas al gran público o a otro tipo de aplicaciones. Un claro ejemplo de este método de posicionamiento es cuando ofrecemos nuestra dirección a otra persona en una conversación: "pues yo vivo en Jaén, junto a la Estación, en la Calle de la Rioja nº 3 sobre la tienda de muebles". Como se puede observar, todos los elementos de la frase son objetos que dan posición a la vivienda del interlocutor.

Por tanto, en estos sistemas la relación entre la posición sobre la superficie de la Tierra y el objeto geográfico no está definida por coordenadas si no por los siguientes posibles indicadores:

- De inclusión. Por indicar que la posición se encuentra dentro de una región del espacio dada (p.ej. dentro de un país).

- Basada en mediciones locales. Indicando distancias relativas a un elemento nominal posicionable en el terreno (p.ej. distancia en una calle).
- Por relación débil. Indicando proximidades o posiciones aproximadas respecto de un elemento de relevancia (p.ej. junto a un edificio).

ISO 19112 no trata de desarrollar todos los tipos de relaciones anteriores, por el contrario, sólo trata de la definición de los sistemas de referencias espaciales basados en nombres, que generalmente pueden considerarse relaciones de inclusión.

En cuanto a la relación con otras normas, ésta está limitada a ISO 19105 (conformidad y pruebas), 19107 (esquema espacial), 19111 (Sistemas de referencia) y 19115 (metadatos).

La materialización de un sistema de referencia espacial (al igual que un CRS puede ser una red geodésica), viene determinada por lo que se denomina nomenclátor, según la propia norma, un nomenclátor (*gazetteer* en inglés) es un “catálogo de identificadores geográficos que describen instancias de localización. Contendrá información adicional sobre la posición de cada instancia de localización”. De esta forma, un conjunto o lista de denominaciones relativas a objetos reales, siempre que sea lo suficientemente extenso, permite a los usuarios referenciar los lugares más comunes con un grado de precisión adecuado. La relación entre un nomenclátor y el sistema de referencia basado en identificadores se diagrama en la Figura 3.11 donde puede observarse que el nomenclátor es un conjunto de instancias, que éstas tienen un tipo de localización y que este tipo de localización es parte de un sistema de referencia espacial basado en identificadores.

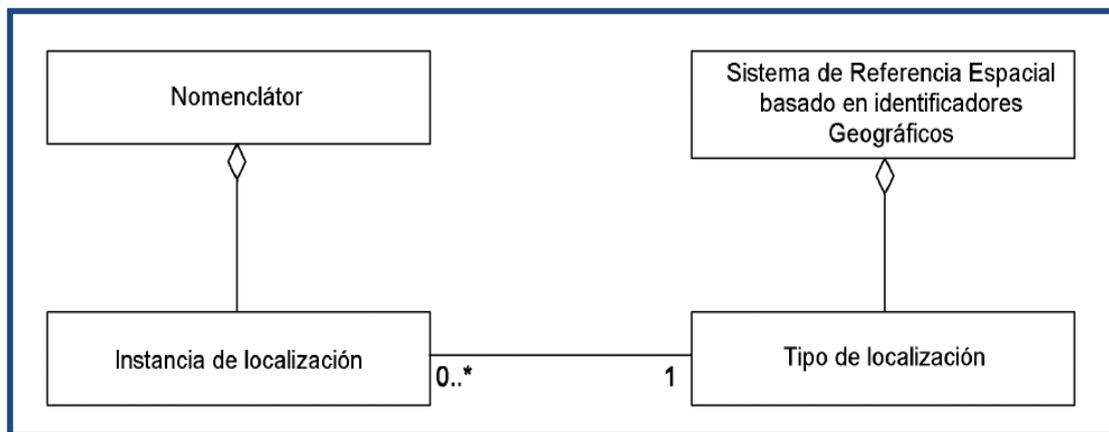


Figura 3.11. Relaciones entre las diferentes entidades desarrolladas en ISO 19112.

3.6. MODELO ESPACIAL Y TEMPORAL

El mundo real posee un sinnúmero de detalles, por lo que su modelado por medio de IG no puede basarse exclusivamente en puntos con una posición definida. Se necesita modelar geometrías y relaciones diversas en el espacio y en el tiempo. Por ello, una vez que se pueden definir de forma inequívoca posiciones puntuales en

diferentes CRS el siguiente paso es introducir complejidad y versatilidad mediante modelos espaciales y temporales. De ello se encargan las normas ISO 19107 e ISO 19108.

ISO 19107 establece un modelo espacial completo y detallado que queda simplificado mediante el perfil que se desarrolla en ISO 19137. Los modelos conceptuales descritos en esta norma se están usando, hoy en día, en la mayoría de los Organismos Cartográficos gracias a su implementación en el software SIG. El uso de estos modelos por desarrolladores de software y usuarios proporciona estructuras de datos espaciales interoperables, aumentando así la capacidad de compartir IG entre aplicaciones.

ISO 19108 se desarrolla con la misma intención que la anterior, pero en el ámbito temporal. Se trata de un modelo más sencillo que el espacial con el que se posibilita la incorporación del factor tiempo en el análisis de la IG. El tiempo es un aspecto cuya gestión en bases de datos alfanuméricas está perfectamente dominado (bien empleando vistas por tiempo o añadiendo campos de gestión temporal específicos), pero cuyas implicaciones en el ámbito de la IG son mucho más complejas al afectar tanto a la geometría como a las relaciones topológicas entre elementos (Langran, 1992). Sin embargo, la norma propone un modelo no excesivamente complejo que va a tener gran proyección en el análisis SIG.

Dado que las aplicaciones temporales no son todavía usuales, estas normas, y, fundamentalmente ISO 19007 y su perfil ISO 19137, son la base sobre la que se debe apoyar la modelización y producción de datos espaciales, así como el desarrollo de las herramientas de software que los han de gestionar. Esto conlleva la necesidad de que en las organizaciones productoras de IG exista personal con amplios y profundos conocimientos de ellas. Como es lógico pensar, estas normas apoyan la modelización sobre UML, sistemas de referencia, etc.

3.6.1. ISO 19107: Modelo espacial

ISO 19107 tiene como objetivo proporcionar modelos conceptuales para describir y manipular las características espaciales de los objetos geográficos. Se entiende aquí por objeto geográfico toda abstracción del mundo real que se encuentra asociada con una posición en la Tierra.

Para su desarrollo esta norma se apoya en otras más generales, tanto de la familia ISO 19100 como de otros ámbitos. Dentro de la familia 19100 se deben indicar ISO/TS 19103, que proporciona las reglas para el lenguaje base (UML), así como ISO 19109 que define las reglas para crear y documentar modelos de aplicación, incluyendo los principios para la definición de objetos geográficos. Además, los objetos geométricos definidos en esta norma, que llamaríamos vectoriales, están íntimamente relacionados con el posicionamiento, tratado anteriormente en ISO 19111. Dado que es ésta es una norma base dentro de la familia ISO 19100, son numerosas las normas que basarán sus desarrollos en ella.

En el modelo que define las características espaciales de los objetos geográficos se describen mediante uno o más atributos espaciales que pueden ser cuantitativos o cualitativos, y cuyos valores vendrán dados, respectivamente, por un objeto geométrico o topológico:

- La geometría proporciona la descripción cuantitativa de las características espaciales, por medio de coordenadas y funciones matemáticas, incluyendo las dimensiones, posición, tamaño, forma y orientación.
- La topología proporciona una descripción cualitativa, y se encarga de las características de las figuras geométricas que permanecen invariantes frente a deformaciones elásticas y continuas del espacio, como por ejemplo las transformaciones de un sistema de coordenadas a otro. Dentro del contexto de la IG, la topología se suele usar para describir la conectividad, propiedad que es invariante bajo cualquier transformación continua y que se deriva de la propia geometría.

Por otro lado, las características espaciales de los objetos geográficos se manipularán mediante un conjunto de operadores espaciales acordes con dichos modelos conceptuales. Los operadores espaciales son, por tanto, funciones y procedimientos que utilizan, consultan, crean, modifican o eliminan objetos espaciales. IOS 19107 establece la taxonomía de estos operadores con la finalidad de definir:

- Operadores espaciales sin ambigüedad, de manera que diferentes implementaciones tengan resultados comparables, dentro de las propias limitaciones de exactitud y resolución.
- Un conjunto de operaciones estándar que sean la base de los sistemas y sirvan de banco de pruebas para implementaciones, y de punto de referencia para las validaciones de conformidad.
- Un álgebra de operadores que permita la combinación de los operadores básicos para ser usados de manera predecible en la consulta y manipulación de datos geográficos.

Los ítems anteriores marcan claramente el papel fundamental de esta norma para el caso de las organizaciones productoras de software y por ello su importancia dentro de los procesos productivos y de aseguramiento y control de la calidad que deben desarrollar y estar especificados en sus SGC.

Los modelos conceptuales consistirán, en la mayoría de los casos, en una jerarquía de clases, donde la clase superior o raíz describe un elemento gráfico en sentido general y las clases hijas un elemento gráfico específico. Por ejemplo, la clase geométrica conceptual más general es el objeto geométrico que podría ser cualquier objeto geométrico de un conjunto de datos: una curva, un punto, una superficie o un sólido. Sin embargo, una clase inferior describirá una geometría específica como puede ser un arco o una clotoide. El modelo completo contendrá la estructura abstracta del mundo real y el propósito de los modelos es poder relacionar las clases que están presentes en el conjunto de datos.

Soportada en una gran base conceptual (álgebra, teoría de conjuntos, topología, etc.) la norma ISO 19107 se caracteriza por:

- Estar dirigida a datos vectoriales de hasta 3 dimensiones.
- Describir la geometría y topología de la IG.
- Aplicar los axiomas de la Teoría de los Conjuntos.

- Garantizar, para dos dimensiones, la cobertura completa de un área, sin interrupciones.
- No hacer referencia alguna a la representación gráfica de los elementos geométricos.
- Estar basada en dos criterios generales de diseño. El criterio de representación de la frontera (*boundary-criterion* o generalmente *b-rep*) y de composición (*complexes*). El criterio de frontera consiste en que cada objeto se compone de su frontera que pertenecerá a una clase de un nivel inferior, por ejemplo, una superficie está delimitada por un conjunto de curvas y éstas a su vez por puntos al principio y final. El criterio de composición expresa que los objetos complejos (geométricos y topológicos), se componen de geometrías que no se solapan.

En la Figura 3.12 se muestra su organización en paquetes y las relaciones entre ellos, además, habrá relaciones de dependencia con otros paquetes de ISO 19111 (sistemas de referencia por coordenadas) y de ISO 19103 (tipos básicos de datos).

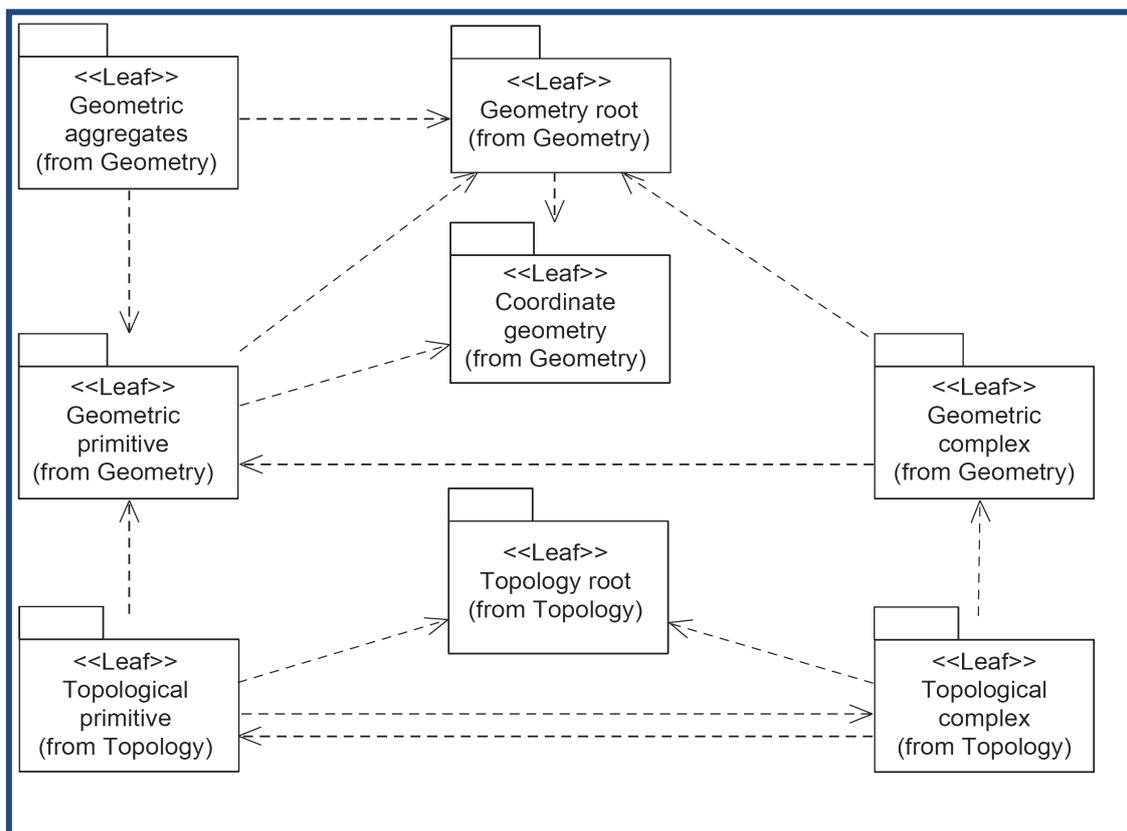


Figura 3.12. Conjunto de paquetes que presenta ISO 19107.

A continuación, se presentarán los aspectos más básicos de las clases geométricas y topológicas.

Descripción general de las clases geométricas y sus operaciones

La clase geométrica conceptual más general es el objeto geométrico. Todas las clases heredan a través de ella una asociación opcional a un determinado sistema de referencia. Un objeto geométrico puede ser de tres tipos:

- Primitiva. Son los elementos gráficos básicos que conforman el conjunto de datos geográficos completo. Las primitivas existen por sí mismas y no tienen más relación geométrica con sus vecinas que el sistema de referencia de coordenadas. Las primitivas son abiertas, esto significa que no contendrán a sus respectivas fronteras como posiciones directas, aunque podrán tener punteros a ellas. Las primitivas geométricas, según su dimensión son:
 - Punto. Primitiva geométrica cero dimensional que representa una posición.
 - Curva. Primitiva geométrica unidimensional formada por una secuencia de posiciones, y que se compone de uno o más segmentos curvos. Existen diferentes métodos de interpolación entre los puntos de control, lo que genera diferentes tipos de segmentos curvos: clotoides, cónicas, geodésicas, arcos, etc.
 - Superficie. Primitiva geométrica bidimensional que se define, bien como un mosaico de superficies poligonales conectadas entre sí por las curvas que forman sus fronteras de manera que quede una superficie continua sin agujeros (superficie poliédrica), o bien mediante una malla rectangular de puntos en el espacio, que se unen por filas y columnas utilizando funciones matemáticas (superficie paramétrica).
 - Sólido. Primitiva tridimensional.
- Complejo. Es una colección de primitivas geométricas contiguas y conectadas entre sí por sus fronteras. Los objetos complejos son cerrados, es decir, cada objeto complejo estará formado por primitivas de una dimensión y cerradas por primitivas de una dimensión inferior, que son sus fronteras. Los complejos se denominan compuestos si se componen de primitivas de igual dimensión. Si la colección se forma por objetos de la misma dimensión, da lugar a los objetos compuestos que según la dimensión serán:
 - Punto compuesto. Objeto complejo que se compone de un único punto y que se incluye en el modelo por compleción.
 - Curva compuesta. Curva formada por un conjunto de curvas donde cada una (excepto la primera) empieza en el punto final de la anterior de la secuencia.
 - Superficie compuesta. Es la superficie formada por un conjunto de superficies conectadas entre sí por sus fronteras (que son curvas).
 - Sólido compuesto. Conjunto de sólidos que se unen entre sí por sus superficies límites y que forman un único sólido.
- Agregado. Permite la agrupación de elementos geométricos sin limitaciones. El ejemplo típico es un conjunto de puntos de elevación los cuáles, sin agregados, sólo podrían ser descritos como puntos individuales; sin embargo, la agregación permite referenciarlos como un conjunto único. Las agregaciones se denominan “Multi_primitivas” si son composición de

primitivas de igual dimensión, de esta forma tendríamos: multi_puntos, multi_curvas, multi_superficies y multi_sólidos.

Las operaciones más comunes de las clases geométricas quedan incluidas como métodos, entre las consideradas están: frontera, cerramiento, distancia, centroide, cerramiento convexo, orlado, etc.

Como ya se ha indicado, las relaciones topológicas son cualitativas y se deducen directamente de la geometría, por ejemplo: la conectividad, la inclusión, la vecindad o la coincidencia. Por ello la topología describe las propiedades geométricas que son invariantes a deformaciones continuas, por ejemplo, un cuadrado es topológicamente equivalente a un rectángulo o un trapecoide. La topología se utiliza por dos razones básicas: para acelerar el cálculo computacional, porque se pasará de usar algoritmos geométricos a algoritmos combinatorios y para relacionar los objetos geográficos independientemente de su geometría.

La clase principal de la topología es objeto topológico. Un objeto topológico puede ser de dos tipos: primitiva o complejo; pero, en cualquier caso, las geometrías básicas serán las primitivas topológicas, que según su dimensión son:

- **Nodo.** Primitiva topológica de dimensión cero. Son los puntos topológicos donde se cortan dos o más curvas. Son los extremos inicial y final de los arcos.
- **Arco.** Primitiva topológica unidimensional. Son las curvas topológicas que están delimitadas por dos nodos y que, a su vez, delimitan las caras.
- **Cara.** Primitiva topológica bidimensional. Son las regiones cerradas que se encuentran delimitadas por arcos.
- **Sólido.** Primitiva topológica tridimensional. Son los cuerpos definidos por nodos, arcos y caras.

3.6.2. ISO 19137: Perfil esencial del esquema espacial

ISO 19137 establece el núcleo del perfil de la parte geométrica de la norma ISO 19107. Como tal perfil se ha realizado conforme a ISO 19106. Se trata de un perfil que especifica el conjunto de elementos geométricos mínimos que son necesarios para la creación de un modelo de aplicación. La finalidad es obtener un mínimo más fácil de entender y con menor coste de implementación que el descrito por ISO 19107. Precisamente, se ha diseñado intencionadamente pequeño para aumentar su difusión.

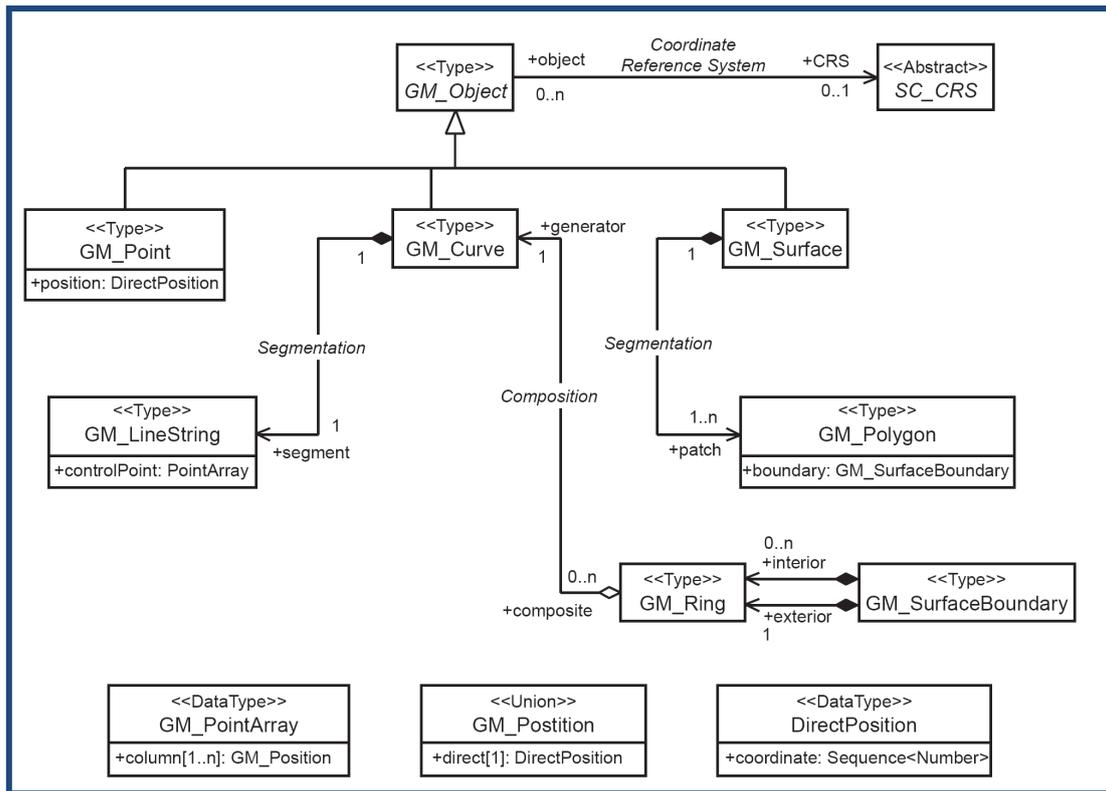


Figura 3.13. Diagrama de la clase GM_Object según ISO 19137. Fuente: UNE-EN-ISO 19137.

El perfil descrito en ISO 19107 sólo desarrolla la parte geométrica para datos vectoriales. Para ello utiliza primitivas geométricas de 0, 1 y 2 dimensiones, es decir, puntos, curvas y superficies. Por tanto, este perfil no tiene primitivas geométricas tridimensionales (sólidos), aunque permite que las primitivas de 1 y 2 dimensiones estén en un sistema de referencia tridimensional, lo que comúnmente denominamos 2.5D. El perfil tampoco utiliza primitivas topológicas, pero en el futuro se podrá diseñar un paquete topológico como extensión. La Figura 3.13 muestra el diagrama UML de la clase geométrica más general (*GM_Object*, omitiendo las clases abstractas) que es soportada por esta norma.

Como resultado de elaborar un perfil sencillo de implementar y de fácil difusión se imponen un conjunto elevado de restricciones respecto a ISO 19107:

- El perfil no utiliza ni las operaciones ni interfaces definidas en ISO 19107.
- Hay determinadas clases que siendo concretas en ISO 19107 se convierten en abstractas en la norma ISO 19137, lo que implica que no son instanciables directamente, sino que deberán instanciarse a partir de sus subclases.
- Se restringen algunas listas controladas.
- Se modifica la cardinalidad de ciertas asociaciones.
- Las posiciones no pueden darse de manera indirecta mediante un puntero a un objeto puntual.

Es importante indicar que existe libertad para definir extensiones del perfil añadiendo clases topológicas.

3.6.3. ISO 19108: Modelo Temporal

ISO 19108 define los conceptos necesarios para describir las características temporales de la IG, incluyendo atributos, operaciones, asociaciones y metadatos de los objetos geográficos que toman un valor en el dominio temporal.

La importancia del tiempo es cada vez mayor en el campo de la IG, tanto por el lado de la oferta (productores) como de la demanda (usuarios). La inclusión del tiempo en los modelos de IG supone un reto importante para las organizaciones productoras. Se requiere de modelo mucho más complejos, la determinación y especificación de los ciclos de vida de cada tipología de objeto y de sus relaciones, la inclusión de identificadores únicos globales, de sellos o marcas temporales, etc. Sin embargo, las aplicaciones geomáticas van por este derrotero y por ello aspectos como la mejora en innovación de productos están relacionados con la inclusión del tiempo.

La norma distingue, al igual que en el modelo espacial, entre la geometría y la topología del tiempo, la geometría especifica la posición temporal del evento (instante y periodo) y la topología establece las relaciones de conectividad entre eventos (conurrencia, secuencia temporal, etc.), estas relaciones se pueden extraer directamente de la geometría, aunque habrá determinadas aplicaciones en las que sea conveniente tenerla descrita explícitamente.

Dado que esta norma desarrolla un modelo base dentro de la familia ISO 19100, tiene una estrecha relación con el resto de normas de esta familia, pero también, dado que el tiempo es un factor crucial de la normalización internacional, tiene dependencia de otras normas más generales como ISO 31-1 (unidades del espacio y del tiempo) e ISO 8601 (expresión de fechas).

En la norma se define un modelo conceptual para describir las características temporales de la IG. El modelo consiste en dos paquetes (Figura 3.14):

- El paquete de Objetos Temporales, en el que se definen los objetos temporales geométricos y topológicos que deben utilizarse como valores de las características temporales de los objetos geográficos y del conjunto de datos.
- El paquete de Sistema de Referencia Temporal, que describe la “Posición Temporal” de un objeto y proporciona elementos para describir los “Sistemas de Referencia Temporales”.

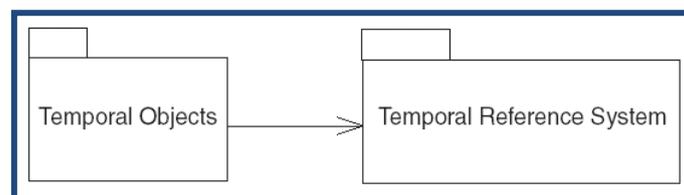


Figura 3.14. Estructura general del Esquema Temporal

Dentro del paquete de objetos temporales se distingue entre los objetos topológicos y geométricos temporales que se utilizan como valores para las características temporales de entidades y de los conjuntos de datos. El objeto base es una clase abstracta que contiene dos subclases:

- Primitiva temporal. Clase abstracta que representa los elementos geométricos y topológicos temporales elementales tales que no pueden descomponerse en otros. Contiene *dos* sub-clases, las primitivas geométricas temporales y las topológicas. Las dos primitivas geométricas en la dimensión temporal son el instante y el periodo:
 - Instante. Primitiva geométrica de dimensión cero que representa una posición en el tiempo. Es el equivalente a un punto en el espacio. En la práctica, un instante es un intervalo cuya duración es inferior a la resolución de la escala temporal. Sólo tiene un atributo, la posición y que puede asociarse a un determinado Sistema de Referencia Temporal.
 - Periodo. Es una primitiva geométrica temporal de una dimensión que representa la extensión en el tiempo. El periodo es equivalente a una curva en el espacio. Al igual que una curva, el periodo es un intervalo limitado por dos puntos (instantes) el inicio y fin, tal que tiene una longitud que es su duración.

Estas primitivas poseen operaciones para determinar el orden y separación temporal.

Dentro de los objetos topológicos temporales se tiene:

- Nodo. Primitiva topológica de dimensión cero que representa la ocurrencia de dos o más eventos en un mismo instante de tiempo y tiene 3 asociaciones: principio y final que relacionan el nodo con el arco al que delimitan y la realización que es una asociación opcional que relaciona el nodo con el instante correspondiente.
- Arco. Primitiva topológica unidimensional que representa la ocurrencia de dos o más eventos simultáneamente durante un periodo de tiempo, También tiene tres asociaciones: principio, fin y realización que relaciona el arco con el periodo correspondiente.
- Complejo temporal. Que es una agregación de primitivas topológicas temporales conectadas. En la norma sólo se describe una agregación de primitivas topológicas.

Una de las partes más importantes de la norma es la dedicada a los Sistemas de Referencia Temporales que funcionan de manera parecida a los CRS en el espacio. Así, un valor en el dominio del tiempo será una posición temporal en un determinado Sistema de Referencia Temporal.

Según la norma, el tiempo se puede medir con dos tipos de escalas, ordinal y de intervalos. Una escala ordinal proporciona información sólo sobre la posición relativa en el tiempo, mientras que la de intervalos proporciona la base para medir la duración. El paquete de Sistema de Referencia Temporal contiene las siguientes sub-clases que describen los 3 tipos de sistemas de referencia:

- Calendarios y Relojes. Ambos se basan en escalas de intervalos. El calendario define la posición temporal con una resolución de un día. El Reloj fija la posición temporal dentro de un día.
- Sistemas de coordenadas temporales. Se basa en una escala de intervalos continua. Tiene dos atributos, origen e intervalo.

- Sistema de referencia temporal ordinal. Se basa en una escala ordinal. Se aplica en determinados sistemas, sobretudo en geología y arqueología, donde la posición relativa en el tiempo se conoce con mayor exactitud que la duración, de esta manera el orden de los eventos en el tiempo puede establecerse con exactitud mientras que no puede hacerse lo mismo con la magnitud de los intervalos entre ellos. Simplificando, un sistema de referencia temporal ordinal es una secuencia ordenada de eventos.

Los métodos para identificar una posición temporal se especifican para cada tipo de sistema de referencia temporal. El sistema de referencia preferido para utilizar con la información geográfica es la combinación del calendario Gregoriano con el Tiempo Universal Coordinado (UTC).

3.7. METADATOS

La IG pretende modelar y describir el mundo real para su posterior análisis, visualización y toma de decisiones. Por ello la elección de un conjunto de datos u otro, de un producto u otro no es un tema banal. La selección del producto de datos espaciales más adecuado a un propósito determinado es una de las funcionalidades que se exigen a los metadatos. Pero además de la selección, el propio descubrimiento de la existencia de ese conjunto de datos y ayudar a su explotación son también propósitos de los metadatos.

Según se ha comentado, el propósito fundamental de la familia ISO 19100 es la interoperabilidad y uno de los elementos base para alcanzar esa interoperabilidad es tener un conocimiento o descripción normalizada de cada conjunto de datos, y de los servicios que se ofrecen para tratarlos. Esta descripción, amplia, permitirá conocer aspectos tecnológicos de un Conjunto de Datos Geográficos (CDG), su contenido, su sistema de referencia, su productor, etc., favoreciendo la transparencia y los procesos de búsqueda, selección y explotación de los datos espaciales.

Estamos hablando pues de datos que informen o expliquen los conjuntos de datos a los que se refieren. Por ello se denominan metadatos, y son necesarios tanto para los datos, como ya se ha indicado, como para los servicios⁴.

Dentro de la familia ISO 19100, actualmente, son tres normas las relativas a metadatos: ISO 19115-1 para datos vectoriales, ISO 19115-2 para datos de malla e ISO 19115-3 para la implementación de esquemas XML. Las dos primeras normas son marcos abstractos para la organización de toda la información que describe un CDG. Desde un punto de vista operativo y de comunicación hacia los usuarios, estas dos normas se completan con ISO 19115-3 que ofrece la parte de implementación. Asimismo, se mantienen ISO 19139, que indica los esquemas de implementación en XML (*XML-Schema*), catalogados en función del tipo de elemento a describir, e ISO 19139-2 que extiende la norma anterior para el caso de los datos de malla.

Fuera ya del ámbito de la IG, las normas ISO 19115-1 y 2 tienen un fin común al de ISO 15836, que representa los esfuerzos de desarrollo alcanzados por la Iniciativa de Metadatos de Dublín Core (DCMI). Esta iniciativa fue desarrollada como un método de búsqueda bibliográfico y se ha ido adaptando con fin de mantener un

⁴ Los metadatos de servicios se presentarán con la norma ISO 19119.

sistema de búsqueda común para todos los documentos digitales, de hecho, cualquier mapa puede considerarse como parte de un fondo bibliográfico, y, por ende, ser consultado o localizado buscando esas mismas pautas. Este hecho, ha forzado a todos los perfiles de las normas ISO 19115-1 y 19115-2 a asumir algunas partes comunes con ISO 15836.

3.7.1. ISO 19115-1: Metadatos para IG

La norma ISO 19115-1 establece un marco común para todos los metadatos de la IG, es el resultado de la revisión de la norma original 19115:2003 y fue adoptada por AENOR y el CEN en el año 2014. Este marco es un modelo que establece una terminología y definiciones comunes y procedimientos de aplicación para los metadatos de la IG. Mediante la definición de elementos de metadatos se describe información sobre la identificación, la extensión, la calidad, el modelo espacial y temporal, la referencia espacial y la distribución de los datos geográficos, etc. La norma trata de ser lo más generalista posible para facilitar la inclusión de todos los tipos de IG, tanto analógica como digital, con distintas perspectivas:

- La catalogación de conjuntos de datos, actividades de *clearinghouse*, y la descripción completa de conjuntos de datos.
- La catalogación de servicios de datos, específicamente indicados como una especificación de un recurso de datos.
- Diferentes niveles de información. Pueden ser conjuntos de datos geográficos, series de conjunto de datos, objetos geográficos individuales, colectivos, etc. (todas las clases indicadas en la Figura 3.15 con el prefijo DS de *DataSet*), hasta alcanzar el nivel máximo de desagregación en entidades y atributos (las metaclasses con el prefijo GF de *General Feature* provenientes de ISO 19109).

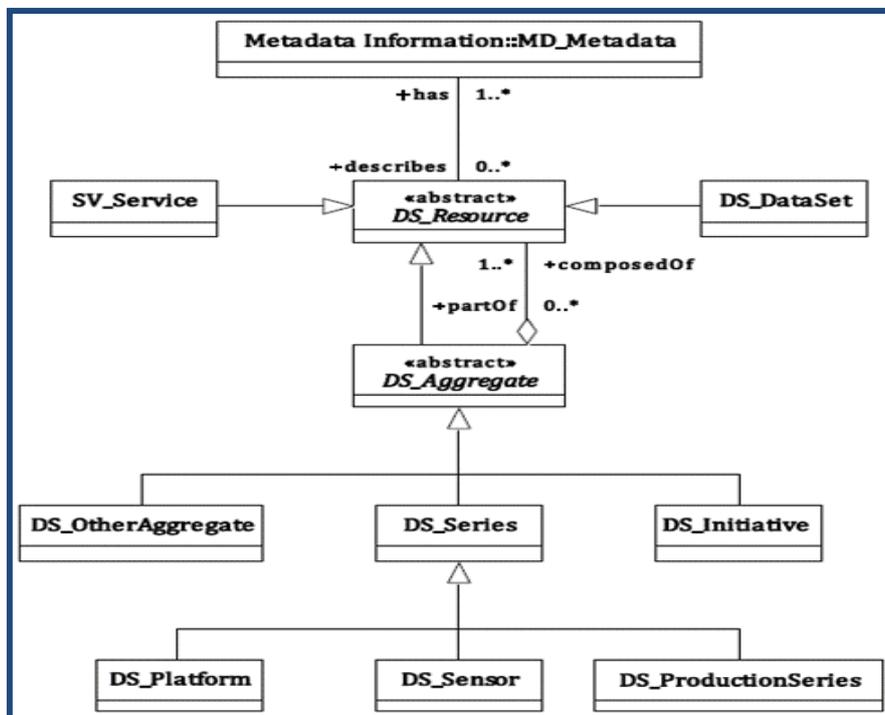


Figura 3.15. Definición de las clases de IG a la que se aplican los metadatos descritos en la norma (apartado 6.2 Figura 1).

ISO 19115-1 se representa mediante paquetes en la Figura 1.16. En ella la clase principal se sitúa en el centro de la figura y, a partir de ella, se relacionan el resto de paquetes. Estos son paquetes de contenidos de atributos que pueden añadirse a los registros de metadatos, ejemplo de ello es la información de calidad de datos.

Aunque esta norma define un extenso número de elementos de metadatos, establece un conjunto mínimo de elementos de metadatos para lo que se denomina “encontrar recursos geográficos”. En ISO 19115-1 esta lista se ha separado en dos tipos, una para recursos geográficos en general, de uso para todo el rango de aplicaciones de los metadatos (desde mapas en formato papel a datos en formato digital, como archivos vectoriales, volúmenes, etc.), y otra para los servicios. Este conjunto mínimo, al igual que para los elementos individuales de metadatos, está formado por elementos obligatorios, opcionales y condicionales, todos ellos con el fin de aumentar la interoperabilidad de los datos, facilitar las búsquedas y permitir a los usuarios entenderlos sin ambigüedades. En la

Tabla 1.5 se muestra el conjunto de elementos que conforman el núcleo y su carácter.

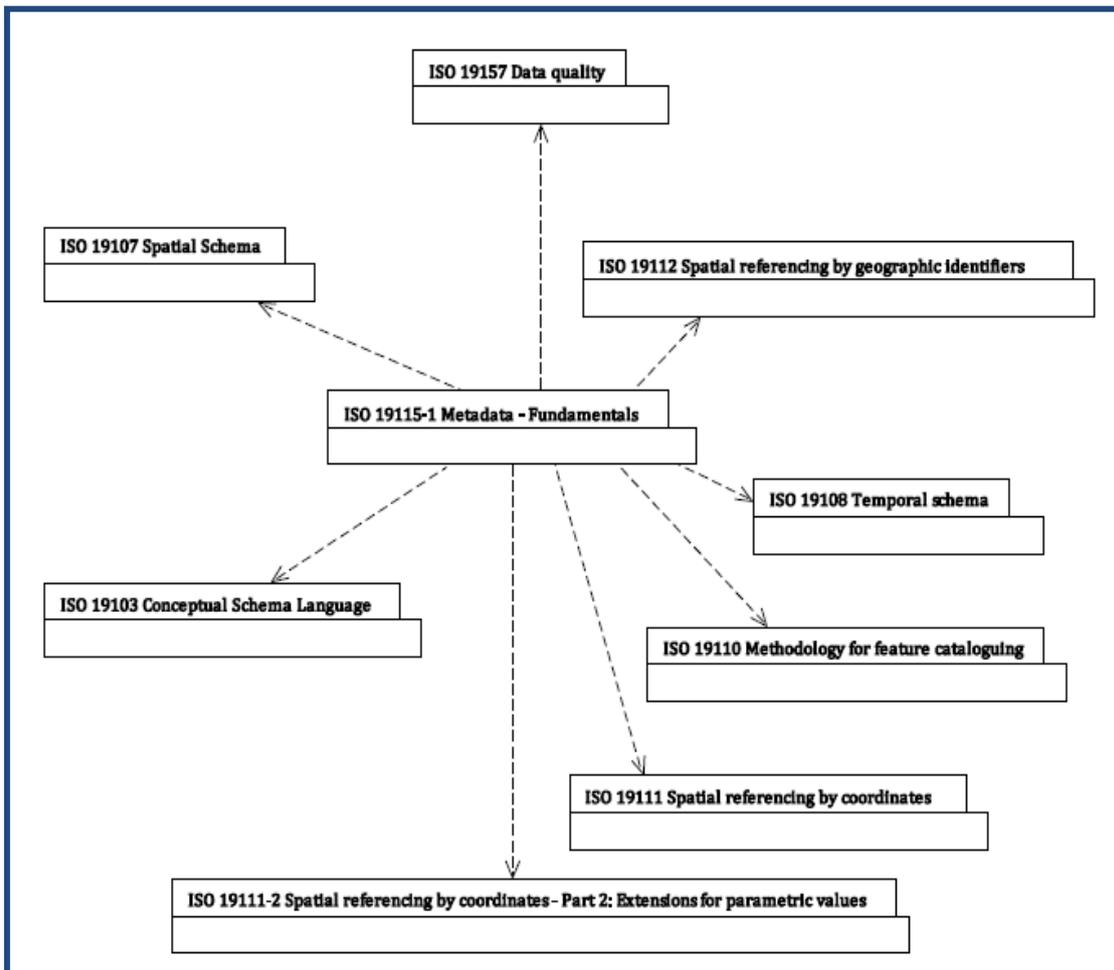


Figura 1.16. Relaciones entre el paquete de Metadatos y el resto de paquetes de la norma ISO 19115-1.

Tabla 1.5. Conjunto mínimo de metadatos para el conjunto de datos geográficos (ISO19115-1:2014 extraído de UNE-EN-ISO2014)

| Elementos de metadatos | Obligación/ Max. Ocurrencia | Comentario |
|---|---|---|
| Información de referencia de los metadatos: MD_Metadata.metadataIdentifier | Op/1 | Identificador único para los metadatos |
| Título del recurso: MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification.citation>CI_Citation.title | O/1 | Título por el que se conoce el recurso |
| Fecha de referencia del recurso: MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification.citation>CI_Citation.date | Op/N | Una fecha que se utiliza para ayudar a identificar el recurso |
| Identificador del recurso: MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification.citation>CI_Citation.identifier>MD_Identifier | Op/N | Identificador único del recurso |
| Punto de contacto del recurso: MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification.pointOfContact>CI_Responsibility | Op/N | Nombre de la persona, cargo u organización responsable del recurso |
| Localización geográfica: MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification.extent>EX_Extent.geographicElement>EX_GeographicExtent>EX_GeographicBoundingBox o EX_GeographicDescription | C – Si no es un conjunto de datos no obligatorio/N | Descripción geográfica o coordenadas (latitud/longitud) que describen la localización del recurso |
| Idioma del recurso: MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification.defaultLocale>PT_Locale | C – Obligatorio si se utiliza un idioma en el recurso/N | El idioma y conjunto de caracteres que se utiliza en el recurso (si se utiliza un idioma) |
| Categoría del tema del recurso: MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification.topicCategory>MD_TopicCategoryCode | C – Si no es un conjunto o serie no es obligatorio /N | Una selección de los 20 elementos en la enumeración MD_TopicCategory que describe el tema del recurso |
| Resolución espacial: MD_Metadata.identificationInfo>MD_Identifier.SpatialResolution>MD_Resolution.equivalentScale, MD_Resolution.distance, MD_Resolution.vertical, MD_Resolution.angularDistance o MD_Resolution.levelOfDetail | Op/N | La escala nominal y/o resolución espacial del recurso |
| Tipo de recurso: MD_Metadata.metadataScope>MD_Scope.resourceScope | C – No igual a conjunto de datos/1 | Un código que identifica el tipo de recurso por ejemplo, conjunto de datos, una colección, una aplicación (vease MD_ScopeCode), que los metadatos |

| Elementos de metadatos | Obligación/ Max. Ocurrencia | Comentario |
|--|--------------------------------|---|
| | | describen |
| Resumen del recurso: MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification.abstract | O/1 | Una breve descripción del contenido del recurso |
| Información de la extensión del conjunto de datos (adicional): MD_Metadata.identificationInfo>MD_Extent>EX_Extent>EX_TemporalExtent o EX_VerticalExtent | Op/N | Extensión temporal o vertical del recurso |
| Linaje del recurso: MD_Metadata>resourceLineage>LI_Lineage | Op/N | Una descripción de la fuente(s) y el proceso(s) de producción utilizado(s) en la producción del recurso |
| Recurso en línea: MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification.citation>CI_Citation.onlineResource>CI_Online_Resource | Op/N | Enlace (URL) en los metadatos al recurso |
| Palabras clave: MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification>descriptiveKeywords>MD_Keywords | Op/N | Palabras o frases que describen el recurso para que se indexe y pueda ser buscado |
| Restricciones en el acceso y uso del recurso: MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification>MD_Constraints.useLimitations y/o MD_LegalConstraints y/o MD_SecurityConstraints | Op/N | Restricciones en el acceso y uso del recurso |
| Fecha de los metadatos: MD_Metadata.dateInfo | O/N | Fecha(s) de referencia para los metadatos, especialmente de la creación |
| Punto de contacto de los metadatos: MD_Metadata.contact>CI_Responsibility | O/N | Parte responsable de los metadatos |

A pesar de la complejidad y amplitud de la norma, se deja la puerta abierta para la implementación de extensiones, fundamentalmente debido a la posibilidad de creación de nuevos tipos de IG (el primer ejemplo es la extensión a ISO 19115-2 para imágenes y datos malla *-grids-* que se verá en el apartado siguiente).

Además de las extensiones, ISO 19115-1 ofrece la posibilidad de definir perfiles de metadatos para ofrecer una personalización de la norma a las necesidades de una comunidad de usuarios, la Figura 3.17 presenta la idea del perfil en forma de conjuntos.

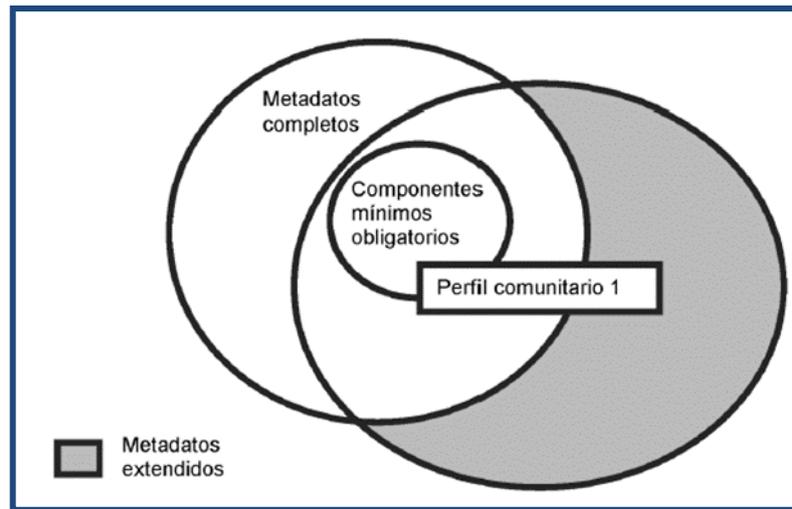


Figura 3.17. Ejemplo de perfil de metadatos para una comunidad.
Fuente: UNE-EN-ISO 19115-1 (Anexo C.5).

3.7.2. ISO 19115-2: Metadatos para imágenes y datos malla

Aunque ISO 19115:2003 originalmente definía un extenso número de elementos para poder describir un amplio número de recursos de IG, en ocasiones resultaba insuficiente para describir con detalle algunas características de recursos utilizados en dominios específicos (p.ej. Teledetección, Fotogrametría, etc.). Con este fin se desarrolló la extensión denominada ISO 19115-2 (*Geographic information — Metadata — Part 2: Extensions for imagery and gridded data*). De hecho, se considera que ISO 19115:2003 tuvo una gran laguna al no incluir una importante fuente de información (imágenes de satélite, ortofotografías, etc.). Esto no significa que la norma ISO 19115:2003 fuera incapaz de admitir la documentación de este tipo de IG, que de hecho lo era, sin embargo, los elementos disponibles resultan escasos para identificar de forma correcta y completa toda la información de imágenes y mallas.

El objetivo de ISO 19115-2 es definir los metadatos asociados a imágenes y datos mallas, y que van a contener información sobre:

- Las propiedades de los equipos de adquisición usados para capturar los datos, como son: descripción de los instrumentos de medición, plataforma a partir de la cual los datos fueron obtenidos, etc.
- La geometría de los procesos de medición empleados por los equipos.
- Los procesos de producción usados para obtener los datos.
- Los métodos numéricos y procesos informáticos usados, por ejemplo, los procesos de rectificación y/o georreferenciación, etc.
- El contenido, para lo que ofrece información para describir el contenido, como pueden ser: elementos para las propiedades de los anchos de bandas de imágenes satelitales, la descripción de imágenes y coberturas, etc.

Para facilitar y diferenciar los elementos propuestos en ISO 19115-2 de los de ISO 19115-1, las clases y paquetes de la extensión de metadatos se definen los prefijos MI (*Metadata for imagery and gridded data*), LE (*Lineage extended*) and QE (*Data quality extended*) para el nombre de los paquetes que heredan luego las entidades. Los

paquetes que añade o modifica ISO 19115-2 respecto de ISO 19115 son (ver Figura 1.18, paquetes con borde de línea continua).

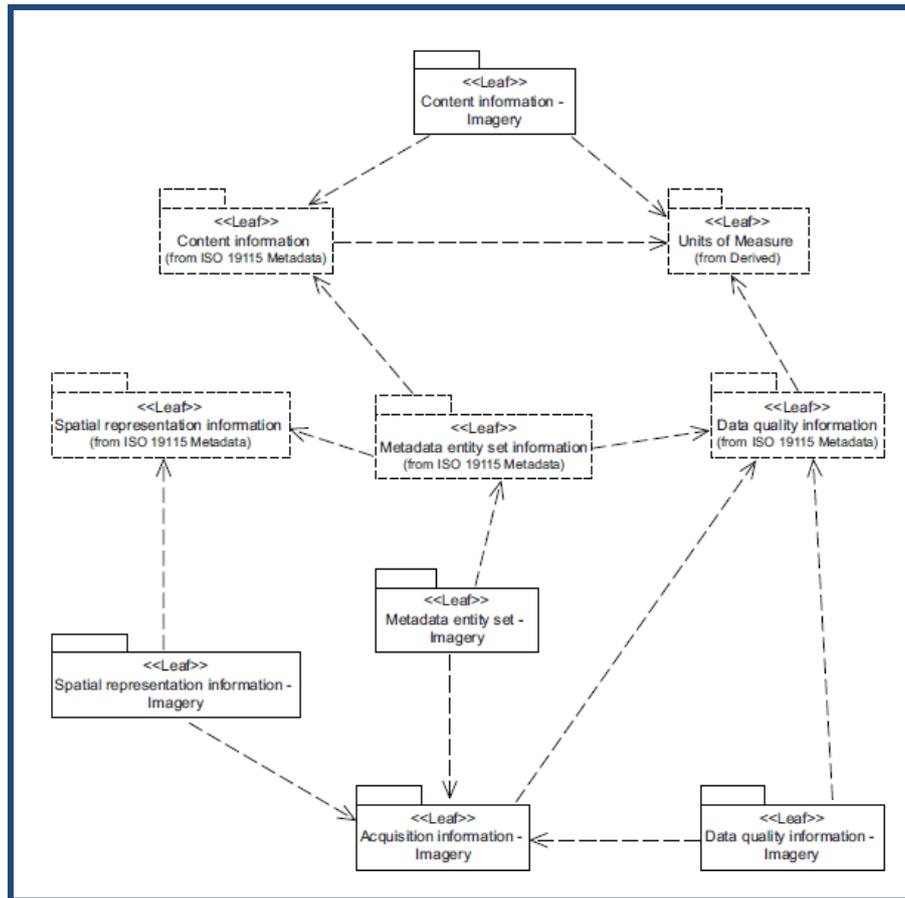


Figura 1.18. Paquetes de metadatos de la norma ISO 19115-2 y su relación con la norma ISO 19115 (extraída de ISO 19115-2).

3.7.3. ISO 19115-3: Información geográfica – Metadatos – Parte 3: Implementación del esquema XML para conceptos fundamentales

La especificación técnica ISO 19115-3:2016 adapta la anterior especificación técnica ISO/TS 19139 a la nueva ISO 19115-1:2014. Para ello define una serie de esquemas siguiendo a las directrices de la propia ISO/TS 19139, de ISO 19118 y de todos los diagramas UML desarrollados en ISO 19115-1. Los esquemas XML pueden ser consultados en <https://github.com/ISO-TC211/XML/tree/master/standards.iso.org/19115/-3> y en <http://standards.iso.org/iso/19115/resources/namespaceSummary.html> se dispone de una lista completa de los espacios de nombres y definiciones de cada una de las clases junto con los diagramas UML de la norma ISO 19115-1.

Aunque las definiciones anteriores son una implementación sobre XML, la forma de implementación no es única, así los metadatos pueden implementarse en bases de datos SIG o cualquier utilizando JSON o cualquier otra opción, así lo expone Derek Clarke (2010, <http://sdistandards.icaci.org/wp->

content/uploads/2014/10/MAfA_SectionC_Integrated_V10.pdf). En cualquier caso, y debido a los cambios introducidos por ISO 19115-3 se ha implementado un mapeado para ir desde y hacia las versiones anteriores de los XML ya existentes. Dichas transformaciones pueden encontrarse en los recursos proporcionados por el TC 211 en su web.

3.8. RÁSTER Y MALLA

La familia ISO 19100 ha estado desde el inicio de su definición concebida y diseñada esencialmente para datos vectoriales. Esto resulta evidente si se consultan las fechas de publicación del modelo de referencia (ISO 19101:2002) y de la norma de metadatos (ISO 19115:2003) y se tiene en cuenta que las normas equivalentes para datos ráster y de malla (ISO/TS 19101-2 e ISO 19115-2) no fueron publicadas hasta varios años más tarde. De hecho, el proceso vuelve a repetirse, aunque con un lapso inferior de tiempo ya que la revisión de ISO 19101-1:2014 e ISO 19115-1:2014 frente a ISO 19101-2 y 19115-2 que se encuentran actualmente en estado de CD para su registro como DIS (febrero 2017).

En cualquier caso, en lo que respecta a datos ráster y de malla, en la familia ISO 19100 se hace referencia a ellos en seis documentos básicos:

- El Modelo de Referencia (ISO 19101-2) define el marco de trabajo general de este grupo de normas dentro de la familia.
- ISO 19129 define como se relacionan y encajan estas normas entre sí.
- ISO 19121 sirvió para estudiar qué normas era necesario definir para adaptar la familia ISO 19100 a los datos de imagen y malla.
- ISO 19130 define los modelos de sensores y datos fuente.
- ISO 19123 define las coberturas ráster.
- ISO/TS 19163-1 clasifica los tipos de datos de imágenes y mallas regulares por propiedades, tipos de sensor y otras características espaciales.

Sin embargo, cabe destacar que el desarrollo de estos documentos no ha estado exento de problemas de integración con el corpus general, así como que algunos de ellos están parcialmente incompletos y que otros se incorporan como añadidos o partes a normas preexistentes.

Se debe indicar, que como alguna de estas normas no están traducidas por AENOR se presentan con su título original en inglés.

Desde una perspectiva general de las IDE el hecho de que no estén traducidas por AENOR no significa que estas normas no sean de interés. Como documentos científico técnicos que son aportan conocimiento y soluciones que pueden ser de valor.

3.8.1. ISO 19101-2: Reference model – Imagery

ISO 19102-2 define el marco de referencia de toda la familia de normas relativas a imágenes. Este marco está orientado tanto al intercambio de datos como a la interoperabilidad de servicios, es decir al procesamiento distribuido, entre distintos nodos de una red, de las imágenes geográficas.

Se siguen las directrices de ISO 19101 y se adoptan los puntos de vista definidos en el modelo RM-ODP. Así, el GFM descrito en ISO 19101 se extiende para incorporar las imágenes y datos de malla como un tipo más de IG. Tal como se presenta en la

Figura 3.19 el ámbito abarca tanto los sensores y sus plataformas, los instrumentos de medida, los métodos y tecnologías de escaneo y filmado, etc., básicamente todo el ciclo productivo primario y secundario de producción de datos espaciales en base a imágenes. Este modelo puede ser pues de gran interés para organizar procesos dentro de una organización que trabaje en este campo.

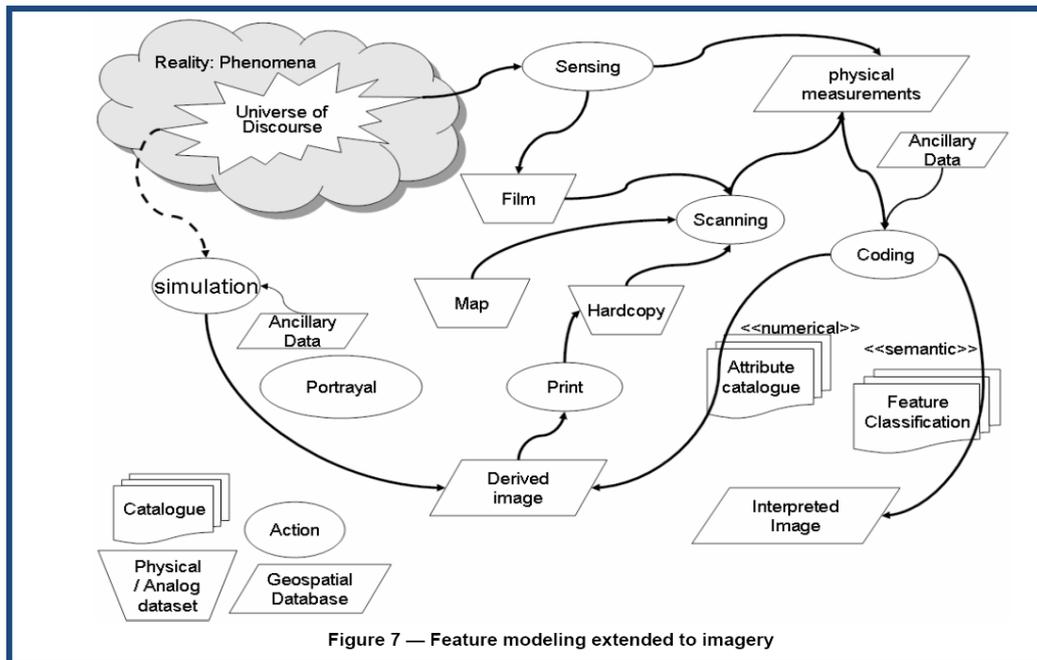


Figura 3.19. Modelo de General de Objetos geográficos extendido para imágenes

3.8.2. ISO 19129: Imagery, gridded and coverage data framework

Esta norma define el marco de trabajo para datos de malla, coberturas e imágenes. Tiene como objetivo la compatibilidad de los distintos estándares existentes. Considera tres niveles en los que se pueden describir los datos de malla, las imágenes y las coberturas:

- El nivel abstracto que proporciona la estructura de los diferentes esquemas de cobertura (ISO 19123). En ella se define el esquema para datos de cobertura, donde se incluyen los datos de malla y las imágenes, el cual será la base para el nivel abstracto del estándar ISO 19129-2.
- El segundo nivel, es el del modelo de contenido, donde se definen un conjunto de estructuras predefinidas que son la base para otros esquemas de aplicación. Se tiene en cuenta la organización espacial de los datos, los metadatos, la calidad y los sistemas de referencia.
- El último nivel considerado es el nivel de codificación, entendiendo por codificación a la representación de información en un formato físico concreto.

3.8.3. ISO 19130: Sensor data model for imagery and gridded data

Los objetivos de ISO 19130 son, por un lado, definir el conjunto de parámetros a incorporar a la información captada por los sensores con el fin de disponer de todos los aspectos relativos a la georreferenciación y, por otro lado, especificar los parámetros que van a describir las características de los sensores. Esta norma también incorpora información descriptiva de la calidad de los elementos intervinientes en el proceso de georreferenciación. Además, ofrece la posibilidad de un trato diferenciado a la información que procede de la rasterización de documentos en papel o en película frente a los otros métodos de captura de información por sensores. La transformación de un píxel escaneado a un punto del sistema de coordenadas de la imagen quedará determinada mediante los parámetros de una distorsión afín y con la información de los puntos de control del escáner.

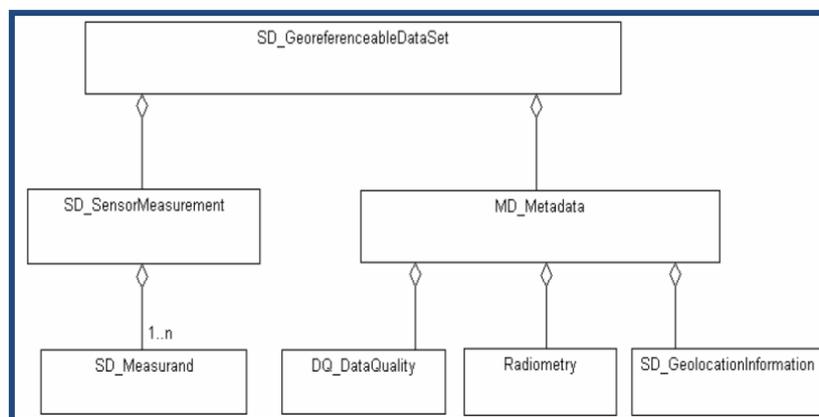


Figura 3.20. Clase principal de la norma ISO/TS 19130. Fuente: Di y otros (2004).

El esquema general de clases es el que se presenta en la Figura 3.20. Como puede observarse se trata de una composición de los datos de la observación y de metadatos de la imagen (calidad, radiometría y geolocalización).

Esta norma es de interés para las empresas de fotogrametría y operadores de satélites, pero también para las empresas recientes que se dedican a captura de imágenes por medio de sistemas no tripulados.

3.8.4. ISO 19123: Schema for coverage geometry and functions

Esta norma define un esquema conceptual para las características espaciales de una cobertura (según la definición de OGC del *Abstract Specification*). Las coberturas permiten representar espacialmente, dentro de un determinado dominio espacio-temporal, una abstracción de un objeto geográfico, en el que a cada posición se le asigna un cierto valor, estando este valor acotado dentro de un determinado dominio de tipo de dato. Un dominio espacio-temporal consiste en una colección de posiciones directas en un sistema de representación espacial. Son ejemplos de coberturas los datos ráster, los TIN (*triangulated irregular networks*), las coberturas

formadas por conjuntos de elementos puntuales, y las coberturas formadas por conjuntos de elementos poligonales.

Se define la relación entre el dominio espacio-temporal de una cobertura y su rango de atributos o datos asociados, definiendo también las características del dominio espacial, mientras que las características del rango de atributos no son objeto de definición en este documento.

Por tanto, la principal aportación de ISO 19123 es la cobertura. Esta clase se divide en dos grandes tipos:

- Cobertura discreta. Capaz de aportar un valor de atributo dentro de un objeto para cualquier posición directa. Pueden ser de diferentes clases en función del tipo de objeto utilizado para aportar el dato de atributo (puntos aislados, puntos en malla, curva, superficie y sólido).
- Cobertura continua. Capaz de obtener valores intermedios para diferentes posiciones directas dentro del mismo objeto. Pueden ser de diferentes tipos en función del método de determinación del valor intermedio, las opciones son:
 - Polígonos de Thiessen.
 - Celdillas o *Grid*.
 - Hexágonos o panel de abejas.
 - Red de triángulos irregulares.
 - Curvas segmentadas.

3.9. CALIDAD

Normalización y calidad van siempre de la mano y por ello es lógico que cuando se desarrolla un grupo de normas específicas para un sector, como es el caso de la familia ISO 19100 para la IG, se incluya dentro de las mismas algún documento relativo a la calidad.

En el caso de la familia ISO 19100, se desarrollaron originalmente tres normas (19113, 19114 y 19138), que en la actualidad han quedado refundidas en la norma ISO 19157:2013. Conviene indicar que en la actualidad (febrero de 2017) la norma ISO 19157 se encuentra en desarrollo de un añadido (Amd 1 en fase de DIS) para la descripción de la calidad usando coberturas.

Esta norma presenta un objetivo fundamental: normalizar los aspectos relativos a la identificación, evaluación y descripción de la calidad de la IG con el fin de dar transparencia y posibilidad de comparación, evitar informaciones ambiguas y facilitar la elección y uso adecuado de los productos. Es decir, se trata de una norma que pretende facilitar el entendimiento inequívoco entre productores y usuarios de este tipo de información, facilitando la comercialización, difusión y el uso eficiente de la IG. Informar sobre la calidad supone:

- Identificar los factores relevantes: Sobre qué informar.
- Evaluar con métodos adecuados: Cómo evaluar cada factor.
- Cuantificar adecuadamente y de forma comparable: Qué medidas usar.

- Describir adecuadamente todos los aspectos: Cómo informar (estructura, reglas, etc.).

Lo anterior permite al productor establecer unas especificaciones de la calidad claras para sus productos e, igualmente, validarlos frente a esas especificaciones. De manera similar, para el usuario disponer de información relevante sobre la calidad de unos datos geográficos significa poder seleccionar los productos y servicios según sus necesidades.

La ISO 19157 presenta una estrecha relación con otras normas ISO, tanto de su propia familia (p.ej. ISO 19115-1, 19131), como de otras familias (p.ej. ISO 2859 e ISO 3951-1 para los muestreos para la evaluación). De manera gráfica, se puede observar el nuevo esquema de calidad donde la norma 19157 tiene un papel predominante en la Figura 3.21, que pasamos a explicar brevemente a continuación.

La IG modela la realidad, y el paso de la realidad a datos debe realizarse guiados por una especificación rigurosa del producto de datos y otros documentos que, mediante un universo de discurso, permitan pasar de la realidad, el mundo real, a un terreno nominal que se ha de capturar y representar por medio de los datos. De esta manera, la evaluación de la calidad de los datos espaciales consiste en asegurar mediante el control que se han cumplido las especificaciones del producto.

Las especificaciones de un producto (ISO 19131), deben establecer una clara definición del universo del discurso y sus características, para poder derivar un producto concreto (BDG en la figura) a través de los procesos necesarios y pertinentes en cada caso (p.ej. restitución, edición, etc.).

Las especificaciones han de indicar los aspectos relevantes que deben evaluarse para comprobar que se han alcanzado los niveles de calidad preestablecidos. ISO 19157 es la base para la conceptualización y definición de esos aspectos. Para la materialización de la evaluación se necesita primeramente indicar claramente qué cosas son las que se van a evaluar, es decir, el ámbito y qué aspecto se desea evaluar (p.ej. completación). El ámbito especifica la extensión espacial, temporal, lógica, etc., que han de cumplir los datos a los que se refiere el elemento de la calidad al que se vincula. Por tanto, el ámbito es un filtro o conjunto de filtros de selección/especificación que determinan de manera muy concreta los datos a los que se refiere el elemento. De esta manera se establece el concepto de unidad de calidad de datos (*Data quality unit*). Por ejemplo, en aplicaciones catastrales puede ser relevante que no falte (aspecto de completación) ninguna construcción (ámbito de la evaluación). A partir de lo anterior se decide la medida o medidas a utilizar para cuantificar el nivel de calidad y para informar sobre ella. Además, se ha de determinar qué método o métodos se han de aplicar en la evaluación de la calidad. Como resultado de lo anterior se aplicará el método de evaluación y se obtendrá un resultado. Este resultado puede ser un simple valor numérico, una estructura de valores (p.ej. una matriz de confusión), etc., pero también puede ofrecerse como un cumple/no cumple. En el primer caso se habla de informe cuantitativo (informe de calidad independiente) y en el segundo caso de informe de conformidad, sólo este último es obligado que vaya a los metadatos.

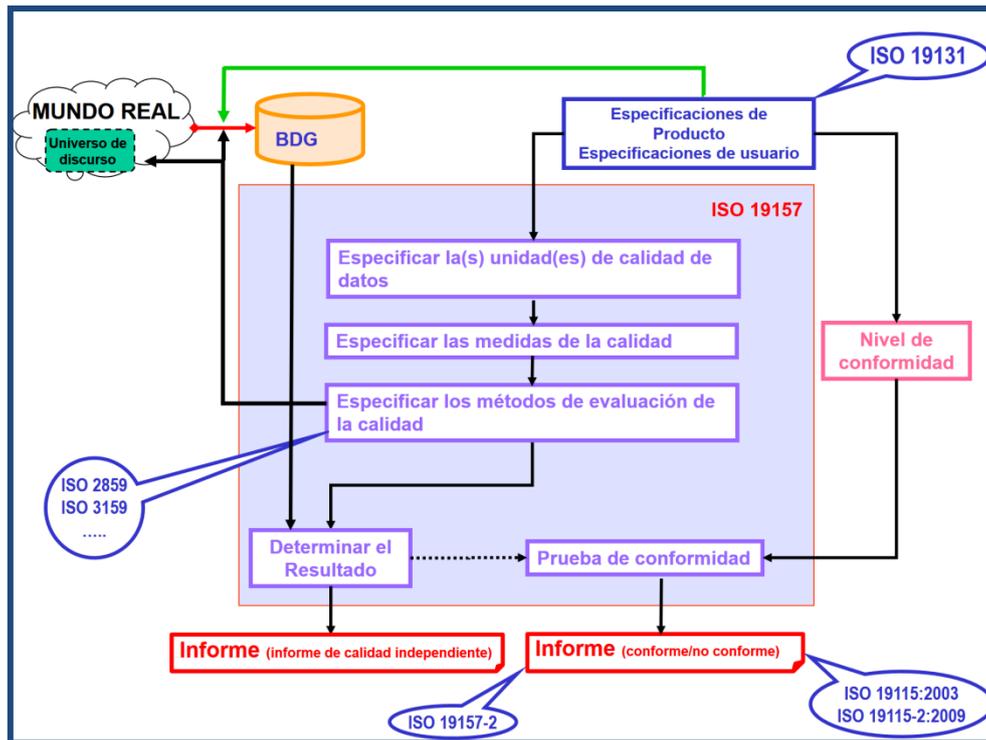


Figura 3.21. Relación entre los procesos y normas relativas a la calidad de la IG

El modelo conceptual que propone IOS 19157 es el que se presenta en la Figura 3.22. En este diagrama se relacionan todos los aspectos relevantes de la norma. El elemento fundamental es la calidad de datos, que debe ser informada y referida a ámbitos de interés concretos. Para ello la calidad de datos se expresa por medio de elementos de la calidad que se describen por medio de medidas, proceso de evaluación, el resultado y la metacalidad.

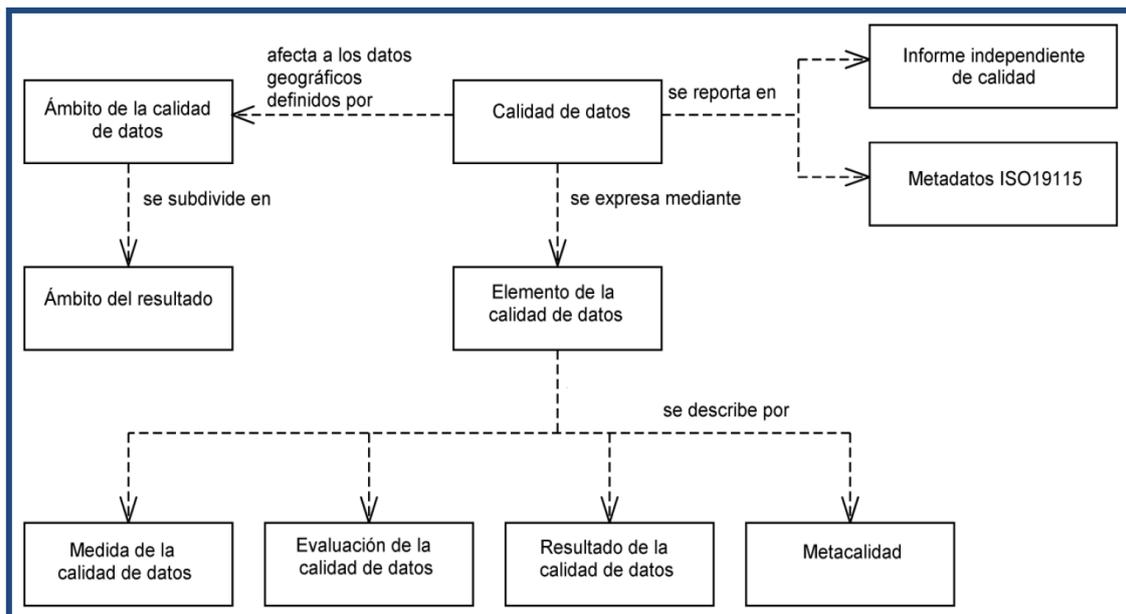


Figura 3.22. Modelo conceptual de ISO 19157.

La manera de gestionar los distintos aspectos de la calidad de datos es por medio de los elementos de la calidad, los cuales se agrupan en categorías, las categorías son:

- **Compleción.** Describe los errores de omisión/comisión en los elementos, atributos y relaciones, es decir, la presencia en la BDG de elementos que no deberían estar presentes o la ausencia de otros que si deberían estarlo.
- **Consistencia lógica.** Adherencia a reglas lógicas del modelo, de la estructura de datos, de los atributos y de las relaciones, es decir, en este caso hay un modelo "lógico" cuyas reglas se violan con: alteraciones del modelo conceptual, valores fuera de dominio, registros que no se adhieren al formato establecido, o relaciones no consideradas en la topología.
- **Exactitud posicional.** Exactitud alcanzada en la componente posicional de los datos, es decir, la proximidad entre los valores de coordenadas indicados y los valores verdaderos o aceptados como tales.
- **Exactitud temporal.** Exactitud alcanzada en la componente temporal de los datos.
- **Exactitud temática.** Exactitud de los atributos cuantitativos o no cuantitativos y de la corrección de las clasificaciones de los elementos y de sus relaciones, por tanto, se observan dos niveles distintos de corrección, el de las clases y el de los atributos, con distinción de si éstos últimos son cualitativos o cuantitativos.

Dentro de cada una de las categorías ISO 19157 establece unos elementos (antiguos subelementos en ISO 19113) que permiten concretar el aspecto de la calidad al que se refieren dichos elementos:

- **Comisión.** Datos excedentes presentes en el conjunto de datos.
- **Omisión.** Datos ausentes de un conjunto de datos.
- **Consistencia conceptual.** Adherencia a las reglas del modelo conceptual.
- **Consistencia de dominio.** Adherencia de los valores a su dominio.
- **Consistencia de formato.** Grado en que los datos se almacenan de acuerdo a la estructura física.
- **Consistencia topológica.** Corrección de las características topológicas codificadas explícitamente.
- **Exactitud posicional absoluta o externa.** Proximidad de los valores reportados de las coordenadas a los valores verdaderos o aceptados como tales.
- **Exactitud posicional relativa o interna.** Proximidad de las posiciones relativas de los objetos geográficos de un conjunto de datos a sus respectivas posiciones relativas verdaderas o aceptadas como tales.
- **Exactitud posicional Datos en malla.** Proximidad de los valores de posición de los datos en estructura de malla regular a los valores verdaderos o aceptados como tales.
- **Corrección de la clasificación.** Comparación de las clases asignadas a los objetos geográficos o a sus atributos, frente a un universo de discurso (p.e la verdad terreno o unos datos de referencia).
- **Corrección de los atributos no cuantitativos.** Medida de si un atributo no cuantitativo es correcto o incorrecto

- Exactitud de los atributos cuantitativos. Proximidad del valor de un atributo cuantitativo al valor verdadero o al aceptado como tal.
- Exactitud de una medida de tiempo. Proximidad de las medidas de tiempo reportadas a los valores verdaderos o aceptados como tales.
- Consistencia temporal. Corrección del orden de los eventos.
- Validez temporal. Validez de los datos con respecto al tiempo.

Además de lo anterior, ISO 19157 aporta respecto a ISO 19113 un nuevo elemento denominado usabilidad. Este elemento pretende recoger los requisitos de usuario. Se puede definir como el grado de adherencia a un conjunto específico, particular, de requisitos de calidad de datos. Todos los elementos de la calidad pueden ser utilizados para evaluar la usabilidad. La intención es utilizar la usabilidad para aquellos requisitos de usuario que no pueden ser descritos usando los elementos de la calidad comentados anteriormente. Por ello es muy recomendable que se usen todos los descriptores de los elementos de la calidad y medidas bien definidas (anexo D o cláusula 8 de la norma).

Otra aportación relevante de ISO 19157 es la metacalidad, es decir, una evaluación de la calidad de las evaluaciones de la calidad. La metacalidad está al nivel de los descriptores de la calidad (medida, evaluación, resultado). En metacalidad se establecen tres elementos, la confianza, la representatividad y la homogeneidad. Cada elemento de la metacalidad posee los mismos descriptores que los elementos de la calidad, es decir: medida, método de evaluación y resultado.

En relación al proceso de evaluación, la Tabla 1.6 especifica los pasos del proceso propuestos por ISO 19157, en tanto que la Figura 3.21 ya presentada esquematizaba el flujo y relaciones entre ellos. Junto al proceso, ISO 19157 aporta una clasificación de los procesos de evaluación en la que se distingue entre procesos directos (basados en la medida y comparación) e indirectos (basados en informaciones), externos (se resuelven fueran del conjunto de datos a evaluar) e internos (se resuelven con los propios datos a evaluar y reglas).

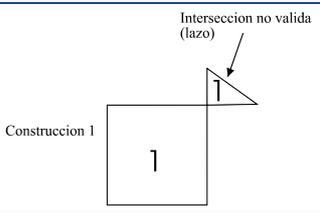
Tabla 1.6. Pasos del proceso de evaluación de la calidad según ISO 19114

| Paso del proceso | Acción | Descripción |
|------------------|---|--|
| 1 | Especificar la(s) unidad(es) de la calidad de datos (DQU) | Una DQU se compone de un ámbito y de elemento(s) de la calidad. Deberían utilizarse todos los elementos pertinentes para los datos cuya calidad va a ser descrita. |
| 2 | Especificar las medidas de la calidad de datos | Si procede, debería especificarse una medida para cada elemento de la calidad. Si no se identifica ninguna medida, puede proporcionarse un resultado descriptivo |
| 3 | Especificar los procedimientos de evaluación de la calidad de datos | Un procedimiento de evaluación de la calidad de datos consiste en la aplicación de uno o más métodos de evaluación. |
| 4 | Determinar la salida de la evaluación de la calidad de datos | La salida de la aplicación de la evaluación es un resultado. |

Para facilitar la comparación entre evaluaciones, ISO/TS 19138 establecía un sistema de medidas que ha sido totalmente incorporado y asumido por ISO 19157. El sistema se basa en un conjunto de medidas básicas (de conteo e incertidumbre) que se utilizan para establecer un catálogo de medidas normalizadas. Las medidas

están perfectamente definidas por medio de nos componentes y también identificadas por medio de un ID. Cada de medida se asocia a un elemento de la calidad. De esta forma, en su anexo D, ISO 19157 propone un amplio conjunto de medidas normalizadas. Pero, además, ISO 19157 permite que los usuarios definan sus propias medidas, para lo que ofrece un mecanismo de validación. Las medidas deberían ser registradas según ISO 19135. A modo de ejemplo, la Tabla 1.7 presenta una de estas definiciones y el esquema de 12 componentes o ítems que se utiliza para definir las.

Tabla 1.7. Ejemplo de medida de conteo aplicada a la consistencia topológica

| ítems | Componente | Descripción |
|-------|----------------------|---|
| 1 | Nombre | Número de errores por auto-intersecciones no válidas |
| 2 | Alias | Bucle (<i>loops</i>) |
| 3 | Nombre del elemento | Consistencia topológica |
| 4 | Medida básica | Recuento de errores |
| 5 | Definición | Recuento de todos los ítems de los datos que ilegalmente se intersectan con ellos mismos. |
| 6 | Descripción | -- |
| 7 | Parámetro | -- |
| 8 | Tipo de valor | Entero |
| 9 | Estructura del valor | -- |
| 10 | Referencia fuente | -- |
| 11 | Ejemplo |  |
| 12 | Identificador | 26 |

3.10. SERVICIOS

La IG ha saltado de los escritorios personales y de las redes internas de organizaciones militares, cartográficas, científicas y de ingeniería a ser un elemento ampliamente difundido tanto en los equipos sobremesa como muy especialmente en los equipos móviles de los ciudadanos más comunes. Este hecho supone un cambio de paradigma tal que se pasa de ofrecer datos para que el usuario los procese a ofrecer respuestas con valor añadido. Estas respuestas las podemos denominar de forma general “servicios”, y que son la base de la democratización de la Geomática.

Con esta perspectiva, desde sus inicios tanto ISO como OGC apostaron por desarrollar un conjunto de normas en este ámbito. Hoy en día alguna de ellas (p.ej. ISO 19128) tiene una gran difusión, y son la base de las IDE y del auge de la democratización de la IG por esta vía de gran utilidad práctica e inmediatez. Debido a la gran expansión de este sector, el conjunto de normas crece de año en

año, por lo que se presentarán sólo los elementos fundamentales de las más básicas y difundidas en la actualidad, entre ellas:

- ISO 19119: Servicios.
- ISO 19128: Interfaz de servidor web de mapas.
- ISO 19133: Servicios de rastreo y navegación basados en localización.
- ISO 19134: Servicios de enrutamiento y navegación basados en localización de modo múltiple.

Todas las normas ISO relativas a servicios están basadas en las normativas de Tecnologías de la Información (familias ISO 14700 y 14200), asimismo, tienen gran relación con otras normas relativas a ámbitos como el de los Sistemas Inteligentes de Transportes o con especificaciones de OGC.

Como ya se ha indicado anteriormente, no existe una norma relativa a la calidad en los servicios dentro de la familia ISO 19100, si bien en otros ámbitos, p.ej. en Inspire, sí existen algunas directrices al respecto de este tipo de servicios.

3.10.1. ISO 19119: Servicios

ISO 19119 proporciona un entorno de trabajo para el desarrollo de software que permita a los usuarios el acceso y procesamiento de datos geográficos procedentes de diversas fuentes, a través de interfaces genéricos dentro de un entorno tecnológico abierto y mediante la estandarización de metadatos que describan adecuadamente cada uno de estos servicios. La definición de servicio incluye un conjunto de aplicaciones con diferentes niveles de funcionalidad para el acceso y uso de IG provenientes de cualquier tipo de plataforma. La estandarización de los interfaces de estos servicios permite la interoperabilidad entre productos propietarios.

Entendemos que, dada la evolución social, el sector geomático deberá girar su orientación de la producción a la prestación de servicios de IG, a lo que se denominan actividades infomediarias. Es decir, a la creación de valor añadido sobre los datos y a ofrecer servicios de procesado. En esta línea, la norma ISO 19119 es fundamental para las organizaciones que quieran ir por este camino.

ISO 19119 fue desarrollada considerando las funcionalidades proporcionadas por sistemas de procesamiento de imágenes y aplicaciones SIG monolíticas. La arquitectura ISO 19119 proporciona esas mismas funcionalidades y más, en un entorno distribuido, como Internet. Los conceptos en esta arquitectura han sido adoptados como parte del “OGC Abstract Specification”, tema 12 “Arquitectura OGC”. Al igual que otras normas de la familia, ISO 19119 está basada en RM-ODP (ISO/IEC 10746). La actualización de la norma en el año 2016 incluye aspectos como los Meta:Service descritos en el modelo de referencia ISO 19101-1:2014.

Los principales aspectos que desarrolla la norma son:

- La definición de servicio.
- La necesidad y contenidos de los metadatos de servicio.
- Una clasificación de los servicios.
- Una arquitectura de servicios.

A continuación se trata cada uno de estos aspectos.

En relación a lo que es un servicio, ISO 19119 utiliza ampliamente un conjunto de términos que conviene aclarar (las relaciones entre todos los términos se muestran en la Figura 1.23):

- Un servicio es una parte distinguible de funcionalidad que es proporcionada por una aplicación a través de sus interfaces.
- Una interfaz es un conjunto de operaciones que caracteriza el comportamiento de una aplicación.
- Una operación es una especificación de una transformación o consulta que un objeto puede recibir para que ejecute. Tiene un nombre y una lista de parámetros.

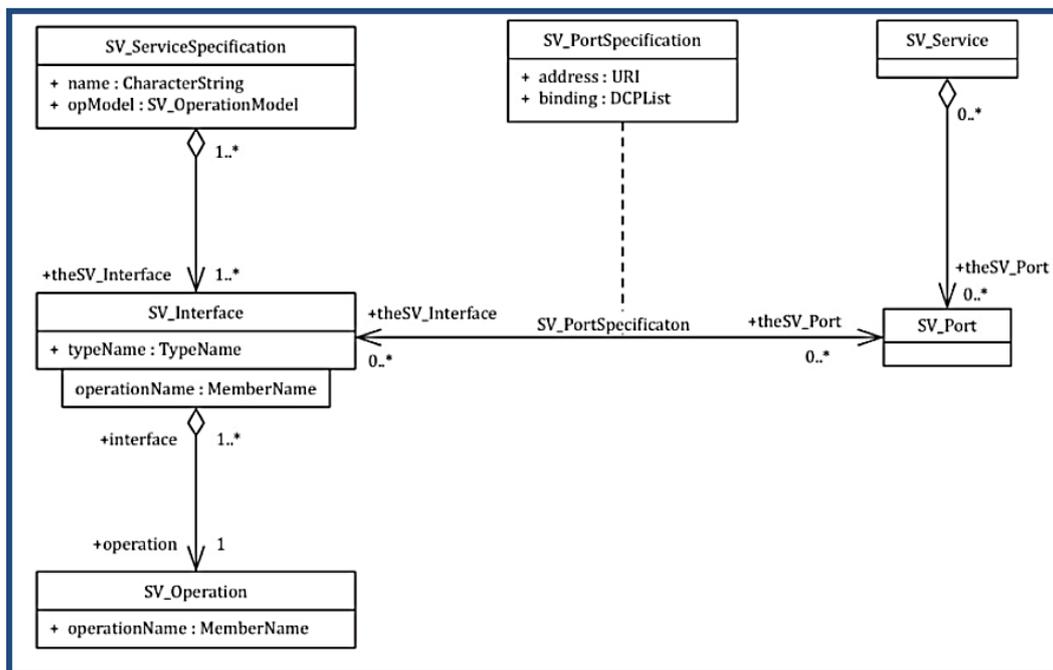


Figura 1.23. Relaciones de la definición de un servicio. Fuente: UNE-EN-ISO 19119:2016

Los servicios son accedidos a través de un conjunto de interfaces que son un conjunto de operaciones. La suma de interfaces en un servicio define la funcionalidad ofrecida a los usuarios, ya sean personas o aplicaciones cliente. Un servicio proporciona funcionalidad que añade valor y este valor lo obtiene el usuario invocando el servicio. La agregación de operaciones en una interfaz y la definición de una interfaz permiten la reusabilidad software. Los interfaces se definen para ser reutilizables para múltiples tipos de servicios. La sintaxis de una interfaz puede ser reutilizada por múltiples servicios con diferentes semánticas. Las interfaces se definen a través de operaciones. Una operación especifica una transformación del estado de un objeto o una consulta que devuelve un valor.

La ventaja de los servicios consiste en que pueden ser encadenados junto a otros para realizar operaciones de una complejidad mayor. Desde este punto de vista, una cadena de servicios no es más que un digrafo donde cada nodo representa un servicio individual, las flechas de entrada los valores de entrada del servicio y las flechas de salida representarían los productos obtenidos (Figura 3.24). Así, las

cadena de servicio podrían ser cíclicas o acíclicas, inmutables o plantillas, y funcionar en paralelos o en serie.

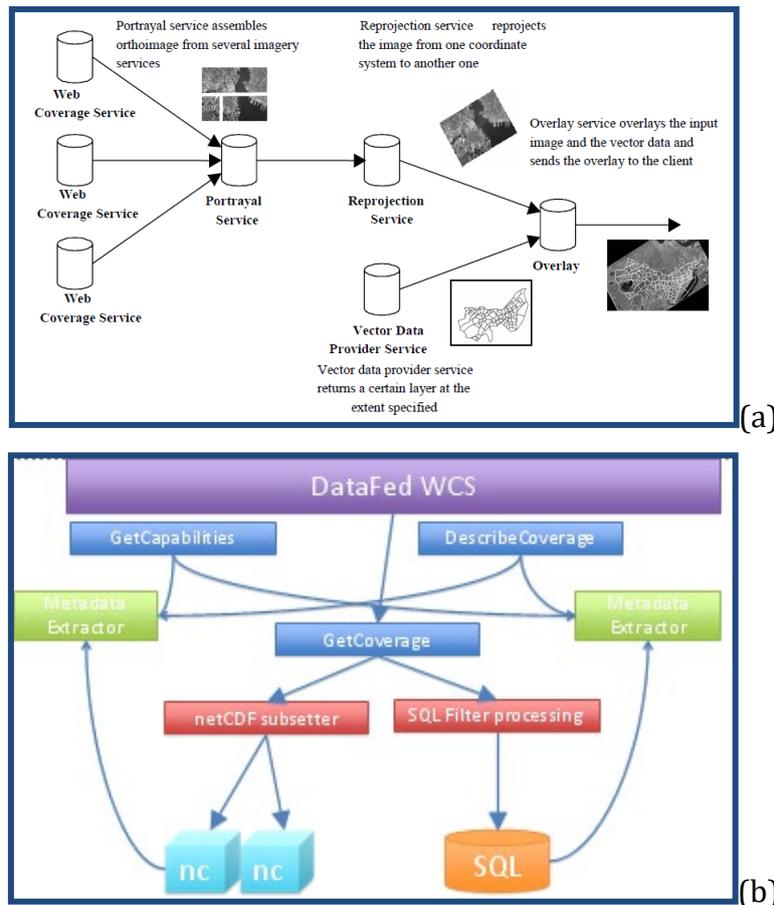


Figura 3.24. Ejemplo de encadenamiento de servicios. (a) Ejemplo de encadenamiento acíclico inmutable. (b) Extracción de una posible implementación de un *Web Coverage Service* aplicable al ejemplo (a).

Para evaluar si un servicio es adecuado a un propósito determinado, los usuarios necesitan revisar la descripción del servicio. Estas descripciones son los metadatos de servicio. Los registros de metadatos de servicio pueden gestionarse y ser localizados usando un servicio de catálogo, al igual que para los metadatos de productos. Los metadatos de servicio deben proporcionar la información suficiente al usuario para permitirle invocar el servicio.

Un servicio puede estar fuertemente acoplado a un conjunto de datos o puede no tener ningún conjunto de datos asociado (débilmente acoplado). Los metadatos de servicios fuertemente acoplados deben describir tanto los servicios como el conjunto de datos (que será descrito de acuerdo a ISO 19115-1)

Básicamente los metadatos de servicio son:

- Identificación del servicio. Permiten identificar de manera única el servicio, brindando las principales características que lo definen (p.ej. versión, condiciones de acceso, restricciones, etc.).

- ↪ Metadatos de la operación. Se ofrecen metadatos básicos sobre cada operación que realiza el servicio (nombre, forma de invocarla, parámetros, etc.).
- ↪ Información sobre el proveedor del servicio. Permite conocer y contactar con el proveedor.
- ↪ Identificación de los datos. Permite identificar los datos, para ello aplica ISO 19115-1.
- ↪ Parámetros del servicio. Describe los parámetros necesarios para el uso del servicio.

Los sistemas que sean conformes a ISO 19119 deben usar la clasificación de servicios geográficos para organizar sus servicios. Un servicio determinado debe clasificarse en una, y solo una, categoría, a menos que sea un servicio compuesto que permita realizar servicios de más de una de las categorías. Todos los servicios se clasifican en las siguientes categorías (para una lista completa de los servicios individuales clasificados ver apartado 8.5.3 de ISO 19119):

- De interacción humana, p.ej. Visualizador (animación, mosaicado, perspectiva e imágenes).
- De gestión de modelos de IG, p.ej. Servicio de acceso a mapas.
- De gestión de tareas y *workflow*, p.ej. Servicio de definición de cadenas.
- De procesamiento geográfico:
 - Espacial, p.ej. Servicio de transformación de coordenadas.
 - Temático, p.ej. Servicio de clasificación temática.
 - Temporal, p.ej. Servicio de muestreo.
- De procesamiento geográfico, p.ej. Servicio de cálculo de estadísticas.
- De comunicaciones, p.ej. Servicio de transferencia.

Finalmente, ISO 19119 propone una arquitectura que está basada en un modelo multicapa. Como modelo de referencia se utiliza una arquitectura lógica con cuatro capas adaptables a diferentes arquitecturas físicas. La arquitectura lógica es un conjunto de servicios y sus interfaces asociadas que son representados en el sistema. La arquitectura física es un conjunto de componentes e interfaces asociadas que implementan los servicios. Los componentes son ubicados en recursos hardware o nodos. La arquitectura lógica puede trasladarse a múltiples arquitecturas físicas. Todas las capas podrían ser implementadas desde una aplicación monolítica a una arquitectura cliente servidor.

31.10.2. ISO 19128: Interfaz de servidor web de mapas

La interfaz de servidor web de mapas fue originalmente definida por OGC y luego adoptado por ISO como Norma Internacional ISO 19128. Su objetivo es especificar el comportamiento de un servicio que produce mapas georreferenciados para su visualización como imágenes, de ahí su nombre Web Map Service (WMS). Esta norma especifica operaciones para devolver una descripción de los mapas ofrecidos por una instancia de servicio, para devolver un mapa y para realizar preguntas a un servidor sobre entidades mostradas en un mapa.

Los mapas generados por WMS se obtienen en forma de imagen, generalmente PNG, GIF, JPEG o TIFF y en raras ocasiones como elementos vectoriales SVG y WebCGM. Esta especificación estandariza la forma en la que los mapas son

consultados por los clientes y la manera en la que los servidores describen sus contenidos de datos mediante la definición de tres operaciones:

- **Capacidades (*GetCapabilities*)**. Obtiene los metadatos de nivel de servicio, que es una descripción (legible para máquinas y personas) del contenido de información del WMS y los parámetros de petición admisibles. Esta operación es obligatoria.
- **Mapa (*GetMap*)**. Obtiene una imagen del mapa cuyos parámetros geoespaciales y dimensionales se han definido correctamente. Debe especificar los límites del mapa y el CRS, el formato de salida, el formato de color y la transparencia del fondo. Además, se pueden definir los parámetros indicando las capas a mostrar y la forma de representación de los elementos que las componen. El conjunto de capas a visualizar no tienen porqué pertenecer todas al mismo servidor WMS, de forma que el servidor al que se realiza la petición puede delegar los resultados a otros servidores WMS, es lo que se denomina WMS en cascada, siendo responsables de la información entrega en cada capa el servidor que se encargó de generarla. Esta operación es obligatoria.
- **Información del objeto geográfico (*GetFeatureInfo*)**. Pregunta por información sobre entidades particulares mostradas en un mapa. Esta operación es opcional.

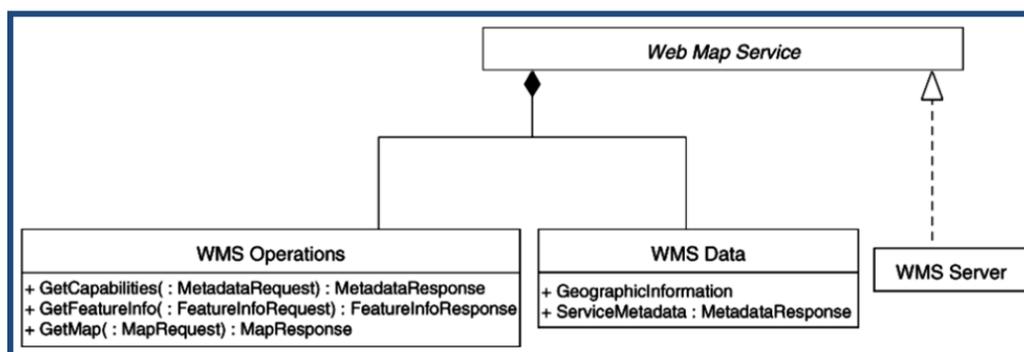


Figura 1.25. Diagrama UML que describe un WMS.

Un navegador web estándar puede consultar un WMS sencillamente escribiendo en la URL el parámetro adecuado. Todas las URL incluyen un número de versión de la especificación y un parámetro de tipo respuesta.

Pese a que WMS implementa todas las funcionalidades necesarias para la visualización de mapas, la especificación de representación queda relegada a la definición de un descriptor de capas con estilo (SLD, de *Styled Layer Descriptor*). Esta especificación se refiere a un WMS que publica su capacidad de producir mapas, más que a su capacidad de acceder a datos específicos. Un WMS básico clasifica sus contenidos de información georreferenciada en capas y ofrece un número finito de estilos predefinidos para mostrar dichas capas.

3.10.3. ISO 19133: Servicios basados en la localización. Seguimiento y navegación

Esta norma, junto con ISO 19134, conforman la base de los servicios basados en la posición (*Location Based Services*, LBS) dentro de la familia ISO 19100.

La norma ISO 19133 trata de los servicios de rastreo y navegación, en ambos casos, es necesaria la obtención de un enrutamiento. Estos conceptos se definen de la siguiente forma:

- Enrutamiento es la búsqueda de las rutas óptimas entre distintas posiciones de una red.
- Rastreo o seguimiento es el proceso de seguir e informar de la posición de un móvil (p.ej. vehículo, personal) en una red. En algunos casos puede limitarse a la posición de un dispositivo de mano.
- Navegación es la combinación del rastreo y el enrutamiento. La ruta óptima es aquella que posee un coste mínimo en términos económicos, de tiempo o de otro tipo de parámetros.

Un servicio de rastreo (*TK_TrackingService*, ver Figura 3.26) es el encargado de entregar las posiciones, una a una o como lista secuencial de los objetos que cumplan el criterio deseado. Las posiciones pueden contener información del nombre del lugar, objeto geográfico, red, dirección o teléfono, así como un posicionamiento bien por coordenadas según ISO 19111, por nombres según ISO 19112 o por referencias lineales de distancia a un origen.

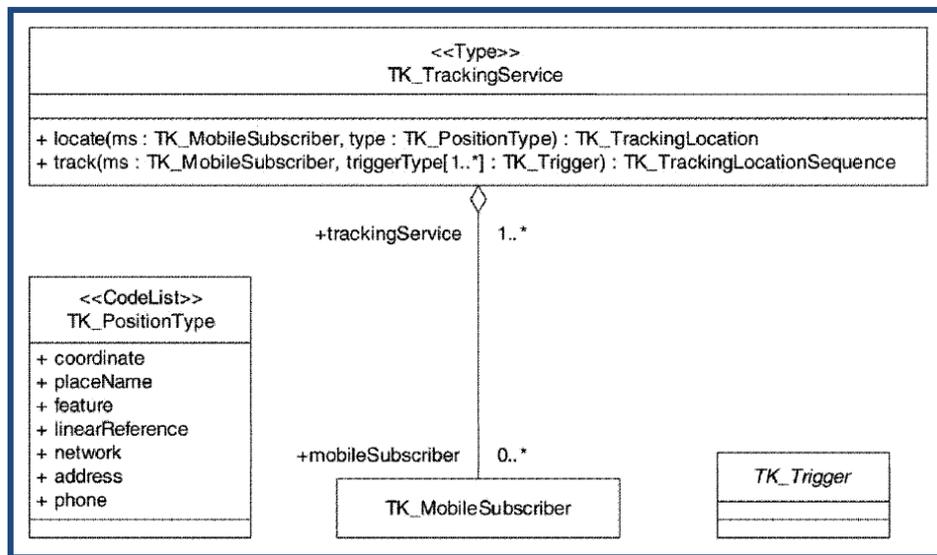


Figura 3.26. Diagrama UML del servicio de rastreo. Fuente: UNE-EN-ISO 19133:2007.

Las posiciones de cada elemento rastreado son obtenidas en los momentos determinados por un disparador (*trigger*). Los disparadores son generalmente de dos tipos: accionados por un evento o por el paso del tiempo. Un disparador de transición entrega una nueva posición dependiente del movimiento del vehículo que está siendo rastreado. Normalmente, los acontecimientos tienen lugar después de completar una distancia o tras un cambio de dirección. El disparador periódico

se emplea para controlar las secuencias de localización mediante la fijación de límites temporales.

Los metadatos del rastreo incluyen el suscriptor móvil y la calidad de las posiciones. El suscriptor móvil es el objeto que está siendo rastreado como, por ejemplo, un coche con un sistema de navegación.

Un servicio de navegación viene definido según el diagrama de la Figura 3.27 y su única misión es la determinación del camino óptimo según los criterios deseados entre dos puntos en una red.

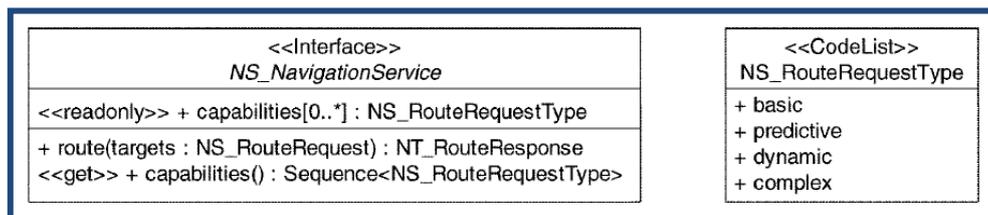


Figura 3.27. Diagrama UML de un servicio de navegación. Fuente: UNE-EN-ISO 19133

Según el grado de complejidad que presentan, los servicios de navegación se clasifican en 5 tipos distintos con un incremento en la capacidad de determinación de la ruta apoyándose en los otros servicios ya definidos:

- **Servicio de navegación básico.** Debe proporcionar funciones de coste basadas en la distancia y en el tiempo medio esperado.
- **Servicio de navegación predictiva.** Es un servicio básico que debe ser capaz de tener en cuenta la fecha y el momento elegido del día para determinar la duración del viaje.
- **Servicio de navegación en tiempo real.** Es un servicio predictivo que debe ser capaz de monitorizar las condiciones del tráfico y la carretera y recalculas las rutas basándose en la información real.
- **Servicio de parada múltiple.** Es un servicio básico, predictivo o en tiempo real que debe ser capaz de manejar múltiples paradas a lo largo de la ruta.
- **Servicio de navegación compleja.** Es un servicio de navegación en tiempo real y de parada múltiple que debe estar habilitado para manejar costes basados en actividades asociadas a la travesía de la ruta, como costes de las paradas basados en el precio de actividades efectuadas en estas paradas.

La función de coste empleada para la obtención de la ruta óptima es aquella que minimiza el valor final del trayecto encontrado, por ello, ISO 19133 recomienda los algoritmos de Dijkstra y Bellman-Ford.

3.10.4. ISO 19134: Servicios basados en la localización. Enrutado y navegación multimodal.

ISO 19134 extiende el modelo propuesto en ISO 19133 al empleo de múltiples medios de transporte, es decir, con ISO 19133 se puede determinar una ruta

óptima utilizando un único medio de transporte (p.ej. vehículo terrestre) aunque pueda tener diferentes costes (bien sea por la propia distancia recorrida, bien sea por otros casos como peajes, etc.). Sin embargo, hoy en día, es práctica común combinar diferentes medios de transporte (p.ej. coche y avión, coche y barco, etc.) para alcanzar el punto de destino deseado. Este nuevo escenario es el que normaliza ISO 19134, dando la posibilidad de utilizar distintos medios de transporte en distintas partes de una ruta.

ISO 19134 especifica los tipos de datos y las operaciones asociadas para la implementación de servicios de enrutamiento y navegación basados en ubicaciones de modo múltiple.

El enrutamiento y la navegación de modo múltiple consisten en 6 paquetes distintos:

- **ISO 19133.** Ya descrito anteriormente. Ofrece un modelo básico.
- **Modelo de red.** Este paquete expande el modelo de red definido en ISO 19133 mediante la incorporación y/o modificación de información usada para especificar enrutamiento y navegación de modo múltiple.
- **Enrutamiento.** Este paquete contiene clases para especificar una ruta dentro de una red de modo múltiple.
- **Trasbordos y aviso.** Este paquete contiene clases y tipos útiles para asociar elementos de trasbordo y aviso a los objetos, normalmente cruces y viajes. De este modo es posible representar transferencias de modo múltiple que tienen lugar en un cruce de una red de transporte de modo múltiple y adjuntar información textual que puede ser de utilidad para entender los itinerarios vinculados con un objeto asociado.
- **Restricción.** Este paquete proporciona clases y tipos para asociar restricciones a los objetos. Las restricciones pueden estar vinculadas a: trasbordos y enlaces, tipos de modos que pueden atravesar un enlace o un trasbordo, y momentos en que una entidad de una red de modo múltiple puede ser atravesada.
- **Servicio de navegación.** Este paquete proporciona clases que describen los propios servicios basados en localizaciones de modo múltiple (p.ej. itinerario con puntos intermedios, instrucciones de viaje, trasbordos, etc.).

3.11. APLICACIONES

En este apartado se presentan cuatro normas desarrolladas para la aplicación a proyectos concretos. Así, las normas ISO 19109 e ISO 19110 guardan estrecha relación, por cuanto la primera es la base para el desarrollo de modelos o esquemas de aplicación y la segunda de la creación de catálogos de objetos geográficos. El propósito de ISO 19117 es normalizar la descripción de la representación gráfica de la IG, considerando los atributos de presentación con independencia de los tipos de objetos geográficos, para ello plantea la representación como una consulta a la que se aplica un catálogo de representación. Por su parte, ISO 19131 propone recoger de una manera normalizada las especificaciones de producto de datos y por ello, conceptualmente, es una norma cercana tanto a las normas de metadatos como a las de calidad. Finalmente, ISO

19136 desarrolla un formato neutro de almacenamiento y transmisión de la IG sobre la base de XML

3.11.1. ISO 19109: Reglas para esquemas de aplicación

ISO 19109 define las reglas para crear y documentar un “Esquema de Aplicación” (*Application Schema*), es decir, define las reglas para crear modelos conceptuales que proporcionan la descripción formal de las estructuras de datos que conforman la base de una aplicación. Para poder describir las estructuras es necesario, primeramente, realizar una descripción general de los objetos geográficos (*feature*) y de sus atributos, a través de la definición del *General Feature Model* (GFM – Modelo General de Objetos Geográficos), cuyas principales características se describen también en esta norma.

Se trata, por tanto, de una norma fundamental para los productores de IG. Con esta norma se podrá especificar de una manera funcional, legible, completa y entendible por toda la comunidad de técnicos que trabajan en IG, los modelos que especifican los productos de IG.

El núcleo de esta norma es la definición de un objeto geográfico como una abstracción del mundo real. Cada objeto geográfico está definido por un tipo (definición o descripción), unos atributos asociados a cada tipo, las relaciones entre los tipos y el comportamiento del objeto, todo ello integrado utilizando el GFM.

El GFM define un objeto geográfico abstracto con atributos y operaciones. Los atributos contienen toda la información estática del objeto como puede ser: la calidad o sus propiedades geométricas (punto, curva, superficie, sólido). Las operaciones contienen información sobre los cambios de un objeto debido a influencias externas. Existen otros conceptos adicionales que también puede llevar asociado un objeto geográfico:

- Asociaciones. Entre un tipo de objeto geográfico y sí mismo o con otros tipos de objetos.
- Relaciones de generalización y especialización para otros tipos de objetos.
- Restricciones en el tipo de objetos. En ocasiones es conveniente imponer restricciones a la definición de un objeto geográfico, un ejemplo puede ser que un objeto de tipo una curva no puede estar definida por más de 8 vértices. El GFM permite formular estas restricciones.

Los objetos geográficos pueden diferir en importancia y tamaño, por lo que se realiza un agrupamiento jerárquico. El GFM permite el uso de árboles de generalización donde unos tipos de objetos pueden ser especializados o generalizados.

El GFM se expresa en CSL (*Conceptual Schema Language*), lenguaje basado en UML que mediante diagramas de clase UML, como el de la Figura 3.28, describe las características de los diferentes tipos de objeto geográfico usados en un esquema de aplicación.

Los modelos de datos que se definen para los SIG tienen principalmente como elementos la geometría (puntos, líneas, polígonos) y sus atributos asociados. Los

objetos se describen por otro lado, dentro del dominio de la aplicación. Entre las ventajas que ofrece utilizar el modelo GFM se encuentran:

- La semántica es más importante que la representación.
- Las instancias de objeto llevan asociadas el tipo de objeto.
- Un objeto geográfico puede tener más que una geometría asociada a él, o:
 - o Representar múltiples propiedades geométricas del objeto (p.ej. cada etiqueta con un papel diferente: centroide, límite...).
 - o Implementar diferentes representaciones de una propiedad (p.ej. diferentes escalas, o usar diferentes modelos tales como malla o triangulación para los modelos de superficies).

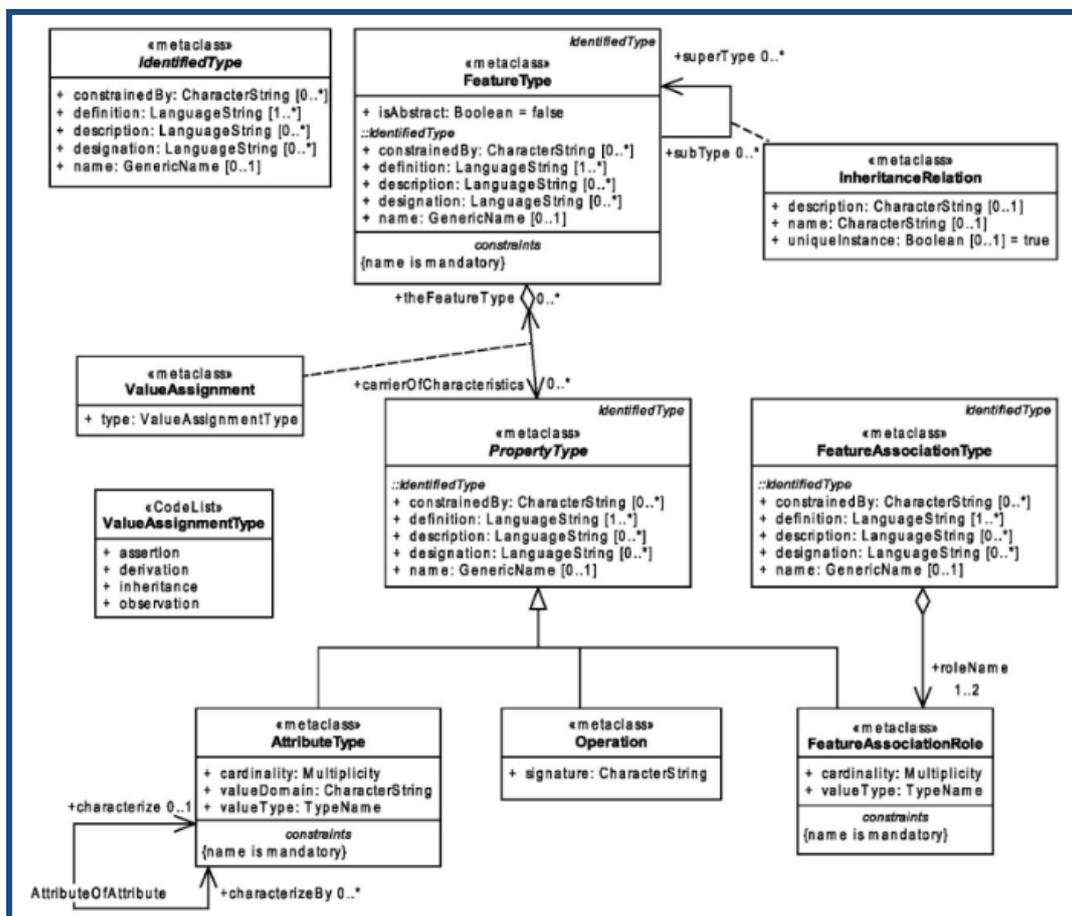


Figura 3.28. Modelo General de Objetos Geográficos. Fuente: UNE-EN-ISO 19109:2015.

Un esquema de aplicación (*Application Schema*) se crea para proceder a la definición de los objetos de una aplicación. Todos los detalles de cada uno de estos objetos, una vez definidos, se muestran mediante un catálogo de objetos. ISO 19110 describe la metodología para construir estos catálogos.

El esquema proporciona la descripción formal de la estructura de los datos y su contenido, así como las especificaciones de las operaciones necesarias para la manipulación y su procesamiento requerida por una o más aplicaciones. Contiene

las descripciones tanto de los datos geográficos como de otros datos relacionados y se expresa en CSL.

El propósito de un esquema de aplicación es:

- Proporcionar una descripción de los datos entendibles por los ordenadores que defina la su estructura, de tal manera que permita aplicar mecanismos automáticos para la gestión de los datos.
- Alcanzar una comprensión correcta de los datos, documentando el contenido de los datos según el campo de aplicación, de tal modo que se pueda recuperar sin problemas la información de los datos.

Esta norma no estandariza esquemas de aplicación, solamente establece las reglas para crear modelos de aplicación de un modo consistente para facilitar la adquisición, el procesamiento, el análisis, el acceso, la presentación y la transferencia de datos geográficos entre los diversos usuarios, sistemas y localizaciones.

Entre las reglas que se definen para los esquemas de aplicación se encuentran: reglas para el uso del esquema de metadatos, reglas temporales, reglas espaciales, reglas de catalogación, reglas para la referenciación espacial usando identificadores geográficos, etc. Todas estas reglas definen como crear esquemas de aplicación basándose en clases definidas en cada una de las otras normas de la familia ISO 19100 (19115, 19108, 19107, 19110 e 19112).

3.11.2. ISO 19110: Metodología para la catalogación de fenómenos

ISO 19110 define la metodología para catalogar tipos de objetos geográficos especificando cómo se organiza su clasificación en un catálogo, y como se presenta a los usuarios. Por ello, establece una metodología normalizada que facilita la descripción de la abstracción del mundo real y, también, facilita la comparación entre distintos catálogos normalizados, aspecto importante para el caso de la interoperabilidad semántica. Por tanto, es otra de las normas base para los productores de IG, máxime si se proponen la definición y creación IG semánticamente interoperable.

El catálogo define, exclusivamente, el significado de los tipos de objetos geográficos, el de sus atributos asociados, las operaciones y las asociaciones de objetos contenidas en el esquema de aplicación. La descripción completa del contenido y la estructura de un conjunto de datos geográficos debe seguir el esquema de aplicación desarrollado en ISO 19109.

El nivel básico en la clasificación de un catálogo de objetos debe ser el tipo de objeto geográfico. Los objetos del mundo real pueden aparecer como instancia o como tipo. Las instancias son cada una de las ocurrencias que aparecen en la realidad. La abstracción se aplica para simplificar la realidad, de esta manera, se crean clases que agrupan a una serie de instancias que tienen unas características comunes. Éstas se denominan tipos de objetos.

Desde la norma se recomienda uso de un lenguaje de modelado conceptual para modelar la información del catálogo.

En ISO 19110 se especifican los elementos de información que se deben determinar para caracterizar de forma adecuada un catálogo de objetos. En el anexo B de la norma, de carácter normativo, establece unas plantillas que especifican los elementos de información y el tipo de requerimiento que tiene, obligatorio, condicional u opcional.

3.11.3. ISO 19117: Representación

ISO 19117 define un esquema para poder crear salidas gráficas a partir de CDG digitales y de sus metadatos. Además, incluye una descripción de la metodología de descripción de símbolos y de las relaciones entre el esquema y su aplicación.

La simbolización cartográfica es tratada como una explotación y por ello de manera independientemente de los tipos de objetos geográficos de la base de datos. Para ello define varios conceptos como son el catálogo de representación, las reglas de representación o el servicio y las especificaciones de representación.

También proporciona las directrices generales sobre los métodos utilizados para representar las instancias de los objetos de una base de datos (sin llegar a la implementación directa). El mecanismo de representación hace posible partir de reglas generales válidas para cualquier base de datos. También se incluye un mecanismo para la declaración de los atributos de representación. Sin embargo, no se realiza una normalización de símbolos cartográficos, ni su descripción geométrica y funcional. Se trata de una norma que por su objeto está estrechamente relacionada con otros documentos de la familia ISO 19100 (p.ej. 19103, 19107, 19109, 19115).

La representación, según ISO 19117, se define como la presentación de la IG para humanos. La norma se encarga de definir un mecanismo de representación para las entidades basado en reglas, las cuales utilizan la geometría y la información de los atributos. Para poder establecer las relaciones entre las instancias de las entidades que se van a representar, los atributos y la geometría espacial se utiliza el esquema de aplicación de ISO 19109 y las relaciones entre la geometría espacial y la topología asociada se definen en ISO 19107.

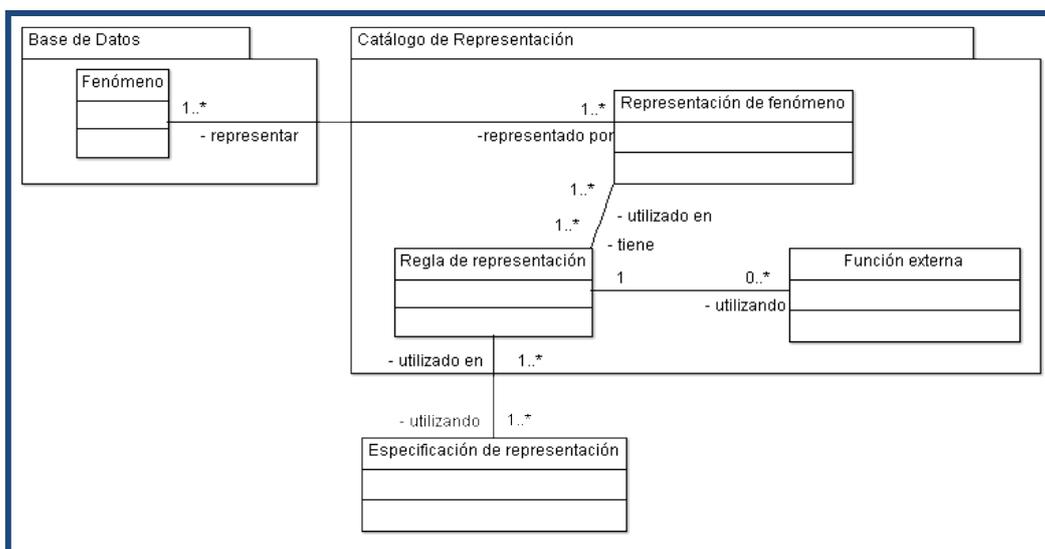


Figura 3.29. Visión general de la representación.

En Figura 3.29 se muestra la representación de un objeto geográfico mediante un catálogo de representación. El catálogo de representación consiste de la representación del objeto, la regla de representación y la función externa. Para producir diferentes productos se pueden emplear distintos catálogos de representación, representando uno o más conjunto de datos. Todo ello bajo un servicio de representación que se encarga de toda la gestión del sistema.

El catálogo de representación se relaciona con una especificación de representación, y una especificación de representación puede ser utilizada en uno o más catálogos de representación. Una regla de representación consiste en dos partes, una de ellas es una declaración de consulta que puede ser utilizada en una o más funciones externas, y la otra es una o más declaraciones de acción.

Según la norma, existen algunos aspectos de relevancia que deben ser tenidos en cuenta a la hora de su implementación con el fin de la reutilización y la separación entre catálogo y elementos representados. Entre ellos destacamos:

- Las reglas de representación deben estar almacenadas en un catálogo de representación, no ser parte del conjunto de datos y estar especificadas para las clases de entidades o instancias de entidades.
- Las especificaciones de representación deben estar almacenadas separadamente (preferiblemente de manera externa con acceso URI), referenciadas desde las reglas de representación y no ser parte del conjunto de datos. Siempre debe existir una representación por defecto de cada objeto para evitar los casos en los que no se haya definido una regla de representación.

Es importante reseñar que, aunque el proceso de representación mediante reglas es muy flexible, cuando los objetos saturan el espacio es necesario incluir otros tipos de reglas como los atributos prioritarios (generalmente empleando funciones externas). Ya que, el esquema definido por ISO 19117 no puede definir reglas entre tipos de objetos.

El proceso de representación, según ISO 19117 queda entonces definido por los siguientes pasos:

- Seleccionar un tipo de objeto geográfico.
- Seleccionar la regla que define la representación gráfica de ese tipo de objeto:
 - Probar las reglas disponibles según el tipo de entidad dada y sus parámetros adjuntos.
 - Utilizar la especificación de representación para encontrar la regla válida que hay que aplicar.
- Aplica la regla sobre el objeto. Las reglas están almacenadas en el catálogo de representación, es decir contiene la representación cartográfica para cada tipo de objeto.

3.11.4. ISO 19131: Especificaciones de producto de datos

En el desarrollo de los trabajos del TC211 relativo a las normas ISO 19113 y 19114, referentes a los principios de la calidad y de su evaluación en su aplicación

a la IG, se hizo evidente la importancia de una norma para las especificaciones de los productos de datos espaciales.

La existencia de una especificación de producto de datos surgió como un requisito fundamental para disponer de la posibilidad de una evaluación objetiva de la calidad de datos, y su importancia proviene de la necesidad de traducir los objetivos de utilización de la IG en indicaciones técnicas adecuadas para dirigir el proceso de producción. Por tanto, se trata de una norma que debería ser directamente adoptada dentro de los SGC como elemento de estandarización de las especificaciones de los productos.

Uno de los principales problemas que pueden existir con esta norma es su fuerte relación con la norma ISO 19115 relativa a los metadatos, ya que los metadatos son una descripción del producto. Sin embargo, los metadatos describen un producto existente y no uno en proceso de ejecución. Por ello, aunque puedan tener algunos aspectos comunes, el diseño realizado en ISO 19115 no es adecuado para las especificaciones de producción.

La especificación de un producto es un instrumento que modela el Mundo Real, interpretado según un Universo de Discurso para obtener un CDG. El Universo de Discurso está compuesto por las ontologías que asociamos a un determinado tipo de objetos geográficos o conjunto de objetos. Entendiendo una ontología como la definición de los contenidos de la realidad conceptualizada.

Según lo anterior, la norma ISO 19131 define:

- Producto geográfico. Conjunto de datos geográficos, o una serie de conjuntos de datos geográficos, producidos de acuerdo a una especificación.
- Especificación de un producto de datos. Descripción detallada de un conjunto de datos geográficos, o una serie de conjuntos de datos, con información adicional que permita su producción, conocimiento y uso por otra entidad.

Aunque la norma no indica nada sobre otros aspectos de la especificación, en el caso de productos con gran difusión o con continuidad temporal parece necesario que las propias reglas de producción y actualización, así como la distribución del producto, sean tenidas como parte integrante de la especificación del producto.

ISO 19137 establece la organización del documento de especificación siguiendo estos apartados:

- Descripción general del producto. Descripción sintética que permita una compresión rápida de las principales características de un producto por parte de una persona. Esa descripción informal del producto podrá contener información sobre los siguientes aspectos:
 - Descripción del contenido del producto.
 - Extensión, tanto espacial como temporal.
 - Propósito de utilización que ha de guiar la producción.
 - Fuentes y procesos de producción.

- Ámbitos de especificación. La especificación de un producto no tiene porqué aplicarse a toda la extensión del mismo, por lo que se deben indicar los ámbitos a los que se aplica cada parte de la especificación.
- Identificación del producto. Debe contener:
 - o Título. El título del producto.
 - o Resumen. Una breve descripción narrativa del contenido del producto.
 - o Tópico. Tema principal del producto.
 - o Descripción geográfica. Extensión geográfica del área cubierta por el producto.
- Contenido y estructura de los datos. Es la componente de la especificación que típicamente tendrá un mayor tamaño y debe seguir ISO 19109 o ISO 19123 (para datos de malla). La información relativa al contenido estructura se define por un “esquema de aplicación” y por “un catálogo de características”.
- Sistema de referencia. La definición de los sistemas de referencia se realiza a través de identificadores que apuntan a catálogos de sistemas de referencia donde se realiza la descripción de un modo completo (siguiendo ISO 19111 ó 19112 y/o 19108).
- Calidad de los datos. La descripción de la calidad de los datos deberá realizarse de acuerdo con las normas relativas a la calidad de datos. Cabe destacar que en un mismo producto se pueden tener diferentes métodos de validación para cada ámbito, por lo que los resultados de cada elemento de calidad y niveles de conformidad pueden ser diferentes para cada extensión/conjunto de atributos del producto.
- Distribución del producto. Indica el soporte y formato de distribución. Es posible la referencia a distintos soportes y formatos, mediante la identificación de los diferentes ámbitos que les corresponden.
- Metadatos. Descripción detallada de los metadatos que forman parte del producto final.
- Adquisición de los datos. ISO 19137 no contempla la descripción del proceso de adquisición de la información, si bien reconoce que el proceso y la calidad final están fuertemente relacionados. Por ello, cuando sea procedente, es muy recomendable que se describan en este apartado las fuentes y procesos de adquisición.
- Mantenimiento. Se deben incluir referencias a los sus procesos y frecuencia de actualización de los datos.
- Representación gráfica.
- Información adicional.

Esta norma necesita una actualización para hacerla acorde a ISO 19115-1 y 2 y a ISO 19157.

3.11.5. ISO 19136: Geographic Markup Language

Geography Markup Language (GML) es un lenguaje basado en XML para codificar IG para ser almacenada y transportada por Internet. GML fue desarrollado por OGC para definir la geometría y las propiedades de los objetos que comprenden la IG. Se puede decir que GML es una aplicación práctica para transferir IG por la web. GML permite que los datos sean controlados en el navegador por el usuario, quien, entre otras cosas, puede decidir cómo serán mostrados los datos.

Se puede decir que GML es un sublenguaje de XML, el cual queda descrito como una gramática en un esquema XML para el intercambio de la IG. Su importancia radica en que a nivel informático se constituye como una lengua franca para el manejo y trasvase de información entre los diferentes softwares que hacen uso de este tipo de datos, como los SIG. Como cualquier codificación XML, GML representa la IG en formato texto. Al ser texto, le da simplicidad y es visible por sí mismo, fácil de revisar y de cambiar. Por tanto, GML usa el texto para representar geometrías y objetos geográficos y no representa las entidades geográficas de manera gráfica. GML no contiene información específica sobre cómo se debe hacer la visualización de los datos representados. Para ello se utilizan estilos que se relacionan a GML.

GML se basa en el modelo geográfico abstracto desarrollado por OGC. Este modelo describe el mundo en términos de entidades geográficas llamadas objetos geográficos. Esencialmente, un objeto geográfico no es más que una lista de propiedades y geometrías.

Las propiedades tienen normalmente un nombre, un tipo, un valor y una descripción. Las geometrías están compuestas de geometrías básicas tales como puntos, líneas, curvas, superficies y polígonos. Por simplicidad, la especificación GML inicial está restringida a geometría 2D. Existen aplicaciones, como CityGML, que extienden este modelo al caso 3D.

Esta norma define la sintaxis del esquema XML, mecanismos y convenciones que:

- Proporciona un marco de trabajo abierto y neutral de la definición de objetos y aplicaciones de esquemas geoespaciales.
- Proporciona un conjunto de clases de objetos para describir elementos geográficos como entidades, sistemas de referencia espaciales, geometrías, topologías, tiempo, unidades de medida y valores generales.
- La definición de GML se realiza utilizando esquemas, que pueden ser personalizados para un modelo de datos determinado, mediante extensión o especialización.
- Con GML la integración de datos espaciales (geométricos) y no espaciales es fácilmente realizable, especialmente en casos donde los datos no espaciales están codificados en XML y además permite separar el contenido de su representación.
- GML es independiente de plataformas y aplicaciones propietarias.
- Admite el almacenamiento y el transporte de esquemas de aplicación y conjunto de datos.
- Incrementa la capacidad de organizaciones para compartir esquemas de aplicación geográfica y de información geográfica.

En la norma GML se especifica la codificación XML de clases conceptuales definidas tanto en la serie 19100 como en especificaciones de OGC. Los modelos conceptuales están definidos en numerosas normas (p.ej. ISO/TS 19103, ISO 19107, 19108, 19109, ISO 19111, 19123, etc.). Además de estas normas, GML proporciona codificación XML para conceptos adicionales que no están modelados ni en la familia ISO 19100, ni en especificaciones de OGC.

Por supuesto, puede usarse GML para crear mapas. Esto podría ser obtenido mediante una herramienta de dibujo que interprete datos GML, como por ejemplo la herramienta QGIS. Por tanto, para crear un mapa a partir de GML sólo se necesita aplicar un estilo a los elementos de GML dentro de un formato que pueda ser interpretado por un navegador web. Entre los formatos gráficos potenciales están *W3C Scalable Vector Graphics (SVG)*, *Microsoft Vector Markup Language (VML)* y *X3D*.

Ejemplos de servicios WFS que devuelven datos en GML son: el servicio WFS de la Dirección General del Catastro, que accede a las parcelas catastrales una a una; los servicios WFS de la IDE de Cataluña (IDEC), los de la IDE de la Confederación Hidrográfica del Ebro (IDE-Ebro), el servicio WFS de la IDE de Galicia (IDEG) y el de la IDE de A Coruña.

Prácticamente todos los programas SIG del mercado importan y exportan ficheros en formato GML y cada vez se dispone de más aplicaciones preparadas para: almacenar y gestionar GML directamente como QGIS, OpenMap; y para importar GML desde las bases de datos más extendidas (p.ej. Oracle, PostGIS).

3.12. CONCLUSIONES

En este capítulo se ha realizado una somera presentación de un nutrido número de normas de la familia ISO 19100 dedicada a la IG digital. Se trata de un conjunto amplio, y por tanto heterogéneo, que cubre gran parte del abanico normativo desarrollado por ISO/TC211. Es una selección realizada bajo la consideración de la importancia de los documentos.

De esta forma, los documentos presentados se han agrupado cubriendo las siguientes temáticas: visión general de la familia, modelo espacial y temporal, sistemas de referencia e identificadores geográficos, metadatos, normas para datos ráster y malla, calidad, servicios y aplicaciones.

Por lo general, todas estas normas presentan estrechos lazos entre sí, e incluso con otras normas internacionales que no pertenecen a la familia ISO 19100, como UML o ISO 8601 acerca de fechas y horas, y un largo etcétera.

La familia ISO 19100 es un trabajo ingente de liderazgo, planificación y coordinación. Se trata de una obra cooperativa e internacional en la que participan centenares de expertos procedentes de muy diversas instituciones y empresas. La familia ISO 19100 es el fruto de más de 20 años de trabajo del TC211, donde junto al esfuerzo propio se ha sabido integrar y aprovechar los trabajos desarrollados previamente por el Comité Europeo de Normalización y por otras organizaciones como el Open Geospatial Consortium. Se trata pues de un desarrollo serio y concienzudo, donde han participado los mejores especialistas en cada una de las

materias, y se han considerado las aportaciones de la industria. Por todo ello, este conjunto normativo se ha convertido en la referencia indiscutible dentro del sector de la IG y una base fundamental para el desarrollo de las IDE.

Los documentos más significativos de la familia ISO 19100 son las normas internacionales, pero junto a ellas destacan también otros tipos de documento, informativos, como los informes técnicos y las especificaciones técnicas, que también pueden ser de gran interés en áreas específicas. Por lo común, dado el carácter internacional, estas normas se limitan a establecer marcos o grandes líneas, por lo que una crítica muy común, dentro del sector, suele ser recalcar su carácter excesivamente general. Se trata de un defecto, o virtud, que se debe a la idea de que las normas de este tipo deben asegurar la interoperabilidad de las soluciones, y no tanto la homogeneidad o unicidad de las mismas, lo que podría llevar a casos de ineficacia, ineficiencia o inoperancia. Además, aunque todavía hay muchas de ellas revisadas, hay que entender que todavía se trata de un conjunto normativo de primera generación, normas que aparecen donde no había absolutamente nada. La idea es que, a partir de ellas, surjan normas nacionales o perfiles/normas internacionales, o estándares de organizaciones que traten con mayor detalle aspectos más específicos.

La familia ISO 19100 presenta una gran coherencia interna, conseguida gracias a los distintos mecanismos de control establecidos por el TC211, como son el grupo de gestión de terminología, el conjunto de pruebas de conformidad con la familia, un conjunto de normas orientadas a establecer las bases conceptuales de toda la normativa, la definición de un vocabulario único, etc. Pero además de lo anterior, estas normas poseen unas bases comunes compartidas, la más evidente el uso de un mismo lenguaje de modelado (UML). Sin embargo, el volumen de trabajo y su complejidad, la distancia temporal entre las primeras y últimas normas de la familia, y otras razones, hacen que existan algunos problemas de coherencia, o discrepancias, entre algunas normas. Consideramos que se debe ser benévolo en este sentido.

Desde un punto de vista más instrumental, la familia ISO 19100 adopta plenamente la filosofía de trabajo con objetos por medio de UML. UML es un potente mecanismo de abstracción y creación de modelos que procede de la convergencia de otros modelos anteriores. UML asegura capacidades adecuadas para modelizar múltiples situaciones (requisitos, dinámica, objetos, actividades, etc.) y para llevar estos modelos a posteriores implementaciones. Se trata pues de un pilar instrumental básico de todo el desarrollo de las IDE. Para “leer” muchos aspectos desarrollados por las normas es necesario conocer este lenguaje, por lo que su buen manejo se hace obligado para aquellos que quieran profundizar en todos estos documentos.

Al trabajar con IG, un aspecto primordial es el espacio-tiempo. Por ello un conjunto importantísimo de normas es el que se dedica a establecer los modelos espacial y temporal. Se trata de verdaderos modelos de referencia dentro del sistema ISO 19100 y por ello serán continua referencia y base de otras muchas normas.

Entrando en el capítulo de metadatos, se puede afirmar que éstos son ya una componente más de los datos geográficos, y que poseen una importancia indiscutible para la expansión y uso de la IG en la Red, y especialmente de las IDE. Los metadatos son uno de los pilares básicos de las IDE. Por todo ello, la familia ISO

19100 ha dedicado un gran esfuerzo en este aspecto, donde además se ha beneficiado de trabajos previos y más generales procedentes del ámbito de la documentación.

Los datos ráster y malla han adquirido una gran importancia como soporte de la IG y base para el análisis SIG, y por ello la familia ISO 19100 dedica varias normas a esta temática. Como ya se ha indicado los datos ráster y malla no han sido tenidos en cuenta suficientemente en el conjunto de normas ISO 19100, buena prueba de ello es que ha sido necesario definir extensiones de normas esenciales para ese tipo de datos, como ISO 19101-2 e ISO 19115-2, y que hay un desfase temporal entre las normas centradas en los datos vectoriales y este grupo de normas para coberturas, datos ráster y malla. Esto puede haber sido debido a que la necesidad de normalización era algo menor para datos ráster y malla, área en la que los modelos de datos son más sencillos y existe un conjunto de formatos y prácticas estandarizados de facto que resuelven aceptablemente bien parte de la situación. Sin embargo, se ha visto un cambio en la filosofía de las normas de ráster y malla, y ahora se suelen desarrollar casi paralelamente a sus equivalentes vectoriales.

La calidad es una temática muy actual e importante en todos los ámbitos de la producción y prestación de servicios de IG. Por ello, este ámbito ha sufrido grandes cambios en los últimos tiempos, pasando de disponer de tres documentos ISO 19113, 19114 y 19138, a ser fusionados todos ellos en la norma 19157, que permiten identificar factores relevantes de la calidad, evaluar la calidad, usar un conjunto de medidas normalizadas para la calidad y también usar unos métodos normalizados para informar sobre la calidad incluyendo también los metadatos de calidad. Conviene advertir que estas normas no marcan niveles de calidad. Los niveles de calidad se deben establecer de mutuo acuerdo entre productores y usuarios en función del propósito de cada producto.

También se ha presentado un conjunto de normas orientadas a los servicios. De este grupo, dos de las normas (ISO 19133 e ISO 19134) se refieren a servicios basados en la posición (seguimiento, enrutamiento y navegación en redes lineales), y otras dos (ISO 19119 e ISO 19128), referidas a servicios con un carácter más convencional, y ya consolidados, como los servidores de mapas, pero donde también se incluyen un amplio elenco de servicios de carácter más cartográfico, como edición, transformación de coordenadas, rectificación, cartometría, etc.

Hoy en día, las organizaciones cartográficas tienen que dar un paso hacia el futuro, ofreciendo, además de los productos tradicionales, un conjunto de servicios en línea. Las normas arriba indicadas son fundamentales para este propósito, generando además el beneficio de los estándares internacionales (interoperabilidad, reusabilidad, difusión, etc.). Desde nuestro punto de vista, se trata del grupo de normas de la familia ISO 19100 que mayor implicación directa tiene con las demandas y tendencias actuales de la Sociedad de la Información. Con el uso extensivo de sistemas móviles la posición es un elemento base para servicios de valor añadido basados en la localización. Éste es un campo donde los desarrollos se pueden solapar con los de otros comités técnicos de ISO, como el dedicado a los sistemas inteligentes de transporte, etc.

En el último apartado se ha presentado un conjunto de normas (ISO 19109, ISO 19110, ISO 19117, ISO 19131 e ISO 19136) que no forman un grupo homogéneo, y por ello requieren un comentario independiente cada una de ellas.

ISO 19109 explica cómo definir los objetos geográficos y el modelo conceptual de una aplicación concreta. Ofrece además un conjunto de directrices sobre cómo utilizar el contenido de varias normas para su integración en un caso concreto, por lo que puede ser considerada como una especie de instrucciones de uso. Se trata pues de una herramienta de modelización fundamental en el ámbito de la IG.

Con cierta relación con la anterior, ISO 19110 establece una estructura para la realización de catálogos de objetos. Esta estructura facilita la posibilidad de comparar, conocer y explotar diferentes catálogos de una manera sencilla. Por otra parte, los elementos que definen el catálogo dan una idea más concreta de los tipos de objetos geográficos y las propiedades que los definen.

La norma ISO 19117 tiene un gran interés y oportunidad dado que posibilita la obtención de salidas gráficas con valor cartográfico. Su objetivo es definir un esquema que se aplica a los objetos geográficos para obtener su representación. La especificación de representación y las reglas de representación no son parte de la base de datos y se almacenan de manera independiente. Se trata pues de un sistema que desliga el dato de su representación y que con ello permite alcanzar una gran versatilidad.

Por su parte, la norma ISO 19131 define cómo describir de manera normalizada las especificaciones de datos geográficos, presentando una estructura con ciertas similitudes a la norma ISO 19115-1. Su aplicación está fuertemente condicionada por la adopción de las restantes normas de la serie. La aplicabilidad de la norma de especificaciones para los datos geográficos presupone un buen entendimiento de las restantes normas y un nivel de madurez técnica que va un tanto más allá de la práctica corriente actual de las instituciones y empresas.

Dado que casi todas las instituciones cartográficas (USGS, OS, IGN...) han propuesto formatos (DLG, SDTS, SAIF, etc.) de intercambio para la IG, era muy importante que la familia ISO 19100 incluyera una norma en este sentido. GML es la propuesta que realiza ISO. GML constituye una capa semántica sobre XML para expresar objetos geográficos. GML está diseñado para la modelización, la transferencia y el almacenamiento de IG y, como es de esperar, tiene una gran relación con los otros documentos dedicados a la geometría (ISO 19107, ISO 19123, etc.).

GML es una opción que presenta múltiples ventajas (basado en XML, texto, soportado por estándares, etc.), y algunos inconvenientes, siendo el más evidente el gran tamaño que alcanzan sus ficheros para grandes volúmenes de información, tanto vectorial como ráster.

Una vez realizado un repaso por las conclusiones principales de cada uno de los apartados de este documento, conviene también exponer otras de un carácter más general y amplio. Así, conviene entender que las normas ISO 19100 marcan presente y el discurrir futuro inmediato en el sector de la IG. Son documentos que ponen a nuestra disposición el consenso alcanzado por un amplio grupo de expertos e instituciones pioneras en la materia, una experiencia que no debe ser rechazada de ningún modo. Las normas son documentos de los que se puede aprender muchísimo. Además, en la actualidad, debido a su novedad, el conocimiento de las normas permite acceder a nuevas tecnologías, lo que abre posibilidades de innovación.

La actividad normativa es dinámica, las normas deben evolucionar: corregir sus errores, incorporar nuevos conocimientos, adaptarse a las cambiantes necesidades reales. Por ello, por analogía a lo que ocurre con otros ámbitos normativos más consolidados (p.ej. calidad, automoción, medioambiente, etc.), hemos de pensar que la familia ISO 19100 también seguirá evolucionando.

3.13. REFERENCIAS

AENOR (2006). Información Geográfica. Metadatos (ISO 19115:2003). AEN/CTN 148 Información Geográfica Digital.

Aguilar Bulgarelli, O.; Vivas Jerez, L.; Borrero Mutis, S. ed. (2009). Guía de Normas (Edición en Español) Pub. 541. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. 116 pp. ISBN: 978-607-7842-03-3.

Ariza-López, F.J.; Rodríguez-Pascual, A.F. ed. (2008a). Introducción a la normalización en Información Geográfica: La familia ISO 19100. 230 pp. ISBN: 978-84-612-2075-5. Publicado en la revista Mapping como especial en el año 2008.

Ariza-López, F. J. Rodríguez-Pascual, A. F. ed. (2008b). Especial Sobre la Familia de Normas ISO. Mapping nº 123. Febrero 2008. ISSN: 1131-9100

Di, L.; Kresse, W.; Kobler, B. (2004). *The current status and future plan of the ISO 19130 project en Actas del XXth ISPRS Congress. Technical Commission II. July 12-23, 2004, Istanbul, Turkey.* 240-244 pp.

García-Balboa, J. L. (2011). Normas de calidad. En: Experto Universitario en Evaluación de la Información Geográfica (4ª Edición). Máster Universitario en Evaluación y Gestión de la Calidad de la Información Geográfica (1ª Edición). Universidad de Jaén. Jaén, España.

ISO (2016). *ISO/IEC Directives, Part 1 — Consolidated ISO Supplement — Procedures specific to ISO.* 7ª edición. 168 pp. Accesible en: <http://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=4230452&objAction=browse&sort=subtype>

Object Management Group (OMG) 1998. *Unified Modeling Language Specification.* Framingham, MA: Object Management Group. <http://www.omg.org>

OGC (2007). *Styled Layer Descriptor profile of the Web Map Service Implementation Specification.* Document: OGC 05-078r4. 53 pp. <http://www.opengeospatial.org/standards/sld>

Langran, G. (1992). *Time in Geographic Information Systems.* Taylor & Francis. 180 pp. ISBN: 978-074-8400-59-1.

Ureña-Cámara, M.A. (2011). Normas sobre metadatos (ISO 19115). En: Experto Universitario en Evaluación de la Información Geográfica (4ª Edición). Máster Universitario en Evaluación y Gestión de la Calidad de la Información Geográfica (1ª Edición). Universidad de Jaén. Jaén, España.

**«Lo último que
uno aprende
acerca de una
tarea es lo que
hay que hacer
primero»**

Blaise Pascal (1623-1662)

El Marco de Referencia del OGC

Rodríguez Pascual, Antonio F.

Instituto Geográfico Nacional y Universidad Politécnica de Madrid

Capítulo

4

Contenido

| | | |
|------|--------------------------------|-----|
| 4.1. | INTRODUCCIÓN | 169 |
| 4.2. | EL OGC..... | 169 |
| 4.3. | INTEROPERABILIDAD | 170 |
| 4.4. | MIEMBROS DE OGC..... | 171 |
| 4.5. | CONFORMIDAD | 172 |
| 4.6. | ESTÁNDARES OGC..... | 172 |
| 4.7. | EL OGC Y EL TC211 DE ISO | 175 |
| 4.8. | CONCLUSIONES..... | 176 |
| | 4.8.1. Puntos débiles | 176 |
| | 4.8.2. Puntos fuertes | 177 |
| 4.9. | REFERENCIAS..... | 177 |

4.1. INTRODUCCIÓN

En los años noventa comenzó a aparecer el concepto de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) en varios foros y encuentros internacionales. Apareció como una consecuencia lógica de la aplicación de la filosofía de los Sistemas Abiertos (*Open Systems*) a los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Efectivamente, los SIG abiertos implican que los sistemas puedan comunicarse entre sí, es decir, interoperar mediante servicios estándar. Surge así el concepto de interoperabilidad y el concepto de una infraestructura de servicios básicos de Información Geográfica (IG) en un país o región que sirva de soporte a aplicaciones temáticas de todo tipo.

En 1994 esas ideas experimentan un impulso decisivo gracias a la Orden Ejecutiva 12906 del presidente de EE. UU. Bill Clinton sobre el establecimiento de la *National Spatial Data Infrastructure*, dentro de la política de lo que se llamó las Autopistas de la Información y la visión de la *Digital Earth*¹ de Al Gore. Vale la pena citar el principio de esa Orden Ejecutiva: «La IG es crítica para promover el desarrollo económico, mejorar nuestra gestión de los recursos naturales y proteger el medio ambiente...». En consecuencia, dedica recursos a la implementación de la NSDI, establece un plazo de 6 meses para abrir un *Clearinghouse* (Catálogo de datos enlazado con utilidades de descarga) nacional, un plan para crear metadatos de todos los datos geográficos existentes en 1 año, la obligación de documentar con metadatos todos los datos de nueva creación a partir de 9 meses, se liberan los datos geográficos federales y un conjunto de medidas complementarias.

Como consecuencia del arranque de ese movimiento, se creó el OGC en ese mismo año de 1994.

4.2. EL OGC

El *Open GIS Consortium* fué fundado en 1994 como un consorcio internacional sin ánimo de lucro bajo la forma de «corporación libre de impuestos» según la legislación de EE. UU. Algunos años después, en 2004, cambió su denominación por la de *Open Geospatial Consortium*² (OGC) y actualmente está formado por más de 518 organizaciones públicas y privadas, incluyendo productores de software, organismos gubernamentales, universidades, investigadores, etcétera.

OGC surgió como evolución natural de la fundación OGF (*Open GIS Foundation*) fundada en 1992 alrededor de la comunidad de desarrolladores de GRASS, un SIG ráster *software* libre.

Actualmente OGC se ha consolidado como una organización de estandarización no lucrativa, internacional, basada en el consenso voluntario, que está liderando el desarrollo de estándares para los servicios web de información geográfica. A través de su programa de trabajo, dirigido a través de mecanismos de consenso y

¹ Al Gore hablaba de *Digital Earth* como una representación del planeta tridimensional y multiresolución que permitiera buscar y visualizar grandes volúmenes de datos georreferenciados para todo tipo de propósitos. Diez años más tarde aparecería el primer Globo Virtual (*Google Earth*).

² <https://www.ogc.org/about>

votación entre sus miembros, OGC trabaja con el gobierno, la industria privada, y el sector académico para crear los modelos, arquitecturas e interfaces de programación, para que los SIG sean abiertos e interoperen entre sí. Su misión declarada es promover el desarrollo y uso de técnicas y estándares de Sistema Abiertos en el campo de la IG.

Sus objetivos estratégicos son:

1. Proporcionar a la comunidad, de modo libre, abierto y gratuito los estándares disponibles, beneficios tangibles a sus miembros, y ventajas mensurables a los usuarios.
2. Liderar a nivel mundial la creación y el establecimiento de estándares que permitan que los contenidos y los servicios geoespaciales se integren sin costuras, es decir, se mimeticen, en los procesos de tratamiento de la información, ya sean públicos o privados, a través de la web espacial y la informática de empresa.
3. Facilitar la adopción en todo el mundo empresarial de arquitecturas espaciales de referencia abiertas.
4. Avanzar estándares para ayudar la formación de mercados nuevos e innovadores y nuevas aplicaciones de las tecnologías geoespaciales.
5. Acelerar la asimilación en el mercado de las investigaciones sobre interoperabilidad a través de procesos colaborativos de participación en consorcios.

Los documentos consensuados se establecen como especificaciones OGC de interoperabilidad y están a pública disposición, de modo libre y sin coste alguno en <http://www.opengeospatial.org>.

4.3. INTEROPERABILIDAD

El concepto de interoperabilidad es clave para entender el papel que juega OGC en el campo de la información geográfica, ya que sus resultados más tangibles son especificaciones de interoperabilidad.

La interoperabilidad se define, en ISO/IEC 2382-1: 2015 «*Data processing - Vocabulary*», como la capacidad para comunicar, ejecutar o transferir datos entre varias unidades funcionales de tal manera que el usuario no necesite tener ningún conocimiento (conocimiento específico) o muy poco (conocimiento genérico, estándar) sobre las características particulares de tales unidades. Esta definición ha sido aceptada y adoptada por OGC y por ISO/TC 211 y viene a decir que es la cualidad que tienen algunos sistemas y servicios de poder ser utilizados y encadenados en remoto por otros sistemas sin necesidad de conocer sus características individuales, sino sólo conociendo qué estándares generales cumplen.

4.4. MIEMBROS DE OGC

Hay un amplio abanico de categorías para formar parte como miembro de OGC, cada uno con una cuota anual distinta, que además depende del nivel económico de cada país, y con unos derechos diferentes, entre los que está el derecho a voto en diferentes comités y órganos de OGC. Algunas de las principales categorías son (las cuotas son las existentes en 2018 para una universidad española, ya que varían con el país): Miembros estratégicos (60.000 \$/año), principales (60.000 \$/año), asociados (550 \$/año), técnicos (12.000 \$/año); para una ONG (1.200 \$/año para España), la cuota se incrementa si solicitan ser miembros técnicos, asociados o principales) y Miembros individuales (500 \$/año para España).

Esta última categoría está pensada para desarrolladores, programadores y profesionales *freelance*, que están interesados en seguir individualmente el desarrollo y evolución de un estándar porque son autores de un código o por tener relación directa con su actividad profesional.

Actualmente (2018-03) OGC tiene 518 miembros, entre los que empresas privadas, organismos públicos de la administración, universidades e incluso personas individuales. La distribución según tipo de miembro y área geográfica se recoge en las tablas 4.1 y 4.2.

Tabla 4.1 Tipos de miembro de OGC

| Tipo de miembro OGC | |
|-------------------------|------------|
| Miembros estratégicos | 5 |
| Agregados técnicos | 2 |
| Miembros principales | 17 |
| Miembros asociados | 124 |
| Miembros técnicos | 67 |
| Administración regional | 19 |
| Administración local | 32 |
| Universidades | 103 |
| Pequeñas empresas | 44 |
| ONG | 63 |
| Miembros individuales | 43 |
| Total | 519 |

Tabla 4.2. -Tipo de miembros OGC por área geográfica

| Área geográfica |
|-----------------|
|-----------------|

| | |
|-----------------|-----|
| África | 6 |
| Oriente medio | 32 |
| Asía y Pacífico | 92 |
| Norteamérica | 185 |
| Sudamérica | 2 |
| Europa | 202 |
| Total | 519 |

4.5. CONFORMIDAD

El *Open Geospatial Consortium* desarrolla, además de la definición de estándares, una labor muy importante de certificación de productos *software*, mediante los correspondientes procesos de certificación implementados por OGC, uno por cada estándar.

Las aplicaciones que dicen implementar estándares OGC (*implementing products*) pueden verse en la página <http://www.opengeospatial.org/resource/products>, en la que puede verse que hay (en 2018-03) un total de 963 productos que dicen implementar algún estándar OGC, ya sea como cliente o como servidor, de 267 organizaciones.

Las aplicaciones que han superado los test OGC (*compliant products*) se encuentran en la página <http://www.opengeospatial.org/resource/products/compliant>, y hay un total de 274 aplicaciones, de 60 organizaciones, que han superado al menos uno de los test OGC que verifican la conformidad con alguno de sus estándares, lo que supone aproximadamente un 28 %, del total algo más de la cuarta parte. Esto puede ser debido, sencillamente, al esfuerzo y coste del proceso de verificación y a los recursos necesarios para solucionar todas las faltas de conformidad que se van produciendo.

4.6. ESTÁNDARES OGC

Las siguientes especificaciones definidas por *Open Geospatial Consortium*, definen cómo deben ser servicios y componentes accesibles en la web mediante clientes ligeros y pesados, para que sean interoperables, es decir, para que puedan utilizar datos y otros servicios distribuidos y puedan ser encadenados entre sí. Los servicios permiten invocar dos operaciones básicas: GET CAPABILITIES, que devuelve las características esenciales del servicio (como la proyección de un mapa) y GET <<NOMBRE DEL SERVICIO>>, que activa el servicio.

- **Web Map Service** (WMS 1.3.0), o Servicio Web de Mapas, permite visualizar datos vectoriales y ráster en la web con todo tipo de aplicaciones, efectuar operaciones sencillas de visualización, como apagar y encender capas, hacer zoom, vuelo panorámico, etcétera, superponer datos independientemente del

servidor físico en el que se encuentren, su formato y su sistema de referencia. Opcionalmente permite consultar atributos en un punto.

- **Web Map Tile Service** (WMTS 1.0.0), o Servicio Web de Teselas de Mapa, pensado para definir teselas regulares de imágenes devueltas por un WMS y almacenarlas en una memoria caché para acelerar el servicio.
- **Styled Layer Descriptor** (SLD 1.1.0), o descripción de estilo de capas, dedicada a permitir la definición temporal o permanente de simbolización de usuario para las capas de un WMS que lo permitan.
- **Symbology Encoding** (SE 1.1.0), o Codificación de Simbología, que permite guardar en un formato estándar, en XML, una simbolización definida, incluyendo símbolos puntuales, lineales y superficiales sencillos y variables gráficas (como color, grosor, estilo).
- **Web Map Context** (WMC 1.1), o Contexto de Mapas Web, para guardar en un formato estándar y en XML la situación activa de visualización en un momento determinado (qué WMS se están viendo, qué capas, qué zona, a qué escala, en qué CRS) y reproducirla en cualquier visualizador estándar.
- **Web Feature Service** (WFS 2.0), o Servicio Web de Fenómenos, que ofrece la posibilidad de acceder en la web a todos los atributos de fenómenos individuales contenidos en un conjunto de datos para poder efectuar análisis complejos y si el servicio es transaccional (WFS-T), actualizarlos.
- **Web Coverage Service** (WCS 2.0.1), o Servicio Web de Coberturas, que permite publicar en Internet coberturas ráster de imágenes de satélite, ortofotos, fotografías aéreas, Modelos Digitales del Terreno, ficheros ráster y, en general cualquier conjunto de datos que tenga esa estructura de datos, para su análisis y consulta. Como el WFS da acceso a todos los atributos.
- **Geographic Markup Language** (GML 3.3), es una extensión de XML (*Extensible Markup Language*) para datos geográficos, que contempla las primitivas geométricas (puntos, polígonos, superficies, curvas...), las topológicas (nodo, borde, cara...) y su estructuración. Se está imponiendo como formato de intercambio de datos geográficos e, incluso, en algunos sistemas se utiliza como formato interno de almacenamiento.
- **Keyhole Markup Language** (KML 2.3.0), o formato KML, que además de poder contener la geometría (2D y 3D), admite anotaciones y codificar la posición del observador y hacia donde mire en Globos Virtuales.
- **Catalog Service on the Web** (CSW 2.0.2), o Servicio Web de Catálogo, especifica cómo publicar catálogos de recursos, es decir, catálogos de datos y servicios, para poder realizar búsquedas en remoto, actualizaciones si se dispone de autorización y cosecha (*harvesting*) de metadatos desde un catálogo central.
- **Gazetteer** (GAZ), o servicio de Nomenclátor, que permite realizar búsquedas de topónimos con varios criterios (nombre exacto, nombre incluido, empezando por, en una zona, sólo topónimos de una clase,...) y devuelve su situación geográfica. Es un caso particular de WFS y se puede implementar con varios Modelos Conceptuales para los objetos geográficos.

- ↪ **Location Services** (OpenLS 1.2.0), o Servicios de Localización, pensados para el sector de Servicios Basados en la Localización (LBS) como enrutamiento, información de tráfico, respuesta a emergencias, control de flotas, aviso de proximidad, etcétera.
- ↪ **Table Joining Service** (TJS 1.0), o Servicio de Unión de Tablas, diseñado para ofrecer una interfaz normalizada de acceso a tablas de datos alfanuméricos (estadísticos, temáticos), que incluyan una columna con una etiqueta de georreferenciación, que permita establecer una relación con un conjunto de datos geográficos (superficies) que esté a su vez publicado de manera estándar y haga posible su visualización, mediante la construcción de un mapa temático al vuelo.
- ↪ **Filter Encoding** (FE 2.0.2), o Codificación de Filtros, establece una manera estandarizada de expresar en XML y en forma KVP (*Keyword-Value Pair*) expresiones de consulta (con condiciones, selección de CRS y ordenación) para la selección de datos geográficos. Está pensado para que se use en combinación con otros estándares, como WFS, SLD.
- ↪ **Sensor Observation Service** (SOS 2.0), o Servicio de Observaciones de Sensores, da acceso a sensores, pensado para poder acceder en tiempo real a datos tomados por sensores tales como estaciones de aforo, estaciones pluviométricas, puntos de medida del tráfico por carretera, sensores meteorológicos, webcam,... Es el estándar principal de toda una familia de especificaciones sobre sensores.
- ↪ **Web Processing Service** (WPS 2.0), o Servicio Web de Procesamiento en la web, que permite definir utilidades de geoprocésamiento en la web, utilizando una entrada de datos, preferiblemente estándar, realizando un proceso (como un cálculo de rutas, de un buffer, transformación de coordenadas...) y devolviendo una salida bien definida (preferiblemente estándar).
- ↪ **GeoAPI** (3.0), o Interfaz de Programación de Aplicaciones Geográficas, que define una API estándar con los tipos y métodos necesarios para gestionar datos geográficos, es conforme con las normas de ISO/TC211 y con el resto de estándares OGC.
- ↪ **GeoPackage** 1.2, un formato abierto, independiente de plataformas, compacto, autodescrito que sirve tanto para transferir datos como para atacarlos directamente en ese formato con un *software* SIG. Consiste en una base de datos SQLite en la que se almacenan siguiendo ciertas reglas los datos vectoriales, los ficheros ráster y una serie de extensiones.
- ↪ **Web Service Common** (WSC 2.0.0), que define una serie de aspectos comunes a los estándares más usados de acceso a datos, como son WMS, WFS y WCS: peticiones, respuestas, parámetros, codificaciones GET, POST, KVP, SOAP...

4.7. EL OGC Y EL TC211 DE ISO

El *Open Geospatial Consortium*³ y el Comité Técnico 211⁴ de ISO (ISO/TC 211), titulado «*Geographic Information/Geomatics*», colaboran estrechamente desde la definición del TC 211. Actualmente mantienen un Acuerdo de Colaboración (*Cooperation Agreement*) mediante el cual, en una primera fase, la especificación OGC se toma como el punto de partida para definir la norma ISO, y en una segunda fase, el documento se elabora en paralelo en OGC y en ISO/TC 211.

Tabla 4.3. Acuerdo de colaboración entre el OGC y el Comité Técnico 211

| Estándar OGC | Norma ISO 19100 |
|---------------------|---|
| WMS 1.3.0 | ISO 19128: 2005 <i>Web Map Server Interface</i> |
| GML 3.0 | ISO 19136: 2007 GML |
| WFS 2.0 | ISO 19142: 2010 <i>Web Feature Service</i> |
| Filter Encoding 2.0 | ISO 19143: 2010 <i>Filter Encoding</i> |

La idea fundamental de esa colaboración es que, si ISO/TC211 normaliza fundamentalmente en dos líneas, datos (pensando en la transferencia de información) y servicios web (orientados a la interoperabilidad), contar con OGC fundamentalmente para todo lo relacionado con la normalización de servicios.

Hay algunas diferencias entre los dos tipos de documentos, normas de ISO/TC211 y estándares OGC que vale la pena recalcar y que están resumidas en la siguiente tabla:

Tabla 4.4 Principales diferencias

| Estándares OGC | Normas ISO 19100 |
|---|---|
| Elaboración y versionado rápidos (~ 1 año) | Elaboración y revisión lentos (~ 3 años) |
| Basados en una implementación previa | Sin implementación previa |
| No tienen Conjunto de Pruebas Genéricas | Tienen un Conjunto de Pruebas Genéricas |
| Participación abierta a empresas, organismos públicos, universidades y particulares | Participación a través de miembros nacionales de ISO (como AENOR) |
| Documentos disponibles en la red | Documentos con copyright de ISO que se venden |

En líneas generales, puede decirse que los estándares OGC se elaboran desde una aproximación más práctica, la industria es quien los elabora, se basan en una implementación previa, son textos en inglés, hay un proceso de testeo de *software*⁵, no de implementaciones y se pueden conseguir libremente en la red.

³ <https://www.ogc.org/about>

⁴ <https://www.isotc211.org/>

⁵ <http://www.opengeospatial.org/compliance>

Mientras que las normas ISO 19100 nacen de un planteamiento más teórico, la participación se realiza a través de los organismos nacionales de normalización, como UNE (antes AENOR), no se basan necesariamente en una implementación en funcionamiento, se suelen traducir a varios idiomas (francés, español, alemán...), tienen un Conjunto de Pruebas genéricas (un procedimiento para verificar que una implementación concreta cumple la norma), tienen *copyright* de ISO y se comercializan.

4.8. CONCLUSIONES

Vamos ahora a repasar los puntos más débiles y los más fuertes, en nuestra opinión, de la estrategia y resultados globales de OGC.

4.8.1. Puntos débiles

➤ *Multilingüismo*

Los estándares OGC no están preparados para admitir el parámetro *language* y su utilización en el intercambio de información y respuestas de error (excepciones). La implementación de la Directiva INSPIRE, en cambio, sí, y ha introducido en el perfil WMS-Inspire ese parámetro en las peticiones.

➤ *Áreas sin cubrir*

Hay algunos aspectos clave que todavía no se han tenido en cuenta en OGC, como por ejemplo: Gestión de Derechos de Autor (*Digital Rights Management*), estandarización de licencias tipo (no hay interoperabilidad de licencias de uso), encadenamiento de servicios, orquestación de servicios, definición de *Workflows* (Flujos de Trabajo), etcétera.

➤ *Demasiadas posibilidades*

Debido a cómo se proponen y gestionan los estándares OGC, de abajo hacia arriba y, en nuestra opinión, sin una estrategia dominante global, en ocasiones hay una variedad de estándares que se solapan y entre los que se puede elegir uno para implementar una misma funcionalidad para satisfacer una necesidad de información. Eso introduce incertidumbre, hace difícil el desarrollo de clientes universales y va en contra de los principios básicos de la estandarización. Hace algún tiempo pasaba con los servicios de catálogo, para los que había más de cuatro perfiles posibles entre los que escoger, antes de que CSW 2.0.2 emergiese como la solución más extendida. Ahora ocurre con el servicio de nomenclátor, que puede implementarse conforme a WFS-G, WFS, OpenLS...

➤ *Papel de las grandes corporaciones*

Hay voces que critican el planteamiento de algunas grandes corporaciones productoras de *software* que en lugar de proponer y elaborar dentro de OGC

soluciones estándar para un problema, promocionan su solución dentro de OGC hasta convertirla en un estándar abierto. Google ha propuesto y convertido en estándar OGC su formato KML, mientras que ESRI ha propuesto estándares por él definidos para convertirlos en estándares OGC y no lo ha conseguido.

4.8.2. Puntos fuertes

➤ *Dinamismo*

Los procedimientos de propuesta y definición de estándares son muy dinámicos y permiten definir un estándar de alta calidad en un periodo de tiempo muy razonable, entre diez y catorce meses. El tiempo que lleva revisar un estándar es también bastante corto, hasta de sólo 7 meses. Esos plazos permiten adaptar con facilidad un estándar a los cambios y evoluciones de la tecnología.

➤ *Estándares avanzados*

Los estándares OGC están en línea con las implementaciones y desarrollos más avanzados de la industria del software, suponen planteamientos y modelos realmente avanzados y han sido auténticos motores de desarrollo.

➤ *Basados en una implementación*

Una definición de un nuevo estándar OGC debe basarse obligatoriamente en al menos una implementación completamente realizada y en producción. Eso implica que son siempre estándares basados en la experiencia y que su viabilidad suele estar asegurada porque se ha probado en condiciones reales de explotación. También contribuye a ello la organización de *Testbeds*, una actividad en la que varias organizaciones se comprometen a probar o desarrollar una aplicación conforme a un estándar en particular y hacer el correspondiente banco de pruebas. Se utiliza a menudo para probar borradores poco definidos y así impulsar la obtención de experiencia para finalizar la especificación final.

➤ *Estándares de calidad*

Se trata de especificaciones útiles, usables y utilizadas (las tres úes). Sólo en España hay más de 2 500 implementaciones de servicios OGC, lo que da una idea de lo útiles que pueden llegar a ser. Prueba de ello es que, como se ha dicho, una parte de estándares OGC han sido adoptados como normas ISO 19100 y que la mayoría de las Normas de Ejecución de la Directiva INSPIRE (2007/2/CE) se basan en ellos.

4.9. REFERENCIAS

Gore, Albert (1999) *The Digital Earth: Understanding our Planet in the 21st Century*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing vol. 65 (5), pag. 528.

Estándares definidos por el *Open Geospatial Consortium*.
<https://www.ogc.org/docs/is#>

Internacional Organization for Standarization ISO 2382-1: 2015 «Data procesing - Vocabulary».

Misión, visión y objetivos estratégicos del *Open Geospatial Consortium*
<https://www.ogc.org/about>

Orden Ejecutiva 12906 del Presidente Bill Clinton de los EE. UU.
<http://govinfo.library.unt.edu/npr/library/direct/orders/20fa.html>

Página oficial del *Open Geospatial Consortium* <https://www.ogc.org>

Programa de trabajo del Comité Técnico 211 de ISO
<https://www.iso.org/committee/54904/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0>

Compliance Testing Programme de OGC <https://www.ogc.org/compliance>

**«Las leyes no
están para
esclavizar sino
para encauzar la
libertad»**

Fernando Savater

La Directiva INSPIRE

Rodríguez Pascual, Antonio F.

Instituto Geográfico Nacional y Universidad Politécnica de Madrid

Capítulo

5

Contenido

| | | |
|--------|--|-----|
| 5.1. | INTRODUCCIÓN | 181 |
| 5.2. | LA DIRECTIVA INSPIRE..... | 181 |
| 5.2.1 | Principios INSPIRE..... | 183 |
| 5.2.2 | Capítulo 1. Disposiciones generales..... | 183 |
| 5.2.3 | Capítulo 2. Metadatos..... | 184 |
| 5.2.4 | Capítulo 3. Interoperabilidad de datos y servicios..... | 185 |
| 5.2.5 | Capítulo 4. Servicios de red..... | 185 |
| 5.2.6 | Capítulo 5. Puesta en común de los datos..... | 186 |
| 5.2.7 | Capítulo 6. Coordinación y medidas complementarias | 186 |
| 5.2.8 | Capítulo 7. Disposiciones finales | 186 |
| 5.3. | LA LISIGE (LEY 14/2010)..... | 187 |
| 5.4. | LOS REGLAMENTOS INSPIRE..... | 190 |
| 5.5. | EL CALENDARIO INSPIRE..... | 191 |
| 5.6. | LA PARTICIPACIÓN EN INSPIRE | 192 |
| 5.7. | EL ESTADO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA DIRECTIVA..... | 193 |
| 5.8. | UN BALANCE DE LA DIRECTIVA INSPIRE | 197 |
| 5.8.1. | Puntos fuertes | 197 |
| 5.8.2. | Puntos débiles | 198 |
| 5.9. | CONCLUSIONES..... | 199 |
| 5.10. | REFERENCIAS | 201 |

5.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo vamos a abordar la iniciativa para generar una Infraestructura de Datos en Europa que se ha materializado en la Directiva 2007/2/CE¹ del Parlamento y el Consejo, de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE), la ley española que la traspone, la LISIGE² (Ley 14/2007), los Reglamentos europeos INSPIRE y los documentos técnicos, Guías y Directrices que los acompañan.

El proceso de elaboración, discusión, aprobación, desarrollo y puesta en práctica de la Directiva se ha convertido en todo un movimiento de publicación de datos y servicios geográficos en Europa y en un impulso a las IDE que ha revolucionado el panorama internacional. Estamos asistiendo a un fenómeno que se da muy pocas veces y que consiste en que una ley, con un gran apoyo político, impulse e imponga por imperativo legal una reconversión tecnológica y un cambio de paradigma como el que supone pasar de los SIG a las IDE, tal y como se ha explicado en el primer capítulo.

Merece la pena estudiar la Directiva INSPIRE por su trascendencia, su calado, por todo el arsenal de prescripciones técnicas que la desarrollan y el avance que están suponiendo en aspectos como el multilingüismo, la calidad de servicio, la normalización de recursos, la estructuración y modelado de la información, la verificación de conformidad y en suma, la armonización de datos, metadatos y servicios en toda Europa para que pueda hablarse de una interoperabilidad real y práctica de recursos.

5.2. LA DIRECTIVA INSPIRE

La Directiva Europea 2007/2/CE, aprobada el 14 de marzo de 2007 por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE) define los principios, organización, estructura y funcionamiento de una IDE en la UE basada en la implementación obligatoria de IDE nacionales en cada uno de los países miembros y con un claro sesgo medioambiental.

En los años 90 existían en la Unión Europea un conjunto de Directivas y Reglamentos medioambientales (Directiva Marco del Agua, Reglamentos sobre transporte de mercancías peligrosas, normativa sobre polución, protección de bosques, etc.) cuyo cumplimiento resultaba muy difícil de seguir y verificar. Se trataba de fenómenos transfronterizos que requerían gestionar un SIG paneuropeo que gestionase todos los datos relevantes.

Eso dio lugar en los años 90 al proyecto GISCO (*GIS of the COMmission*) impulsado por Eurostat, que trataba de cargar en un SIG centralizado los datos geográficos de todos los países miembros. GISCO fracasó entonces estrepitosamente debido a las diferencias de modelos, escalas, formatos, semántica, calidad, sistemas de

¹ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>

² <https://www.boe.es/boe/dias/2010/07/06/pdfs/BOE-A-2010-10707.pdf>

coordinadas, políticas de actualización... en resumen, especificaciones divergentes e incompatibles³.

En consecuencia, se hizo evidente que la solución era establecer una IDE, un sistema virtual en el que cada país publicase sus datos mediante servicios web convenientemente estandarizados y armonizados.

En el año 2002 se crearon Grupos de Trabajo en los que estaban representados los organismos responsables de Medio Ambiente y de la Cartografía oficial, en España el Ministerio de Medio Ambiente y el Instituto Geográfico Nacional, para preparar las bases técnicas que luego darían lugar al texto de la Directiva, así nacieron los *Position Paper* (2004) sobre los principales aspectos implicados.

Después de un largo proceso de negociación entre la Comisión Europea, el Parlamento Europeo y el Consejo, la Directiva se aprobó en el año 2007.

Hay que resaltar que todo el proceso de elaboración de la Directiva, los Reglamentos europeos y todos los documentos relacionados, ha sido extraordinariamente abierto y participativo:

- Desde un primer momento, y todavía actualmente, se pueden inscribir en la web *INSPIRE Legally Mandated Organizations* (LMO) organizaciones con un mandato legal que les obliga a implementar una IDE, como el GT IDEE, la IDEC o la IDEA, a las que se les pide opinión, comentarios y sugerencias sobre los textos normativos antes de su aprobación. En estos momentos (marzo de 2018) hay 269 LMO identificadas.
- También se pueden inscribir *Spatial Data Interest Communities* (SDIC) comunidades de interés en un sector de aplicación determinado, como la Asociación Francesa para la Información Geográfica (AFIGéo) o la Asociación de Laboratorios Europeos dedicados a la Información Geográfica (AGILE). También se les consulta del mismo modo que a las LMO. Actualmente, en marzo de 2018, hay 479 SDIC registradas.
- Toda la normativa INSPIRE (Reglamentos, Guías Técnicas, Directrices y documentos generales) fue aprobada en su día y hasta el 2016 por el Comité INSPIRE, formado por representantes de los Puntos de Contacto Nacionales (el CNIG en el caso de España) de los países miembros, que son designados por el Ministerio de Asuntos Exteriores de cada país.
- También se cuenta con la opinión y sugerencias de los Puntos Nacionales de Contacto y se les consulta sobre la traducción de los reglamentos al idioma nacional.
- Se han solicitado expertos a las LMO y SDIC para formar una lista de expertos acreditados para formar los Grupos de Trabajo necesarios para tareas concretas de mantenimiento e implementación de la Directiva.
- Se hizo una consulta pública en la web para recabar sugerencias y opiniones sobre el texto de la Directiva.

³ GISCO es hoy en día un exitoso proyecto después de años de trabajos de armonización de datos en Europa liderados por EuroGeographics, la asociación de los institutos geográficos y catastrales del continente, e impulsados por INSPIRE.

- Se han creado *Thematic Cluster*, agrupando varios temas INSPIRE, para hacer consultas y proponer soluciones sobre la implementación de la Directiva.
- Se creó en el 2013 un Grupo de Mantenimiento e Implementación de la Directiva (MIG), firmado por representantes de los Puntos de Contacto nacionales de los países miembros, que dirige esos dos procesos.

5.2.1 Principios INSPIRE

La Directiva establece cinco principios básicos que definen su filosofía:

- Los datos geoespaciales deben almacenarse, publicarse y mantenerse en el nivel administrativo más apropiado.
- Debe ser posible combinar datos geoespaciales de diferentes fuentes a lo largo y ancho de la Unión Europea de manera consistente y debe ser posible compartirlos entre diferentes usuarios y aplicaciones.
- Debe ser posible compartir entre todas las administraciones los datos geoespaciales capturados a un nivel particular de la administración.
- Los datos geoespaciales deben ser publicados bajo condiciones que no restrinjan indebidamente su uso extensivo.
- Debe ser fácil encontrar qué datos geoespaciales hay disponibles, evaluar su utilidad para un propósito determinado y conocer sus condiciones de uso.

El contenido de la Directiva se puede resumir en los puntos que se describen en las siguientes secciones.

5.2.2 Capítulo 1. Disposiciones generales

- La Directiva INSPIRE obliga a los Países miembros a implementar una IDE nacional.
- Se aplica a datos geográficos digitales ya existentes (no obliga a generar datos nuevos), relativos al territorio bajo la jurisdicción de un país miembro, gestionados por un organismo público y pertenecientes a uno de los temas de los Anexos I, II y III⁴ de la Directiva (véanse las tablas 5.1 y 5.2).
- No comprende temas que, al menos en teoría, no tienen un impacto ambiental directo relevante, como Turismo, Defensa, Deportes, Ocio y otros.
- Afecta a la Administración General del Estado, a las Comunidades Autónomas y a la Administración local en aquellos datos que se hayan recogido en virtud de una disposición legal nacional.

⁴ <https://inspire.ec.europa.eu/theme>

Tabla 5.1 Temas de los Anexos I y II de la Directiva INSPIRE

| ANEXO I | ANEXO II |
|----------------------------|----------------------|
| 1 Sistemas de Referencia | 1 Relieve |
| 2 Cuadrículas geográficas | 2 Cubierta terrestre |
| 3 Nombres geográficos | 3 Ortoimágenes |
| 4 Unidades administrativas | 4 Geología |
| 5 Direcciones | |
| 6 Parcelas catastrales | |
| 7 Redes de transporte | |
| 8 Hidrografía | |
| 9 Lugares protegidos | |

Tabla 5.2 Temas del Anexo III de la Directiva INSPIRE

| ANEXO III | |
|--|--|
| 1 Unidades estadísticas | 12 Zonas de riesgos naturales |
| 2 Edificios | 13 Condiciones atmosféricas |
| 3 Suelos | 14 Aspectos geográficos meteorológicos |
| 4 Uso del suelo | 15 Rasgos geográficos oceanográficos |
| 5 Salud y seguridad humanas | 16 Regiones marinas |
| 6 Servicios de utilidad pública | 17 Regiones biogeográficas |
| 7 Instalaciones de obs. del medioambiente | 18 Hábitats y biotopos |
| 8 Instalación de producción e industriales | 19 Distribución de especies |
| 9 Instalaciones agrícolas y de acuicultura | 20 Recursos energéticos |
| 10 Distribución de la población-Demografía | 21 Recursos minerales |
| 11 Zonas sujetas a ordenación o reglamentación | |

5.2.3 Capítulo 2. Metadatos

- Los Países miembros están obligados a generar y mantener metadatos tanto de los datos que cumplen las condiciones anteriores como de los servicios web que se basan en ellos.
- Los ítems de metadatos a incluir se definen en un Reglamento europeo, de obligado cumplimiento en un plazo de dos años (expiró en el 2010) para datos y servicios de los Anexos I y II, y de cinco años (que expiró en el 2013) para datos y servicios del Anexo III.

5.2.4 Capítulo 3. Interoperabilidad de datos y servicios

- La interoperabilidad de datos se asegura con Normas de Ejecución que establecerán las especificaciones que tienen obligatoriamente que cumplir los datos en un período de dos años desde su aprobación (expiró en el 2015) para datos nuevos y de siete años (hasta el 2020) para datos ya existentes.
- Para los servicios hay también unas Normas de Ejecución a cumplir en los mismos plazos desde su aprobación. Al final del 2021, todos los servicios y sus metadatos deberán ser conformes.

5.2.5 Capítulo 4. Servicios de red

- Es obligatorio implementar servicios web:
 - 1) De localización, para encontrar qué datos y servicios hay disponibles (servicios de catálogo).
 - 2) De visualización (Servicios Web de Mapas y sus versiones teseladas)
 - 3) De descarga (de ficheros predefinidos y de objetos geográficos individuales)
 - 4) De transformación (para que los datos cumplan las especificaciones INSPIRE)
 - 5) De acceso a servicios (que permitan acceder a servicios no estándar con una interfaz estándar, y organizar flujos de trabajo mediante encadenamiento de servicios).
- Los servicios de localización y de visualización serán gratuitos (excepto servicios que se actualizan muy frecuentemente como los de datos meteorológicos). En caso de que los servicios tengan un coste es obligatorio implementar utilidades de comercio electrónico.
- Habrá Normas de Ejecución que establecerán los parámetros mínimos de Calidad de Servicio a cumplir.
- La Comunidad Europea implementará un Geoportal INSPIRE (<http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>) a nivel europeo y cada país miembro implantará un geoportal nacional, pensado para permitir el acceso a todos los recursos (geoportales, datos, servicios, metadatos) existentes en su territorio.
- Se establecen excepciones a la publicación de datos y servicios cuando estén en peligro:
 - Confidencialidad de procedimientos administrativos
 - Relaciones internacionales
 - Defensa nacional
 - Seguridad pública
 - Desarrollo de procesos judiciales

- Confidencialidad de información comercial o industrial
- Derechos de propiedad intelectual
- Derecho a la intimidad.

5.2.6 Capítulo 5. Puesta en común de los datos

- Los Estados miembros están obligados a poner en práctica medidas que permitan que los organismos públicos compartan sin restricciones ni retrasos importantes datos y servicios. Si hay tasas que abonar y licencias de uso, deben ser razonables y no deben impedir ni retrasar el uso de datos y servicios.
- Los países miembros deben poner a disposición de los órganos europeos los datos y servicios que se les solicite en un plazo de 20 días.

5.2.7 Capítulo 6. Coordinación y medidas complementarias

- Cada Estado miembro es responsable de establecer la estructura de organización que crea conveniente, de coordinarla y de garantizar el flujo de información hacia y desde la Comisión.
- Cada Estado miembro designará un Punto de Contacto Nacional (el CNIG en el caso de España, por ostentar la Secretaría Técnica del Consejo Superior Geográfico, el órgano colegiado que coordina la producción de datos geográficos en España).

5.2.8 Capítulo 7. Disposiciones finales

- Los Estados miembros enviarán a la Comisión un informe cada tres años (el primero antes del 15 de mayo de 2010) sobre la coordinación de los actores de la IDE nacional, la contribución de las AA. PP., la utilización de la IDE, los acuerdos para compartir información y el balance costes/beneficios.
- Los Estados miembros harán un seguimiento continuo de cómo se está implementando la Directiva a través de unos indicadores que se enviarán a la Comisión y se harán públicos. Habrá Normas de Ejecución sobre cómo hacerlo (y se publican reportes de seguimiento cada año).

Los indicadores anuales INSPIRE son públicos y están disponibles en la web (<https://inspire.ec.europa.eu/Monitoring-and-Reporting/Monitoring-and-Reporting>) y describen:

- Los conjuntos de datos espaciales, metadatos y servicios web disponibles en cada país.
- Si son conformes o no lo son.
- Si están descritos o no mediante metadatos.
- Si son accesibles a través de servicios de visualización y descarga.

5.3. LA LISIGE (LEY 14/2010)

La Directiva INSPIRE está transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante la Ley para las Infraestructuras y Servicios de Información Geográfica⁵ (Ley 14/2010), de 5 de julio de 2010, también llamada LISIGE.

La LISIGE viene a recoger todo el contenido de la Directiva INSPIRE, con cuatro pequeños matices que suponen sendos pequeños pasos que van un poco más allá de la Directiva, amplía ligeramente su ámbito de aplicación y añade el establecimiento de la estructura organizativa y de coordinación de la IDEE a través del Consejo Superior Geográfico. Esos cuatro matices añadidos a INSPIRE son:

- 1) Se introduce el concepto de Datos Geográficos de Referencia, existente en los primeros borradores de la Directiva y luego suprimido, que se define como sigue:

Son los datos geográficos necesarios para que cualquier usuario y aplicación pueda referenciar sus datos. Proporcionan una localización precisa para otros datos, permite cruzar datos de distintas fuentes y sirven para interpretar adecuadamente unos datos situándolos en un contexto geográfico.

Están compuestos por los datos de los temas de los Anexos I y II de la Directiva INSPIRE y por las Entidades de Población.

- 2) Se amplía el campo de aplicación a toda la información geográfica, ya que los Anexos que detallan los temas que cubre se reorganizan de la siguiente manera:
 - Anexo I LISIGE Información Geográfica de Referencia, que incluye los temas de los Anexos I y II de la Directiva INSPIRE, y las Entidades de Población (véase la tabla 5.1).
 - Anexo II LISIGE Datos Temáticos Fundamentales, que comprende los temas del Anexo III de la Directiva INSPIRE (véase la tabla 5.2).
 - Anexo III LISIGE Datos Temáticos Generales, que abarcan los datos temáticos no incluidos en los dos anexos anteriores, en particular la cartografía: militar, aeronáutica, forestal y agrícola, estadística, urbanística, de infraestructuras y servicios, didáctica y la de cualquier otro tipo no contemplado explícitamente (véase la tabla 5.3).
- 3) Se establece que para que un servicio de visualización (WMS o WMTS) pueda ser de pago, es necesario que lo apruebe el Consejo Superior Geográfico, lo que supone una garantía más, un requisito adicional que deben cumplir este tipo de servicios para que su uso pueda tener un coste.

⁵ <https://www.boe.es/boe/dias/2010/07/06/pdfs/BOE-A-2010-10707.pdf>

Tabla 5.3 Temas del Anexo III de la LISIGE

| ANEXO III LISIGE |
|------------------------------------|
| 1 Cartografía militar |
| 2 Cartografía aeronáutica |
| 3 Forestal o agrícola |
| 4 Estadística |
| 5 Urbanística |
| 6 De infraestructuras y servicios |
| 7 Didáctica |
| 8 Específica (cualquier otro tema) |

- 4) En lo referente al ámbito de aplicación, la LISIGE afecta a la Administración General del Estado, a los gobiernos de las Comunidades Autónomas y a la Administración Local en lo tocante a datos recogidos en virtud de un mandato legal no solo nacional, sino también regional.

En cuanto a los aspectos organizativos y de coordinación, se redefine el papel del Consejo Superior Geográfico, creado por la Ley de la Cartografía del año 1986 como un organismo colegiado cuya misión es coordinar la producción cartográfica en España. Se define el Consejo Superior Geográfico (CSG) como Punto de Contacto español de la IDEE ante la Comisión Europea y organismo responsable de su coordinación.

El Real Decreto 1545/2007 establece que el Consejo Superior Geográfico (CSG) tendrá los siguientes órganos: un Pleno, una Comisión Técnica Permanente, una Comisión Territorial, 6 Comisiones Especializadas (del Sistema Geodésico, del Plan Cartográfico nacional, de Normas Geográficas, de Observación del Territorio, de IDE y de Nombres Geográficos) y una Secretaría Técnica (el CNIG). En los órganos del CSG están representados todos los actores relevantes del sector de la IG: productores oficiales de datos geográficos, los tres niveles de la Administración española, universidades, asociaciones profesionales...

Se establece que el CSG establecerá la composición del Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica de España⁶ (CODIIGE) en donde estarán representados los tres ámbitos de la administración: nacional, regional y local.

Encarga al CSG la elaboración de un Plan de Trabajo del proyecto IDEE y de un Plan de Medios acorde con él; la operación y mantenimiento del Geoportal de la IDEE a través del CNIG, y la aprobación de las Normas de Ejecución españolas que se

⁶ <http://www.idee.es/web/idee/codiige>

consideren convenientes para complementar los Reglamentos INSPIRE que fijan las reglas para implementar las IDE nacionales.

El CODIIGE se constituyó en el año 2011 y después de ser reformado en el 2014 está actualmente constituido⁷ por:

- a) El presidente, que será el Presidente de la Comisión Especializada de la IDE.
- b) El Vicepresidente Primero, que será el Presidente de la Comisión Especializada de Normas Geográficas.
- c) El Vicepresidente Segundo, que será el Presidente de la Comisión Especializada de Nombres Geográficos.
- d) El Vicepresidente Tercero, que será el Presidente de la Comisión Especializada del Plan Cartográfico Nacional.
- e) Tres vocales representantes de la Administración General del Estado.
- f) Seis vocales representantes de las Comunidades Autónomas.
- g) Dos vocales representantes de las Administraciones Locales.
- h) Tres vocales elegidos entre los gestores de nodos relevantes de la IDEE.
- i) El secretario que será un funcionario superior del CNIG⁸ (IGN).

Los vocales son elegidos por la Comisión Permanente del Consejo Superior Geográfico por un período de dos años.

Para consultar los miembros actuales, véase: <http://www.idee.es/resources/documentos/MiembrosCODIIGE.pdf>

CODIIGE tiene capacidad y autoridad ejecutiva para tomar decisiones operativas y tiene ya unas Normas de Funcionamiento y un Plan de Trabajo, aprobados por el CSG.

CODIIGE ha formado Grupos Técnicos de Trabajo (GTT), formados por expertos de las AA. PP., uno por cada uno de los temas de los Anexos INSPIRE, y cuatro GTT adicionales sobre:

- Arquitectura, normas y estándares
- Catálogos y metadatos
- Políticas de datos y servicios
- Seguimiento e informes de la IDEE.

Y mantiene el Grupo de Trabajo de la IDEE (GT IDEE) como foro de intercambio de experiencias y colaboración, abierto a todos los actores que están trabajando en el campo de las IDE del sector público, el sector privado y la universidad.

El CODIIGE ha decidido que la estructura de coordinación establecida en la IDEE esté formada por nodos nacionales, que es el CNIG como Punto de Contacto

⁷ <http://www.idee.es/resources/documentos/MiembrosCODIIGE.pdf>

⁸ <https://www.ign.es/web/ign/portal/qsm-cnig>

Nacional (NCP) INSPIRE y los nodos regionales de las IDE de las CC. AA., que forman por lo tanto la columna vertebral de la IDEE.

5.4. LOS REGLAMENTOS INSPIRE

La implementación y puesta en práctica da la Directiva INSPIRE y, por lo tanto, de las IDE de los Estados miembros integradas en la IDE europea está sujeta a los Reglamentos europeos (*Commission Regulations*), que son de obligado cumplimiento en toda la Unión Europea sin necesidad de trasponer ninguna disposición legal adicional.

Adicionalmente, se han definido Guías Técnicas (*Technical Guidances*) y Directrices Técnicas (*Technical Guidelines*) que son documentos de cumplimiento voluntario que se ofrecen para facilitar el cumplimiento de los Reglamentos.

En este punto hay cierta problemática porque los implementadores siguen las Guías Técnicas y no siempre todo su contenido está recogido en los Reglamentos. Para facilitar la interoperabilidad lo habitual es seguir los documentos técnicos, aunque lo realmente obligatorio desde un punto de vista legal, son los Reglamentos.

Se alude a Reglamentos y Guías con el nombre genérico de *Implementing Rules* (Normas de Ejecución). Están disponibles en la web INSPIRE⁹ y las principales son:

- Reglamento de metadatos ([INSPIRE Metadata Regulation 03.12.2008, corregido el 15.12.2009](#)), que incluye metadatos para datos y servicios.
- [Reglamento \(CE\) N° 976/2009](#), modificado por el [Reglamento \(UE\) 1088/2010](#), en lo que se refiere a los servicios de red: establece especificaciones técnicas y criterios mínimos de rendimiento para los servicios de red de visualización, localización, descarga y transformación.
- [Guía Técnica para servicios de visualización](#), que establece un perfil de WMS-INSPIRE y otro para WMTS-INSPIRE.
- [Guía Técnica para servicios de localización](#), basada en CSW.
- [Guía Técnica para servicios de descarga](#), de objetos (basada en WFS, y de conjuntos de datos completos (basada en Atom).
- [Reglamento \(UE\) N° 1089/2010](#) en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos de datos espaciales, modificado por los [Reglamentos \(UE\) N° 102/2011](#), [N° 1253/2013](#) y [N° 1312/2014](#): en estos Reglamentos se definen los requisitos para garantizar la interoperabilidad y la armonización de los conjuntos de datos espaciales de los temas de los anexos I, II y III de la Directiva y se traducen en:
- Especificaciones de datos INSPIRE ([INSPIRE Data Specifications](#)), unas especificaciones para cada uno de los 34 temas INSPIRE.

⁹ <https://inspire.ec.europa.eu/node/>

- [Reglamento \(UE\) N°268/2010](#) sobre compartición de datos y servicios, que establece los procedimientos para facilitar los datos y servicios que requieran los organismos europeos en un plazo de 20 días.
- [Decisión de la Comisión de 19 de agosto de 2019](#) sobre los Indicadores INSPIRE de Seguimiento, que define como ya se ha dicho un conjunto de indicadores numéricos sobre los datos, metadatos y servicios existentes en el país miembro, junto con su conformidad con las Normas de Ejecución, para los reportes de seguimiento anuales.

5.5. EL CALENDARIO INSPIRE

Habitualmente, cada uno de los reglamentos incluye una obligación de cumplimiento en un plazo de dos años, lo que configura un calendario de cumplimiento obligatorio de los distintos Reglamentos INSPIRE que llega hasta el año 2021 y tiene el aspecto que puede verse en la figura 5.1.

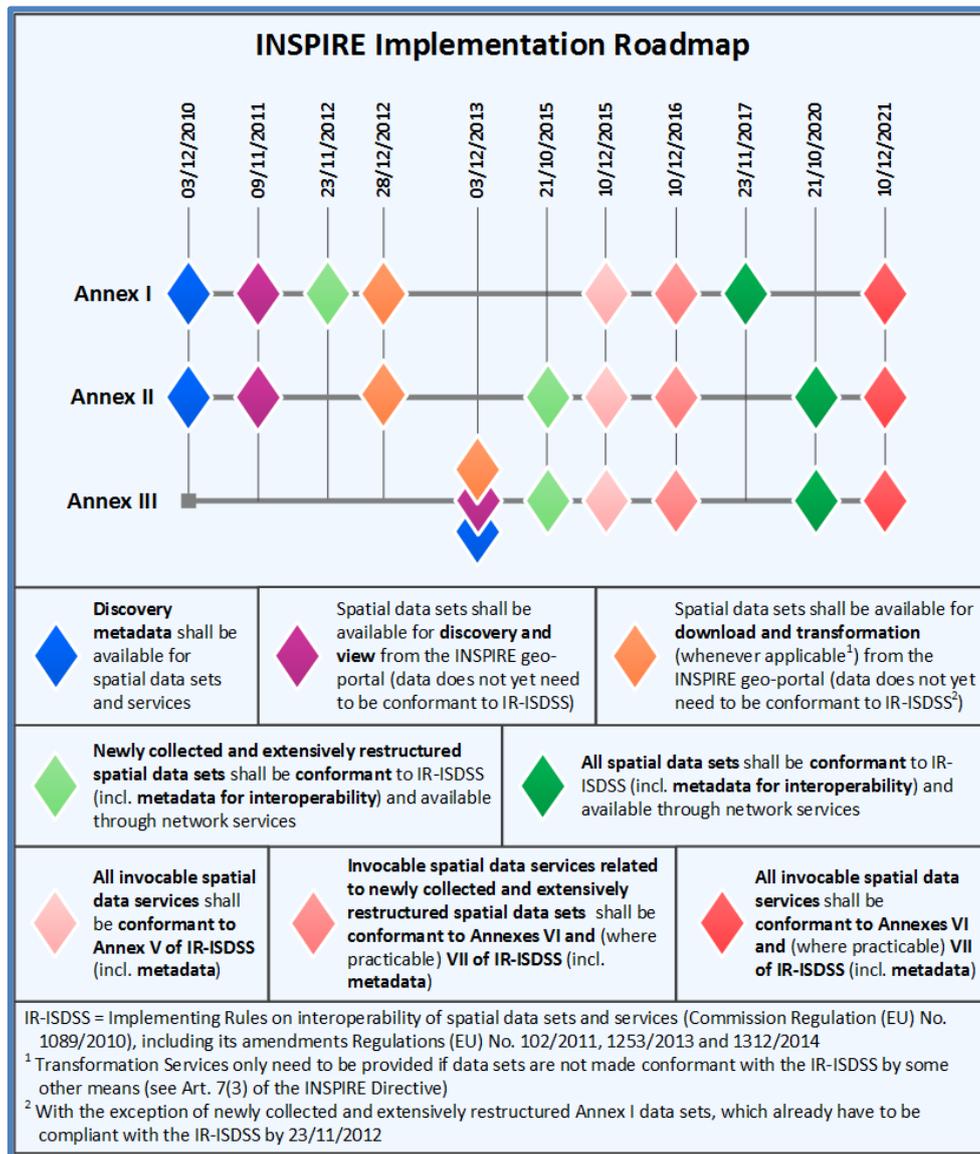


Figura 5.1 Calendario de cumplimiento de los Reglamentos INSPIRE

Hay que hacer notar que a finales del 2016 la mayoría de los plazos relativos a la conformidad de servicios, metadatos y conjuntos de datos de nueva producción ya han vencido, y solo queda el plazo para transformar conjuntos de datos ya existentes a las especificaciones INSPIRE: 2017-11-23 para los temas del anexo I y 2020-10-21 para los temas de los anexos II y III.

En cualquier caso, creemos que una manera racional de abordar la conformidad con todos los requisitos del marco INSPIRE, que tenga en cuenta la dificultad y coste década tarea, puede ser:

- 1º) Implementar servicios de visualización WMS y WMTS
- 2º) Generar metadatos INSPIRE de los datos y de esos servicios de visualización
- 3º) Cargar los metadatos en un servicio CSW (propio o del nodo de la estructura de coordinación que corresponda)
- 4º) Implementar servicios de descarga WFS y ATOM *Feed*.
- 5º) Generar metadatos de esos servicios y cargarlos en un CSW
- 6º) Transformar los datos para que sean conforme a INSPIRE

Asegurando en cada momento que los recursos implementados (datos, servicios y metadatos) se incluyen en la información de Seguimiento que el nodo de la estructura de coordinación que nos corresponda envía para el Informe de Seguimiento anual.

Los conjuntos de datos INSPIRE están disponibles en el Catálogo Oficial de Datos y Servicios INSPIRE¹⁰, CODSI.

5.6. LA PARTICIPACIÓN EN INSPIRE

Hay que decir que quien tenga la impresión de que la Directiva INSPIRE constituye una disposición coercitiva establecida definida por euroburócratas y definida de arriba abajo está equivocado. Como otras Directivas europeas y disposiciones legales, esta Directiva se ha definido mediante procesos muy participativos en los que los técnicos, ciudadanos, empresas y universidades han tenido varias ocasiones para dar su opinión e intentar influir en su contenido.

Como ya se ha mencionado, ha habido periodo de información pública en los que cualquier ciudadano europeo ha tenido ocasión de proponer cambios y mejoras en el texto de la Directiva. Y se definieron nueve *Thematic Cluster*, que agrupan varios temas y sirven como foros electrónicos para la discusión de dificultades y la

¹⁰ <http://www.idee.es/csw-codsi-idee/srv/spa/catalog.search#/home>

formulación clara y rigurosa de problemas a resolver en la implementación de la Directiva. (Véase la tabla 5.4).

Tabla 5.4 *Thematic Cluster* INSPIRE

| Nombre del <i>Thematic Cluster</i> | Temas | Abreviaturas de los temas |
|---|---|----------------------------|
| Clúster estadístico | Unidades estadísticas, Distribución de la población, Salud y seguridad humanas | SU, PD, HH |
| Clúster marino y atmosférico | Objetos geográficos marinos, Regiones marinas, Condiciones atmosféricas y Objetos Geográficos meteorológicos | OF, SR, AC, MF |
| Clúster de Ciencias de la Tierra | Geología, Suelos, Zonas de riesgo natural, Recursos minerales y Recursos energéticos | GS, SO, NZ, MR, ER |
| Clúster de Cobertura y usos del suelo | Cobertura terrestre y Usos del suelo | LU, LC |
| Clúster de mallas, S. de Referencia, Ortoimágenes y Relieve | Relieve, Ortoimágenes, Sistemas de Referencia de Coordenadas y Mallas geográficas | EL, OI, RS, GG |
| Clúster de observaciones y medioambiente | Instalaciones de monitorización ambiental, Observaciones y medidas | EF, OM |
| Clúster de Áreas de gestión y Biodiversidad | Lugares protegidos, Zonas de regulación/gestión/restricción, Unidades de reporte, Hábitats y biotopos, Distribución de especies y Regiones biogeográficas | PS, BR, HB, SD, AM |
| Clúster de Servicios públicos | Instalaciones y Servicios públicos | PF, AF, US |
| Clúster de Datos topográficos, catastrales y de referencia | Hidrografía, Nombres geográficos, Unidades administrativas, Parcelas catastrales, Direcciones, Edificios y Redes de transporte | HY, GN, AU, CP, AD, BU, TN |

5.7. EL ESTADO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA DIRECTIVA

Cada año es posible analizar el estado de implementación de la Directiva INSPIRE en cada uno de los Estados miembros analizando sus informes de seguimiento. Se trata de informes públicos, denominados actualmente *Country Fiche*¹¹, que se encuentran disponibles en la página de la Directiva INSPIRE¹², que se liberan el 30 de abril de cada año y describen la situación en cada país en el año anterior mediante una serie de indicadores acerca de los conjuntos de datos descritos a través de metadatos y su accesibilidad a través de servicios de visualización y de descarga y su correspondiente conformidad y descripciones (véanse las tablas 5.5, 5.6 y 5.7). Se definieron mediante la Decisión de la Comisión del 19 de agosto de 2019¹³ en lo relativo al Seguimiento e Informes.

¹¹ <https://inspire.ec.europa.eu/INSPIRE-in-your-Country>

¹² <http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/182/list/maptwo>

¹³ https://www.idee.es/resources/documentos/Decision_Ejecucion_2019_1372_Seguimiento_Informes_2019.pdf

Tabla 5.5 Indicadores de seguimiento INSPIRE de existencia y conformidad

| Indicadores INSPIRE de metadatos | |
|---|--|
| Indicadores de existencia | |
| Indicador | Significado |
| DSi1.1 | Nº de datos para los que existen metadatos |
| DSi1.2 | Nº de servicios para los que existen metadatos |
| DSi1.3 ¹⁴ | Nº de datos que ya son utilizados por los Estados miembros con el fin de informar a la Comisión con arreglo a la legislación en materia de medio ambiente. |
| Indicadores de conformidad | |
| Indicador | Significado |
| MDi1.1 | % de datos cuyos metadatos son conformes |
| MDi1.2 | % de servicios cuyos metadatos son conformes |

Tabla 5.6 Indicadores de seguimiento INSPIRE de datos y conformidad

| Indicadores INSPIRE de datos | |
|--|--|
| Indicadores de cobertura¹⁵ | |
| Indicador | Significado |
| DSi1.4 | Nº de conjuntos de datos espaciales que cubre el territorio regional |
| DSi1.5 | Nº de conjuntos de datos espaciales que cubre el territorio nacional |
| Indicadores de conformidad | |
| Indicador | Significado |
| DSi2 | % de conjuntos de datos conformes |
| DSi2.1 | % de conjuntos de datos del anexo I conformes |
| DSi2.2 | % de conjuntos de datos del anexo II conformes |
| DSi2.3 | % de conjuntos de datos del anexo III conformes |

Tabla 5.7 Indicadores de seguimiento INSPIRE de servicios y conformidad

| Indicadores INSPIRE de servicios¹⁶ | |
|--|--|
| Indicadores de publicación | |
| Indicador | Significado |
| NSi2 | % de datos con un servicio de visualización y otro de descarga asociados |
| NSi2.1 | % de datos con un servicio de visualización |
| NSi2.2 | % de datos con un servicio de descarga |

¹⁴ <https://inspire.ec.europa.eu/metadata-codelist/PriorityDataset>

¹⁵ <https://inspire.ec.europa.eu/metadata-codelist/SpatialScope>

¹⁶ <https://inspire.ec.europa.eu/metadata-codelist/SpatialDataServiceType>

Tabla 5.7 Indicadores de seguimiento INSPIRE de servicios y conformidad

| Indicadores INSPIRE de servicios¹⁶ | |
|--|---|
| Indicadores de conformidad | |
| Indicador | Significado |
| NSi4 | % de servicios conformes |
| NSi4.1 | % de servicios de catálogo conformes |
| NSi4.2 | % de servicios de visualización conformes |
| NSi4.3 | % de servicios de descarga conformes |
| NSi4.4 | % de servicios de transformación conformes |
| NSi4.5 | % de servicios de invocación de servicios conformes |

Esos indicadores resultan muy útiles para ver la evolución temporal de los recursos disponibles en un país año a año. Sin embargo, su utilidad para realizar comparaciones entre las IDE de varios países nos parece muy discutible porque diferentes estrategias de implementación pueden producir cambios significativos en los valores de los indicadores.

Efectivamente, los datos de un tema INSPIRE pueden publicarse en un único conjunto de datos que los integre todos o atomizarse en un gran número de conjuntos de datos, y algo parecido puede ocurrir con los servicios.

La Directiva INSPIRE constituye en realidad un movimiento a favor de la publicación y compartición de datos geográficos mediante servicios web estándar que arrastra un gran número de iniciativas y actuaciones en todo el mundo. Como muestra de ello, podemos mencionar que cada vez que la Comisión Europea hace una llamada para pedir expertos que colaboren de manera altruista en los grupos de trabajo INSPIRE, recibe solicitudes de especialistas de Canadá, EE. UU., Turquía, Australia y otros países no incluidos en la UE, que probablemente quieren formarse y aprender directamente cómo se implementa una Directiva de tanto contenido técnico. Por otro lado, otras regiones del globo están estudiando cómo disponer de un marco similar que les permita desarrollar una IDE regional.

En las tablas y figuras siguientes pueden verse los recursos implementados en varios países europeos. De nuevo hay que advertir aquí que las cifras no son comparables porque varían notablemente en función de que los datos estén más o menos atomizados o agrupados en diferentes conjuntos de datos y servicios.

Tabla 5.8 Recursos disponibles en España, Alemania y Francia en el Seguimiento de 2017

| 2017 | Conjuntos de datos | | Servicios | | Metadatos | |
|-------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | TOTAL | CONFORMES | TOTAL | CONFORMES | TOTAL | CONFORMES |
| España | 279 | 28 | 251 | 32 | 530 | 530 |
| Alemania | 14 884 | 599 | 22 209 | 21 336 | 37 093 | 36 647 |
| Francia | 29 700 | 969 | 4 239 | 313 | 34 139 | 30 777 |

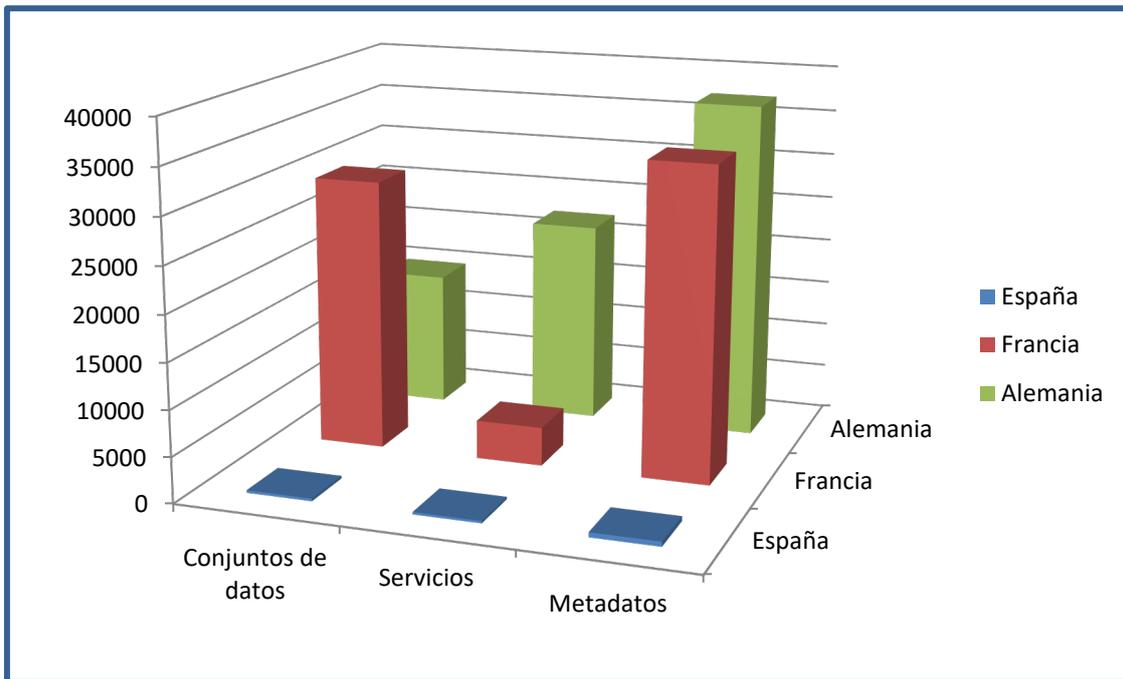


Figura 5.2 Recursos reportados de España, Alemania y Francia en el informe de seguimiento del año 2017

En estos datos se evidencian las distintas estrategias seguidas por cada país: en Alemania, publicar un gran número de recursos, todo lo disponible y ajustar a INSPIRE, metadatos, servicios y datos, en ese orden; en Francia, también publicar todo lo disponible, pero con una oferta de servicios mucho menor, y conseguir primero la conformidad de metadatos, y en España, ofrecer solo conjuntos de datos selectos que cubran todo el territorio y hacer conformes metadatos, servicios y datos en ese orden.

Tabla 5.9 Número total de servicios y de servicios conformes en el Seguimiento del 2017

| 2017 | Aleman. | Francia | Italia | R. Unido | Portug. | Holanda | España | Polonia |
|-------------------|---------|---------|--------|----------|---------|---------|--------|---------|
| Nº de servicios | 22 209 | 4 239 | 1593 | 646 | 520 | 264 | 251 | 206 |
| Nº serv. conform. | 21 336 | 313 | 791 | 646 | 158 | 231 | 32 | 201 |

| 2017 | Bélgica | Austria | Suecia | Eslovaq. | Finland. | Malta | Letonia | R. Checa |
|-------------------|---------|---------|--------|----------|----------|-------|---------|----------|
| Nº de servicios | 199 | 195 | 194 | 178 | 153 | 151 | 134 | 111 |
| Nº serv. conform. | 14 | 195 | 97 | 13 | 65 | 3 | 48 | 90 |

| 2017 | Croacia | Lituania | Estonia | Chipre | Dinamar. | Hungría | Rumanía | Luxemb. |
|-------------------|---------|----------|---------|--------|----------|---------|---------|---------|
| Nº de servicios | 62 | 60 | 58 | 52 | 50 | 30 | 26 | 19 |
| Nº serv. conform. | 31 | 58 | 58 | 0 | 19 | 14 | 11 | 13 |

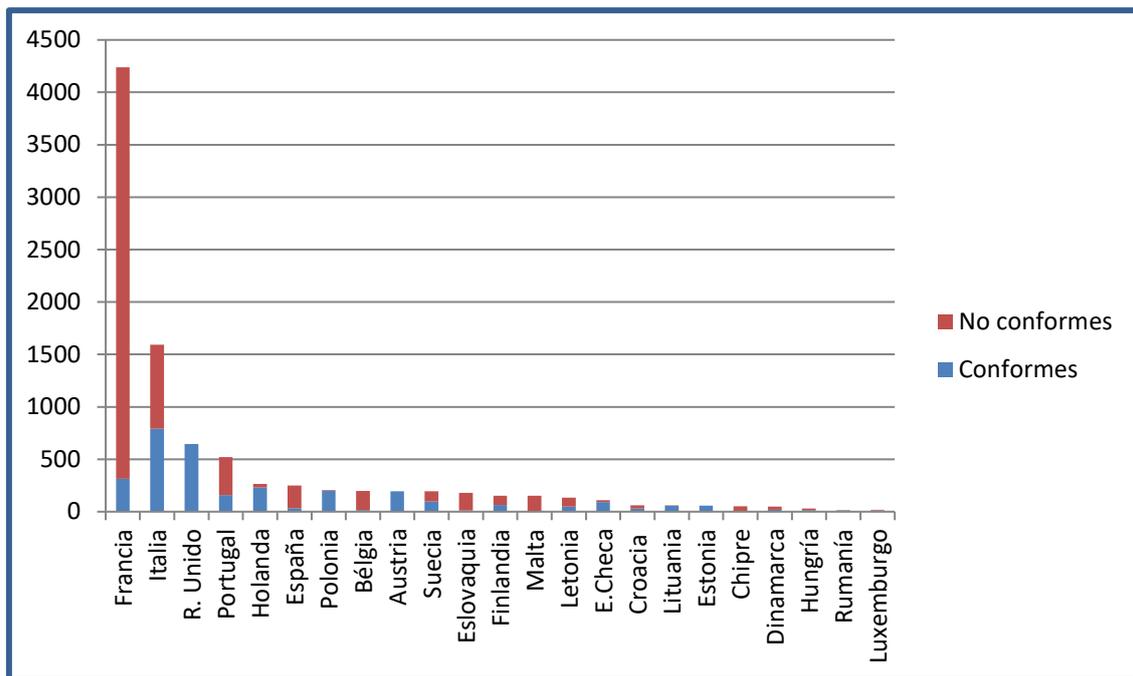


Figura 5.3 Número de servicios implementados en cada país (2017).

La disparidad de aproximaciones es enorme y España, después de reportar todos los recursos disponibles (como Francia y Alemania), ha optado por reportar sólo una selección de recursos que describa todo el país.

En la figura 5.3 puede verse un diagrama que muestra el número total de servicios implementados en cada país y los que son conformes según el Seguimiento del 2014. Se ha excluido Alemania, muy destacada con 22 209 servicios web, de los que 21 336 son conformes, para que puedan verse los datos del resto de países.

Para consultar los conjuntos de datos accesibles actuales, véase: <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/overview.html?view=thematicEuOverview&theme=none>

5.8. UN BALANCE DE LA DIRECTIVA INSPIRE

Aprobada en el año 2007, transcurrido el periodo de transposición de dos años (2007-2009) y cercano ya el final del período de implementación (2010-2021), la Directiva INSPIRE ha cosechado numerosos éxitos y a la vez es objeto de numerosas críticas, ya que tiene algunas deficiencias innegables.

5.8.1. Puntos fuertes

- ✓ La Directiva INSPIRE ha dado un impulso definitivo en toda Europa a las Infraestructuras de Datos Espaciales, la interoperabilidad y la implementación de servicios OGC. Baste mencionar que once años después de su aprobación hay en Europa más de 130 000 servicios implementados, más de 125 000 conjuntos de datos disponibles y en torno a 250 000 registros de metadatos.

- ✓ Indirectamente, ha impulsado también la liberación de datos, lo que ha facilitado junto con otras iniciativas, la existencia de datos geográficos abiertos en varios países (Portugal, España, Finlandia, Holanda, Reino Unido, etc.).
- ✓ Los servicios web estándar han permitido generar multitud de aplicaciones, en una situación que ya no tiene vuelta atrás: aplicaciones útiles en el sector privado (ej.: para planificación de rutas de entrega, asignación de coordenadas a direcciones postales), para el ciudadano (ej.: portal de gasolineras que permite encontrar dónde está un combustible más barato en un momento dado) y que están permitiendo la incrustación de datos geográficos en los procesos administrativos (ej.: todas las transacciones comerciales y trámites administrativos relativos a una finca, se pueden realizar ya en España teniendo a la vista el inmueble en un servicio de visualización).
- ✓ La implementación de la Directiva INSPIRE se ha transformado en una iniciativa que inspira y sirve de acicate en otras regiones y circunstancias. En varias regiones del planeta miran con sana envidia lo que está arrastrando INSPIRE en Europa y se está tratando de implementar una iniciativa similar.

5.8.2. Puntos débiles

- ✓ La conjunción de aspectos legales y tecnológicos muy especializados en textos legales europeos (Directiva, Reglamentos y Decisiones) genera un buen número de disfuncionalidades. Por un lado, el lenguaje técnico precisión y propiedad por cercanía con el lenguaje jurídico. Por otro lado, cuando una ley o un reglamento incluyen detalles técnicos, éstos quedan solidificados, modificar un texto legal es un proceso muy lento frente a la velocidad a la que se suceden las novedades tecnológicas.
- ✓ La resistencia al cambio, como ocurre en cualquier cambio de paradigma y revolución tecnológica, constituye un obstáculo importante.
- ✓ INSPIRE se está convirtiendo en un proyecto europeo que no posee un mecanismo de financiación europeo. Para que la IDE europea sea sólida, necesita tener un grado de desarrollo similar en todos los Estados miembros, o dicho de otra manera, la IDE Europea será tan débil como la IDE nacional más débil; sin embargo, cada país debe asumir el coste de financiar la IDE nacional y sobre el aspecto económico no hay ninguna planificación común, no tampoco ningún plan de inversiones que genere cierta uniformidad transfronteriza de recursos (personal, inversiones, horas-persona, etc.) disponibles para implementar servicios web.
- ✓ No hay un *staff* dedicado exclusivamente a la coordinación de la IDE europea y a la dirección del proyecto. Los órganos de coordinación de INSPIRE están compuestos por expertos que se dedican a esa tarea a tiempo parcial, lo que no parece la situación ideal para un proyecto de esa envergadura.
- ✓ No se ha demostrado que los datos conformes con las especificaciones INSPIRE sean útiles para elaborar los reportes que exigen las Directivas europeas en materia ambiental que están en vigor actualmente. Ése es un punto débil identificado por la Comisión Europea, que ha abordado su resolución futura. El

Grupo de Implementación y Mantenimiento ha identificado unos 50 conjuntos de datos necesarios que hay que priorizar para que sirvan para los reportes de las Directivas ambientales.

5.9. CONCLUSIONES

La Directiva Europea 2007/2/CE por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE), aprobada el 14 de marzo de 2007 y traspuesta en España mediante la LISIGE (Ley 14/2010), tiene como objetivo implantar una IDE en Europa basada en las IDE nacionales con un claro sesgo medioambiental, que se traduce en una clasificación en temas muy orientados a la gestión de políticas medioambientales.

Están obligados a ponerla en práctica los organismos de la AGE, la Administración Regional y la Administración local en cuanto a los datos geográficos que se recojan por un mandato nacional (según la Directiva INSPIRE) o por un mandato regional (según la LISIGE). Se aplica a datos digitales oficiales ya existentes e incluidos en uno de los 34 temas INSPIRE, y obliga mediante una serie de Reglamentos europeos de obligado cumplimiento a llevar a cabo las siguientes acciones:

- Publicar servicios de visualización (gratuitos), de descarga de objetos y ficheros y otros.
- Documentar los datos y los servicios implementados con metadatos y cargarlos en un servicio de catálogo, propio o de un nodo de la estructura de coordinación de la IDE.
- Facilitar el acceso a los datos y servicios a otros órganos de la Administración, incluyendo la Administración europea.
- Informar a la estructura de coordinación de los recursos implementados.
- Transformar los datos conforme a las especificaciones INSPIRE del tema correspondiente.

Y ejecutar esas actividades de manera estandarizada, tal y como prescriben las Normas de Ejecución INSPIRE. Los plazos para cumplir los Reglamentos europeos se han cumplido ya para servicios y metadatos, y en el caso de datos, dependiendo del tema van finalizando escalonadamente hasta el año 2021.

La Comisión europea tiene la obligación de velar por el cumplimiento de las directivas y en caso de que detecte un incumplimiento (o de que haya una denuncia) se inicia un proceso, primero administrativo y luego judicial, que puede llegar a desembocar en un proceso en el Tribunal de Justicia Europeo, que puede durar dos años y acabar en una sanción al Estado miembro considerable (mínimo casi 7 millones de euros).

No se suele producir la sanción, porque lo habitual es que el Estado miembro tome antes las medidas oportunas para remediar la situación. En caso de que se produzca, en España tenemos el RD 515/2013 que establece un procedimiento

para determinar qué administración es responsable del incumplimiento y repercutirle el importe de la sanción.

En cualquier caso, la Directiva INSPIRE constituye una iniciativa que impulsa el compartir la información pública a través de servicios estándar, lo que es muy beneficioso desde todos los puntos de vista, una obligación ética y un proceso de innovación tecnológica muy deseable. Motivos sobrados para no regatear esfuerzos y estar comprometidos sin reservas con su implementación.

Incluso, aunque una organización no esté obligada a ajustarse a los Reglamentos INSPIRE, creemos que es recomendable porque aumenta la interoperabilidad de los recursos, estandariza los modelos, formatos e interfaces de acceso, hace que los servicios sean multilingües y conlleva una serie de ventajas técnicas muy beneficiosas. Entre otras ventajas, el marco INSPIRE:

1. Establece un marco común de términos y conceptos en toda Europa, que puede extenderse a otros ámbitos, al definir como geoportal, servicio web y sobre todo, una taxonomía de temas INSPIRE y, dentro de cada uno de ellos, un catálogo de objetos, todo ello normalizado dentro de Europa.
2. Modelos de datos en temas tan importantes como Redes de transporte, Hidrografía, Direcciones, Parcelas catastrales, etcétera.
3. Propone un conjunto de metadatos de datos y servicios sensato y bastante reducido, mucho menos amplio que, por ejemplo, el contenido de las normas ISO de metadatos.
4. Aporta multilingüismo a los servicios web, cosa que no contemplan los servicios OGC.
5. Establece un modelo de calidad de servicio basado en tres aspectos (disponibilidad, rendimiento y capacidad) y define umbrales mínimos para cada uno de ellos.
6. Ofrece validadores en línea que chequean la conformidad de un servicio web (por ahora WFS, y CSW) con las especificaciones OGC y los requisitos INSPIRE.

Todo ello en el entorno europeo, lo que ha generado un marco de interoperabilidad que hace posible la definición de servicios web paneuropeos que cubren todo el continente.

En suma, y a pesar de los puntos débiles mencionados anteriormente, el balance global de la implementación de INSPIRE es ampliamente positivo. Se están generando un amplio número de beneficios intangibles y los pocos estudios que han estudiado, hasta ahora parcialmente, la relación coste/beneficio dan como resultado ratios entre 1:10 y 1:20.

Hay que pensar que completar una reconversión tecnológica de estructuras tan profunda como la que supone pasar de los SIG a las IDE, de una Arquitectura Orientada a Datos a una Arquitectura Orientada a Servicios, precisa de un buen número de años de esfuerzo tenaz y continuado, probablemente del orden de al menos dos décadas. Si pensamos en la evolución de los SIG, aparecieron de forma masiva en la década de los 90 y no han madurado completamente y a plena

satisfacción hasta esta década (2010). Si tomamos como punto de inicio la aprobación de la Directiva INSPIRE (2007), estamos aproximadamente en la mitad del proceso de maduración y es previsible que se prolongue hasta la segunda mitad de la década de los 20 de este siglo, digamos que en torno al 2027.

5.10. REFERENCIAS

Comisión Europea (2007). Directiva INSPIRE (2007/2/CE), de 14 de marzo de 2007, que establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea. PDF accesible vía: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>

Reglamentos INSPIRE. Accesible vía: <https://inspire.ec.europa.eu/inspire-implementing-rules/51763>

Ley 14/2010 de las Infraestructuras y Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE) de 5 de julio de 2010. PDF accesible vía: <http://www.boe.es/boe/dias/2010/07/06/pdfs/BOE-A-2010-10707.pdf>

INSPIRE Technical report No 17/2014 "Mid-term evaluation report on INSPIRE implementation". Accesible vía: http://www.eea.europa.eu/publications/midterm-evaluation-report-on-inspire-implementation/at_download/file

Decisión de ejecución (UE) 2019/1372 de la Comisión de 19 de agosto de 2019 por la que se ejecuta la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere al seguimiento y los informes. Accesible vía: https://www.ideo.es/resources/documentos/Decision_Ejecucion_2019_1372_Seg_uimiento_Informes_2019.pdf

Geoportal INSPIRE. Accesible vía: <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu>

**«Cualquier cliente
puede tener el
coche del color
que quiera,
siempre y cuando
sea negro»**

Henry Ford (1863-1947)

Especificaciones de datos

*Rodríguez Pascual, Antonio F. y Abad Power, Paloma
Instituto Geográfico Nacional*

Capítulo

6

Contenido

| | | |
|------|---|-----|
| 6.1. | INTRODUCCIÓN | 205 |
| 6.2. | ¿QUÉ SON UNAS ESPECIFICACIONES? | 206 |
| 6.3. | ESPECIFICACIONES INSPIRE | 208 |
| | 6.3.1. Introducción | 209 |
| | 6.3.2. Campo de aplicación de las especificaciones | 210 |
| | 6.3.3. Identificación del producto | 210 |
| | 6.3.4. Estructura y contenido | 210 |
| | 6.3.5. Sistema de Referencia | 219 |
| | 6.3.6. Calidad | 220 |
| | 6.3.7. Captura de datos | 221 |
| | 6.3.8. Mantenimiento | 221 |
| | 6.3.9. Representación | 221 |
| | 6.3.10. Distribución..... | 222 |
| | 6.3.11. Información adicional..... | 223 |
| | 6.3.12. Metadatos..... | 223 |
| | 6.3.13 <i>Abstract Test Suite</i> | 226 |
| 6.4. | CONCLUSIONES..... | 226 |
| 6.5. | REFERENCIAS..... | 227 |
| | PRÁCTICA | 229 |
| | Ejemplo del Esquema de Aplicación de Unidades Administrativas | 230 |

6.1. INTRODUCCIÓN

Uno de los conceptos clave en el paradigma de las IDE es la idea de interoperabilidad, que puede definirse como la propiedad que tienen sistemas y servicios de poder ser utilizados sin tener conocimiento específico sobre sus características, propiedades y funcionamiento, sólo conociendo aspectos genéricos sobre ellos aplicables a todos los de su clase.

Es decir, si un sistema o servicio es interoperable, eso implica que cumple una serie de estándares que permiten utilizarlo conociendo sólo dichos estándares. Así se habla de interoperabilidad de sistemas y, sobre todo, de interoperabilidad de servicios web.

Pues bien, para que dos servicios web que están basados en sendos conjuntos de datos geográficos, como por ejemplo los servicios WMS, WMTS, WFS o WCS, (lo que se llama servicios acoplados a unos datos geográficos), sean interoperables es necesario que los datos acoplados cumplan una serie de condiciones que hagan que sean de alguna manera compatibles, es decir, interoperables.

Se habla así de interoperabilidad de datos como la propiedad que tiene un conjunto de datos de permitir que servicios web estándar acoplados a ellos sean interoperables.

En el marco de la implementación de Inspire¹, el intento más serio, riguroso y sistemático de redacción de especificaciones de datos para un amplio abanico de temas, se define la interoperabilidad de los datos como la «posibilidad de que los conjuntos de datos espaciales puedan ser combinados sin intervención manual repetitiva, de tal manera que el resultado sea coherente y que aumente el valor añadido de dichos datos».

El reglamento que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales es el **Reglamento (UE) nº 1089/2010**² y establece los requisitos sobre las disposiciones técnicas relativas a la interoperabilidad y, cuando sea practicable, la armonización de los conjuntos de datos espaciales y los servicios de datos espaciales de los temas de los anexos I, II y III de la Directiva de Inspire.



Figura 6.1. Icono del Reglamento UE Nº 1089/2010 sobre la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales.

¹ http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/DataSpecifications/D2.6_v3.0.pdf

² <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010R1089-20141231&from=EN>

El reglamento consta de 15 artículos y de dos anexos, en el primero se listan los tipos de datos comunes y en el segundo se definen cada uno de los temas donde se citan brevemente cada uno de los 338 **tipos de objetos geográficos**, junto con su definición y atributos, que definen cada tema y las listas controladas y enumeraciones.

La lista de objetos geográficos se puede consultar, además, en el catálogo de los tipos de objetos geográficos del portal de INSPIRE³.



Figura 6.2. Catálogo de tipos de objetos geográficos.

6.2. ¿QUÉ SON UNAS ESPECIFICACIONES?

Según la norma UNE-EN ISO 19131:2009 «Información Geográfica – Especificaciones de producto de datos», unas **especificaciones de producto de datos** son una descripción tan completa, detallada y exhaustiva de un conjunto de datos que permite generarlos satisfactoriamente. La idea es que las especificaciones permitan expresar cómo se desea que sea un producto de datos, sin dejar ningún aspecto fundamental.

Unas especificaciones definen un producto de datos, describen el Universo del Discurso (lo que los franceses llaman el terreno nominal), es decir lo que unos datos deberían ser idealmente si se produjeran con la máxima perfección. Se deberían definir antes de empezar a producir datos y no varían, en principio, ni con las versiones de un producto ni con las hojas de una serie.

Sin embargo, unos metadatos describen como son unos datos reales, con todas sus imperfecciones. Se deberían rellenar después de producir los datos y varían inevitablemente con cada versión del producto (al menos varía la fecha de los datos y su volumen) y con cada hoja de una serie (varía al menos el nombre de la hoja y la extensión que cubre). Ésa es la diferencia entre especificaciones y metadatos.

Por otro lado, para que un conjunto de datos sea interoperable debe satisfacer ciertas normas, es decir debe satisfacer una serie de requisitos que se definen en unas especificaciones de datos.

³<https://inspire-regadmin.jrc.ec.europa.eu/dataspecification/CatalogueINSPIREObjects.action?selectedType=SpatialObjectType&letter=All>

La citada norma ISO 19131 establece que unas especificaciones deben contener los siguientes apartados:

1. **Introducción.** Con información sobre el origen de las especificaciones y una descripción informal en texto libre de los datos.
2. **Campo de aplicación de las especificaciones.** Puede ser un conjunto de datos, un subconjunto (una zona, una capa...), una serie cartográfica, etcétera.
3. **Identificación del producto.**
4. **Estructura y contenido.** Si se trata de datos vectoriales, incluye el Modelo de Aplicación de los datos (UML) y el Catálogo de Objetos; si son datos ráster, una descripción de cada cobertura.
5. **Sistema de Referencia.** Que incluye tanto el Sistema Geodésico de Referencia como la proyección cartográfica utilizada, el Sistema de Referencia Vertical y además el Sistema de Referencia Temporal si hay datos temporales.
6. **Calidad.** Aquí se describe la calidad esperada del producto, mediante los parámetros que el productor juzgue oportunos (exactitud posicional, exactitud temática, exactitud temporal, compleción, coherencia), los métodos de medida y los umbrales de calidad permitidos.
7. **Captura de datos.** Se contempla la descripción de la adquisición de los datos y de todos los procesos que luego se aplican hasta tener los datos completamente preparados y listos para su explotación. Aquí es donde se incluyen todos los detalles necesarios para que sea posible generar con garantías el conjunto de datos.
8. **Mantenimiento.** Descripción de los criterios, procedimientos y frecuencia de actualización de los datos.
9. **Representación.** Simbología con la que se representan los datos.
10. **Distribución,** información sobre formatos, soportes, unidades y mecanismos de distribución, así como precios y licencias de uso aplicables.
11. **Información adicional,** no contemplada en ninguno de los apartados anteriores.
12. **Metadatos.** Incluye la especificación de qué metadatos se ha decidido que acompañen a los datos en el producto de datos en cuestión.

A pesar de su utilidad, la utilización de especificaciones no está tan extendida como sería deseable. Algunos ejemplos que se pueden encontrar son:

- Las especificaciones de los productos de datos que elabora EuroGeographics⁴, la asociación que reúne a los Institutos cartográficos y catastrales europeos. Son productos que cubren toda Europa:
 - EuroGlobalMap, un mapa digital 1:1.000.000
 - EuroRegionalMap, un mapa digital 1:250.000
 - EuroBoundaryMap, base de datos de unidades administrativas 1:100.000
 - EuroDEM, Modelo Digital de Elevaciones de 2” de paso de malla

Cada uno está descrito con unas especificaciones disponibles en formato PDF como por ejemplo las especificaciones de EuroBoundaryMap; https://eurogeographics.org/wp-content/uploads/2020/05/EBM_2020_Specification.pdf

- Las especificaciones de datos de cada uno de los temas INSPIRE, disponibles en la página web⁵ de la iniciativa y que, por su trascendencia y detalle vamos a describir brevemente en las próximas secciones.

6.3. ESPECIFICACIONES INSPIRE

Se han definido unas especificaciones de datos⁶ para cada uno de los temas de los Anexos I, II y III de la Directiva. Son documentos públicos que se pueden conseguir en formato PDF en <http://inspire.ec.europa.eu/>.

En el marco INSPIRE, unas especificaciones de datos se aplican a los conjuntos de datos geográficos:

- que se refieran a una zona sobre la que un Estado miembro tenga y/o ejerza jurisdicción;
- estén en formato electrónico;
- obren en poder de alguna de las partes que figuran a continuación, o de una entidad que actúe en su nombre:
 - una autoridad pública, después de ser producidos o recibidos por una autoridad pública, o sean gestionados o actualizados por dicha autoridad y estén comprendidos en el ámbito de sus actividades públicas,
 - un tercero al que se hubiera facilitado el acceso a la red con arreglo a lo dispuesto en el artículo 12 de la Directiva.

Existen 34 especificaciones de datos, una por cada tema de la Directiva Inspire.

⁴ <https://eurogeographics.org/>

⁵ <https://inspire.ec.europa.eu/data-specifications/2892>

⁶ <https://inspire.ec.europa.eu/data-specifications/>



Figura 6.3. Icono de INSPIRE.

Los temas del Anexo I de la Directiva son temas básicos y de referencia. Vamos a centrarnos en lo que podríamos llamar temas topográficos (Nombres Geográficos⁷, Unidades Administrativas⁸, Parcelas catastrales⁹, Redes de Transporte¹⁰ e Hidrografía¹¹) para tratar de dar un resumen del contenido de las especificaciones correspondientes.

| Anexo I | | Anexo III | | |
|---------------------------------------|--------------------|---|---|-----------------------------------|
| Sistemas de Coordenadas de Referencia | | Unidades estadísticas | Instalaciones de producción e industriales | Rasgos geográficos oceanográficos |
| Sistemas de cuadrículas geográficas | | Edificios | Instalaciones agrícolas y de acuicultura | Regiones marinas |
| Nombres Geográficos | | Suelo | Distribución de la población - demografía | Regiones biogeográficas |
| Unidades administrativas | | Uso del suelo | Zonas sujetas a ordenación, a restricciones o reglamentaciones y unidades de notificación | Hábitats y biotopos |
| Direcciones | Anexo II | Salud y seguridad humana | Zonas de riesgos naturales | Distribución de las especies |
| Parcelas Catastrales | Elevaciones | Servicios de utilidad pública y estatales | Condiciones atmosféricas | Recursos energéticos |
| Redes de transporte | Cubierta terrestre | Instalaciones de observación del medio ambiente | Aspectos geográficos de carácter meteorológico | Recursos minerales |
| Hidrografía | Ortoimágenes | | | |
| Lugares protegidos | Geología | | | |

Figura 6.4. Temas de los Anexos I, II y III de la Directiva INSPIRE

Las prescripciones de las especificaciones Inspire se concretan en Requisitos (condiciones a cumplir obligatoriamente) y Recomendaciones (buenas prácticas que se aconseja seguir). Si un productor de datos pretende que sus datos sean lo más interoperables posible, debe seguir no sólo los requisitos obligatorios, sino que debe tratar de seguir las recomendaciones siempre que sea posible.

6.3.1. Introducción

Contiene información sobre el origen de las especificaciones y una descripción informal en texto libre de los datos.

⁷ <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/gn>

⁸ <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/au>

⁹ <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/cp>

¹⁰ <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/tn>

¹¹ <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/hy>

6.3.2. Campo de aplicación de las especificaciones

La Directiva Inspire al definir en los Anexos los temas a los que se aplica y definir unas especificaciones diferentes para cada tema, rompe lo que hasta ahora habían sido las Bases Topográficas (la BTA, las BCN del IGN, las BT autonómicas) y los mapas digitales en una colección de capas completamente independientes que el usuario combina según sus necesidades. Por lo tanto, el producto pasa de ser la Base de Datos a ser la capa temática, lo que supone toda una revolución en el campo de la producción de datos geográficos.

El campo de aplicación es la capa de información y hay un tema (Nombres Geográficos, Unidades Administrativas, Parcelas catastrales, Redes de Transporte, Hidrografía) por capa.

6.3.3. Identificación del producto

Se describen los siguientes aspectos:

- Título
- Resumen descriptivo
- Categoría del tema
- Descripción geográfica
- Propósito
- Tipo de representación espacial: vectorial (para Redes de Transporte se especifica que son datos 2D)
- Resolución espacial: escala.

6.3.4. Estructura y contenido.

Para cada tema se define los esquemas de aplicación que se han elaborado con UML (*Unified Modelling Language*) siguiendo principalmente la Norma ISO 19103 “*Geographic Information – Conceptual Schema Language*”. UML es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar bases de datos estáticas o dinámicas, procesos y desarrollo de software. UML se componen de artefactos de diferentes tipos que permiten definir fenómenos, sus atributos, operaciones y restricciones; y sus relaciones, cuando se trata de bases de datos estáticas. Vamos a repasar las principales características del esquema de los principales temas topográficos.

Tema NG. Nombres geográficos. El elemento central del modelo de datos es la clase «NamedPlace», que representa cualquier objeto geográfico del mundo real al que se refieren uno o más nombres «GeographicalName» (Madrid, Magerit, el Foro...). El «NamedPlace» tiene una geometría, un identificador INSPIRE y como atributos *voidables* (omisibles): uno o varios temas de los recogidos en «NamedPlaceTypeValue», otros temas en el idioma y juego de caracteres locales, puede tener uno o más objetos espaciales relacionados y un rango de escalas en las que es visible.

Cada «GeographicalName» tiene una o varias formas escritas (por ejemplo, un mismo nombre en griego tiene diferentes grafías en griego antiguo y moderno) y

como atributos *voidables*, el idioma, si es endónimo o exónimo, si es oficial, normalizado histórico u otros, la fuente, la pronunciación, el género (si tiene) y el número (si tiene). En la figura 6.5 puede verse el esquema de aplicación y en la 6.6 las listas codificadas.

Tema UA. Unidades administrativas, con un objeto geográfico «AdministrativeUnit», en el que varias unidades pueden estar agrupadas en otra «AdministrativeUnit» de rango jerárquico superior (Municipios en Provincias, Provincias en Comunidades Autónomas...). Varias «AdministrativeUnit» del mismo nivel jerárquico pueden compartir un Condominio. Cada «AdministrativeUnit» puede tener una capital («residenceOfAuthority») o varias en el caso más general, que es *voidable*, y se relaciona con uno o varios límites administrativos («AdministrativeBoundary»). Véase la figura 6.6.

Tema CP. Parcelas catastrales, basada en «CadastralParcel», limitada por «CadastralBoundary», que puede estar agrupada en una o varias «CadastralZone» anidadas (como polígono, municipio) y que puede estar relacionada o no con «BasicPropertyUnit», el objeto sujeto a propiedad (como finca, inmueble...). Véase la figura 6.7.



Figura 6.5.- Modelo de clases UML Inspire para nombres geográficos

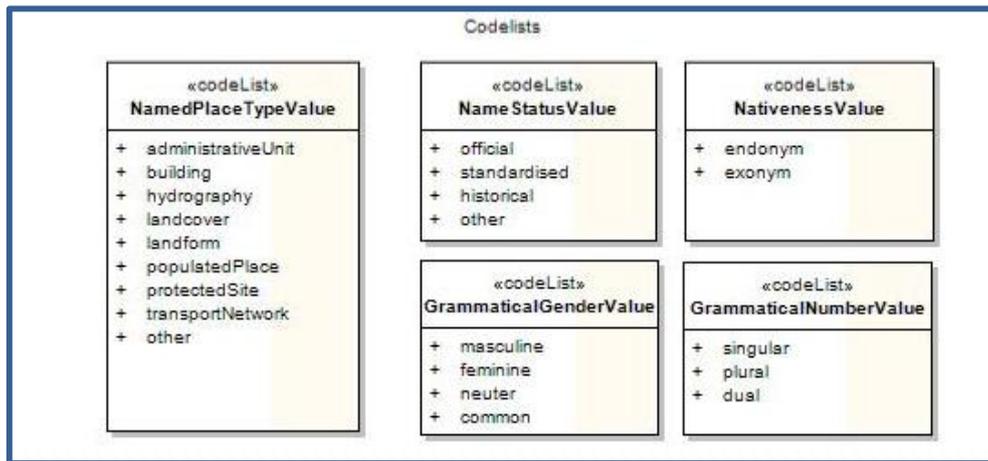


Figura 6.6.- Listas codificadas del modelo Inspire de nombres geográficos

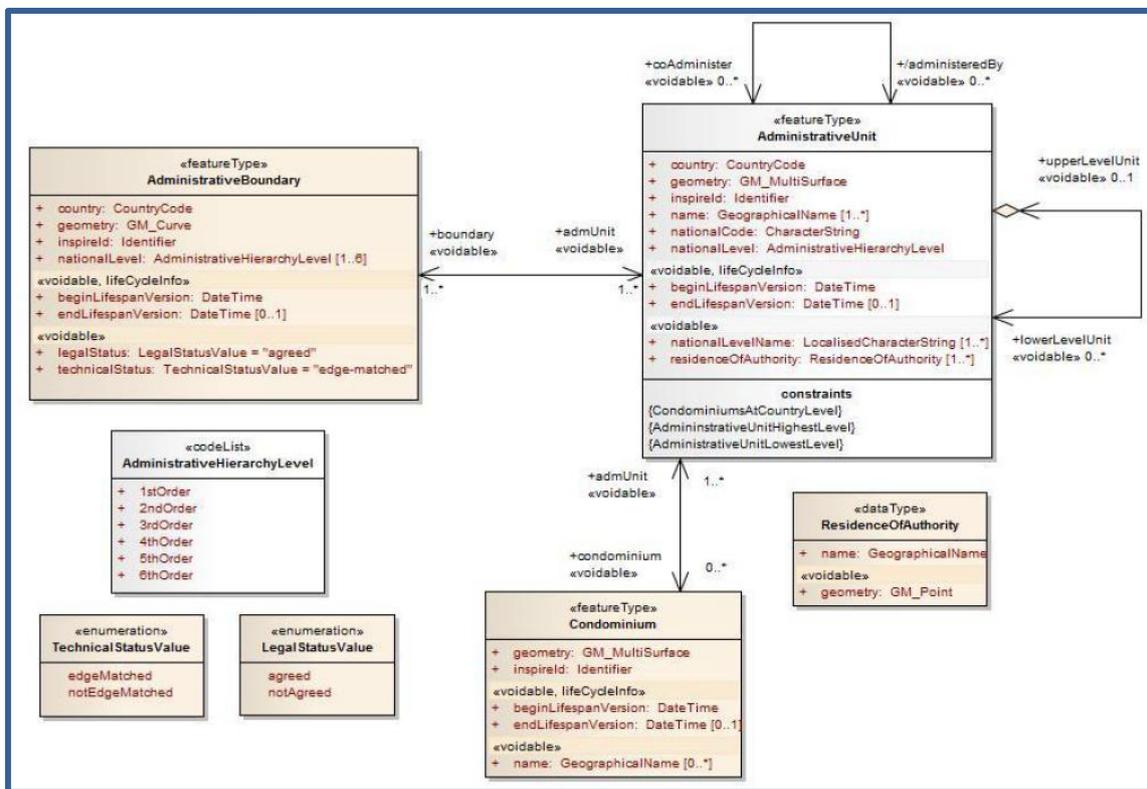


Figura 6.7 Modelo de clases UML Inspire para unidades administrativas

Tema UA. Unidades administrativas, con un objeto geográfico «AdministrativeUnit», en el que varias unidades pueden estar agrupadas en otra «AdministrativeUnit» de rango jerárquico superior (Municipios en Provincias, Provincias en Comunidades Autónomas...). Varias «AdministrativeUnit» del mismo nivel jerárquico pueden compartir un Condominio. Cada «AdministrativeUnit» puede tener una capital («residenceOfAuthority») o varias en el caso más general, que es *voidable*, y se relaciona con uno o varios límites administrativos («AdministrativeBoundary»). Véase la figura 6.7.

Tema CP. Parcelas catastrales, basada en «CadastralParcel», limitada por «CadastralBoundary», que puede estar agrupada en una o varias «CadastralZone» anidadas (como polígono, municipio) y que puede estar relacionada o no con «BasicPropertyUnit», el objeto sujeto a propiedad (como finca, inmueble...). Véase la figura 6.8.

Tema AD. Direcciones, define los siguientes componentes para una dirección: nombre de unidad administrativa, nombre de área de dirección (áreas inferiores a la unidad administrativa de mayor detalle (municipio) que tiene una identificación propia como, por ejemplo, la entidad de población), nombre de vía, localizador (elementos de mayor detalle que permiten identificar cada dirección inequívocamente; ej. entrada, portal, escalera, planta y puerta) y elemento postal.

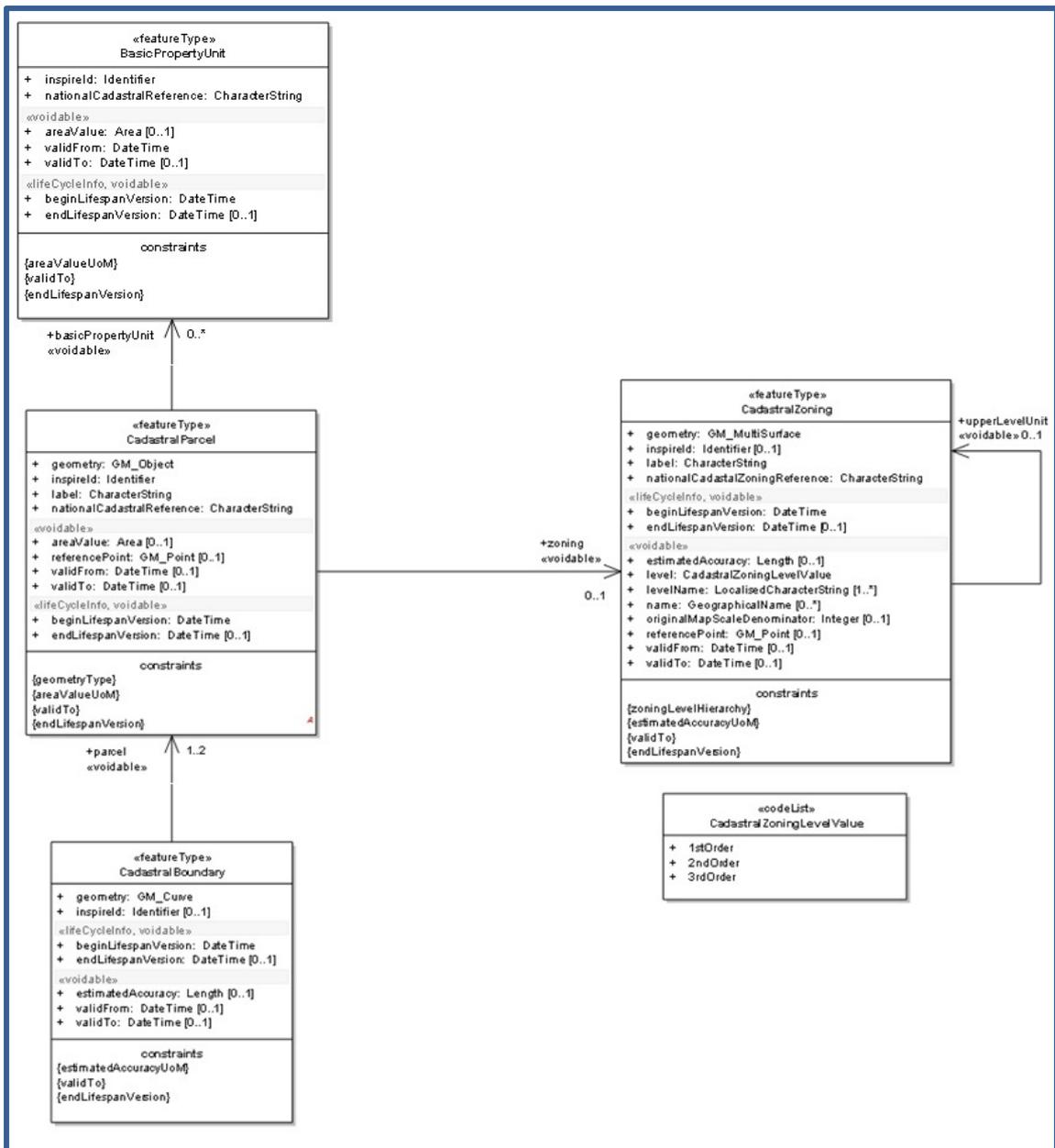


Figura 6.8 Modelo de clases UML Inspire de parcelas catastrales

En cambio, los modelos de Hidrografía y de Redes de Transporte son complicados y complejos:

Tema HY. Hidrografía incluye cuatro modelos:

- *Hydro-base*: Es el modelo general que se ocupa de establecer las relaciones entre los otros tres. Establece, por ejemplo, que los nodos y los ejes de río con los que se forma la red hidrográfica tienen que estar dentro de la extensión del río descrito en *Physical waters*.
- *Hydro-Physical waters*: Su objetivo es poder generar cartografía y mapas, con lo que todos los aspectos físicos de la realidad tienen que estar incluidos.

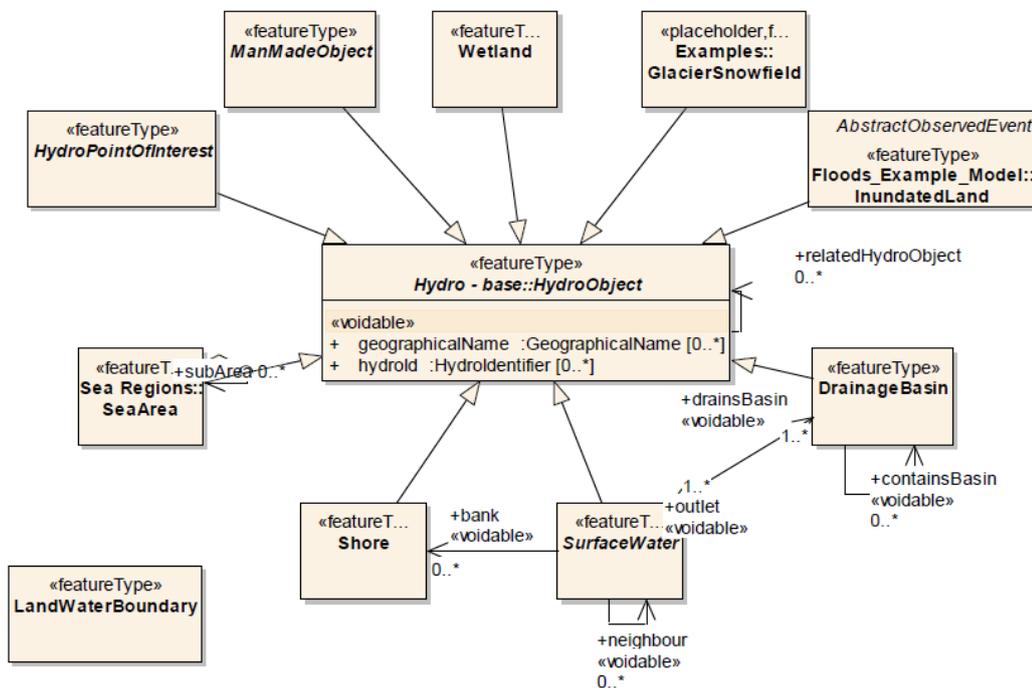


Figura 6.9. Modelo de clases UML Inspire para Hydro-Physical Waters

- *Hydro-Network*: Trata de tener un grafo 2D que represente la red hidrográfica, con navegabilidad y para poder hacer análisis de redes.
- *Hydro-Reporting*: Define zonas necesarias para producir los informes que requiere la Directiva Marco del Agua (WFD), zonas que en muchas ocasiones coinciden totalmente o en parte con fenómenos de *Hydro-Physical waters*, como Lagos, Embalses, etc.

Tema TN. Redes de transporte comprende cinco modelos:

- *Common Transport Elements*, que agrupa y define los elementos básicos comunes al resto de modelos de *Transport Networks*, como nodos, enlaces (*links*), enlaces agregados, puntos y áreas.
- *Road Transport Networks*, que representa una red de transporte, mediante un grafo que utiliza los elementos del CTE y además elementos propios,

como el responsable de cada vía, direcciones de circulación y giros permitidos.

- *Rail Transport Network*, algo similar para vías de ferrocarril, con particularidades como responsables y restricciones de circulación.
- *Cable Transport Network*, para transportes por cable (telesilla, telesquí, funicular...).
- *Water Transport Network*, que representa puertos y vías de tráfico marítimo.

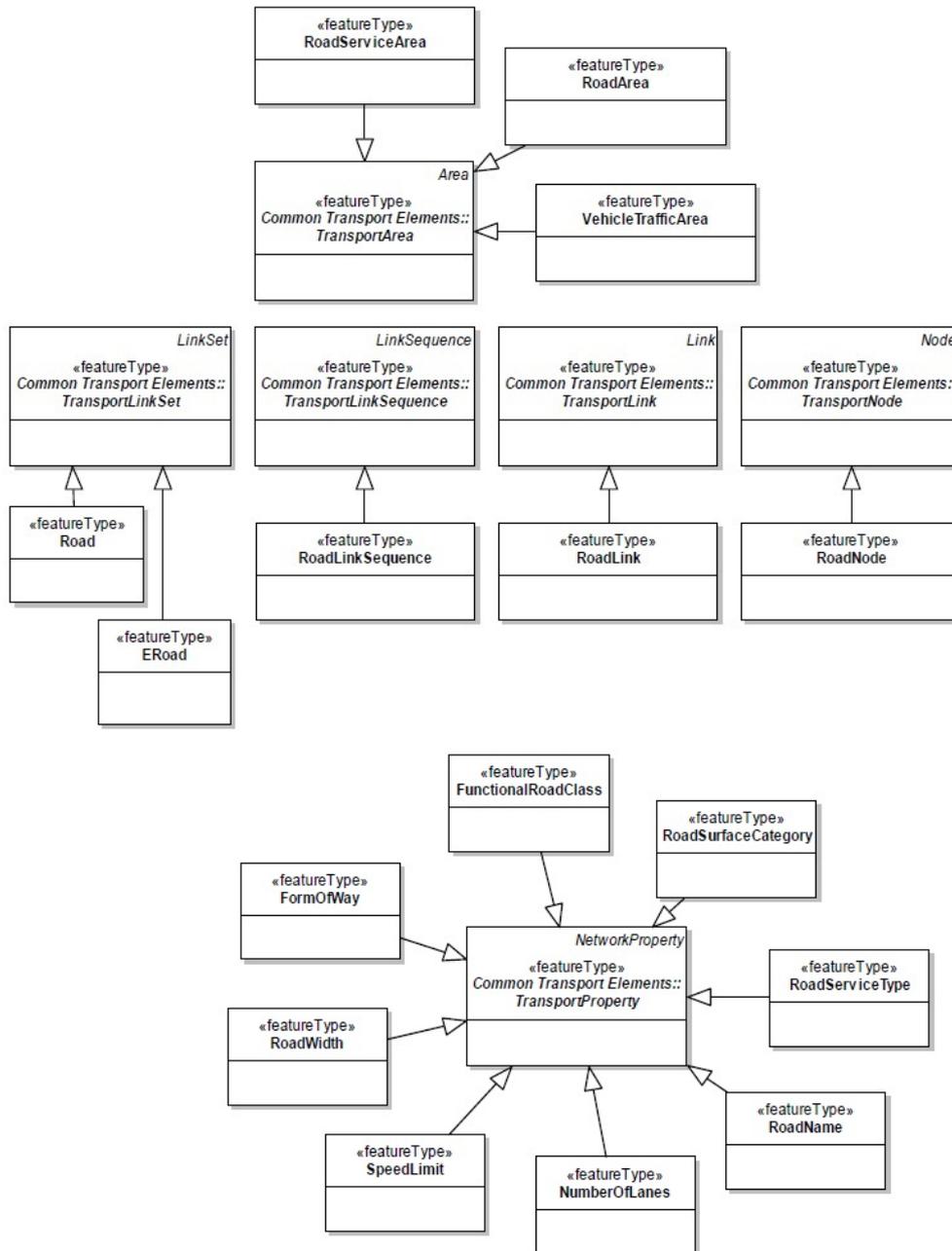


Figura 610. Modelo de clases UML Inspire para *Road Transport Networks*

- *Air Transport Network* para construir una red de tráfico aéreo con aeródromos, vías de tráfico aéreo y terminales que sirvan de nodo de conexión con otros modos de transporte.

Hay un concepto esencial que se utiliza en los modelos de los Anexos I y II:

Voidable. Un objeto, un atributo o una asociación puede ser *voidable* (omisible), es decir, ni obligatoria (hay que incluirla siempre) ni opcional (se puede elegir o no, a voluntad), sino obligatoria en el caso de que se conozca.

Definiciones en el esquema de aplicación definido por Inspire

A. Identificación de los objetos espaciales

El Reglamento especifica que los objetos espaciales deben identificarse mediante un **Identificador (inspireId)** de forma unívoca.

Todos los objetos espaciales (con geometría o sin ella) deben tener un **identificador único**, persistente y externo al objeto espacial publicado por el organismo responsable. Este identificador único, debe incluir como prefijo el código del país y un espacio de nombres, que se añaden al identificador local o interno. Las diferentes versiones del mismo objeto, si existen, comparten ese identificador.

El Identificador contiene los siguientes atributos: localId, namespace, versionId

Tabla 6.1 Partes que componen un identificador único Inspire

| Atributos | Definición | Tipo | |
|------------------|--|-----------------|-------------|
| localID | Es un identificador local del objeto espacial y debe ser único | CharacterString | Obligatorio |
| namespace | Es el espacio de nombres que identifica la fuente de los objetos espaciales de forma única | CharacterString | Obligatorio |
| versionID | Identifica la versión del objeto espaciales con una longitud máxima de 25 caracteres | CharacterString | |

Ejemplo de un Lugar Protegido mediante su:

- localId=916,
- namespace= ES.MITECO.ZEPA

El *namespace* indica que es un «Zonas de Especial Protección para las Aves¹²», ZEPA del Min. para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) de España (ES).

¹² <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-prottegidos/red-natura-2000/zepa.aspx>

B. Voidable

Atributos *voidables*. Sólo los atributos que son *voidables* (omisibles) pueden tomar como valor «*void*» (vacío), lo que como hemos dicho significa que es imposible conseguir el valor de ese atributo en ese caso o no es posible conseguirlo a un coste razonable. Pueden que se consideren *voidables* por estar *unpopulated* (no rellenos) o simplemente *unknown* (desconocidos).

El Catálogo de Objetos. Si se trata de datos vectoriales, incluye el Modelo de Aplicación de los datos (UML) y el Catálogo de Objetos; si son datos ráster, una descripción de cada cobertura.

C. Estereotipos

Los esquemas de aplicación utilizan los siguientes estereotipos:

- **FeatureType**: un tipo de objeto espacial.
- **type**: un tipo que no es directamente instanciable
- **DataType**: una estructura de tipo de datos sin identidad, en conformidad con ISO 19103
- **Union**: una estructura de tipo de datos sin identidad donde una de las propiedades del tipo es presentado en cualquier instancia.
- **enumeration**: una enumeración, es decir un conjunto de valores permitidos para un atributo que no se puede extender como, por ejemplo, los días de la semana: lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo.
- **codeList**: una lista codificada, conjunto de valores permitidos para un atributo que un país miembro puede extender publicándola en la web en un Registro Inspire como, por ejemplo: clases de cobertura del suelo.

Los **estereotipos** son etiquetas que se aplican a los elementos del diagrama para indicar un tipo especial de clase. Los estereotipos se representan incluyendo el texto correspondiente a su tipo entre comillas latinas «estereotipo». Por ejemplo: «Type» (puede usarse en otro modelo); «Data type» (tipo de datos): «Interface» (describe un comportamiento común para varias clases).

D. Información sobre el ciclo de vida (*life-cycle information*)

Conjunto de propiedades de un objeto espacial que describen las características temporales de una versión del objeto espacial o las modificaciones de una versión suya a otra. Este atributo no hace referencia al ciclo de vida del ente del mundo real descrito por el objeto espacial. El mantenimiento de la información del ciclo de vida de los objetos espaciales no es obligatorio.

- ⊣ **beginLifespanObject**: Fecha y hora de inserción o modificación en el conjunto de datos de esta versión del objeto espacial.
- ⊣ **endLifespanObject**: Fecha y hora de eliminación del conjunto de datos de esta versión del objeto espacial.

En la siguiente dirección pueden encontrarse todos los diagramas de paquetes y de clases UML definidos en las especificaciones de datos: <https://inspire-regadmin.jrc.ec.europa.eu/dataspecification/ScopeTheme.action>

E. Enumeraciones y las listas controladas.

Los atributos y roles de asociación utilizan enumeraciones y listas controladas en los casos que exista una lista de valores.

- Enumeration «enumeration»:** Son Listas de códigos fijas que son gestionadas por el registro de listas de códigos de INSPIRE. Son listas cerradas, que como se ha dicho ya, no se pueden ampliar.

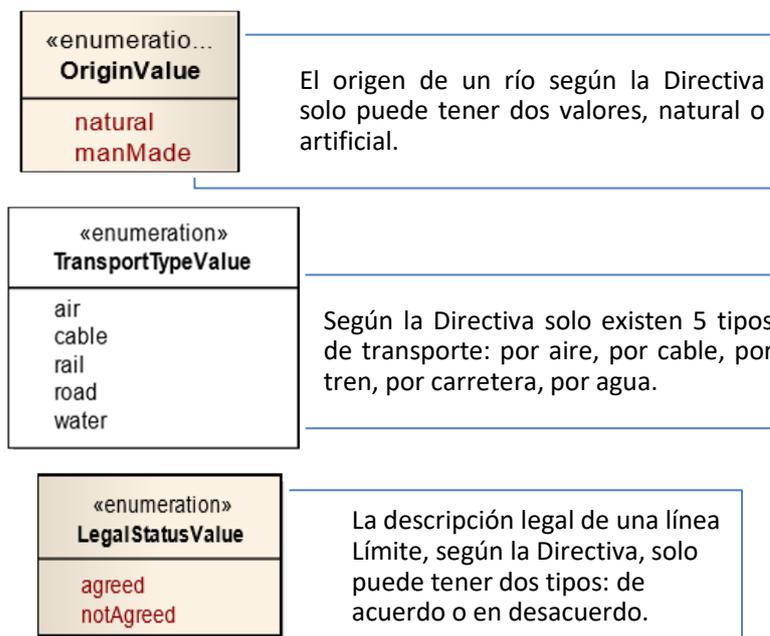


Figura 6.11 Ejemplos de «Enumeration»

- Code list «codelist»:** Son listas de códigos que pueden ser extendidas por los proveedores de datos.

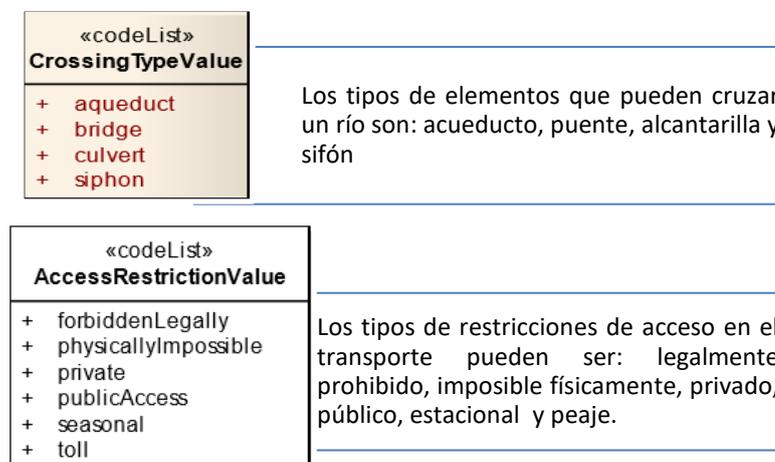


Figura 6.12 Ejemplos de «codList»

F. Tipos de datos comunes

En el anexo I del Reglamento se mencionan los tipos de datos comunes que utilizan los objetos geográficos, como por ejemplo la geometría con la que se georreferencia un objeto geográfico, la fecha en que el objeto geográfico se introdujo o se actualizó en la Base de Datos, los valores de los atributos como el texto de un nombre o si el topónimo es oficial o no mediante un atributo booleano.

Los tipos de datos que sean comunes a varios de los temas enumerados en los anexos I, II y III se ajustarán a las definiciones y restricciones e incluirán los atributos y los roles de asociación establecido en el anexo I.



Figura 6.13 Esquema de los tipos de datos utilizados en las especificaciones INSPIRE

Estos tipos son los mismos tipos utilizados en la definición de la estructura de los esquemas GML.

6.3.5. Sistema de Referencia

Que incluye tanto el Sistema Geodésico de Referencia (datum) como la proyección cartográfica utilizada, y además el Sistema de Referencia Temporal si hay datos temporales.

Para los cinco temas Inspire:

- El Sistema Geodésico de Referencia será ETRS89 en Europa continental y WGS84 en territorios de ultramar.
- La proyección a utilizar, en general, será la que utiliza coordenadas geodésicas (latitud y longitud) basadas en el elipsoide GRS80. También se pueden utilizar las coordenadas planas de la proyección Lambert Azimutal

de Igual Área, la Cónica Conforme de Lambert o la Transversa de Mercator, usando en todo caso el elipsoide GRS80.

- Para alturas, la altitud elipsoidal sobre el elipsoide GRS80.
- El Sistema de Referencia Temporal estará basado en el Calendario Gregoriano y, o bien se utiliza UTC (Tiempo Universal Coordinado) o el tiempo local (especificando la zona horaria y un desfase fijo).

6.3.6. Calidad

Aquí se describe la calidad esperada del producto, mediante los parámetros incluidos en cada tema (exactitud posicional, exactitud temática, exactitud temporal, compleción, coherencia). No se incluyen umbrales de calidad concretos en ningún caso.

Tabla 6.2 Tabla de parámetros y medidas de la calidad

| | Nombres geográficos | Unidades administrativas | Parcelas catastrales | Hidrografía | Redes de transporte |
|--------------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------|
| Exactitud posicional | Error medio | Error medio | No | Error medio | Error medio |
| Exactitud temática | No | No | No | Atributos incorrectos | Mala clasif. ID. erróneos |
| Exactitud temporal | No | No | Sí | No | No |
| Compleción. Comisión | No | Sí | Sí | Sí | Sí Duplicados |
| Compleción. Omisión | Sí | Sí | No | Sí | Sí |
| Consistencia conceptual | No | Sí | No | Superficies solapadas | Sí |
| Consistencia topológica | No | Sí | No | Sí | Sí |
| Consistencia de dominio | No | No | No | Sí | Sí |
| Consistencia de formato | No | No | No | No | Sí |

Tabla 6.3 Tabla de reglas de consistencia topológica

| TEMA | Reglas de consistencia topológica |
|---------------------------------|--|
| Unidades administrativas | - Conexiones perdidas - Subtrazos (<i>undershots</i>) |
| Hidrografía | - Conexiones perdidas - Subtrazos (<i>undershoots</i>) - Sobretrazos (<i>overshoots</i>) - Bucles y Solapes - Arcos < umbral> - Enlaces cerrados, - Enlaces multipartes |
| Redes de transporte | - Superficies solapadas - Bucles y Solapes - Subtrazos (<i>undershoots</i>) - Sobretrazos(<i>overshoots</i>) - Polígonos ficticios (<i>sliver polygons</i>) |

6.3.7. Captura de datos

Se contempla la descripción de la adquisición de los datos y de todos los procesos que luego se aplican hasta tener los datos completamente preparados y listos para su explotación. Aquí es donde se incluyen todos los detalles necesarios para que sea posible generar con garantías el conjunto de datos.

6.3.8. Mantenimiento

Descripción de los criterios, procedimientos y frecuencia de actualización de los datos.

En ninguna de estas cinco especificaciones (nombre Geográficos, Unidades Administrativas, Parcelas Catastrales, Hidrografía y Redes de Transporte) se dice nada concreto sobre periodos de actualización.

6.3.9. Representación

Para la representación de conjuntos de datos espaciales utilizando un servicio de red de visualización se debe definir:

- El nombre y título de las capas de los temas de los anexos de la Directiva.
- Para cada capa, al menos un estilo de representación por defecto con, como mínimo, un nombre asociado y un identificador único. La especificación de datos ofrece el fichero SLD.
- El tipo o tipos de objeto espacial que constituyen el contenido de la capa.

La finalidad de este capítulo no es ofrecer una simbología que sirva realmente para representar los datos cartográficamente, sino simplemente disponer de una simbología uniforme para toda Europa para ver si hay datos o no en un fichero y la zona en la que están. Por eso es bastante rudimentaria.

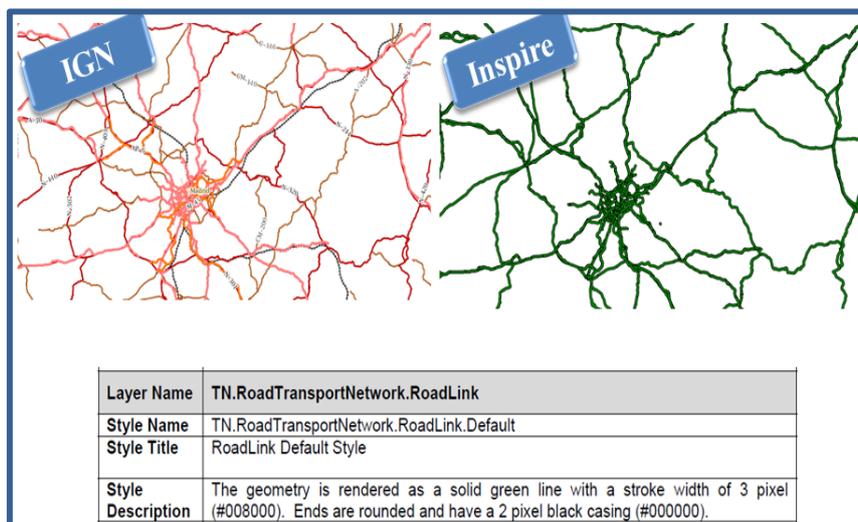


Figura 6.14 Comparación de la representación de la Red de Carreteras de la BTN del IGN con el estilo de representación de las especificaciones de datos de la Directiva.

6.3.10. Distribución

Información sobre formatos, soportes, unidades y mecanismos de distribución, así como precios y licencias de uso aplicables.

En las cinco especificaciones se establece que los datos se publicarán mediante servicios web (de visualización y de descarga).

En todos los casos se especifica GML 3.0 (ISO 19136:2007) como formato físico de intercambio por defecto.

Tabla 6.4 Tabla de ítems de metadatos según el Reglamento europeo

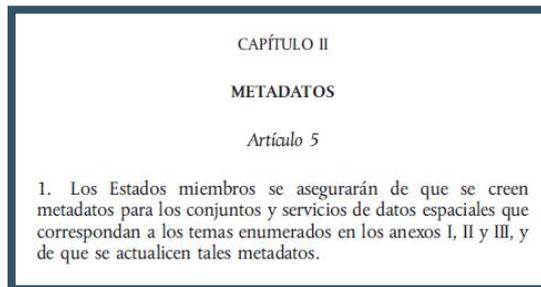
| Ítem de metadatos | Multiplicidad | Descripción |
|----------------------------------|---------------|---|
| Título | 1 | Ejemplo: Base Topográfica Armonizada |
| Resumen | 1 | |
| Tipo de recurso | 1 | Conjunto de datos |
| Localizador | 0..* | Si existe. URL de recursos relacionados (WMS, Descarga, descripción...) |
| Identificador único | 1..* | Ej: ESP-IGN-MDT5 (Puede haber más de un sistema de identificadores) |
| Lengua del recurso | 0..* | Obligatorio si hay textos en los datos |
| Categoría temática | 1..* | Tema según la lista controlada de ISO 19115 |
| Palabra clave | 1..* | Puede haber varias |
| Rectángulo geográfico envolvente | 1..* | Pueden ser varios, por ejemplo: uno para Península, otro para Baleares y otro para Canarias |
| Referencia temporal | 1..* | Puede haber varias fechas. Por ejemplo: Fecha de captura, fecha de la última actualización |
| Linaje | 1 | Descripción técnica detallada de la historia de los datos |
| Resolución espacial | 0..* | Escala (para datos vectoriales) o tamaño del píxel (ráster). Si tiene sentido. |
| Conformidad | 1..* | Con los diferentes Reglamentos Inspire |
| Condiciones de acceso y uso | 1..* | Puede haber varias. Por ejemplo: CC BY, precios... |
| Restricciones de acceso | | Público, reservado, confidencial, alto secreto. |
| Organización responsable | 1..* | Pueden ser varias, como en el PNOA (IGN y CC. AA.) |
| Contacto para metadatos | 1..* | |
| Fecha de los metadatos | 1 | |
| Idioma de los metadatos | 1 | |

6.3.11. Información adicional

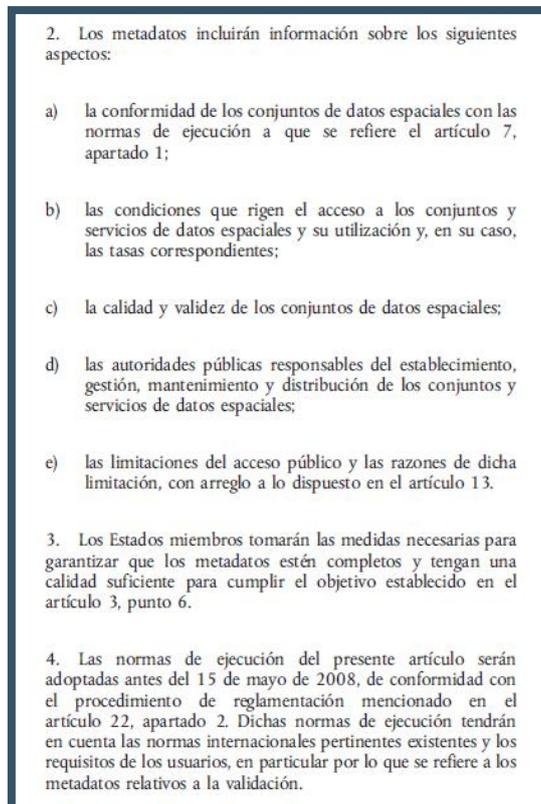
Aquí se incluye la información que el productor juzgue relevante y que no esté contemplada en ninguno de los apartados anteriores.

6.3.12. Metadatos

El Reglamento europeo sobre metadatos¹³ (Reglamento 1205/2008) establece un conjunto de metadatos, unos obligatorios y otros condicionales, para conjuntos de datos:



Y se definen los siguientes elementos:



¹³ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:326:0012:0030:ES:PDF>

| Referencia | Elementos de metadatos | Multiplicidad | Condición |
|------------|------------------------------------|---------------|--|
| 1.1 | Título del recurso | 1 | |
| 1.2 | Resumen del recurso | 1 | |
| 1.3 | Tipo del recurso | 1 | |
| 1.4 | Localizador del recurso | 0..* | Obligatorio si hay disponible una URL donde se dé más información sobre el recurso, o servicios de acceso relacionados. |
| 1.5 | Identificador único de recursos | 1..* | |
| 1.7 | Lengua del recurso | 0..* | Obligatorio si el recurso incluye información textual. |
| 2.1 | Categoría temática | 1..* | |
| 3 | Palabra clave | 1..* | |
| 4.1 | Rectángulo geográfico envolvente | 1..* | |
| 5 | Referencia temporal | 1..* | |
| 6.1 | Linaje | 1 | |
| 6.2 | Resolución espacial | 0..* | Obligatorio para conjuntos de datos y series de conjuntos de datos si puede especificarse una escala equivalente o una resolución (distancia). |
| 7 | Conformidad | 1..* | |
| 8.1 | Condiciones de acceso y uso | 1..* | |
| 8.2 | Restricciones de acceso público | 1..* | |
| 9 | Organización responsable | 1..* | |
| 10.1 | Punto de contacto de los metadatos | 1..* | |
| 10.2 | Fecha de los metadatos | 1 | |
| 10.3 | Lengua de los metadatos | 1 | |

Figura 6.15 Metadatos definidos en el marco INSPIRE

Además, se establecen unos metadatos obligatorios requeridos para la interoperabilidad y definidos en el Reglamento sobre la Interoperabilidad de los Datos Espaciales y Servicios. Son sólo 5 elementos que incluyen información que permite la descarga, el acceso y la utilización de los conjuntos de datos espaciales de un modo más eficaz:

- **Sistemas de referencia de coordenadas** utilizados en el conjunto de datos.
- **Sistema de referencia temporal** utilizados en el conjunto de datos.
- **Codificación:** Descripción de los constructos de lenguaje informático que especifican la representación de los objetos de datos en un registro, archivo, mensaje, dispositivo de almacenamiento o canal de transmisión.
- **Consistencia topológica:** Corrección de las características topológicas codificadas explícitamente del conjunto de datos según lo descrito por el ámbito.
- **Codificación de caracteres:** Se corresponde con el lenguaje de codificación de caracteres, utilizado en el conjunto de datos.

Metadatos requeridos para la interoperabilidad

Los metadatos que describen un conjunto de datos espaciales incluirán los siguientes elementos de metadatos, requeridos para la interoperabilidad:

1. Sistema de referencia por coordenadas: Descripción del sistema o sistemas de referencia de las coordenadas utilizados en el conjunto de datos.
2. Sistema de referencia temporal: Descripción del sistema o sistemas de referencia temporales utilizados en el conjunto de datos.

Este elemento solo es obligatorio si el conjunto de datos espaciales contiene información temporal que no se refiere al sistema de referencia temporal por defecto.
3. Codificación: Descripción del constructo o constructos de lenguaje informático que especifican la representación de los objetos de datos en un registro, archivo, mensaje, dispositivo de almacenamiento o canal de transmisión.
4. Consistencia topológica: Corrección de las características topológicas codificadas explícitamente del conjunto de datos según lo descrito por el ámbito.

Este elemento solo es obligatorio si el conjunto de datos incluye tipos del Modelo de Red Genérico (Generic Network Model) y no garantiza la topología de ejes (conectividad de ejes) para la red.

Figura 6.16 Metadatos INSPIRE de interoperabilidad

Tabla 6.5.- Tabla de ítems de metadatos para cada tema propuesto

| Nombres geográficos | Unidades administrativas | Parcelas catastrales | Hidrografía | Redes de transporte |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <i>Coordinate Reference System</i> |
| <i>Temporal Reference System</i> |
| <i>Encoding</i> | <i>Encoding</i> | <i>Encoding</i> | <i>Encoding</i> | <i>Encoding</i> |
| <i>Character Encoding</i> | <i>Character Encoding</i> | | <i>Character Encoding</i> | <i>Character Encoding</i> |
| | | | <i>Topological Consistency</i> | <i>Topological Consistency</i> |

Por último, para cada uno de los temas se ha definido un conjunto de elementos de metadatos opcionales, que varían según el tema.

Toda la información relacionada con los elementos de metadatos a completar está definida en el capítulo 8 de cada una de las especificaciones de datos, capítulo que se denomina *Dataset-level Metadata*.

En resumen, para realizar los metadatos de un conjunto de datos espaciales, como por ejemplo Hidrografía, se debe utilizar:

- ▭ La Guía Técnica para implementar técnicamente el Reglamento de Metadatos cumpliendo: ISO 19115 e ISO 19119 del Reglamento de Metadatos.
- ▭ Considerar el capítulo 8 *Metadata* de la Especificación de Datos de Hidrografía dónde se detallan los elementos obligatorios del Reglamento de Interoperabilidad y los elementos opcionales propios de ese tema.

6.3.13 Abstract Test Suite

Todas las especificaciones INSPIRE tienen al final un *Abstract Test Suite*, que se puede traducir al español como «Conjunto de pruebas abstractas», un conjunto de pruebas que sirve como método y receta estandarizada para verificar y certificar que un conjunto de datos es conforme o no con unas especificaciones.

Sirven tanto para que el productor de datos compruebe que conjunto de datos es conforme como para que el usuario o una organización externa lo verifique del modo más objetivo e imparcial posible porque es frecuente encontrar situaciones en las que decidir si un aspecto es conforme o no lo es tiene una considerable carga de subjetividad.

Un *Abstract Test Suite* típico verifica la conformidad con el esquema UML Inspire, el Sistema de Referencia, la consistencia temporal y espacial, los metadatos, la publicación de las *Codelist* utilizadas, el formato de entrega, la representación y de manera opcional, la conformidad con otras recomendaciones de la Guía Técnica que no están incluidas en el Reglamento Inspire.

6.4. CONCLUSIONES

Las especificaciones de datos tienen como objetivo hacer posible la interoperabilidad de los datos, es decir que los servicios (WMS, Descarga...) basados en ellos sean interoperables.

Hay algunas experiencias de adaptación de los datos geoespaciales de las Agencias Cartográficas Nacionales a unas especificaciones comunes, que se han llevado a cabo en los proyectos de *Eurogeographics*, asociación de Agencias Catastrales y Cartográficas de Europa: *EuroGlobalMap (EGM)* a escala 1: 1 000 000 y *EuroRegionalMap* (1:250 000).

No hay apenas experiencia sobre la aplicación de unas especificaciones comunes para los 25 países de la UE a escalas iguales o mayores que 1:25 000, en particular:

- ▭ Sobre el coste y la dificultad, coste y tiempo de transformar los datos de cada país para cumplir las especificaciones definidas.

- Sobre hasta qué punto los datos de varios países que cumplan unas especificaciones Inspire serán explotables por una misma aplicación sin problemas de compatibilidad.

Para cumplir estas especificaciones hay en general dos grandes clases de problemas:

- Generar nueva información, en el caso de que no exista, por ejemplo, información de calidad y metadatos.
- Transformar los datos ya existentes para que cumplan estas especificaciones. Especialmente complejo y difícil es pasar unos datos de un modelo a otro. Para ello hay que, por un lado, hacer corresponder los dos modelos conceptuales entre sí (primitivas geométricas, nodos, relaciones, etc.) y, por otro lado, establecer una correspondencia entre los fenómenos del país miembro y los del catálogo Inspire. En este último caso las diferencias culturales de cada país tienen una influencia no desdeñable y no siempre vez la correspondencia es uno a uno y exacta.

Para este último punto, la transformación de datos, hay una clase de aplicaciones que sirven de ayuda, son los llamados programas ETL¹⁴ (*Extract, Transform and Load*), herramientas semiautomáticas pensadas para extraer los datos de una Base de Datos Geográficas, transformarlos y cambiarlos de formato, modelo UML y Catálogo de Fenómenos, y finalmente volver a cargarlos en un BD transformada. Como por ejemplos FME¹⁵, Geobide¹⁶ y GeoKettle.

6.5. REFERENCIAS

Reglamento (UE) N^o 1089/2010 de la Comisión de 23 de noviembre de 2010 por el que se aplica la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales Accesible vía <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010R1089-20141231&from=EN>

Inspire Technical Guidelines que definen las especificaciones de datos para los temas de los ANEXOS I, II y III de la Directiva Inspire (2007/2/CE. Accesible vía: <https://inspire.ec.europa.eu/data-specifications/2892>

Reglamento (CE) No 1205/2008 de la Comisión de 3 de diciembre de 2008 por el que se ejecuta la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a los metadatos. Accesible vía <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:326:0012:0030:ES:PDF>

Inspire Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119.

¹⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Extract,_transform,_load

¹⁵ <http://www.safe.com/fme/fme-technology/>

¹⁶ <http://www.geobide.es/>

Selección web de los temas de datos de INSPIRE. Accesible vía: <https://inspire-regadmin.jrc.ec.europa.eu/dataspecification/ScopeTheme.action>

Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) UNE EN-ISO 19131: 2009 *Información Geográfica – Especificaciones de producto de datos*.

PRÁCTICA

Establecer una correspondencia entre los Objetos de Hidrografía contemplados en la BTA¹⁷ y los incluidos en el Modelo *Hydro Physical Waters*¹⁸, construyendo una tabla de tres columnas e indicando los que no tienen correspondencia y para cada pareja de Fenómenos es equivalente (=), el primero incluye al segundo (>) o el primero está incluido en el segundo (<).

| BTA Hidrografía | Relación | <i>Hydro Physical Waters</i> |
|-----------------|----------|------------------------------|
| | = | |
| | > | |
| | < | |

BTA Hidrografía

Embalse
 Laguna
 Mar
 Corriente artificial
 Corriente natural
 Costa
 Isla
 Punto de interés hidrográfico
 Captación (pozo, sondeo, toma de agua)
 Punto fluvial (cascada rápido)
 Surgencia (manantial, fuente, terma)
 Estanque (balsa, alberca, abrevadero, ornamental)
 Piscina

Hydro Physical Waters

Crossing
 DamOrWeir
 RiverBassin
 Embankment
 Falls
 Fluvial Point
 Ford
 HydroPointofInterest
 HydroPowerPlant
 InundatedLand
 LandWaterBoundary
 Lock
 ManMadeObject
 Rapids
 Sluice
 StandingWaters
 SurfaceWater
 Watercourse

Nota: Usar las definiciones del diccionario en línea *Word Reference* (<http://www.wordreference.com/es/>) y suponer que son aplicables.

¹⁷ http://www.csg-cnc.es/web/cnccontent/docs/bta/Especificaciones_BTAv10.pdf

¹⁸ http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/Inspire_DataSpecification_HY_v3.0.1.pdf

Ejemplo del Esquema de Aplicación de Unidades Administrativas

Veamos un ejemplo con el Esquema de Aplicación de la Especificación de Datos de Unidades Administrativas.

Contiene dos paquetes Unidad administrativa y la Unidad marítima, las cuales son Geometría superficial y están relacionadas con otros temas como los Nombres Geográficos y los tipos básicos.

Las Unidades Administrativas se delimitan por los Límites Administrativos. Estos son fundamentales para la interoperabilidad entre las unidades administrativas de países vecinos y marítimos.

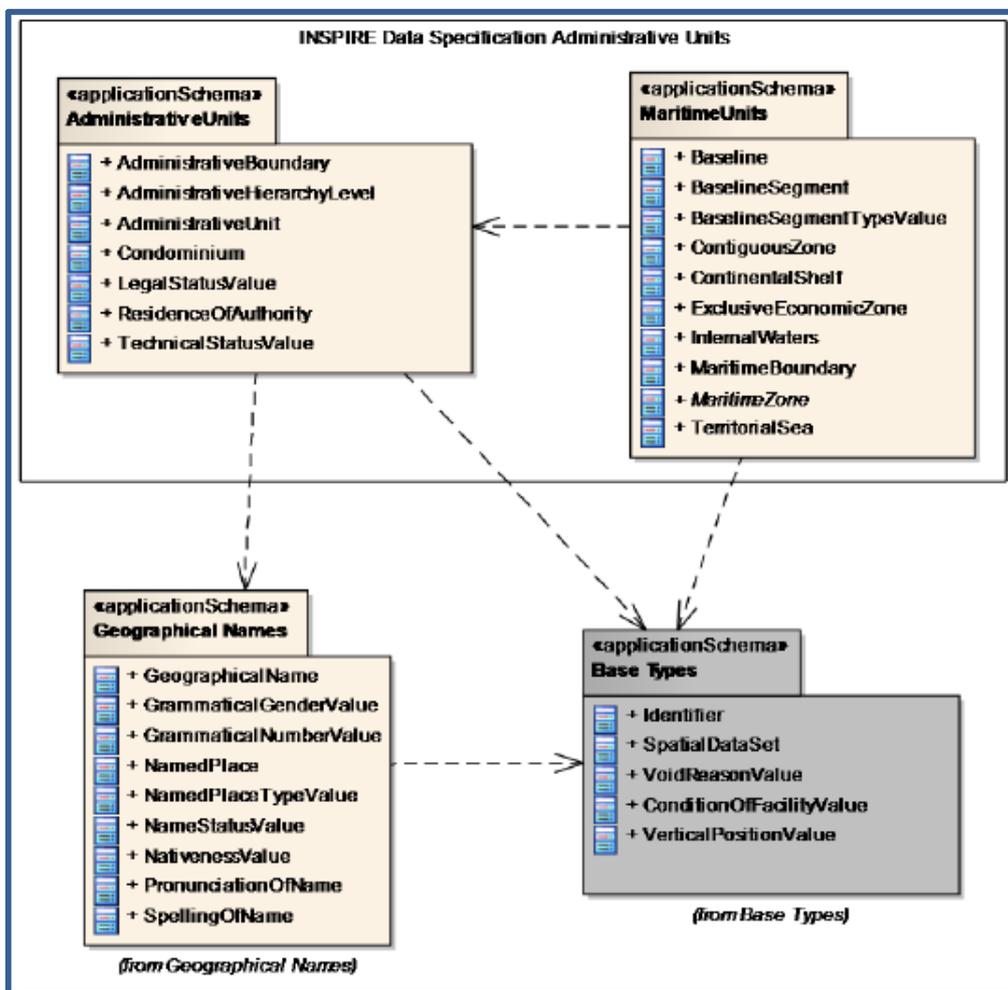


Figura 6.17 Diagrama de paquetes: relación entre los temas de nombres geográficos con las Unidades Administrativas y las Unidades Marítimas con los tipos básicos.

El modelo de datos de Unidades Administrativas contiene 3 tipos de objetos espaciales:

- **AdministrativeUnit:** Unidad de administración en la que un Estado miembro posee y/o ejerce derechos jurisdiccionales para el gobierno local, regional y nacional.
- **AdministrativeBoundary:** Línea de demarcación entre unidades administrativas
- **Condominium:** Zona administrativa establecida con independencia de cualquier división administrativa nacional del territorio y administrada por dos o más países.

Cada unidad administrativa, a excepción de las coadministradas y la correspondiente al país, deben estar referidas exactamente a una unidad del nivel superior de la jerarquía (Municipios en Provincias, Provincias en Comunidad Autónoma...). Esta correspondencia debe expresarse con el rol de asociación *upperLevelUnit* y cada unidad administrativa, a excepción de las de nivel más bajo, debe estar referida exactamente a una unidad del nivel inferior en la jerarquía. Esta correspondencia debe expresarse con el rol de asociación *lowerLevelUnit*.

El objeto espacial *AdministrativeUnit* contiene atributos obligatorios, atributos *voidables* (si el proveedor del objeto espacial tiene el valor del atributo, lo tiene que proporcionar) y una serie de restricciones.

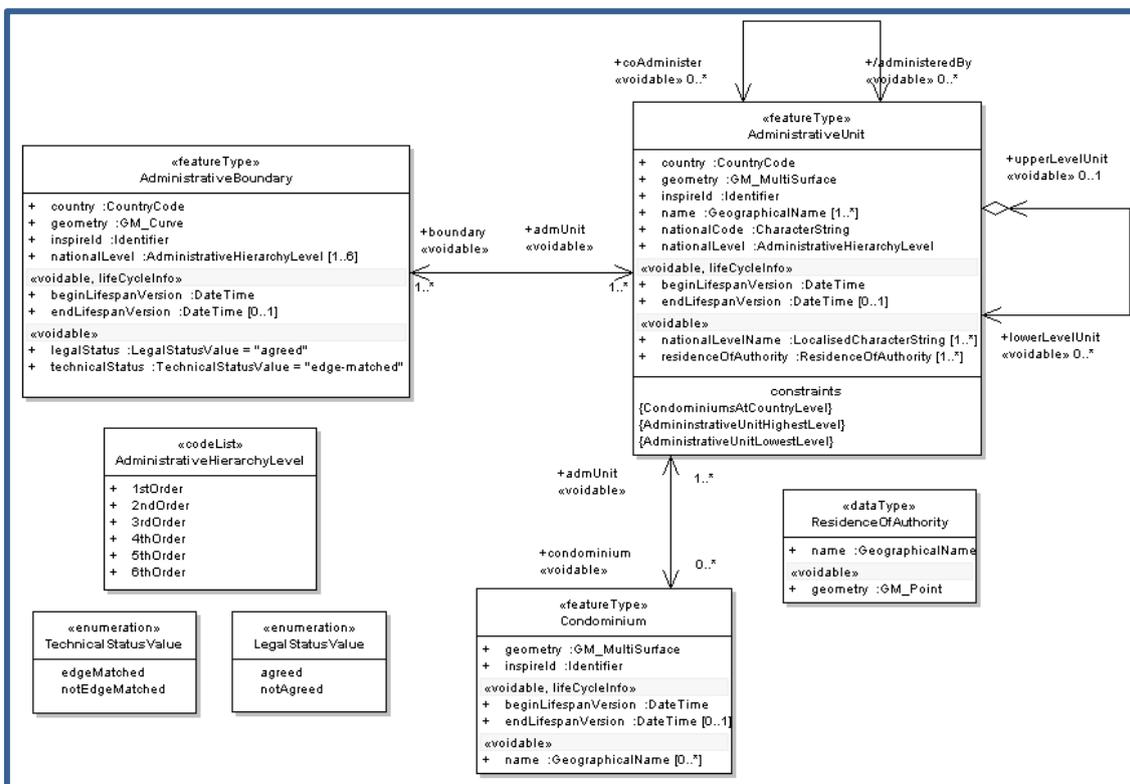


Figura 6.18 Diagrama de clases UML Inspire de Unidades Administrativas

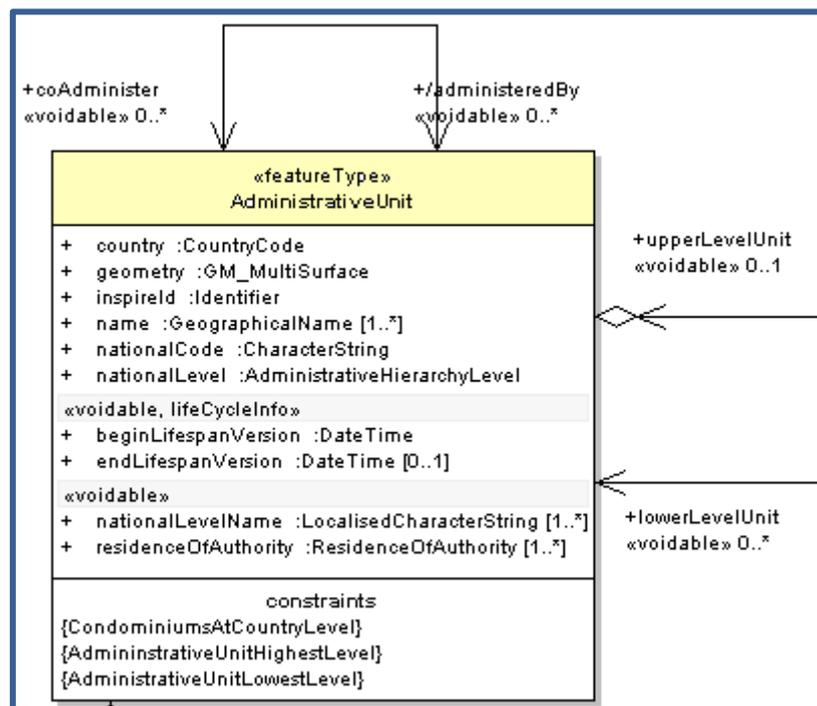


Figura 6.19 Detalle del modelo UML Inspire de Unidades Administrativas

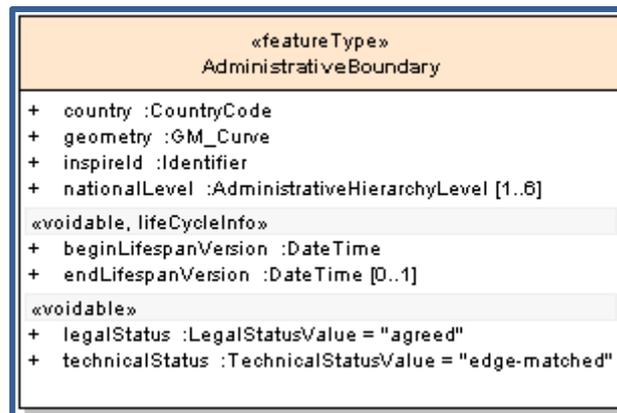
Los atributos obligatorios son:

- **Geometry:** Se refiere a la representación geométrica del área del objeto espacial.
- **nationalCode:** Es el identificador de la unidad administrativa en cada país.
- **inspireId:** Identificador para el intercambio de datos en INSPIRE. Lo publica el organismo competente y permite la identificación del objeto espacial por aplicaciones externas.
- **nationalLevel:** Es el código del nivel jerárquico administrativo de la unidad administrativa (Estado, CC. AA., Provincia, Municipio). Los valores que puede tomar se encuentran recogidos en una *codelist*.
- **Country:** Código de dos caracteres que identifica al país.
- **Name:** Es el nombre geográfico oficial de la unidad administrativa proporcionado en las diferentes lenguas en las que sea oficial.

Y los atributos *voidables* son:

- **nationalLevelName:** nombre del nivel jerárquico administrativo al que pertenece la unidad administrativa.
- **residenceOfAuthority:** lugar en el que se encuentra ubicada la Autoridad Administrativa correspondiente.

El objeto espacial **AdministrativeBoundary** comparte algunos de los atributos de AdministrativeUnit pero contiene algunos atributos *voidables* adicionales como:

Figura 6.20 La clase *AdministrativeBoundary* (línea límite)

- **legalStatus:** Indica el estado legal de la línea límite. Los valores que puede tomar son: *agreed* si el límite común ha sido acordado entre las unidades administrativas vecinas y es estable; o *not-agreed* si no ha sido acordado entre las autoridades de las unidades administrativas que separa.
- **technicalStatus:** Hace referencia a que la línea límite de la unidad administrativa vecina ha de tener el mismo conjunto de coordenadas.

Un **Condominium** es aquel territorio sobre el que dos o más Estados ejercen conjuntamente sus derechos jurisdiccionales. No se corresponden con los «condominios» gestionados en Registro Central de Cartografía, que son en realidad territorios jurisdiccionalmente compartidos, pero a nivel municipal o regional. Varias «AdministrativeUnit» del mismo nivel jerárquico pueden compartir un Condominio.

**«La ley es tela de
araña, en mi
ignorancia lo explico:
no la tema el hombre
rico, nunca la tema el
que mande, pues la
rompe el bicho
grande y solo enreda
a los chicos»**

*José Hernández (Martín
Fierro, 1872)*

Aspectos legales y datos abiertos

Rodríguez Pascual, Antonio F.

Instituto Geográfico Nacional y Universidad Politécnica de Madrid

Capítulo

7

Contenido

| | | |
|------|---|-----|
| 7.1. | INTRODUCCIÓN | 237 |
| 7.2. | MARCO LEGAL EN ESPAÑA | 237 |
| | 7.2.1. La Ley 11/2007 de acceso electrónico a los SS. PP..... | 237 |
| | 7.2.2. La Ley 37/2007 (RISP) | 238 |
| | 7.2.3. La Ley 18/2015 (RISP) | 239 |
| | 7.2.4. El Esquema Nacional de Interoperabilidad | 240 |
| | 7.2.5. Marcos legales autonómicos | 241 |
| 7.3. | EL <i>EUROPEAN INTEROPERABILITY FRAMEWORKv2</i> | 241 |
| 7.4. | DATOS ABIERTOS | 244 |
| | 7.4.1. Derechos de autor | 244 |
| | 7.4.2. Razones para abrir los datos | 245 |
| | 7.4.3. Panorama nacional, europeo e internacional | 247 |
| | 7.4.4. Definición de datos abiertos..... | 249 |
| | 7.4.5. Licencias de uso | 251 |
| | 7.4.6. Licencias <i>Creative Commons</i> | 251 |
| 7.5. | RESPONSABILIDAD JURÍDICA | 253 |
| 7.6. | LOS DATOS PERSONALES Y LAS IDE | 254 |
| 7.7. | CONCLUSIONES..... | 256 |
| 7.8. | REFERENCIAS | 257 |
| | PRÁCTICA | 259 |

7.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo vamos a abordar varios aspectos legales relacionados con la IDE, es decir, relacionados con la publicación de datos geográficos en la web y de manera inevitable, con los datos abiertos. Todos los aspectos considerados tienen dos características comunes: ser de la máxima actualidad y no estar resueltos completamente. Hasta ahora no se le ha prestado la atención suficiente a los problemas legales y jurídicos planteados por las IDE y parece que su solución está todavía lejos. A decir verdad, están relacionados con problemas generales propios de todas las áreas de la actividad humana que tienen lugar en la web.

Esa situación es debida, en nuestra opinión, a dos situaciones: en primer lugar, Internet es un entorno de actuación esencialmente internacional y no existe ni la experiencia ni las condiciones necesarias para poder definir un marco legal internacional sobre el tráfico de datos digitales, algo así como una Ley del Mar para la web; en segundo lugar, las nuevas posibilidades que ofrecen los sistemas en la web plantean problemas legales nuevos, a los que no es fácil dar una respuesta satisfactoria en poco tiempo.

A continuación, vamos a resumir el marco legal existente en España en lo relativo a publicación de servicios web basados en datos geográficos, luego abordaremos los problemas relativos a derechos de autor y licencias de uso, a continuación, esbozaremos una introducción a la posible validez jurídica y probatoria que pueden tener los datos oficiales así publicados, y por último esbozaremos algunas ideas sobre datos personales que creemos son relevantes.

7.2. MARCO LEGAL EN ESPAÑA

Vamos a resumir el marco legal existente en España que es aplicable a la publicación y utilización en la web de servicios y conjuntos de datos geográficos. En el capítulo 5 ya se trataron la Directiva Inspire (2007/2/CE), la Ley que la traspone, la LISIGE (Ley 14/2010) y por los Reglamentos europeos Inspire. Ahora nos ocuparemos de la Ley de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos (Ley 11/2007) y de la Ley de Reutilización de la Información del Sector Público, RISP (Ley 18/2015, que modifica la Ley 37/2007) que traspone la Directiva europea 2013/37/UE sobre el mismo tema. Finalmente, haremos referencia a los marcos legales definidos en varias Comunidades Autónomas.

7.2.1. La Ley 11/2007 de acceso electrónico a los SS. PP.

Define algunos conceptos fundamentales de gran importancia, como son:

- El derecho de los ciudadanos a comunicarse con la Administración de manera electrónica.
- El derecho de los ciudadanos a tener una calidad de servicio mínima en la web.
- Se establece el concepto de sede electrónica.

Una sede electrónica es aquella dirección electrónica disponible para los ciudadanos en la web cuya titularidad, gestión y administración corresponde a una Administración Pública, órgano o entidad administrativa en el ejercicio de sus competencias. Su establecimiento conlleva la responsabilidad de la organización titular respecto de la integridad, veracidad y actualización de la información. Las sedes electrónicas seguirán los principios de publicidad oficial, responsabilidad, calidad, seguridad, disponibilidad, accesibilidad, neutralidad e interoperabilidad. En todo caso deberá garantizarse la identificación del titular de la sede, así como los medios disponibles para la formulación de sugerencias y quejas.

7.2.2. La Ley 37/2007 (RISP)

La ley de Reutilización de la Información del Sector Público (RISP) traspone la Directiva europea 2003/98/CE, afecta a todas las Administraciones Públicas españolas y organismos públicos y sus objetivos son explotar el potencial que para la sociedad representa la información que gestiona el sector público (ISP) y superar las barreras que impiden que haya un mercado único europeo de la información, bajo condiciones homogéneas, no discriminatorias y que promuevan realmente la RISP.

La ley no se aplica a los documentos sometidos a derechos de propiedad intelectual o industrial, como las patentes, los diseños y marcas registradas, especialmente cuando su titularidad es de terceros. Contempla que las AA.PP. pueden establecer tasas, licencias y condiciones específicas para la reutilización de su información, pero deben mantener condiciones claras, justas, transparentes y no discriminatorias. Se recomienda el uso de licencias-tipo en formato electrónico y la publicación de listados, relaciones y catálogos de los conjuntos de datos disponibles. Se establece como condición general que en caso de reutilización y publicación de los datos públicos se debe mencionar siempre la fuente original de los datos.

Otros puntos destacables de esta ley son los siguientes:

- Ante peticiones de datos en poder de las Administraciones Públicas realizadas por ciudadanos o empresas privadas, se establece un plazo de respuesta de 20 días, que puede extenderse hasta 40 días y no se contempla la posibilidad del silencio administrativo como respuesta válida.
- En caso de que se deniegue la petición debe darse una justificación razonada.
- Se establece el principio de que si se define unas tarifas económicas para los datos, pueden estar basadas en la evaluación de los costes de producción, de difusión y un beneficio razonable.
- Se define la obligación de que la Administración realice prácticas comerciales justas, es decir no discriminatorias y sostenidas en el tiempo.
- Se excluyen los documentos de instituciones de radiodifusión, educativas, investigadoras y culturales

7.2.3. La Ley 18/2015 (RISP)

Ocho años más tarde se aprobó la Ley 18/2015 que modificaba algunos aspectos de la Ley 37/2007, como ley de transposición de una nueva Directiva europea RISP (2013/37/UE) que a su vez modificaba la anterior Directiva 2003/98/CE.

La nueva Directiva suponía un paso más en la promoción de la Reutilización de la Información del Sector Público y sus principales novedades se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se definen todos los datos de las AA. PP. como reutilizables y esa debe ser la opción por defecto.
- Se incluyen los datos de bibliotecas, museos y archivos, excepto las bibliotecas obligadas a autofinanciarse.
- Se establece la recomendación de publicar los datos en formatos abiertos, siempre que sea posible, y acompañados de metadatos. Los formatos abiertos se definen como formatos independientes de plataformas, con una descripción pública disponibles y sin restricciones de uso.
- Las denegaciones de solicitud de datos sólo son posibles si se apoyan en una legislación que las justifique.
- Sólo se permite cobrar por la difusión de los datos los costes marginales de copia en soporte, preparación y envío.
- Si hay catálogos de datos disponibles las búsquedas han de ser multilingües.
- Se define la obligación de que cada Estado miembro de la UE informe a la Comisión Europea cada tres años sobre el estado de implementación de la Directiva.

Como consecuencia de estas dos Directivas europeas y la Ley española modificada sobre la RISP, han aparecido un buen número de portales que, bajo la denominación genérica de Open Data, publican listas de ficheros disponibles, como:

- Open Data Euskadi¹
- Datos abiertos de la Generalitat de Cataluña²
- El portal Datos Abiertos de la Junta de Castilla y León³
- Datos abiertos de Zaragoza⁴,

entre otros. Aunque estas iniciativas están orientadas fundamentalmente a documentos alfanuméricos, cada vez más tienen en cuenta e incorporan datos geográficos.

El gran portal de Datos Abiertos en España (<http://datos.gob.es/>) integra una enorme variedad de recursos relacionados con los datos abiertos (datos,

¹ <http://opendata.euskadi.net/w79-home/es/>

² http://www20.gencat.cat/portal/site/dadesobertes?newLang=es_ES

³ <http://www.datosabiertos.jcyl.es/>

⁴ <http://www.zaragoza.es/ciudad/risp/>

metadatos, catálogos, portales entre los que destaca en un servicio de catálogo de datos en línea. También publica un visualizador estándar con un mapa que muestra las iniciativas⁵ de datos abiertos disponibles en España, por lo que, si en marzo del 2016 ya alcanzaban la cifra de 113, en marzo del 2018 se situaba en los 160 portales, y actualmente, marzo de 2021 se sitúa en 305 iniciativas. (véase la figura 7.1).

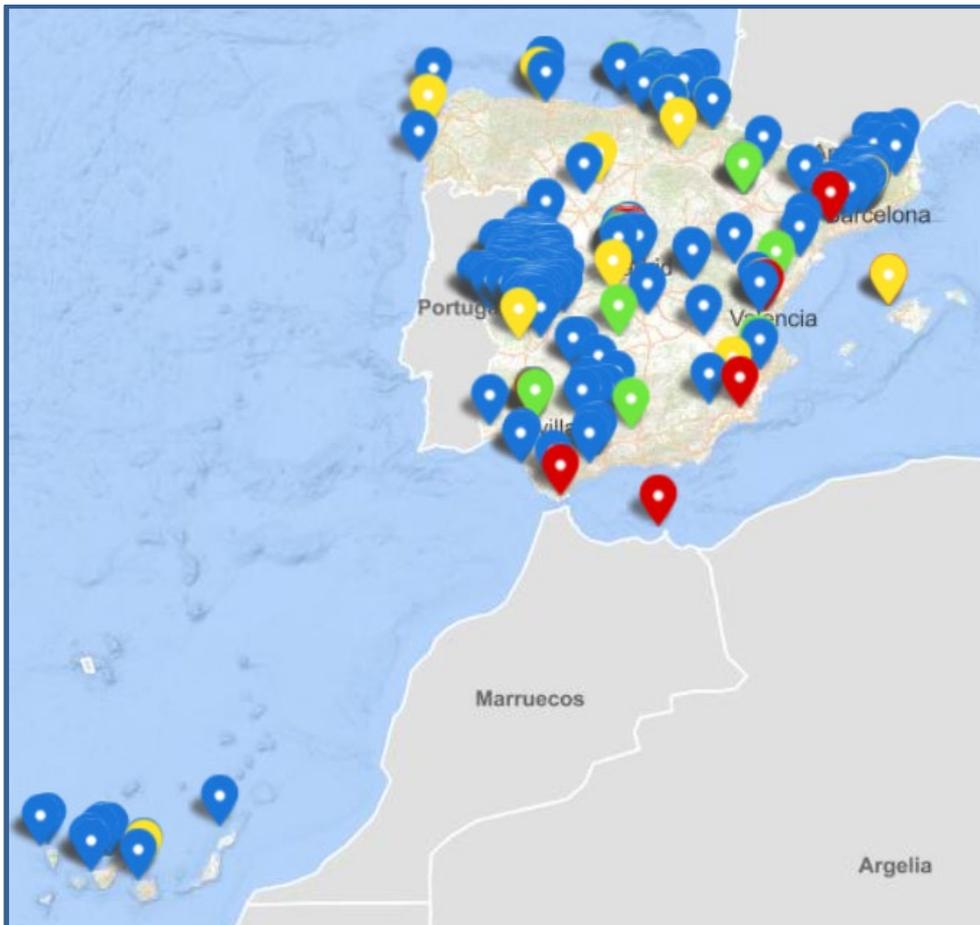


Figura 7.1 Portales de Datos abiertos en España (marzo de 2021)

7.2.4. El Esquema Nacional de Interoperabilidad

La ley 11/2007 de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos se desarrolla mediante varias disposiciones, entre las que se cuenta el Real Decreto 4/2010 que define el Esquema Nacional de Interoperabilidad (ENI), que consideramos especialmente relevante.

Entre otros aspectos, menciona los siguientes:

- ▭ Define el Principio de Neutralidad Tecnológica que establece que un organismo público no debe discriminar a los usuarios en función de las soluciones tecnológicas que haya adoptado.

⁵ <http://datos.gob.es/es/iniciativas>

Esto implica que si una Administración publica en la web un recurso cualquiera (una página web, una aplicación, un programa, un documento, un vídeo...), debe ser accesible y explotable desde cualquier plataforma, con cualquier Sistema operativo y con cualquiera de los navegadores en uso (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome...).

- Establece la obligación de las Administraciones Públicas de comunicarse con los usuarios utilizando estándares abiertos.

Un estándar es una solución tecnológica (un formato, un Sistema operativo, una interfaz...) que disfruta de una posición dominante en el mercado o en una parte relevante de él. Es decir, algo comúnmente usado por un sector de los usuarios, es un estándar.

- Y un estándar abierto es un estándar que cumple las siguientes condiciones: que su descripción sea libremente accesible, gratuitamente o a tan bajo precio que eso no suponga una barrera para su difusión; y que su utilización no implique el pago de *royalties* ni *copyright*.

Apoya el Software Libre, que en el Real Decreto se denomina aplicaciones de Fuentes Abiertas, prescribiendo que las Administraciones basarán sus implementaciones en Fuentes Abiertas y sólo en el caso de que ese tipo de aplicaciones no proporcionen la funcionalidad y rendimientos requeridos, se podrá utilizar *software* propietario.

7.2.5. Marcos legales autonómicos

Algunas Comunidades Autónomas, como Catalunya, Andalucía, Castilla y León y Canarias, tienen su propio marco legal autonómico que completa y especifica el marco legal existente en el ámbito de toda España mediante disposiciones legales de ámbito regional.

Suelen establecer la obligación de implementar una IDE Autonómica, asignar la responsabilidad de coordinarla al organismo o departamento responsable de la cartografía regional, en algún caso definen un Consejo Cartográfico Regional para coordinarla contando con todos los actores implicados y también en algún caso se define un Registro Cartográfico Regional en el que todos los datos y servicios oficiales deben registrarse.

7.3. EL EUROPEAN INTEROPERABILITY FRAMEWORKv2

La primera versión del *European Interoperability Framework (EIF)* fue un documento elaborado en el año 2004 por la Comisión Europea en el marco del programa IDABC (*Interoperable Delivery of European eGovernment Services to public Administrations, Business and Citizens*), que contenía un conjunto de recomendaciones para facilitar la interoperabilidad y ofrecía unos principios para hacer posible la e-Administración en Europa. No formaba parte estrictamente del marco legal europeo al no ser una disposición legal, pero sí era el marco teórico para la interoperabilidad del sector público en Europa. De hecho sirvió de base

para la definición del Esquema Nacional de Interoperabilidad establecido en el Real Decreto 4/2010.

Su finalidad es servir de base para proporcionar servicios web paneuropeos de e-Administración a los ciudadanos y las empresas, y realizar recomendaciones para ayudar a conectar los sistemas de información públicos en la UE. Para ello, el documento se basaba en el uso de estándares abiertos y la promoción del *software* libre o *software* de fuentes abiertas.

Definía como principios fundamentales la interoperabilidad, la accesibilidad, el multilingüismo, la seguridad, la protección de los datos personales y el uso de estándares abiertos, definidos como soluciones de descripción pública y gratuita (o disponible a un precio razonable), de uso gratuito, y definido y mantenido por una organización sin ánimo de lucro, con un procedimiento de toma de decisiones abierto y basado o en el consenso o en la decisión de la mayoría. En la práctica esto implica que sea una organización de estandarización.

En el año 2017, la Comisión Europea adoptó una nueva versión del *European Interoperability Framework* (Esquema Europeo de Interoperabilidad). La nueva redacción se basó, entre otras cosas, en la consulta pública que se realizó en el año 2016, que se dio a conocer en España y en la que hubo una notable cantidad de repuestas en la comunidad de la IDEE.

El nuevo EIF es la parte esencial de la *Communication COM (2017)134* de la Comisión y constituye una pieza clave dentro de la estrategia europea para alcanzar el objetivo del Mercado Digital Único. Está dirigido a mejorar la calidad de los servicios públicos electrónicos de la administración, a aumentar su interoperabilidad, eficacia, eficiencia y mejorar las posibilidades de colaboración digital entre organismos de la administración y con actores externos.

Establece directrices para la actualización de los Esquemas de Interoperabilidad Nacionales y contiene, en primer lugar, un modelo conceptual para tener servicios públicos interoperables, en segundo lugar, doce principios básicos:

1. Subsidiaridad y proporcionalidad
2. Apertura
3. Transparencia
4. Reusabilidad
5. Neutralidad tecnológica y portabilidad de datos
6. Centrado en el usuario
7. Inclusión y accesibilidad
8. Seguridad y privacidad
9. Multilingüismo
10. Simplificación administrativa
11. Preservación de la información
12. Evaluación de la efectividad y la eficiencia

y en tercer lugar un conjunto de 47 recomendaciones concretas en el marco del modelo de interoperabilidad en cuatro capas ya conocido, de arriba abajo:

- Interoperabilidad legal
- Interoperabilidad organizacional
- Interoperabilidad semántica
- Interoperabilidad técnica

Algunos de los aspectos que contemplan esas recomendaciones son:

- Publicar datos abiertos, a menos que haya un impedimento legal como protección de datos personales, confidencialidad o derechos de autor de terceros, minimizando las barreras para su utilización y bajo licencias claras.
- Las administraciones deben no sólo utilizar software de fuentes abiertas siempre que sea posible, sino además contribuir al desarrollo de las comunidades que lo producen y mantienen.
- El nivel de apertura de un estándar es decisivo para la reutilización de recursos y la interoperabilidad.
- Los principios de apertura de estándares son los ya conocidos: que todos los actores implicados tengan la oportunidad de contribuir en su desarrollo y mantenimiento, que su descripción esté disponible para todos, que sea posible su implementación tanto en software libre como propietario en condiciones justas, razonables, no discriminatorias y preferiblemente sin royalties ni regalías.
- Compartir, reutilizar y colaborar en el desarrollo de soluciones conjuntas para implementar servicios públicos.
- Compartir y reutilizar datos y servicios siempre que no haya un impedimento legal.
- No imponer ni favorecer ninguna solución específica a los ciudadanos, empresas u otras administraciones.
- Asegurar la portabilidad de datos.
- Proporcionar un único punto de acceso a los ciudadanos para ocultar la complejidad administrativa interna.
- Establecer mecanismos de participación en el análisis, diseño y evaluación de los servicios públicos.
- Asegurar la máxima accesibilidad posible e implementar el multilingüismo de acuerdo a las necesidades de los usuarios potenciales.
- Establecer un esquema de preservación a largo plazo.
- Participar activamente en los procesos de estandarización relevantes.
- Verificar que la legislación no incluye barreras para la interoperabilidad.

En el año 2019, la Comisión procederá a evaluar la implementación de esta nueva versión 2 del EIF. Para más información, véase este enlace: <https://ec.europa.eu/isa2/eif>.

Todo marco conceptual y práctico de trabajo que se orienta decididamente a la mejora de la calidad de los servicios públicos en la web, aumentando su interoperabilidad, apertura y eficiencia. Nos parece que contiene ideas muy valiosas, ideas que circulaban hasta ahora de manera informal.

Creemos que tendrá un impacto directo y muy positivo en el mundo de la información geográfica y en nuestra opinión, es una gran oportunidad. Vale la pena seguir esas recomendaciones con decisión y ponerlas en práctica para hacer mejor el trabajo de las Administraciones Públicas.

7.4. DATOS ABIERTOS

Entre las conclusiones del «[Mid-term Evaluation Report on Inspire Implementation](#)» publicado por la Comisión Europea en el 2014, se explicaba que se había encontrado una correlación y sinergia entre los datos abiertos y la implementación de la Directiva INSPIRE. En los países en los que había más datos abiertos, había también más recursos INSPIRE y la implementación avanzaba a mejor ritmo; y viceversa, en los países en los que INSPIRE avanzaba más deprisa, había más datos abiertos. Dada la relevancia de este tema, le vamos a dedicar las próximas secciones.

7.4.1. Derechos de autor

Los derechos de autor están regulados en España por la Ley de Propiedad Intelectual, cuyo texto refundido fue aprobado mediante el Real Decreto Legislativo 1/1996, que establece al igual que las leyes similares de la inmensa mayoría de países desarrollados:

- Que la propiedad intelectual de una obra literaria, artística o científica corresponde a su autor o autores, por el solo hecho de su creación.
- Que el autor puede libremente establecer y definir las condiciones de uso de la obra de su propiedad.

Cuando una organización genera un conjunto de datos geográficos y permite su descarga en la web o su explotación mediante servicios, debe ser consciente que ha de expresar claramente en qué condiciones hace esa difusión y qué usos permite y autoriza.

Por lo tanto, quien difunde datos debe seguir dos pasos lógicos fundamentales:

1. Definir y mantener en el tiempo de manera razonable una política de datos y servicios que incluye dos grandes aspectos: el precio de esos datos y del uso de los servicios, si es que decide que no sean gratuitos; y las condiciones de uso, es decir las licencias de uso con las que define qué utilizaciones autoriza y cuáles no.

2. Dar la adecuada publicidad e información acerca de la política de datos adoptada y de las licencias de uso que se aplican a los datos y servicios que publica.

Actualmente, existen en España más de 100 Centros de Descarga⁶ en los que pueden obtenerse datos geográficos oficiales, es decir datos generados por organismos públicos en el ejercicio de sus competencias y que están garantizados por una Administración Pública. Sin embargo, no siempre se encuentra en la página web correspondiente información clara sobre condiciones de uso y qué licencias son aplicables. En otros países la situación es similar.

7.4.2. Razones para abrir los datos

Hace tiempo que existe una demanda clara y continua de los usuarios que solicitan que se liberen los datos geográficos oficiales como datos abiertos, incluso se ha dado el caso de que esa demanda fue uno de los principales motores que impulsó la aparición de *OpenStreetMap* en el Reino Unido en el año 2004, como cartografía colaborativa libre y disponible en la web frente a la política de datos del *Ordnance Survey*, por entonces muy alejada de los datos abiertos.

Hay variadas razones para abrir los datos, las principales pueden resumirse en los siguientes puntos:

1. Un primer argumento para abrir los datos es que parece no tener mucho sentido que una autoridad pública recoja unos datos en el ejercicio de sus funciones y con recursos públicos, para luego invocar los derechos de autor para limitar el acceso de los ciudadanos, contribuyentes, al fin y al cabo, a esos datos.
2. Otro argumento poderoso es el que han puesto en evidencia varios estudios, como el informe PIRA⁷ de la Comisión Europea (2000), que evalúan que en los países que han liberado los datos geográficos (como ocurre con los datos federales en EE.UU.), cada euro invertido en IG produce más de cinco veces el beneficio en la sociedad que cada euro invertido en IG en los países en los que no se han liberado esos datos geográficos (como ocurría en la Unión Europea en los años 2000).
3. Por otro lado, el G8 recomienda los datos abiertos, tal y como ha demostrado al definir y adoptar en el año 2013 la *Open Data Charter*⁸ en la que sus miembros se comprometieron a adoptar un plan, abrir un portal e implementar un catálogo de datos abiertos antes del 2016, como efectivamente ha ocurrido. Y también los apoyan el G20 y la ONU, que promovieron a finales del 2014 la *International Open Data Charter*⁹ adoptada ya por 19 gobiernos nacionales y locales.
4. La comercialización de datos ya no es un negocio excesivamente rentable. Por ejemplo, en el año 2014 los ingresos por venta de datos del CNIG

⁶ <http://www.idee.es/web/guest/centros-de-descarga>

⁷ http://ec.europa.eu/information_society/policy/psi/docs/pdfs/pira_study/commercial_final_report.pdf

⁸ <https://www.gov.uk/government/publications/open-data-charter/g8-open-data-charter-and-technical-annex>

⁹ <http://opendatacharter.net/>

cubrieron tan solo el 8 % de su presupuesto y es una cifra que disminuye año a año. Por añadidura, varios productores de cartografía confiesan que son mayores los costes (gastos de personal, gastos generales, material...) que los beneficios que les reporta la venta de datos.

5. Tener datos abiertos permite aprovechar la Información Geográfica Voluntaria. Disminuye mucho la motivación de los voluntarios deseosos de colaborar en la producción de datos geográficos, el que el producto final se comercialice y no esté liberado.
6. Permite a los productores de cartografía oficial competir en igualdad de condiciones con productores de información, percibida como equivalente, privados o voluntarios que mantienen modelos de negocio más abiertos. Por citar algunos ejemplos: la cartografía de *OpenStreetMap* y *Geonames* se publica como datos abiertos; la consulta de *Google Maps*, BING y otros es libre y gratuita, y aplicaciones como *CartoDB* y *ArcGIS On Line* tienen modelos *fremium* que no tienen coste si el número de consultas es bajo.
7. Si la cartografía que publican los Institutos Geográficos es la cartografía de referencia que se recomienda que utilicen como datos fundamentales y básicos todo tipo de usuarios para cualquier aplicación, una buena manera de contribuir a que así sea es que esos datos sean libres y abiertos.
8. Por último, es una demanda social muy notable que no se puede obviar.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que un buen número de Agencias Cartográficas y productores de datos se ven obligados a cobrar tasas por los datos que producen porque su modelo de financiación así se lo exige, al establecer que deben autofinanciarse en cierta medida.

En cualquier caso, la tendencia y evolución general en la mayoría de los países desarrollados desde los años 90 ha sido la de avanzar todo lo posible en la dirección de la liberación de datos geográficos. Algunos hitos relevantes en ese sentido han sido:

- La liberación de todos los datos geográficos digitales federales de EE.UU. en 1966 gracias a la *Freedom of Information Act* (FOIA), reforzada en 1976 por la *Sunshine Act*.
- La apertura de *Geogratis*¹⁰, el portal canadiense en donde se pueden conseguir datos geográficos de Canadá sin coste y sin restricciones de uso, en el año 2001.
- La liberación de los datos del Catastro francés (<http://www.cadastre.gouv.fr>) en enero del año 2009.
- La decisión del *Ordnance Survey* británico de liberar en el 2010 la mayoría de sus productos de datos geográficos digitales hasta (incluyendo) los de escala 1:10.000.
- La liberación¹¹ en marzo de 2013 del producto *EuroGlobalMap* a escala 1:1.000.000, que ofrece la cartografía oficial de 45 países a esa escala,

¹⁰ <http://geogratis.cgdi.gc.ca>

producido por *EuroGeographics*, un consorcio que agrupa a los productores oficiales de cartografía y Catastro de toda Europa. El producto se facilita en los formatos *shapefile* y *Geodatabase*, es gratuito y se puede utilizar para todo tipo de usos, incluidos los comerciales, con la única condición de reconocer los derechos de autor de los miembros de *EuroGeographics*¹².

- La publicación de la mencionada *International Open Data Charter* en noviembre de 2014.

7.4.3. Panorama nacional, europeo e internacional

En España, empezaremos por el principal productor de cartografía oficial, el IGN que definió una política de datos y servicios en la Orden Ministerial FOM/956/2008, convirtiéndose en la primera agencia cartográfica nacional en Europa que liberaba completamente parte de su producción, basada en los siguientes puntos:

- Se define el Equipamiento Geográfico de Referencia Nacional (EGRN) como los datos correspondientes a los Vértices Geodésicos, la División Administrativa, los Nombres geográficos y la BD de Referencias Municipales. Estos datos se liberan para todo tipo de usos y aplicaciones, incluidas las comerciales, con la única condición de mencionar su autoría como: «© Instituto Geográfico Nacional de España».
- Para el resto de los datos geográficos digitales producidos por el IGN, se permite todo tipo de uso excepto los usos comerciales, es decir, los que reportan un beneficio económico directo, con la condición de mencionar su autoría como: «© Instituto Geográfico Nacional de España». Para usos comerciales, es necesario firmar una licencia de uso comercial y se cobra un pequeño tanto por ciento de los beneficios anuales esperados.
- La descarga de datos a través de Internet es gratuita y en caso de que se solicite una copia en soporte digital se facturan los gastos de reproducción y grabación.
- Los servicios web son gratuitos en todos los casos.

Sin embargo, el 26 de diciembre de 2015 se publicó la Orden Ministerial FOM/2807/2015 que define una nueva política de difusión de la información del IGN y define sus productos y servicios como abiertos, con las siguientes condiciones:

- El uso de los productos y servicios de datos geográficos producidos por el IGN tiene carácter libre y gratuito, siempre que se mencione su autoría en la manera que especifique la licencia de uso correspondiente (una opción es «© Instituto Geográfico Nacional de España»), que será una licencia tipo CC-BY 4.0, pública, que el usuario aceptará implícitamente por el simple hecho de utilizar los datos y servicios del IGN.

¹¹ <http://www.eurogeographics.org/news/pan-european-open-data-available-online-eurogeographics>

¹² <http://www.eurogeographics.org/form/topographic-data-eurogeographics>

- En el caso de que se generen productos derivados, deberá además mencionarse la fecha o intervalo de fechas de los datos originales, que se publicarán en una página web habilitada a tal efecto.
- Para los productos de datos generados por el IGN en colaboración con otros organismos y entidades, será el Convenio de colaboración correspondiente el que determine la política de licencias a aplicar, pero se promoverá también el que sean datos abiertos.
- El CNIG podrá cobrar costes marginales por la copia en soporte magnético, selección, preparación y elaboración de los datos si así se solicita.

Por otro lado, un buen número de organismos públicos españoles, nacionales, regionales y locales, que puede estimarse aproximadamente en una tercera parte, han liberado parcial o totalmente su producción de geodatos. En la figura 5.2 pueden verse los resultados de un pequeño estudio realizado en noviembre del año 2015 tomando una muestra de 50 organismos públicos, de los tres niveles de gobierno en España (nacional, regional y local), que permiten la descarga de datos geográficos oficiales. Puede verse que un 32 % publica datos abiertos y permite todo tipo de usos, que un 20 % no permite usos comerciales y curiosamente, que un 36 % incurre en una mala práctica al no detallar las condiciones de uso en las que se está publicando la información.



Figura 7.2 Condiciones de uso de los datos geográficos en España

En cuanto a la situación en el resto de países, podemos citar como uno de los estudios más generales e interesantes los que realiza y publica cada año la *Open Knowledge Foundation* bajo el título de *Global Open Data Index*¹³.

¹³ <http://index.okfn.org/>

Se basa en el análisis del estado de publicación y disponibilidad de conjuntos de datos que se consideran especialmente relevantes:

1. Los datos estadísticos nacionales
2. Los presupuestos del estado
3. Los textos de leyes y disposiciones legales
4. Los contratos públicos
5. Los resultados de las elecciones
6. El mapa nacional a escala 1:250 000 o mayor
7. Las predicciones meteorológicas
8. Los datos de polución
9. El registro mercantil
10. Los códigos postales
11. La calidad del agua
12. El registro de la propiedad inmobiliaria
13. Los gastos del gobierno

Se analiza la disponibilidad y condiciones de uso de esos trece conjuntos de datos para un total de 122 países considerados en el año 2015. Para cada uno de los trece conjuntos de datos mencionados en cada país, se evalúan una serie de aspectos relacionados con la apertura de datos y se definen una serie de indicadores de 0 a 100 para describir la situación en cada país (véase <http://index.okfn.org/place/>) y desglosarla además para cada uno de los conjuntos de datos (véase <http://index.okfn.org/dataset/>), como por ejemplo, el mapa nacional (<http://index.okfn.org/dataset/map/>).

Los resultados para el año 2015 se pueden sintetizar como sigue:

- Globalmente, solo el 9 % de los conjuntos de datos considerados clave se publican como datos completamente abiertos y tan solo 25 países de un total de 122 obtienen un indicador global de datos abiertos mayor o igual que un 50 %.
- En cuanto al mapa nacional, el valor medio del indicador es del 34 % y solo 34 de 122 países alcanzan un valor del indicador de datos abiertos igual o mayor del 50 %.

7.4.4. Definición de datos abiertos

Una cuestión no trivial es definir con precisión qué se entiende exactamente por «datos abiertos». Habitualmente los usuarios consideran que si todos los usos y aplicaciones de un conjunto de datos, incluidos los comerciales y la creación de productos modificados o derivados, están permitidos, con la única condición de mencionar la organización autora, entonces los datos son libres. Para más

información, consultar la definición de datos abiertos de la ya citada *Open Knowledge Foundation*¹⁴, que se basa en la supresión de todo tipo de barreras legales y tecnológicas para que todos los usuarios y actores sin excepción puedan utilizar los datos en todo tipo de aplicaciones y para cualquier propósito.

Siguiendo esa concepción, la *Open Knowledge Foundation* define qué son datos abiertos de la siguiente manera:

1. La idea general es que son datos que cualquiera puede conseguir, utilizar, modificar y compartir libremente con cualquier finalidad a condición, como mucho, de reconocer la autoría original y difundir esos datos, modificados o no, bajo la misma licencia. Por ejemplo, las licencias CC-BY, CC-BY-SA, ODBL y GPL, entre otras, con compatibles con estas condiciones.
2. Los datos deben estar disponibles bajo una licencia abierta, que es una licencia que permite libremente el uso, redistribución, modificación, separación, compilación y aplicación con cualquier objetivo y finalidad.
3. Esas condiciones de uso deben aplicarse a toda persona física o jurídica a la que sean redistribuidos los datos, sin necesidad de que acepte ninguna licencia.
4. No se debe discriminar a ningún usuario ni grupo de usuarios, ni favorecer o privilegiar ningún campo de aplicación o finalidad de uso.
5. No se debe establecer ningún modelo de tarifas, regalías (royalties) ni tasas. Únicamente se pueden cobrar los costes marginales de copia en soporte digital que se generen si así se solicita.
6. Los datos deben estar disponibles como un todo, preferiblemente de manera gratuita y descargables en Internet, o estar disponibles a un precio razonable que solo se deba a los costes de reproducción si se solicita una copia en soporte magnético.
7. La licencia puede imponer las siguientes condiciones:
 - Reconocimiento de la autoría y de las personas y organizaciones que han contribuido a la generación de los datos, siempre que no sean tan onerosas que precisen la dedicación de recursos.
 - Que se diferencien de alguna manera los datos que han sido modificados de aquellos que no lo ha sido.
 - Que los datos derivados u originales se distribuyan bajo la misma licencia original u otra equivalente.
 - Que se mantenga el aviso de *copyright* original.
 - Que se dé acceso a un formato preferente para realizar modificaciones.
 - Que no se impongan restricciones tecnológicas a la redifusión de los datos.

¹⁴ <http://okfn.org/opendata/>

8. Cualquier información necesaria para aplicar la licencia, como la fórmula con que se exige el reconocimiento, debe acompañar a los datos.
9. Los datos deben proporcionarse en un formato abierto, deben poder descargarse de una sola vez y deben poder leerse y modificarse mediante un programa automático de edición.
10. Un formato abierto es el que está descrito en unas especificaciones públicas, libres, gratuitas y fácilmente accesibles, y cuyo uso no implica el pago de regalías ni *copyright*.

7.4.5. Licencias de uso

Un problema práctico que limita el uso y difusión de la información geográfica es el problema de la variedad de licencias de uso existentes. Es habitual que cada organización defina el texto y condiciones legales detalladas que describen los usos permitidos de los datos que publica de manera que si un usuario desea generar un producto de valor añadido en el que se mezclen los datos de dos o más proveedores de datos, resulta muy difícil determinar si las correspondientes licencias de uso son compatibles y el uso final pretendido es lícito o no lo es.

Efectivamente, basta analizar, por ejemplo, las licencias de uso de:

- DG del Catastro: http://www.catastro.meh.es/documentos/resoluciondgc20110323_tfs.pdf
- Grafcan: http://grafcan.es/system/files/contents/documents/CONTRATO_LICENCIA_USO.pdf
- IGN (hasta el 2015): <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-6229>

para calibrar la magnitud del problema. Lo cierto es que actualmente tenemos interoperabilidad de formatos de intercambio, de interfaces de servicio, de metadatos, de Sistemas de Referencia y de los principales aspectos de los datos geográficos, pero no tenemos interoperabilidad de licencias de uso.

El uso de licencias tipo resolvería el problema. Las licencias tipo son licencias definidas de manera pública y jurídicamente rigurosa en la red, con lo cual cualquier entidad puede acogerse a ellas mediante una simple referencia. Las más conocidas son las licencias *Creative Commons*, pero desgraciadamente parece que la jurisprudencia europea establece que no son aplicables a las Bases de Datos cartográficas. A pesar de ello, algunos productores de datos geográficos de nuestro país las están aplicando (como la Junta de Andalucía, la Diputación Provincial de A Coruña o la Diputación Foral de Guipúzcoa) por lo que ofrecemos una breve introducción en la sección siguiente.

7.4.6. Licencias *Creative Commons*

Las licencias *Creative Commons*  son una familia de licencias tipo definidas por Lawrence Lessig, abogado y profesor de Derecho en la Universidad de Stanford en el año 2002. Actualmente están mantenidas y gestionadas por *Creative Commons*, una corporación sin ánimo de lucro. El texto de las licencias está traducido y

adaptado a la legislación de 43 países, que incluyen la mayoría de naciones desarrolladas.

Existen cuatro condiciones básicas de uso:

-  **Reconocimiento (BY)**, que permite copiar, distribuir, exhibir o representar la obra original y sus derivados siempre y cuando reconozca y cite al autor.
-  **No comercial (NC)**, no se permiten usos comerciales.
-  **No derivadas (ND)**, no se permite la generación de obras derivadas.
-  **Compartir igual (SA)**, en caso de distribución de la obra original o sus derivados, ha de hacerse bajo una licencia idéntica a la original.

Combinando esas condiciones se generan las cinco licencias principales existentes:

- Reconocimiento (CC BY)
- Atribución - Compartir igual (CC BY-SA)
- Atribución - No derivadas (CC BY-ND)
- Atribución - No comercial - Compartir igual (CC BY-NC-SA)
- Atribución - No comercial-No derivadas (CC BY-NC-ND).

Cada licencia tiene un símbolo, un código fuente a incluir en documentos digitales que enlaza a la definición de la licencia original, una definición textual divulgativa y un texto legal riguroso.

En España existen antecedentes de sentencias que se han basado en la existencia de licencias *Creative Commons*, por lo que ya los jueces han reconocido su plena validez jurídica. Se estima que en el año 2015 se alcanzó la cifra de 1000 millones de obras licenciadas.

A finales del año 2013 se liberó la versión 4.0 de las licencias *Creative Commons* que presentan una serie de novedades y ventajas notables:

- Son aplicables a Bases de Datos, lo que supone que lo son a la mayor parte de los datos geográficos, ya que en la mayoría de los casos presentan al menos cierta estructura que se puede considerar un modelo que corresponde a una Base de Datos.
- Se pueden utilizar en prácticamente todos los países sin necesidad de adaptarlas a ningún marco jurídico nacional y están acompañadas de traducciones oficiales a un buen número de idiomas.
- Se admite explícitamente el reconocimiento de la autoría original por medio de un hipervínculo a una página en la que se describa en detalle.
- En caso de violación de los términos de una licencia, se establece un período de 30 días para solucionar el problema durante el cual se puede seguir

utilizando el material licenciado, con lo que se consigue que no se interrumpa la relación entre las dos partes.

- Los textos de definición se han mejorado para hacerlos más legibles, entendibles y usables.

Para más información véase <http://es.creativecommons.org>

7.5. RESPONSABILIDAD JURÍDICA

Otro aspecto jurídico que complementa los considerados hasta ahora es el de las consecuencias y efectos que tiene la publicación de cartografía oficial en la web. Una cuestión que ya se plantea en numerosas ocasiones es la validez probatoria y de certificación que tiene la información geográfica que publican los organismos oficiales en la web a través de los servicios de una IDE. O dicho de otra manera, si los usuarios pueden tomar los datos geográficos que ven y consultan en la web como datos ciertos y verdaderos, y obrar en consecuencia, así como la responsabilidad que tiene el proveedor de datos oficiales en caso de que se cause un perjuicio a causa de un error o deficiencia en la información publicada.

Algunos organismos públicos tienen la precaución de publicar una cláusula de exención de responsabilidades (*disclaimer*) en su geoportal, del tipo: «Estos datos tienen una finalidad puramente informativa y no deben tomarse en ningún caso como una certificación oficial».

Para garantizar la veracidad de unos datos está previsto el que el usuario solicite un certificado en el que se comprueba la fidelidad de la información que se solicita y se garantiza su fiabilidad. En un buen número de casos la solicitud y gestión del certificado se realiza de forma electrónica. Por ejemplo, la DG del Catastro emite así miles de certificaciones cada año.

El que un usuario tome como cierta, en un caso de cierta trascendencia de la información, lo que ve o consulta en un geoportal una IDE puede llevar a confusión o error por varios motivos:

- En primer lugar, es necesario tener ciertos conocimientos mínimos de cartografía para interpretar correctamente la información publicada para, por ejemplo, tener en cuenta en qué proyección se están visualizando los datos y cómo se deforman las distancias, ángulos y áreas de los objetos geográficos, o a qué escala se están visualizando los datos y si la escala de los datos permite ese nivel de ampliación. El problema se complica si se superponen dos conjuntos de datos, ya que hay que tener en cuenta la escala, Sistema de Referencia, fecha, calidad y otros parámetros para interpretar correctamente la superposición.
- En segundo lugar, ningún conjunto de datos geográficos es perfecto y debido a lo costoso de la producción de los datos geográficos y a su constante variabilidad, siempre aparece una tasa residual de errores que puede afectar a lo que le interesa al usuario. Los productores de datos sólo pueden garantizar que la calidad de sus datos se mantiene estadísticamente dentro de los umbrales que se describen en sus metadatos, pero no se

puede asegurar nada de la exactitud de un parámetro o medida concreta. De ahí la importancia de documentar adecuadamente datos y servicios con metadatos.

En cambio, las cartas náuticas y aéreas, orientadas a la navegación, constituyen un caso completamente distinto al de la cartografía terrestre en cuanto a las garantías que ofrecen y la seguridad jurídica de su contenido. En esos dos casos, la cartografía sí se considera obligada a ser veraz, ya que de ello depende la seguridad de las aeronaves.

En ese sentido, el Instituto Hidrográfico de la Marina, se compromete a representar fielmente en sus cartas todos los rompientes, islas, escollos, bajos fondos y obstáculos a la navegación y, en caso de que haya alguna modificación en el mundo real, por ejemplo, por efecto de lluvias torrenciales o tifones que hayan desplazado los fondos de arena, tiene la obligación legal de actualizar su cartografía en un plazo temporal establecido.

7.6. LOS DATOS PERSONALES Y LAS IDE

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, dentro de los cambios inducidos en todos los ámbitos por la globalización, han experimentado tales avances que la difusión de datos se ha incrementado de manera muy notable, lo que unido al fenómeno de las redes sociales y la filosofía de la Web 2.0, en la que el usuario se convierte parcialmente en productor de datos y por lo tanto «deja huella», ha generado una problemática nueva en todo lo relativo a publicación de datos personales.

Parece que la intimidad es un concepto que ha cambiado de manera irreversible por efecto de la tecnología y el nuevo panorama presenta nuevas cuestiones que resolver, a menudo relacionadas con la información geográfica y con las tecnologías de publicación de servicios en la web.

Como ejemplo, baste mencionar la polémica que ha supuesto *Google Street View*, la utilidad que publica desde el 2007 en la web y en abierto fotos de las calles que cubren 360º en horizontal y 290º en vertical de un número creciente de ciudades y poblaciones. Cuando se invocan problemas de violación de la intimidad, Google argumenta que lo que se difunden son imágenes de un lugar público la calle, sin embargo eso podría colisionar con la legislación vigente en varios países y desde el 2008, se ha procedido a difumar los rostros y las matrículas de los coches.

Sin embargo, esa medida ha generado otros problemas. Por un lado, si somos capaces de identificar una persona al ver su cara, es porque la conocemos y la mayoría de las veces somos también capaces de identificarla por su vestimenta, actitud corporal y configuración física. Por otro lado, hay quienes reclaman que deberían pedir su autorización para difuminar su rostro, precisamente porque desean notoriedad, como puede ocurrir en el caso de políticos en campaña electoral, artistas que desean promocionarse o cualquiera que quiere darse a conocer.

En cualquier caso, *Google* difumina cualquier imagen personal o de algo relacionado con una persona si el afectado así lo solicita.

Después de introducir el tema con un caso concreto, es evidente que estamos ante un conjunto de problemas de difícil solución e manera satisfactoria para todos.

Por otro lado y para describir los aspectos legales con precisión en este campo, hay que decir que es muy relevante el Reglamento Europeo y del Consejo 2017/679, de 26 de abril, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de esos datos, que entra en aplicación el 25 de mayo del 2018 y deroga la Directiva 95/46/CE y la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de carácter personal que la traspone al marco legal español.

En él se definen como datos personales «toda información sobre una persona física identificada o identificable (el interesado), cuya identidad pueda determinarse, directa o indirectamente, en particular mediante un identificador, como por ejemplo un nombre, un número de identificación, datos de localización, un identificador en línea o uno o varios elementos propios de su identidad física, fisiológica, genética, psíquica, económica, cultural o social». Se ve por lo tanto que los datos de posición son datos personales.

Según establece ese Reglamento Europeo, tales datos deben ser tratados de manera lícita, leal y transparente, para lo que es necesario que se dé una de estas condiciones:

- Contar con la autorización expresa e inequívoca del interesado para un fin específico.
- Que el tratamiento de esos datos sea necesario para
 - ejecutar un contrato,
 - el cumplimiento de una obligación legal,
 - para proteger los intereses vitales de alguien,
 - para el cumplimiento de una misión realizada en interés público o en el ejercicio de poderes públicos conferidos al responsable del tratamiento,
 - para la satisfacción de intereses legítimos del responsable del tratamiento, siempre que sobre ellos no prevalezcan los intereses, derechos y libertades fundamentales del interesado, especialmente si es un niño.
 - que requieran la protección de datos personales, en particular cuando el interesado sea un niño.

El Reglamento se aplica a gestores de datos personales de ciudadanos de la Unión Europea (UE), aunque esas organizaciones gestoras no se encuentren en la UE.

Los datos personales deben:

- Ser recogidos y tratados con fines determinados, explícitos y lícitos, y no serán tratados posteriormente con otros fines.
- Ser exactos y, si es necesario, estar actualizados.

- Mantenerse el mínimo tiempo posible.
- Tener garantizada su seguridad, incluida la protección contra usos ilícitos, usos no autorizados, pérdida, destrucción o daño accidental.

Los principios que rigen la protección de datos son. Transparencia, responsabilidad, protección por diseño y protección por defecto. Las organizaciones que tengan que gestionar datos personales deben garantizar los siguientes derechos: acceso, rectificación, cancelación, oposición, el derecho al olvido y la portabilidad de datos.

Habrà en cada país miembro una Autoridad que vele por la correcta aplicación de este reglamento, como por ejemplo, la Agencia Española de Protección de Datos. Cada organización que tenga que gestionar datos personales deberá nombrar un «Delegado de Protección de Datos» (DPO), adecuadamente acreditado y formado, que será responsable de asegurar el cumplimiento del Reglamento y ser el interlocutor necesario con la Autoridad de Control de la Protección de Datos. Además, tendrá que realizar una «Evaluación de impacto de protección de datos» (PIA).

Por último, hay que decir que los Reglamentos europeos son de obligado cumplimiento en todo el territorio de la Unión Europea y que el incumplimiento de este en concreto puede conllevar multas de hasta 20 millones de euros o si se trata de una empresa hasta el 4 % de su facturación total a nivel mundial en el año financiero previo, de las dos cantidades, la que resulte ser mayor.

7.7. CONCLUSIONES

En el campo de la Información Geográfica existe una variedad de problemas jurídicos y legales sin resolver, en parte como consecuencia de que el sector se mueve en un entorno globalizado y conectado en red, Internet, en el que todavía no existe un marco legal internacional bien establecido que defina unas reglas de juego claras y razonables, tal y como ocurre en otros entornos de actividad como el tráfico marítimo, el aéreo, los intercambios postales o la radiodifusión.

Una de las consecuencias de esta situación es que si bien tenemos interoperabilidad de datos, gracias a formatos de intercambio bastante extendidos (como XML, GML, CityGML, shapefile y otros), normas de metadatos eficaces (como la norma ISO 19115), Lenguajes de Descripción de Datos (como UML), e interoperabilidad de servicios gracias a una amplia panoplia de estándares (especificaciones OGC, protocolos REST...), no existe interoperabilidad de licencias de uso y gestión de derechos de autor. Cada organización define sus propias licencias, que finalmente resultan incompatibles entre sí en el caso de que se combinen los datos de distintas fuentes.

Existen iniciativas que intentan abordar ese problema, como los documentos de trabajo de GeoDRM (*Geo Digital Right Management*) iniciados en OGC e ISO/TC 211, pero se ha avanzado poco hasta ahora y parece que queda mucho camino por recorrer hasta alcanzar una solución operativa y eficaz.

En cualquier caso, existe una tendencia general en todos los ámbitos que avanza en la liberación progresiva de los datos geográficos digitales oficiales, que en EE. UU. a nivel federal, en Canadá y en un buen número de países europeos, como Portugal, España, Noruega, Finlandia y Reino Unido, están ya liberados con licencias que imponen pocas restricciones. En algunos casos permiten todo tipo de usos con la única condición de mencionar la fuente original y en otros no permiten usos comerciales. Varios estudios han demostrado que el libre acceso y uso de la cartografía supone un motor de progreso para la sociedad.

Creemos que esta situación debe clarificarse en los próximos años mediante la liberación generalizada de los datos geográficos digitales, al menos para escalas grandes y medianas, y el uso generalizado de un juego de licencias tipo, como las *Creative Commons 4.0*, que faciliten la interoperabilidad de licencias en el campo de la Información Geográfica.

7.8. REFERENCIAS

Ley 11/2007 de acceso electrónico de los ciudadanos a los servicios públicos, de 22 de junio de 2007. Accesible vía: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2007-12352

Ley 37/2010 de reutilización de la información del sector público, de 17 de noviembre de 2007. Accesible vía: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-19814>

Ley 18/2015, de 9 de julio, por la que se modifica la ley 37/2010 de reutilización de la información del sector público. PDF accesible vía: <http://www.boe.es/boe/dias/2015/07/10/pdfs/BOE-A-2015-7731.pdf>

Real Decreto 4/2010 por el que se define el Esquema Nacional de Interoperabilidad (ENI). PDF accesible vía: <http://www.boe.es/boe/dias/2010/01/29/pdfs/BOE-A-2010-1331.pdf>

Directiva 2003/98/CE de 17 de noviembre de 2003 relativa a la reutilización de la información del sector público. PDF accesible vía: <http://www.boe.es/doue/2003/345/L00090-00096.pdf>

Directiva 2013/37/UE de 26 de junio por la que se modifica la Directiva 2003/98/DCE relativa a la reutilización de la información del sector público. PDF accesible vía: <http://www.boe.es/doue/2013/175/L00001-00008.pdf>

European Interoperability Framework (EIF). Accesible vía https://ec.europa.eu/isa2/eif_en. PDF accesible vía <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0134&from=EN>

Esquema Nacional de Interoperabilidad. Accesible vía <https://administracionelectronica.gob.es/ctt/eni#.YFHFpa9KihM>

Valores anuales del *Global Open Data Index* publicados por la *Open Knowledge International*. Accesible vía: <http://index.okfn.org/>

Definición de datos abiertos publicada por la *Open Knowledge Foundaion*. Accesible vía: <http://opendefinition.org>

Página web de *Creative Commons* en España: <http://es.creativecommons.org>

Reglamento 2016/679 del Parlamento Europeo y el Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos. Accesible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=DOUE-L-2016-80807

PRÁCTICA

Analizar si los datos geográficos que se pueden descargar en los geoportales de los siguientes proyectos son datos abiertos o no siguiendo los criterios establecidos por la *Open Knowledge Foundation* en la página <http://opendefinition.org>: utilizándola tabla que se facilita a continuación.

- 1) Canadá Geogratias - <http://geogratias.cgdi.gc.ca/>
- 2) España IGN - <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/>
- 3) Geonames - <http://www.geonames.org>
- 4) OpenStreetMap - <http://www.openstreetmap.org>

| 1.1. LICENCIA ABIERTA | Geogratias (CA) | IGN (ES) | Geonames | OpenStreetMap |
|--|-----------------|----------|----------|---------------|
| ¿Se permite el uso libre de los datos? | | | | |
| ¿Se permite su redistribución y venta? | | | | |
| ¿Se permite modificarla libremente? | | | | |
| ¿Se permite extraer libremente un subconjunto? | | | | |
| ¿Se permite incorporar libremente la obra a otros datos? | | | | |
| ¿Discrimina la licencia a algún usuario o grupo? | | | | |
| ¿La licencia se propaga automáticamente a quien recibe los datos? | | | | |
| ¿Se puede hacer todo lo permitido con cual-quier fin y sin límites? | | | | |
| ¿La licencia es gratuita, sin royalties, coste ni regalías? | | | | |
| ¿Hay una manera fácil de reconocer la autoría original? ¿Hace falta? | | | | |
| ¿Se pide que se indiquen los cambios hechos en los datos? | | | | |
| ¿Hay una condición de "compartir igual"? | | | | |
| ¿Se prohíbe redistribuir los datos con restricciones? | | | | |

| 1.2. ACCESO | Geogratias (CA) | IGN (ES) | Geonames | OpenStreetMap |
|--|------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| ¿Se pueden conseguir los datos como un todo, de una vez? | | | | |
| ¿El acceso es gratuito o hay un coste razonable de reproducción? | | | | |
| ¿Está fácilmente disponible la información para aplicar la licencia? | | | | |
| 1.3. En formato abierto | Geogratias (CA) | IGN (ES) | Geonames | OpenStreetMap |
| ¿Los datos se proporcionan en un formato legible por un sistema? | | | | |
| ¿Se utiliza un formato abierto? | | | | |
| ¿La descripción del formato es pública, gratuita o a un coste razonable de reproducción? | | | | |
| ¿El formato ha sido definido y está mantenido por una organización de estandarización abierta? | | | | |
| ¿Hay al menos un software libre que lea bien el formato? | | | | |
| Indicador (máximo 21) | | | | |

LAS TECNOLOGÍAS WEB

**«Lo importante
es saber cuándo
hablar y cuándo
quedarse
callado»**

Séneca

Introducción a los lenguajes de etiquetas

*Núñez Andrés, M^a Amparo, González González, Juan Carlos, Ariza López, Francisco Javier y
Ureña Cámara, Manuel*

Universitat Politècnica de Catalunya y Universidad de Jaén

Capítulo

8

Contenido

| | | |
|------|--|-----|
| 8.1. | INTRODUCCIÓN | 265 |
| 8.2. | LENGUAJE XML | 265 |
| | 8.2.1. Fundamentos..... | 265 |
| | 8.2.2. Estructura..... | 266 |
| | 8.2.3. Documento XML bien formado y válido | 271 |
| | 8.2.4. Validación con <i>Document Type Definition</i> (DTD)..... | 272 |
| | 8.2.5. Validación con <i>XML Schema</i> | 274 |
| | 8.2.6. XSL y XSLT | 278 |
| 8.3. | HTML | 279 |
| | 8.3.1. Etiquetas | 282 |
| | 8.3.2. Caracteres especiales | 284 |
| | 8.3.3. Estructura | 285 |
| | 8.3.4. Contenidos | 288 |
| | 8.3.5. Formateo de estilos y CSS | 293 |
| 8.4. | LENGUAJES GML y KML | 297 |
| | 8.4.1. Características..... | 298 |
| | 8.4.2. Estructura..... | 298 |
| | 8.4.3. Conversores | 300 |
| 8.5. | LENGUAJE JSON..... | 300 |
| | 8.5.1. Características..... | 300 |
| | 8.5.2. Estructura..... | 301 |
| 8.6. | GeoJSON..... | 302 |
| | 8.6.1. Características..... | 303 |
| | 8.6.2. Estructura..... | 303 |
| | 8.6.3. ¿XML o JSON? | 307 |
| 8.7. | CONCLUSIONES..... | 308 |
| 8.8. | REFERENCIAS | 308 |

8.1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo se centra en el análisis de varios lenguajes que son especialmente relevantes en el ámbito de las IDE. El primero de ellos es XML, lenguaje estándar mediante el cual se articula la comunicación entre los diferentes componentes de una IDE cuando se trata de intercambiar información alfanumérica. Abundando en su conocimiento, también se analizan dos de los lenguajes derivados más conocidos en el ámbito de la geomática para la descripción de información geográfica; se trata de GML y KML. Por último, concluirá el estudio analizando las características principales del HTML utilizado para la construcción de las interfaces de usuario de dichos componentes.

8.2. LENGUAJE XML

El lenguaje de Marcas Extensible (*Extensible Markup Language XML*) fue creado en 1996 por el *World Wide Web Consortium (W3C)* partiendo de las especificaciones del Lenguaje Estándar Generalizado de Marcas (SGML). La primera definición que apareció fue la de: «sistema para definir, validar y compartir formatos de documentos en la web».

En la actualidad hay dos versiones:

- ▭ XML 1.0, que ha sufrido pequeñas revisiones y va por la 5ª edición. Se usa ampliamente y se recomienda para uso general.
- ▭ XML 1.1, que va por su 2ª edición. Posee características que intentan hacerlo de uso más sencillo y la posibilidad de uso de caracteres de fin de línea, usados en plataformas EBCDIC, también permite el uso de scripts y de ciertos caracteres. Sólo se recomienda para aquellos que necesitan sus características especiales.

8.2.1. Fundamentos

XML es un formato basado en texto, parecido al HTML en muchos aspectos, específicamente diseñado para almacenar y transmitir datos, sobre todo alfanuméricos. Se compone de elementos XML, cada uno de los cuales consta de una **etiqueta de inicio** (<title>), de una **etiqueta de fin** (</title>) y de los **datos** comprendidos entre ambas etiquetas (el contenido).

XML es un lenguaje textual¹ basado en reglas y etiquetas definibles por los usuarios que permite codificar documentos en un formato estructurado que es interpretable tanto por máquinas (programas) como por las personas.

¹ Como tal se puede editar en un editor de textos, aunque hay editores específicos para XML, dentro de las herramientas de código libre: XML Pad, XML Copy Editor, XPontus, NotePad++, etc., que facilitan la visualización de su estructura.

Al igual que los documentos HTML, un documento XML contiene texto anotado por etiquetas. Sin embargo, a diferencia de HTML, XML admite un conjunto ilimitado de etiquetas, no para indicar el aspecto que debe tener algo, sino lo que significa. En otras palabras, mientras que HTML se centra en definir aspectos de diseño, XML lo hace en la especificación de estructuras de datos.

Un fichero XML es un documento conformado por una cadena de caracteres de tipo Unicode y cuyo contenido es un conjunto de elementos organizados. La forma de trabajo de esta tecnología es la siguiente:

- Fichero XML con estructuras y contenidos.
- Procesado de XML (*XML parser*) que analiza el contenido del documento XML.
- Aplicación, que recibe el resultado de procesado y ofrece un servicio.

8.2.2. Estructura

Básicamente un fichero XML posee los siguientes elementos:

- Cabecera o prólogo. Opcional.
- Documento, cuerpo o elemento raíz. Obligatorio.
- Cola o *trailer*. Opcional.

➤ *Cabecera. Declaración XML*

La declaración XML es de carácter opcional, pero si aparece debe ser la primera línea del documento. Su definición es similar al de una instrucción de proceso:

```
<?xml version="..." encoding="..." standalone="..."?>
```

Esta declaración tiene tres atributos:

- **Version** = Indica la versión del estándar XML del documento
- **Encoding** = Indica el juego de caracteres del documento
- **Standalone**:
 - **no** (valor por defecto) → El documento depende del DTD
 - **yes** → El documento no depende del DTD.

Así pues, la primera línea de un documento debe advertir que se trata de un fichero XML, de su versión y de la codificación que se utiliza en su contenido (Código 1). Aquí es importante indicar que hay ciertos caracteres que no son soportados y que la versión 1.1 extiende los códigos que soporta la 1.0.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
```

Código 1. Primera línea de un documento XML

Por ejemplo, el código X presenta la siguiente codificación:

- UTF. "Universal Character Set (UCS)"
- Transformation Format: 8 (bits)

UTF-8 permite la compatibilidad hacia atrás con ASCII, es el sistema dominante en WWW y el sistema de codificación por defecto para sistemas operativos y lenguajes de programación. Se trata de una codificación de ancho variable para representar caracteres.

De manera opcional, el prólogo también puede incluir:

- Declaración del tipo de documento. En ella se define el tipo y estructura del documento.
- Instrucciones de procesamiento.

➤ *Instrucciones de proceso*

Las instrucciones de proceso son componentes de la estructura de un XML que permiten indicar a la aplicación destinataria que procesará el fichero ciertos aspectos o características sobre el propio documento.

Como las instrucciones de procesamiento las ha de procesar una aplicación se debe conocer qué aplicación y qué funcionalidades ofrece para que sean invocadas correctamente, con los parámetros que necesitan. Por ello, la sintaxis de estas instrucciones permite indicar la aplicación a la que se dirige la instrucción (destino) y la propia instrucción, todo ello delimitado por la cadena: "<? ¿>".

A título de ejemplo, la siguiente instrucción permite especificar la declaración de la hoja de estilo a emplear para visualizar el fichero XML:

```
<?xsl-stylesheet ref="estilo.css"?>
```

El destino de la instrucción ("xsl-stylesheet" en el ejemplo anterior) puede tomar cualquier nombre, siempre que se cumplan las siguientes restricciones:

- El nombre deberá empezar con una letra o guión bajo, seguido de cero o más letras, dígitos, puntos (.), guiones (-), o guiones bajos (_).
- El nombre xml (en cualquier combinación de mayúsculas o minúsculas) está reservado.

La instrucción por su parte, puede ser cualquier secuencia de caracteres excepto la pareja ">" que está reservada para indicar el fin de la instrucción de procesamiento.

Desde el punto de vista del emplazamiento, las instrucciones de procesamiento se pueden colocar en el código XML allí donde se necesiten (cabecera, cuerpo, cola), aunque de forma generalizada suelen emplazarse en la cabecera del fichero. Básicamente siguen las mismas reglas que los comentarios. Se pueden colocar en cualquier lugar pero fuera de otras marcas. Es decir, el siguiente ejemplo no es correcto:

```
<Libro <?ScriptA emphasize="yes" ?> >
```

```
</Libro>
```

Puesto que se incluye dentro de la marca de un tipo.

➤ **Documento**

Un documento XML contiene texto, nunca datos binarios, y está compuesto de:

- a) Elementos («etiquetas»)
- b) Texto (cadenas de caracteres)
- c) Entidades predefinidas
- d) Secciones CDATA
- e) Comentarios
- f) Instrucciones de proceso

A continuación se describen cada uno de ellos.

a) Elemento <> Etiqueta

Un elemento es todo aquello que va delimitado por una etiqueta de comienzo (<tag>) y una etiqueta de fin (</tag>). Todo lo que está entre esas dos etiquetas se llama el contenido del elemento.

Hay dos tipos de etiquetas:

- **Empty**, una etiqueta *empty* también es un elemento, aunque sin contenido.
- **No empty**, también conocida como contenedora, es decir, contienen algo. Las etiquetas se encuentran entre los símbolos <> y tiene que haber una etiqueta de comienzo y una etiqueta de fin. En la etiqueta de fin, el símbolo < siempre va seguido del símbolo / para indicar que se cierra.

```
<correo>
  ...
  ...
</correo>
```

Cuando un elemento H está contenido en un elemento Q, se dice que H es un elemento hijo de Q y Q es el elemento nodo o padre de H.

En el lenguaje XML todo elemento tiene un y solo un padre. El único que no tiene padre es el elemento raíz y a su vez todo documento XML debe tener un y solo un elemento raíz.

El nombre de los elementos puede contener cualquier carácter alfanumérico, además del guión bajo, también llamado barra baja, subraya o subguión (_), del guión (-) y del punto (.) y solo puede comenzar por caracteres alfabéticos o por el carácter de guión bajo. Además el nombre no puede contener «espacio en blanco». Por ejemplo, el nombre «mapa topográfico» no sería válido y habría que sustituirlo por «mapa_topografico».

Los elementos pueden contener atributos que permitan caracterizar cada instancia de los elementos en mayor medida, por ello se incluyen en el marcador de inicio del elemento donde se realiza su definición. A título de ejemplo, el elemento “libro”, dispone de un atributo “nombre” que permite diferenciar entre las

diferentes instancias del citado elemento. Así pues los atributos se almacenan como parejas de clave/valor.

Los nombres de atributos siguen las mismas reglas que los nombres de los tipos:

- Deben comenzar con letra o con un guión bajo "_" seguidos por cualquier otro carácter alfanumérico y cualquiera de los siguientes signos de puntuación: punto (.), guion (-), o guión bajo (_).
- Son sensibles a mayúsculas/minúsculas.
- No se permiten blancos dentro de los nombres de tipo
- Los tipos de nombres que empiezan con XML están reservados para la estandarización.
- Los dos puntos (:) están reservados para los espacios de nombres.
- Un determinado nombre de atributo sólo puede aparecer una vez en el mismo marcador de inicio o marcador de elemento vacío.

Respecto a los valores que pueden tomar los atributos se denominan cadenas entrecomilladas o literales, y han de cumplir las siguientes reglas:

- Van delimitados por comas, sencillas (') o dobles (").
- La cadena no puede incluir en su contenido el mismo tipo de comas que se usa para delimitarlas.
- Pueden incluir referencias (de caracteres o de entidades).
- No pueden incluir el carácter &, salvo para las referencias.
- No puede incluir el carácter "<".

También cabe reseñar que el nombre de un elemento (etiqueta) puede venir precedido de un prefijo que hace referencia al espacio de nombres (*namespace*) que lo describe. Este hecho permite mezclar en un mismo documento XML dos etiquetas con el mismo nombre. Los espacios de nombres se describen mediante instrucciones de proceso.

Abundando en lo anterior, se ha de indicar que no es posible mezclar en un documento XML dos elementos que tengan el mismo nombre y diferente estructura. Para ello se precisará la utilización de espacios de nombres distintos. Los atributos también deben tener nombre.

Un espacio de nombres es un conjunto de identificadores, llamados nombres, a los que se puede hacer referencia para desambiguar nombres iguales definidos en diferentes espacios de nombres. Los espacios de nombres suelen agrupar nombres teniendo en cuenta su funcionalidad y un contexto determinado.

b) Contenido

El contenido de un elemento puede ser un texto, otros elementos o una combinación de éstos:

- Texto:

```
<usuario>Pedro Gómez</usuario>
```

– **Elementos:**

```
<prestamos>
  <libro nombre="It.pdf"/>
  <libro nombre="Soledad.pdf"/>
</prestamos>
```

– **Contenido mixto (texto + elementos):**

```
<cuerpoMail>
Hola, te adjunto las imágenes
  <firma>
    Juan
  </firma>
</cuerpoMail>
```

c) Entidades predefinidas

XML define un conjunto de entidades predefinidas que permiten representar caracteres especiales, de forma que el procesador de XML no los interprete de forma literal. Por ejemplo, si se quiere incluir en XML una expresión en la que figure el operador lógico “<” (“menor que”), no es posible realizarlo de forma literal, puesto que el símbolo “<” es analizado por el procesador XML como el comienzo de un elemento. Para evitar esta limitación, existe una entidad predefinida (<) que realiza la misma función. La lista completa de entidades predefinidas es la siguiente:

- < → Less Than (menor que, <)
- & → Ampersand &
- > → Greater Than (mayor que, >)
- " → Quotation Mark (comilla doble, “)
- ' → Apostrophe (comilla simple, ’)

Ejemplo:

```
<asignatura>
  Apuntes
  <Tema_1.pdf>
  <Tema_2.pdf>
</asignatura>
```

```
<asignatura>
  Apuntes
  &lt;Tema_1.pdf&gt;
  &lt;Tema_2.pdf&gt;
</asignatura>
```

d) Secciones CDATA

Aparte de la construcción anterior que permite especificar información utilizando caracteres especiales sin que sean interpretados de forma incorrecta por el procesador, existe una segunda denominada sección CDATA que también hace posible esa labor. En algunas ocasiones resulta necesario facilitar la legibilidad del

código, por ejemplo cuando se quiere incluir un fragmento HTML dentro de un XML. Si queremos evitar la utilización de las referencias a entidades (siempre complican un poco la legibilidad), podemos declarar una sección CDATA, puesto que todo lo que incluya ésta no será analizado sintácticamente por el procesador (salvo la cadena “]]>” que se corresponde con la forma de expresar el final del bloque incluido en la sección.

Si en el ejemplo anterior se emplea esta sección quedaría como se muestra seguidamente:

```
<asignatura>
  Apuntes
  <![CDATA[
    <Tema_1.pdf>
    <Tema_2.pdf>
  ]]>
</asignatura>
```

Estas secciones CDATA no pueden anidarse y, como se ha reseñado anteriormente, interpretan los signos < y & como texto y no como marcas XML.

e) Comentarios

El documento puede ir comentado, para facilitar su interpretación.

Los comentarios van delimitados por: <!-- --> y pueden aparecer en cualquier parte del documento, pero nunca dentro de etiquetas. Se ha de tener en cuenta que no pueden anidarse y la cadena "--" no puede aparecer dentro de un comentario, para evitar que se confunda con la marca que indica su inicio y final.

Ejemplo:

```
<!-- Esto es un comentario -->
```

8.2.3. Documento XML bien formado y válido

Los documentos XML pueden estar bien formados o no y ser o no válidos. Se dice que un documento está bien formado cuando tiene todos los elementos bien anidados y sus elementos cumplen las especificaciones XML.

Así pues las normas para que un documento se considere bien formado son:

- ↪ Si hay más de un atributo, tienen que ir separados por espacios.
- ↪ Si la etiqueta es contenedora, los atributos sólo se escriben en la primera etiqueta.
- ↪ Los valores de los atributos deben ir entre comillas (dobles o simples).
- ↪ Una etiqueta no puede tener dos atributos con el mismo nombre.
- ↪ Un elemento raíz. El documento sólo ha de tener exactamente un elemento de nivel superior o documento raíz.
- ↪ Anidamiento. Los elementos han de estar adecuadamente anidados. Es decir, un elemento que se define dentro de otro elemento debe finalizar dentro de aquel.

- Marcadores de inicio y fin. Los elementos han de tener obligatoriamente marcadores de inicio y fin.
- Coincidencia de tipos en inicio y fin. El nombre del tipo en el inicio y fin deben coincidir para todo elemento.
- Sensible a mayúsculas. Los nombres de los tipos son sensibles a mayúsculas.

La ventaja de trabajar con documentos bien formados es que se les pueden aplicar estilos y transformaciones.

Un documento válido, por su parte, es aquel que además de estar bien formado ha declarado correctamente todos sus elementos y cumple las especificaciones asignadas a cada uno de dichos elementos en el DTD (*Document Type Definition*) o en el esquema (*XML Schema*) correspondiente.

8.2.4. Validación con *Document Type Definition* (DTD)

Un DTD recoge las definiciones de los elementos que pueden incluirse en un documento XML, la forma en que deben hacerlo (qué elementos van dentro de otros) y los atributos de los elementos.

Para conseguir este propósito de estandarización, una DTD puede contener los siguientes tipos de declaraciones de marcas:

- **Declaración de los tipos de elementos.** Se definen los tipos de elementos que podrá contener el documento XML, su contenido y ordenación.
- **Declaraciones de listas de atributos.** Establece los nombres de los atributos que podrán llevar cada uno de los tipos de elementos, así como sus tipos y valores por defecto.
- **Declaraciones de entidad.** Declaraciones de entidades almacenar bloques de texto.
- **Declaraciones de notaciones.** Se describe un formato para unos datos o la aplicación que los procesará.
- **Instrucciones de procesamiento.** Tienen el mismo propósito y formato que los explicados para el documento XML
- **Comentarios.** Tienen el mismo propósito y formato que los explicados para el documento XML.
- **Referencias de entidad de parámetro.** Cualquiera de los elementos anteriores se puede incluir dentro de una entidad de parámetro.

En el siguiente ejemplo se definen los elementos que contiene el elemento ficha.

```
<!ELEMENT ficha (nombre+, apellido+, direccion+, foto?)>
<!ELEMENT nombre (#PCDATA)>
<!ATTLIST nombre sexo (masculino|femenino) #IMPLIED>
<!ELEMENT apellido (#PCDATA)>
<!ELEMENT direccion (#PCDATA)>
<!ELEMENT foto EMPTY>
```

Los DTD tienen limitaciones, que se subsanan con los esquemas XML.

Como se puede ver en el ejemplo anterior un elemento se declara como:

```
<!ELEMENT nombre especificacion_contenido>
```

La especificacion_contenido indica qué hijos puede tener y su orden. Así por ejemplo, el elemento ficha tendrá cuatro hijos: nombre, apellido, direccion, foto. El símbolo que los acompaña nos indica cuántas veces puede aparecer cada hijo, si no se especifica, se entiende que es 1:

- ↪ ? : se admiten 0 o 1.
- ↪ * : se admite 0 o más.
- ↪ + : se admite 1 o más.

Para indicar las opciones entre las que se pueden escoger se ponen con el operador disyuntivo "|". En el ejemplo anterior vemos que el sexo puede ser masculino o femenino.

Los elementos pueden tener contenido mixto, es decir, estar formados por elementos y texto. Su declaración se realiza así:

```
<!ELEMENT definicion (#PCDATA | termino)*>
```

Elementos vacíos se declaran como: <!ELEMENT imagen EMPTY>, mientras que si puede tener cualquier contenido (mixto, hijos,..) se declara como <!ELEMENT pagina ANY>.

Además de los elementos también es posible declarar atributos para cada uno de ellos. Su declaración se realiza mediante la cláusula ATTLIST. En el ejemplo anterior declarábamos el atributo sexo, para el elemento nombre, que puede adoptar los valores masculino o femenino.

Existen diferentes tipos de atributos, lo cuales se describen a continuación:

- ↪ **CDATA:** cualquier cadena de texto aceptable en un XML.
- ↪ **NMTOKEN:** restringe CDATA de forma que el primer carácter sólo pueda ser una letra, un dígito o alguno de los caracteres: ".", "-", "_", ":".
- ↪ **NMTOKENS:** permite concatenar varios NMTOKEN separados por espacios en blanco.
- ↪ **ID:** indica que ha de tener un nombre único dentro del XML. El primer carácter ha de ser una letra o alguno de los caracteres "_", ":".
- ↪ **IDREF:** especifica una referencia a un ID de otro elemento del XML.
- ↪ **IDREFS:** permite concatenar varios IDREF separados por espacios.
- ↪ **ENTITY:** enlaza con unos datos representados mediante una abreviación o localizados en una localización externa. El primer carácter ha de ser una letra o alguno de los caracteres "_", ":".
- ↪ **ENTITIES:** permite concatenar varios ENTITY separados por espacios.
- ↪ **NOTATION:** permite asociar tipos con determinados elementos, así como para limitar los tipos asociados con el elemento.

```
<!NOTATION gif SYSTEM "image/gif">
<!NOTATION tiff SYSTEM "IMAGE/TIF">
```

```
<!NOTATION png SYSTEM "image/png">
<!ATTLIST image type NOTATION(gif | tiff | jpeg | png) # REQUIRED>
```

Así mismo también podemos indicar las características de ese atributo:

- **#IMPLIED:** El atributo es opcional
- **#REQUIRED:** El atributo es obligatorio
- **#FIXED:** El valor del atributo es constante e invariable.
- **Literal:** El valor predeterminado real se proporciona entre paréntesis

Los DTD puede estar en un fichero externo al que se hará referencia en el fichero XML, tal y como se ve en el siguiente ejemplo

```
<?xml version="1.0" standalone="no"?>
<!DOCTYPE person SYSTEM "http://www.holaquetal.org/dtds/person.dtd">
```

O situarlos directamente después de la cabecera en el documento XML

```
<?xml version="1.0" standalone="yes"?>
<!DOCTYPE person
[ <!ELEMENT first_name (#PCDATA)>
<!ELEMENT last_name (#PCDATA)>
]>
```

En cualquier caso los documentos DTD tienen limitaciones que pueden subsanarse mediante el empleo de esquemas XML.

8.2.5. Validación con XML Schema

Los esquemas XML (*XML Schema*) permiten superar gran parte de las limitaciones de los DTD. Se diseñan tomando como base un *namespace* y soportan tipos de datos típicos de los lenguajes de programación, como también tipos personalizados simples y complejos. En su definición se debe tener presente su uso final.

Existen herramientas especializadas que permiten hacer verificaciones de forma y validez de un documento XML (contra un DTD o un *XML Schema*). Entre ellas XMLSpy es probablemente la mejor en este momento (2016). Se pueden descargar versiones de prueba de treinta días de duración en la web: <http://www.altova.com/download/xmlspy.html>.

Dentro del grupo de editores XML de código libre, podemos encontrar XML Pad, XML Copy Editor, XPontus, Notepad++ (dispone de la extensión XML Tools) o las páginas:

<http://www.xmlvalidation.com/>

<http://www.freeformatter.com/xml-validator-xsd.html>

<http://validator.w3.org/>.

Por su parte, INSPIRE ofrece en su geoportal (<http://inspire-geoportal.ec.europa.eu>) una herramienta para que un documento especificado por el usuario sea validado

contra el esquema XML definido dentro del proyecto derivado de esta directiva europea.

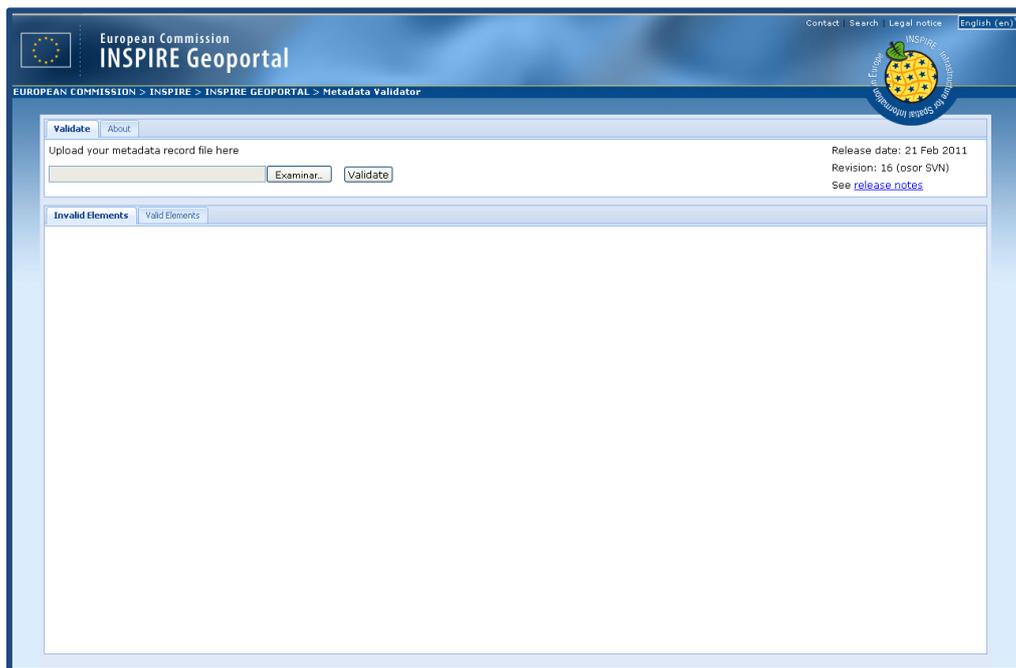


Figura 8.1.- Herramienta de validación en el Geoportal de INSPIRE

Dentro de los esquemas XML vamos a ver tres versiones:

➤ VERSION 1

En esta versión se empieza el documento con un `xs:schema`.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
...
</xs:schema>
```

Seguidamente se define el primer elemento, si tiene hijos será de tipo complejo y la lista de los hijos se declara mediante una secuencia `xs:sequence`, que es un «compositor» y nos indica en qué orden deben aparecer los elementos. Otros serían `xs:choice` y `xs:all`. El primero describe una elección entre diferentes elementos o grupos de elementos. `xs:all` define un conjunto de elementos que pueden presentarse en cualquier orden.

A continuación se definen los hijos, indicando su tipo `type = o`, y de igual modo que anteriormente, si son de tipo complejo. En esta definición también se puede indicar su cardinalidad con “minOccurs” y “maxOccurs”. El valor por defecto es 1 y cuando se pone “unbounded” se indica que es indeterminado (n).

A continuación se pasaría a definir los diferentes atributos de los elementos. Por ejemplo:

```
<xs:attribute name="isbn" type="isbnType" use="required"/>
```

Esta fórmula de definición puede conllevar el diseño de jerarquías de muchos niveles que dificulten la legibilidad y el mantenimiento de esquemas complejos.

➤ VERSION 2

Se basa en un diseño plano de todos los elementos del catálogo, indicando en cada caso mediante referencias sus hijos y atributos. Es decir primero se declaran todos los elementos simples y luego los complejos, haciéndose referencia a los simples que los componen. Por ejemplo:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <!-- definition of simple type elements -->
    <xs:element name="title" type="xs:string"/>
    <xs:element name="author" type="xs:string"/>
  <!-- definition of complex type elements -->
  <xs:element name="book">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element ref="title"/>
        <xs:element ref="author"/>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:schema>
```

➤ VERSION 3

Se basa en la definición de tipos de datos para la definición de atributos y elementos. Estos pueden ser de dos tipos: a) Simples a utilizar en los elementos de tipo PCDATA o en los atributos o b) Complejos a utilizar únicamente en los casos restantes.

Ejemplo: tipo de datos que puede contener un texto de máximo 32 caracteres.

```
<xs:simpleType name="nameType">
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:maxLength value="32"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
```

En este caso el elemento `xs:restriction` indica que el nuevo tipo de datos "nameType" se deriva del tipo de datos básico denominado `xs:string`, definido dentro del W3C XML Schema namespace (atributo "base"), mediante la aplicación de una restricción.

Ejemplo: En el siguiente ejemplo se plantea crear, a partir de un documento XML, un fichero DTD y otro XML-Schema que permitan validarlo correctamente.

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
  <matricula>
    <personal>
      <dni>02056103E</dni>
      <nombre>Ricardo Fernández Ruiz</nombre>
      <titulacion>Enginyeria Tècnica en Topografia</titulacion>
      <plan>1997</plan>
      <curso_academico>2002/2003</curso_academico>
      <domicilios>
        <domicilio tipo="familiar">
          <nombre tipo_via="Avenida">Principal</nombre>
          <numero>1</numero>
        </domicilio>
        <domicilio tipo="habitual">
          <nombre tipo_via="Avenida">General</nombre>
          <numero>124</numero>
        </domicilio>
      </domicilios>
    </personal>
    <pago>
      <tipo_matricula>Matrícula ordinària</tipo_matricula>
    </pago>
  </matricula>

```

Código 2.➤ **Fichero DTD**

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!ELEMENT matricula ((personal, pago))>
<!ELEMENT personal ((dni, nombre, titulacion, plan, curso_academico, domicilios))>
<!ELEMENT dni (#PCDATA)>
<!ELEMENT nombre (#PCDATA)>
<!ELEMENT titulacion (#PCDATA)>
<!ELEMENT plan (#PCDATA)>
<!ELEMENT curso_academico (#PCDATA)>
<!ELEMENT domicilios ((domicilio+))>
<!ELEMENT domicilio ((nombre_via, numero))>
<!ATTLIST domicilio tipo (habitual | familiar) #REQUIRED>
<!ELEMENT numero (#PCDATA)>
<!ELEMENT nombre_via (#PCDATA)>
<!ATTLIST nombre_via tipo_via (Avenida | Calle | Pasaje | Camino | Plaza | Paseo | Rambla | Carretera | Ronda) #IMPLIED>
<!-- fem que es pugui triar el tipo_via entre tots els diferents tipus de via que existeixen en un carrer-->
<!ELEMENT pago ((tipo_matricula))>
<!ELEMENT tipo_matricula (#PCDATA)>

```

Código 3.

Se ha de considerar que el DTD puede almacenarse en un fichero independiente o bien puede incluirse dentro del mismo fichero XML. En este último caso la sintaxis sería:

```

<?xml versión="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE matricula [
  <!ELEMENT matricula ((personal,page))>
  <!ELEMENT personal ((dni, nombre, titulación, plan,
curso_academico, domicilios))>
  ....
]>
<matricula>
  <personal>
  .....
```

➤ Fichero XML_Schema

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xml:lang="ES">
  <xs:element name="matricula" type="tipus_matricula"/>
  <xs:complexType name="tipus_matricula">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="personal" type="tipus_personal"/>
      <xs:element name="pago" type="tipus_pagament"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="tipus_personal">
    <xs:all>
      <xs:element name="dni" type="xs:string"/>
      <xs:element name="nombre" type="xs:string"/>
      <xs:element name="titulacion" type="xs:string"/>
      <xs:element name="plan" type="xs:string"/>
      <xs:element name="curso_academico" type="xs:string"/>
      <xs:element name="domicilios" type="tipo_domicilios"/>
    </xs:all>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="tipus_pagament">
    <xs:all>
      <xs:element name="tipo_matricula" type="xs:string"/>
    </xs:all>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="tipo_domicilios">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="domicilio" maxOccurs="unbounded">
        <xs:complexType>
          <xs:all>
            <xs:element name="nombre_via">
              <xs:complexType>
                <xs:simpleContent>
                  <xs:extension base="xs:string">
                    <xs:attribute name="tipo_via" use="required">
                      <xs:simpleType>
                        <xs:restriction base="xs:string">
                          <xs:enumeration value="Avenida"/>
                        </xs:restriction>
                      </xs:simpleType>
                    </xs:attribute>
                  </xs:extension>
                </xs:simpleContent>
              </xs:complexType>
            </xs:element>
            <xs:element name="numero" type="xs:string"/>
          </xs:all>
          <xs:attribute name="tipo" use="required">
            <xs:simpleType>
              <xs:restriction base="xs:string">
                <xs:enumeration value="familiar"/>
                <xs:enumeration value="habitual"/>
              </xs:restriction>
            </xs:simpleType>
          </xs:attribute>
        </xs:complexType>
      </xs:element>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
```

Código 4.

8.2.6. XSL y XSLT

El objetivo inicial de XML era proporcionar un medio de describir datos separándolos de su presentación, especialmente en el contexto de la *World Wide*

Web. XML Versión 1.0 trata la descripción de los datos. Una tecnología asociada, llamada XSL fue la encargada de tratar el punto de vista de la presentación.

XSL (*Extensible Stylesheet Language*) es el lenguaje extensible de hojas de estilo. Se trata de una familia de lenguajes (XSLT2, XSL-FO, XPath) basados en el estándar XML que permiten formatear, representar y transformar la información contenida en un documento XML.

En el sentido de la representación de los datos, XSL y CSS son tecnologías que, en parte, vienen a hacer lo mismo. La Figura 8.2 presenta un diagrama conceptual de lo que permite hacer XSL aplicado a información geográfica codificada en forma de ficheros XML (en este caso GML).

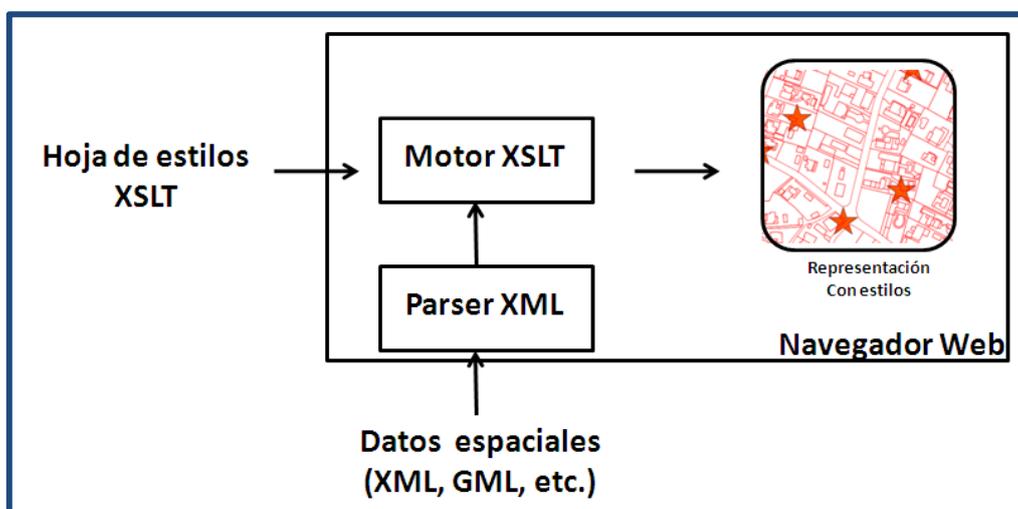


Figura 8.2 Esquema del proceso de representación de una cartografía a partir de datos GML

XSL es un lenguaje simple pero que proporciona una sintaxis rica y eficaz para expresar patrones de emparejamiento y reemplazamiento. Es declarativo y al igual que XML se puede leer fácilmente. Usando sus especificaciones asociadas (XPath y XQL) se pueden especificar consultas sobre documentos XML. Por su parte, XSLT incorpora la capacidad de llamar funciones en otros lenguajes de programación tales como VBScript o Java a través del uso de las funciones extendidas. Esto significa que XSL puede ser usado para realizar consultas y selecciones, y llamar a Java u otro lenguaje para implementar la computación necesaria o la manipulación de cadenas de caracteres. Para tareas simples, XSLT proporciona prestaciones para manejar cadenas y operaciones aritméticas.

8.3. HTML

HTML significa lenguaje de marcado de hipertexto (*Hypertext Markup Language*). Es el estándar predominante en la web para la creación de páginas y está

² XSLT (Extensible Stylesheet Language Transformations) es el lenguaje de hojas extensibles de transformación y permite convertir documentos XML de una sintaxis a otra (por ejemplo, de un XML a otro o a un documento HTML).

respaldado por el W3C. Este lenguaje permite describir la estructura y presentación de un contenido (textos, enlaces, *scripts*, etc.) de una página web. Por tanto no se puede entender HTML como un lenguaje de programación.

Básicamente podemos decir que el código HTML se sirve a modo de páginas (páginas web), las cuáles son, en la mayoría de los casos, un documento de texto formateado con recursos multimedia (MIME) incluidos en la propia página (p.e. imágenes, sonido, vídeo, *streaming*, etc.), y enlaces a otras páginas. El propio HTML es un tipo MIME, el más importante.

Su misión es presentar texto formateado junto con imágenes y resto de contenidos MIME admisibles por los navegadores. La principal característica de HTML es el hecho de trabajar con hipertexto. El resultado de la presentación de un documento HTML es muy similar al que se puede conseguir con un procesador de textos; sin embargo, el código HTML puede ser interpretado y visualizado en una gran variedad de entornos, desde una impresora de líneas hasta una sofisticada estación gráfica. Es el navegador, o cualquier otra aplicación compatible con HTML, la encargada de interpretar las instrucciones contenidas dentro del archivo, presentando el resultado de ejecutarlas en pantalla.

El fichero HTML se limita a contener una serie de órdenes referentes a los recursos que se van a incluir, características como fuente, tamaño, color, alineación y estilo de dicho texto, así como la posición de imágenes o cualquier otro elemento embebido dentro de la página y admisible por el navegador. Dentro de un documento HTML se incluyen todos los elementos de texto y formato de una página web. Las imágenes, sonidos, etc. se almacenan en ficheros independientes, y el documento HTML sólo contiene una referencia que los inserta. En la actualidad la presentación se suele realizar por medio de hojas de estilo en cascada por lo que el uso de etiquetas de presentación está en declive.

HTML se basa en el etiquetado como forma de establecer y organizar elementos y sus atributos. Cada elemento se abre (p.e. `<elemento>`) y se cierra (`</elemento>`) por medio de etiquetas incluidas dentro de los signos “<” y “>”. La etiqueta de cierre añade la barra “/” al principio de la etiqueta de cierre (`</>`).

Los elementos de HTML pueden tener atributos que proporcionan información adicional, o modificadores del elemento. Los atributos de los elementos se denotan por parejas “nombre = valor”, que se incluyen después de la etiqueta de comienzo del elemento, tras su nombre. Los atributos deben ir entre comillas (dobles o simples).

Los ficheros HTML contienen texto plano ASCII (sin ningún carácter especial o de control, ni procesamiento por compiladores o filtros). Estos ficheros pueden ser creados y editados en un procesador de textos (p.e. NotePad) o mediante editores específicos que permiten visualizar cómo va quedando la página (p.e. Dreamweaver, Frontpage, etc.).

A continuación se recogen las características principales de HTML y su última versión cerrada HTML5:

- HTML no es un lenguaje de programación.

- ↪ Su misión es presentar texto formateado junto con imágenes y resto de contenidos MIME admisibles por el navegador.
- ↪ HTML constituye una extensión del estándar SGML.
- ↪ SGML suministra un modo de representar la estructura de documentos e hiperdocumentos y es un modo de codificar hiperdocumentos de modo que se puedan intercambiar.
- ↪ La principal característica de HTML es el hecho de trabajar con hipertexto.
- ↪ El resultado de la presentación de un documento HTML es muy similar al que se puede conseguir con un procesador de textos; sin embargo, el código HTML puede ser interpretado y visualizado en una gran variedad de entornos, desde una impresora de líneas hasta una sofisticada estación gráfica.
- ↪ Los ficheros HTML contienen texto plano (sin ningún carácter especial o de control, ni procesamiento por compiladores o filtros), y pueden ser editados con cualquier aplicación sencilla que exporte texto sin formato.
- ↪ El fichero HTML se limita a contener una serie de órdenes referentes al texto que se va a incluir, características como fuente, tamaño, color, alineación y estilo de dicho texto, así como la posición de imágenes o cualquier otro elemento embebido dentro de la página y admisible por el navegador. Dentro de un documento HTML se incluyen todos los elementos de texto y formato de una página Web.
- ↪ Las imágenes, sonidos, etc. se almacenan en ficheros independientes, y el documento HTML sólo contiene una referencia que los inserta.
- ↪ Es el navegador, o cualquier otra aplicación compatible con HTML, la encargada de interpretar las instrucciones contenidas dentro del archivo, presentando el resultado de ejecutarlas en pantalla.
- ↪ HTML es el tipo MIME más importante para la publicación de información a través del web.
- ↪ HTML está construido a partir de etiquetas (tags).
- ↪ La última versión es HTML5
- ↪ Los elementos de HTML5 permiten cierto contenido dinámico.
- ↪ Parte del comportamiento dinámico se consigue mediante scripts.

La última versión es HTML 5 y fue publicada en 2012. Esta versión supone bastantes cambios radicales con respecto a la versión anterior:

- ↪ Es adecuada para navegadores de sobremesa pero también para dispositivos móviles.
- ↪ El elemento "canvas", que permite el dibujo en 2D mediante programación (p.e. java).
- ↪ Capacidades de vídeo y audio mejoradas.
- ↪ Capacidad para almacenamiento local.

- Nuevos elementos específicos para contenidos (p.e. *article*, *footer*, *header*, etc.) que permiten estructurar mejor las páginas (Figura 8.).
- Nuevos controles para el formulario (p.e. *calendar*, *date*, *time*, *email*, etc.), para los que se han desarrollado nuevos tipos de datos de entrada.
- Y una posibilidad directa de trabajar con geolocalización de manera cómoda.

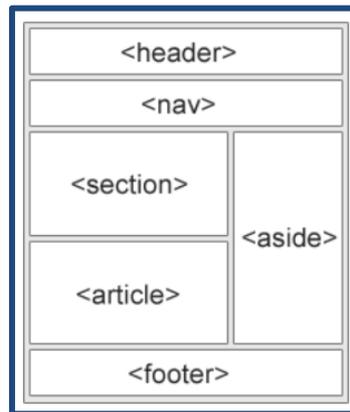


Figura 8.3. Elementos semánticos en HTML5

No todos los navegadores (p.e. Internet Explorer, Firefox, Chrome, etc.) interpretan todas las etiquetas HTML 5, e incluso puede que algunas de ellas las interpreten de formas distintas. Esto genera que los usuarios visualicen una misma página HTML de forma distinta según el navegador que tienen instalado, e incluso la versión o actualizaciones que han descargado. En general cuando un navegador no reconoce una etiqueta la ignora y, por tanto, no se materializa efecto alguno en la página. La evolución continua de los navegadores y de HTML hace que siempre existan problemas en este sentido.

A continuación se va a entrar en algo más de detalle en la estructura de un documento HTML y en algunas etiquetas que servirán para el desarrollo de los ejemplos posteriores

8.3.1. Etiquetas

HTML es un lenguaje basado en etiquetas (tags) o marcas. La etiqueta "< >" marca el inicio de un elemento. Cada elemento se abre (p.e. <elemento>) y se cierra (</elemento>) por medio de la etiqueta incluida dentro de los caracteres "<" y ">". La etiqueta de cierre añade la barra "/" tras el símbolo "<", es decir: "</". Los nombres de las etiquetas son palabras reservadas en la definición de HTML (p.e. *canvas*, *script*, *body*, *head*, etc.) y que poseen una interpretación por el navegador que aplica el código HTML cuando se formulan como etiquetas. Ejemplo de elementos y etiquetas son:

- <html> y </html>. El texto entre estas etiquetas describe la página web.
- <body> y </body>. El texto entre estas etiquetas incluye el contenido visible de la página web.

- ▭ `<h1>` y `</h1>`. El texto entre estas etiquetas se muestra como una línea de cabecera o título.
- ▭ `<p>` y `</p>`. El texto entre estas etiquetas se muestra como un párrafo.

Es decir, aunque normalmente se confunde elemento con etiqueta, los elementos son todo el contenido entre la una etiqueta de apertura y su correspondiente etiqueta de cierre, incluyendo las propias etiquetas (p.e. el cuerpo *-body-* del documento HTML es un elemento).

Las etiquetas HTML pueden tener atributos que proporcionan información adicional o la modifican. Los atributos de las etiquetas se denotan por parejas “atributo = valor”, que se incluyen después del nombre de la etiqueta pero antes de que se cierre la etiqueta de apertura. Los atributos deben ir entre comillas (dobles o simples). En HTML 5 las etiquetas poseen unos atributos globales o generales que son compartidos por la mayoría de las etiquetas. La Tabla 8.1 presenta estos atributos.

Tabla 8.1. Atributos generales de las etiquetas en HTML

| Atributo | Descripción |
|------------------------------|---|
| <code>accesskey</code> | Atajo de teclas para activar o poner el foco |
| <code>class</code> | Especifica uno o más nombres de clases para usar en las hojas de estilo |
| <code>Contenteditable</code> | Especifica si el contenido de un elementos es o no editable |
| <code>Contextmenu</code> | Especifica un menú de contexto para un elemento. Este menú aparece al hacer clic con el botón derecho del ratón sobre el elemento |
| <code>dir</code> | Especifica la dirección del texto en el elemento |
| <code>Draggable</code> | Especifica si un elemento es arrastrable o no |
| <code>Dropzone</code> | Especifica la acción sobre los elementos arrastrados (copiado, vinculado, etc.) |
| <code>Hidden</code> | Especifica que un elemento ya no es relevante |
| <code>id</code> | Especifica un identificador único para el elemento |
| <code>lang</code> | Especifica el idioma para el contenido del elemento |
| <code>Spellcheck</code> | Especifica si un elemento tendrá o no comprobada su gramática y ortografía |
| <code>style</code> | Especifica el estilo CSS en línea para el elemento |
| <code>tabindex</code> | Especifica el orden de tabulación del elemento |
| <code>title</code> | Especifica información extra sobre el elemento |
| <code>Translate</code> | Especifica si el valor del elemento será traducido cuando se encuentre la página. |

La Tabla 8. presenta los atributos y valores de la etiqueta `<iframe>`³. Un ejemplo de uso es el Código 5.

```
<iframe name="if_cabecera" src="Cabecera_Blanco.htm" width="200" height="100" ></iframe>
```

Código 5. Ejemplo de definición de un imarco

En el ejemplo 1 se presentan los atributos en rojo y los valores de los atributos en azul. Básicamente lo que se realiza en este ejemplo es dar un identificador al *iframe* que se está definiendo, indicar la fuente, en este caso una página HTML, y dar el tamaño al *iframe* (200x100 píxeles).

Tabla 8.2. Atributos de la etiqueta *iframe*

| Atributo | Valor | Descripción |
|----------|---|---|
| Height | <i>Pixels</i> | Altura del <i>iframe</i> |
| Name | <i>Name</i> | Nombre del <i>iframe</i> |
| sandbox | "" allow-forms allow-same-origin allow-scripts allow-top-navigation | Permite restricciones extras en el contenido del <i>iframe</i> |
| seamless | Seamless | Especifica si el <i>iframe</i> debe mostrarse como el documento que lo contiene sin costura |
| src | <i>URL</i> | Dirección del documento fuente a incluir en el <i>iframe</i> |
| srcdoc | <i>HTML_code</i> | Especifica el contenido HTML a mostrar en el <i>iframe</i> |
| width | <i>Pixels</i> | Especifica en ancho del <i>iframe</i> |

Un aspecto importante del ejemplo anterior es que los atributos y sus valores van en la etiqueta de apertura, y que el orden de aparición puede ser cualquiera.

Respecto a las etiquetas, si bien se ha indicado que deben abrirse y cerrarse (aparecen por pares), hay algunas de ellas para las que sólo se necesita la apertura. Un ejemplo de ellas es `
` que permite crear una rotura de la línea de escritura. Otro ejemplo es `<hr>`, que permite establecer una línea o regla de separación horizontal.

8.3.2. Caracteres especiales

Dado que los "<" y ">" son utilizados en los documentos HTML para la definición de las etiquetas si se desea o necesita utilizarlos dentro de un texto se deben utilizar las siguientes representaciones:

- Para el menor que "<", se representa con `<`.
- Para el mayor que ">", se representa con `>`.

³ Además de los atributos que se presentan (que son los válidos en HTML 5, *iframe* también soporta los atributos globales de HTML 5.

Hay otros muchos caracteres que no se visualizan correctamente en algunos navegadores, como es el caso de la ñ y las letras acentuadas, por ello la solución más robusta es escribir el nombre que los representa. La Tabla 8.33 presenta un listado de los caracteres y sus representaciones.

Tabla 8.3. Caracteres especiales y representación

| Carácter | Representación | Carácter | Representación |
|----------|----------------|----------|----------------|
| < | < | € | € |
| > | > | ç | ç |
| Á | á | Ç | Ç |
| À | Á | ü | ü |
| É | é | Ü | Ü |
| È | É | & | & |
| Í | í | ¿ | ¿ |
| Ì | Í | ¡ | ¡ |
| Ó | ó | " | " |
| Ò | Ó | · | · |
| Ú | ú | º | º |
| Ù | Ú | ª | ª |
| Ñ | ñ | ¬ | ¬ |
| Ñ | Ñ | © | © |
| ™ | ™ | | |

Finalmente, se debe indicar que cuando se incluyen varios espacios en blanco entre palabras o textos en HTML el navegador solo mostrará un espacio como separación. Si se desea que se muestren varios espacios en blanco seguidos debe sustituirse cada uno de ellos por sp.

8.3.3. Estructura

La estructura de HTML es parecida a la de XML. Todo documento HTML sigue la estructura básica que se presenta en Código 1.

```

1  <!DOCTYPE HTML>
2  <HTML>
3  <HEAD>
4      <!-- CABECERA: Aquí se incluyen metadatos y elementos necesarios para la página -->
5      <TITLE>Titulo de la página</TITLE>
6      ...
7  </HEAD>
8  <BODY>
9      <!-- CUERPO: Aquí iría el contenido de la página
10     con todos los textos, tablas, vínculos
11     incluso con scripts
12     -->
13 </BODY>
14 </HTML>
    
```

Código 1. Ejemplo de estructura básica de código HTML

La declaración `<!DOCTYPE HTML>` debe aparecer al principio de todo documento HTML5, antes que la etiqueta `<HTML>`. Esto no es una etiqueta HTML es una declaración o instrucción al navegador sobre la versión de HTML utilizada.

Se puede observar que dentro de las etiquetas que abren y cierran el documento HTML se observan dos partes. La primera es la cabecera y la segunda el cuerpo. En la cabecera se realizan acciones de identificación y de prerequisites, y en el cuerpo se incluye el contenido específico. La cabecera no se visualiza en el navegador al cargar la página.

La cabecera empieza con `<HEAD>` y acaba con `</HEAD>`. Necesariamente debe incluir un título, para ello las etiquetas son: `<TITLE> </TITLE>`.

En cualquier parte del código es muy importante ir introduciendo comentarios para que en un futuro no nos cueste entenderlo. Esto también es crítico cuando se va a poner a disposición de terceros. La inclusión de comentarios se consigue abriendo y cerrando un apartado de comentarios, que puede ir en una línea, como en el caso de la línea 4 del Código 1 o en varias líneas (líneas 9 a 12). La apertura de los comentarios se realiza con "`<!--`" y el cierre con "`-->`", al igual que en XML.

Dentro de la cabecera se deben incluir unos metadatos mínimos, sobre el propio documento, como los siguientes:

```
<meta name="description" content="Curso IDE">
<meta name="keywords" content="HTML IDE Servicios Web WMS">
<meta name="author" content="F.J.A.L">
```

Código 6. Ejemplo de estructura básica de código HTML

Estos metadatos permiten a los buscadores indexar la página por su descripción y palabras clave. La etiqueta meta debe estar siempre en la cabecera. Esta etiqueta no se cierra en HTML 5.

Dentro de la cabecera, en todos los documentos HTML, se debe incluir la etiqueta *title*, la cual define:

- ↪ El título en la cabecera del navegador.
- ↪ Proporciona un título a la página cuando se añade a favoritos.
- ↪ Proporciona el título de la página en los resultados de los motores de búsqueda.

Dentro de la cabecera también se puede incluir código (p.e. JavaScript) que especifica un *script* de cliente. En este caso se utilizan las etiquetas `<script>` `</script>`. El código puede incluirse aquí o incluso indicar un recurso externo que lo contiene. En este caso se utiliza la URL. Esta es la opción que se utilizará para hacer las llamadas a la API del servidor, como se verá más adelante. El atributo TYPE sirve para indicar el tipo MIME de que se trata, pero en HTML 5 es opcional. Atributos opcionales son: CHARSET (codificación de los caracteres utilizada en el *script* externo) y SRC (para especificar la URL de un fichero *script* externo).

Los estilos (fuentes, tamaños de letra, color, etc.) que se establecen para los textos pueden incluirse como atributos modificadores de los párrafos mediante las etiquetas adecuadas. En la actualidad se prefiere el uso de métodos más estructurados como son las hojas de estilos o la definición de los estilos en la propia cabecera del documento. Para los ejemplos que se presentarán se va a utilizar esta última opción. El planteamiento es ir indicando de manera estructurada los estilos de cada una de las partes del documento (p.e. cuerpo, títulos (según su tipo), párrafos, divisiones, etc.) dentro de las etiquetas `<STYLE>` `</STYLE>`. La estructura es la que se presenta en el Código 7.

```
1 <!DOCTYPE HTML>
2 <HTML>
3 <HEAD>
4 <!-- CABECERA: Aquí se incluyen metadatos y elementos necesarios para la página -->
5 <TITLE>Titulo de la página</TITLE>
6 ...
7 <meta name="description" content="Lo que sea menester"/>
8 <meta name="keywords" content="Lo que sea menester"/>
9 <meta name="author" content="Lo que sea menester"/>
10 <style>
11   body {
12     <!-- Parámetros de formateo para el cuerpo -->
13   }
14   h2 {
15     <!-- Parámetros de formateo para títulos de orden 2 -->
16   }
17   p {
18     <!-- Parámetros de formateo para párrafos -->
19   }
20   div {
21     <!-- Parámetros de formateo para divisiones -->
22   }
23   <!-- Etc -->
24   <!-- Etc -->
25   <!-- Etc -->
26   <!-- Etc -->
27 </style>
28 </HEAD>
29 <BODY>
30 <!-- CUERPO: Aquí iría el contenido de la página
31      con todos los textos, tablas, vínculos
32      incluso con scripts
33 -->
34 </BODY>
35 </HTML>
```

Código 7. Ejemplo de estructura básica de código HTML incluyendo ya metadatos y un bloque de estilos

El cuerpo empieza con `<BODY>` y acaba con `</BODY>`. El cuerpo es el elemento que conforma la parte sustancial del documento HTML. Por ejemplo, aquí es donde en una página de texto se incluye el contenido documental. Tradicionalmente aquí también era donde se formateaba el texto adecuadamente para su presentación (fuentes, tamaños, colores, tabulaciones, tablas, etc.), pero como se ha indicado supra, es preferible hacerlo de una manera más estructurada en la cabecera, bajo la sección de estilo, o por medio de hojas de estilo (p.e. CSS). Por este motivo en

HTML se ha despojado a la etiqueta *body* de todo atributo relacionado con la presentación.

Son numerosos los elementos que pueden aparecer en el cuerpo de un HTML, entre ellos:

- **Comentarios.** Nos permiten informar sobre los aspectos que se consideren de interés a la hora de una revisión futura.
- **Guiones de código.**
- **Textos.** Aparecerán en múltiples lugares.
- **Enlaces.** Son la base de los hipertextos.
- **Títulos.** Son un tipo de texto que permite organizar la estructura de los documentos.
- **Tablas.** Estructuran conjuntos de datos (p.e. numéricos, alfanuméricos, imágenes, etc.). En muchas páginas se utilizan para organizar los contenidos.
- **Imágenes.** Se vinculan a una posición en el documento.
- **Listas.** Organizan un conjunto de opciones.
- **Formularios.** Permiten obtener información del usuario mediante cuadros de entrada de texto, botones de opciones y de chequeo, etc.
- Etc.

El documento HTML conviene organizarlo convenientemente en secciones, esto se consigue con bloques marcados por la pareja de etiquetas `<DIV>` `</DIV>` lo que también permite aplicar estilos por secciones. En HTML 5 `div` no posee otros atributos que los globales. A las divisiones se les puede y debe asignar un identificador único para luego poder referirse a ellas de manera cómoda, por ejemplo: `<DIV id="mapa"></DIV>`. En este caso se establece una división del documento identificada como mapa. Según lo ya avanzado, esta forma de identificarlas permite aplicar estilos de manera individualizada, pero también realizar búsquedas de los elementos de manera sencilla y otras muchas posibilidades.

8.3.4. Contenidos

A continuación se presentan algunos de los contenidos más comunes dentro de un documento HTML.

La inclusión de textos se puede realizar de la siguiente manera:

- Textos de cabeceras de distintos niveles:

```
<h1> Título </h1>  
<h2> Título </h2>  
<h3> Título </h3>  
<h4> Título </h4>  
<h5> Título </h5>
```
- Párrafos y bloques de texto. Para definir estos elementos se utilizan las siguientes etiquetas:

`<P>` `</P>`: Indica párrafos que quedan separados por una línea en blanco. Los párrafos pueden estar alineados: `ALIGN="left"`, `ALIGN="right"`, `ALIGN="center"` y `ALIGN="justify"`.

Elementos como líneas horizontales de división y saltos también pueden ser de interés junto con los textos. Estos casos no requieren etiqueta de cierre:

`
`: Sólo tiene marca inicial. Indica un salto de línea (punto y aparte)

`<HR>`: Sólo tiene marca inicial. Se emplea para representar una línea horizontal de separación.

Las tablas son un elemento básico de las páginas web. Se utilizan tanto para la presentación de datos de manera tabulada como para organizar la presentación y asegurar que algunos elementos se presenten en su sitio. Las etiquetas básicas para definir una tabla y su estructura son:

`<TABLE>` `</TABLE>`: Indica principio y fin de la tabla.

`<CAPTION>` `</CAPTION>`: Indica el título nombre de la tabla.

`<TR>` `</TR>`: Indican comienzo y fin de una fila (*table row*).

`<TD>` `</TD>`: Indican datos de una celda (*table data*).

`<TH>` `</TH>`: Indican datos de una celda que son cabecera de columna (*table header*).

Las tablas se definen progresivamente, primero la fila, luego sus celdas y posteriormente otra fila con sus celdas, y así sucesivamente. Algunos atributos de interés son para la tabla son:

`BORDER="2"`: Indica el tamaño del borde en píxeles. Por defecto no tienen borde.

`WIDTH="2"`: Ancho de la tabla, bien en valor absoluto (2 píxeles). También se puede indicar como un porcentaje.

`CELLSPACING="2"`: Espaciado entre celdas.

`CELLPADDING="2"`: El acolchado o espacio entre el contenido de una celda y los bordes (por defecto 1).

`ALIGN="left"`, `"right"`, `"center"`. Alinea la tabla a la izquierda, derecha o en el centro.

Y dentro de las filas y celdas los siguientes atributos:

`WIDTH="30"`. Ancho de toda la fila o celda. Puede darse en valor absoluto (píxeles) o en porcentaje (30%).

`ALIGN="left"`, `"right"`, `"center"`. Alinea horizontalmente el contenido (izquierda, derecha o centro).

`VALIGN="top"`, `"middle"` o `"bottom"`. Alinea verticalmente el contenido (arriba, en medio o abajo).

`BGCOLOR="#AACCEE"`. Establece el color de fondo a la celda o fila.

`COLSPAN=3`. Especifica el número de columnas que abarca la fila.

`ROWSPAN=2`. Especifica el número de filas que abarca la columna.

Otro elemento muy necesario es la definición de partes variables de los textos con los que se trabaja. Esto se consigue con la pareja etiquetas⁴ `<VAR>` `</VAR>`. HTML no admite variables en el sentido de los lenguajes de programación pero este elemento permite indicar que el texto al que afecta es variable por lo que no debe ser tomado literalmente. Estas etiquetas definen un lugar para reemplazar el contenido indicado por otro valor.

Las listas son conjuntos de elementos `` presentados como un listado. Básicamente pueden ser de dos tipos, ordenadas `` y desordenadas ``. Las primeras se denominan así pues incorporan un indicador de orden (p.e. número, número romano, secuencia de letras, etc.), mientras que las segundas solo añaden una viñeta delante de cada ítem de la lista. En las listas ordenadas se puede indicar el valor de inicio con el atributo `start` y si el orden es inverso o no con el atributo `reversed`. Las listas se pueden anidar, con independencia de su tipología.

| | |
|--|--------------------------|
| <code><p> Lista desordenada</p></code> | Lista desordenada |
| <code></code> | |
| <code> WGS84 </code> | • WGS84 |
| <code> ETRS89 </code> | • ETRS89 |
| <code> ED50 </code> | • ED50 |
| <code></code> | |
| <code><p> Lista ordenada</p></code> | Lista ordenada |
| <code><ol start="50" reversed></code> | 50. WGS84 |
| <code> WGS84 </code> | 49. ETRS89 |
| <code> ETRS89 </code> | 48. ED50 |
| <code> ED50 </code> | |
| <code></code> | |

Figura 8.4. Elementos semánticos en HTML5

Existe otra tipología de listas que se utilizan para la presentación de definiciones de elementos de una manera estructurada. Para ello se usan las siguientes etiquetas:

- `<dl>` `</dl>`: Abren y cierran la lista de definición.
- `<dt>` `</dt>`: Término que se define, actúa como título del término.
- `<dd>` `</dd>`: Proporciona la definición del término.

| | |
|--|--|
| <code><dl></code> | |
| <code><dt>IDEE</dt></code> | IDEE |
| <code><dd>Infraestructura de Datos Espaciales de España</dd></code> | Infraestructura de Datos Espaciales de España |
| <code><dt>IDEA</dt></code> | IDEA |
| <code><dd>Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía</dd></code> | Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía |
| <code></dl></code> | |

Figura 8.5. Elementos semánticos en HTML5

⁴ En los Scripts de Java también se utiliza la palabra reservada “var” para definir variables. En este caso no llevan los códigos de etiqueta (`<` `>`) y se encuentran dentro de un script (`<SCRIPT>` `</SCRIPT>`), por lo que no debe existir confusión con su uso en HTML.

Uno de los aspectos definitorios de HTML es el crear hipertextos, para lo cual los vínculos son uno de los elementos base. Un vínculo, hiperenlace, hipervínculo o enlace es un elemento HTML que al ser pulsado lleva a otro elemento, por lo que permite "navegar" en los documentos. Cuando este enlace es un texto suele aparecer en azul y subrayado y cuando pasa el cursor del ratón sobre él este cambia a la forma de una mano con el dedo índice extendido como "pulsando". Las etiquetas que definen este elemento son `<a>` `` y la estructura básica es la siguiente: ` Contenido `.

Donde contenido puede ser un texto, una imagen, una dirección de correo electrónico, u otros elementos. El atributo `href` es el que se utiliza para indicar la dirección donde se ha de ir, por lo que es la parte más importante. La dirección URL puede adoptar diversas formas:

- **Referencia absoluta.** Una dirección completa, normalmente externa al sitio en el que se encuentra el documento, por ejemplo: `"http://www.cartocalidad.com"`.
- **Referencia relativa.** Es una referencia dentro del propio sitio web. La barra `"/` indica el directorio raíz de ese sitio⁵, por lo que se puede usar para indicar ese lugar, o construir una trayectoria hasta el directorio y fichero de interés. Con el símbolo `"/` se sube una posición en el árbol de directorios. Si no se usa `"/` el documento que se vincula debe estar en el mismo directorio que el documento en el que se incluye el vínculo. Por ejemplo, si el documento de interés (`metadatos_pt.html`) se encuentra dentro del directorio "portugues" dentro del sitio, la forma de referirlo sería: `"/portugues/metadatos_pt.html"`.
- **Referencia interna en el propio documento.** En este caso el vínculo es a otra parte o contenido del propio documento HTML. Para ello se debe incluir un marcador en el documento, esto también se denomina punto de fijación. Este marcador no se visualiza. La forma de realizarlo es la siguiente:
 - o ` Contenido `
 - o ` `
- **Referencia interna en otro documento.** Es una mezcla de estilos ya presentados. Para ello se debe incluir un marcador en el documento. La forma de realizarlo es la siguiente:
 - o ` Contenido `

Las imágenes son un elemento importante en las páginas web, su inclusión se realiza mediante la etiqueta `` y requiere dos atributos `src` y `alt`. El primer atributo sirve para indicar el fichero fuente y el segundo para que se muestre un texto alternativo si no se carga la imagen. Una propiedad importante de las imágenes es que pueden tener definidas áreas cliqueables que pueden vincularse, por ejemplo, con otras imágenes de más detalle. Esto es lo que se denomina imagen-mapa. La definición de estas áreas se realiza con la etiqueta `<area>` y que

⁵ El directorio raíz de un sitio no tiene que coincidir con el directorio raíz del disco en el que se aloja.

posee el atributo *shape* que permite definir rectángulos y círculos. Otras propiedades fundamentales de las imágenes son su tamaño, dado por su alto y ancho.

Los marcos o subventanas son otros elementos que dan mucha versatilidad a las páginas web. En HTML5 solo se trabaja con los denominados *iframes*, es decir, marcos en línea. Se utiliza para ello las etiquetas `<iframe></iframe>`. Estos marcos permiten embeber otros contenidos, por ejemplo otra página web, dentro de una zona de nuestra página.

Los formularios son un elemento básico de las páginas web dado que permiten la interacción con los usuarios, básicamente recoger su opinión o datos (p.e. para una transacción electrónica). Básicamente un formulario es una plantilla que se usa para que el usuario seleccione opciones, rellene campos, etc. Muchas veces se organizan utilizando tablas. Los formularios utilizan controles (p.e. botones, chequeos, listas desplegables, etc.) que asemejan la página a un programa. Estos controles tienen pues eventos⁶ que pueden ser recogidos por código (p.e. javascript) pero también pueden realizar algunas acciones de manera directa. El formulario se indica con las etiquetas `<form></form>`. Un formulario debe contener uno o más de los siguientes elementos:

- ▭ `<input> </input>`: Es una caja de entrada de datos.
- ▭ `<textarea></textarea>`: Es una caja de texto que permite ingresar varias líneas de texto.
- ▭ `<button></button>`: Es un botón que podrá ser pulsado.
- ▭ `<select></select>`: Presenta una lista desplegable con las opciones indicadas.
- ▭ `<option></option>`: Cada una de las opciones que se incluyen en una lista de selección o en un grupo de opciones.
- ▭ `<optgroup></optgroup>`: Dentro de una lista de selección, un agrupamiento de opciones. Estos elementos no son seleccionables, se utilizan para estructurar la presentación.
- ▭ `<fieldset></fieldset>`: Establecen una agrupación de campos mediante un marco.
- ▭ `<label></label>`: Es una etiqueta que al ser pulsada permite actuar sobre un elemento (p.e. el chequeo).

Todos estos elementos poseen sus propios atributos y valores, los cuales son los que modulan su comportamiento. Por ejemplo, para el caso del elemento `input`, el atributo *type* puede tomar alguna de las siguientes opciones: *button*, *checkbox*, *color*, *date*, *datetime*, *datetime-local*, *email*, *file*, *hidden*, *image*, *month*, *number*, *password*, *radio*, *range*, *reset*, *search*, *submit*, *tel*, *text*, *time*, *url*, *week*.

A modo de ejemplo, el siguiente código:

⁶ Muchos de los elementos de HTML5 poseen eventos, sin embargo no se han mencionado.

```

<select onchange="ActualizarEdificios2(this); return true" id="sel_campus" name="campus" size="6">
  <option disabled="disabled" class="alphabetical">por orden alfabético</option>
  <option value="C1" selected=selected>Campus Las Lagunillas</option>
  <option value="C2" >Campus Jaen Centro</option>
  <option value="C3" >Campus Linares</option>
  <option value="C4" >Campus Baeza</option>
  <option value="C5" >Campus Verano La Carolina</option>
  <option value="C6" >Campus Verano Torres</option>
  <option value="C7" >Campus Otoño Andújar</option>
</select>

<select onchange="SeleccionEdificios2(this); return true" id="sel_edificio" name="edificio" size="6">
  <option disabled="disabled" class="alphabetical">por orden alfabético</option>
  <option value="E_A1" selected=selected>A1 (Animalario)</option>
  <option value="E_A2" >A2 (Servicios Tecnicos Investigacion)</option>
  <option value="E_A3" >A3 (Politécnica Jaen)</option>
  <option value="E_A4" >A4 (Aulario Flores de Lemus)</option>
</select>

```

Código 8. Ejemplo de listas de selección en HTML5

Resultaría en las dos listas de selección que se presentan en la Figura 8.6.



Figura 8.6 Las listas de selección correspondientes al Código 8

Importante del código anterior es el atributo *onchange* que indica una función que se invocará cuando ocurra este evento, es decir, cuando exista un cambio.

8.3.5. Formateo de estilos y CSS

Se he comentado que HTML se orienta a la presentación de hipertextos e hiperdocumentos. En la presentación de textos e imágenes el aspecto visual y la estructura son elementos fundamentales para ofrecer una comunicación que ofrezca una experiencia grata a los usuarios, por lo que el aspecto de diseño gráfico es muy importante. HTML dispone de numerosas posibilidades para ello. Tradicionalmente esto se realizaba por medio de etiquetas, pero la evolución de HTML⁷ que lleva a HTML5 se basa en el uso de las hojas de estilo en cascada⁸ (CSS, *Cascading Style Sheets*). Con esta tecnología se consigue mayores capacidades y además mayor versatilidad y eficiencia en la programación y gestión de sitios web. La idea es la que se presenta en la Figura 8.7.

Las hojas de estilo en cascada permiten la inclusión de estilos a partir de una especificación externa al propio contenido, se pueden aplicar sobre documentos HTML, XHTML, XML, SVG, XUL, etc. Por medio de identificadores (p.e. el valor de id, o de nombres de clases) se puede aplicar un estilo definido externamente al contenido, esto permite cambiar la plantilla de estilo que se aplica a un contenido si tocar ese contenido. Se consigue mayor versatilidad en las presentaciones, una mantenibilidad de los contenidos mejorada y una mayor claridad conceptual.

⁷ Fue con HTML4 cuando se introdujo el uso de las CSS.

⁸ Esta tecnología surgió en 1994 y fue adoptada por el W3C como recomendación a finales de 1996.



Figura 8.7. Esquema de funcionamiento de estilos en HTML

CSS y HTML son lenguajes distintos y con reglas distintas. Si bien trabajan de manera conjunta y CSS puede ser incluido dentro de HTML. La determinación del estilo se puede realizar de tres maneras distintas, que además, pueden convivir:

- ↪ Estilo en línea HTML. Esta opción consiste en incluir los estilos de un elemento en su propia línea de código de definición en HTML.
- ↪ Hojas de estilo internas o insertadas, en el fichero HTML. Consiste en incluir los estilos agrupados en la cabecera del documento HTML.
- ↪ Hojas de estilo externas o vinculadas, fuera del fichero HTML. Consiste en incluir los estilos agrupados en uno o más ficheros .CSS externos. Es la opción más versátil.

Se las denomina "en cascada" por existir una jerarquía o prioridad en la aplicación de los estilos. En primer lugar conviene saber que dentro de HTML hay una jerarquía de objetos, de tal manera que cuando se aplica un estilo (p.e. una fuente al cuerpo) todos los elementos que se encuentran por debajo de él heredarán ese estilo salvo que se especifique otro distinto. Además, las opciones indicadas anteriormente tienen una prelación o prioridad en su aplicación, que va de más a menos:

- ↪ Estilo especificado en línea.
- ↪ Estilo especificado en la hoja de estilo interna.
- ↪ Estilo especificado en una hoja externa.

Por ello, atendiendo a este orden, lo más lógico es crear una hoja de estilo externa en un archivo independiente y vincular las páginas a este archivo. Así, si se requiere modificar un elemento concreto de un documento HTML se puede recurrir a una de las dos opciones prioritarias y que son preferentes por estar más cerca del elemento sobre el que actúan.

La estructura básica de definición de un estilo en CSS es la que se presenta en la Figura 8.8, donde el elemento selector se refiere a un identificador, los estilos se incluyen por medio de declaraciones, separadas por el signo ";" y entre corchetes {}. Se pueden incluir tantas declaraciones como sean necesarias y cada una de ellas

se incorpora como una pareja "clave:valor" donde la clave es el nombre de la propiedad y el valor el que se le ha de aplicar.

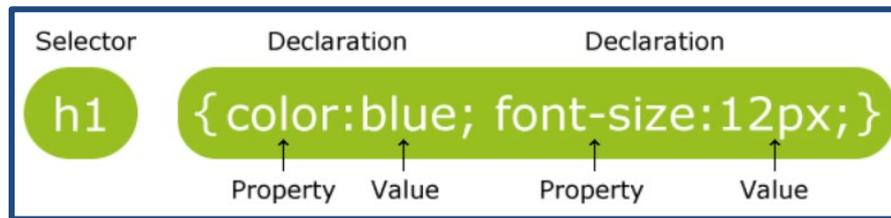


Figura 8.8. Estructura básica de definición de propiedades de estilo en CSS

Algunas posibilidades⁹ usuales de formateo y sus etiquetas son las siguientes:

- ▭ Márgenes: Se establece el tamaño de los márgenes, por ejemplo:

```
margin-top: 100px;
margin-right: 40px;
margin-bottom: 10px;
margin-left: 70px;
```

o de manera equivalente:

```
margin: 100px 40px 10px 70px;
```

- ▭ Relleno: Por ejemplo:

```
padding: 20px 50px;
padding: 20px 20px 20px 80px;
padding-left:120px;
```

- ▭ Fuentes: Se establece la fuente, su tamaño en píxeles o de manera relativa, color, etc., ejemplo son:

```
font-family: "Lucida Grande", Verdana, sans-serif;
font-size: 12px;
font-size: 120%;
font-size: 12pt;
font-size: 1em;
```

Color del elemento, color de fondo, imagen de fondo: Permiten establecer el color del elemento que se maneje (p.e. un título), y el fondo de ese mismo elemento, ya sea definiendo un color o colocando una imagen. La definición de los colores se realiza en el modelo RGB indicando el valor de cada canal en base hexadecimal. Ejemplos son:

```
color: #990000;
background-color: #FC9804;
background-image: url("espana.gif");
```

Si se desea que el texto se presente en el navegador tal y como se ha introducido (espaciado, saltos de línea, etc.) se debe incluir entre las etiquetas <PRE> </PRE>.

⁹ Las posibilidades de formateo son enormes. Este documento no pretende ser un curso de HTML sino una introducción elemental para entender cómo usar las llamadas a la API.

Normalmente se presenta con una fuente de anchura fija como la Courier.

```
<html>
<body>
  Texto en un formato libre con
  las separaciones que uno desee
  y las roturas

  de línea
  que uno desee
</pre>
</body>
</html>
```

Código 9. Ejemplo de listas de selección en HTML5

A modo de ejemplo, el Código 10 presenta la parte de código de estilo en la cabecera del fichero. En ella se establecen los estilos para el cuerpo del documento HTML, los títulos de tipo `h1` y `h2`, etc. En este código de estilo para aquellos elementos que aparecen con su nombre (p.e. `h1`, `h2`, `body`, etc.) la especificación se aplicará sobre todos.

```
10 <style>
11   body
12   {
13     padding: 50px 50px;
14     font-family: "Lucida Grande", Verdana, sans-serif;
15     font-size: 12px;
16     background: #fff;
17   }
18   h1
19   {
20     font-size: 150%;
21     color: #000000;
22     border-bottom: 20px solid #fc6;
23   }
24   h2
25   {
26     font-size: 120%;
27     color: #C30;
28     border-bottom: 1px solid #fc6;
29   }
30   p
31   {
32     color: #666;
33   }
34   a[href]
35   {
36     color: #436976;
37   }
38   #map
39   {
40     width: 90%;
41     height: 90%;
42     border: 3px solid black;
43     margin: 25px 25px 25px 25px;
44   }
45 </style>
```

Código 10. Estilos incluidos en un documento HTML5

También es posible aplicar estilos a elementos identificados de manera individualizada. En este caso se asignará un valor al atributo id del elemento y este valor, precedido del símbolo #, se utilizará en esta definición del estilo. Por ejemplo, en la Figura 8.9 hay cuatro líneas de estilo, dos de aplicación a elementos generales (h3 y p) otras dos de aplicación a elementos identificados (#parrafo1 y #div1).

```

2 <HEAD>
3 <STYLE type="text/css">
4   h3 {color:blue;}
5   p {color:red;}
6   #parrafo1 {color:rgb(0,255,0);}
7   #div1 {
8     font-family: "Verdana";
9     font-size = 20px;
10    color:rgb(255,0,0);
11  }
12 </STYLE>
13 </HEAD>
14
15 <body>
16 <p id="parrafo1">Párrafo verde fuera y antes del elemento div.</p>
17 <div id = "div1" >
18   <h3>Cabecera tipo h3 dentro del elemento div1.</h3>
19   <p>Texto de párrafo dentro del elemento div1.</p>
20 </div>
21 <div>
22   <h3>Cabecera tipo h3 dentro del elemento div2.</h3>
23   <p>Texto de párrafo dentro del elemento div2.</p>
24 </div>
25 <p>Párrafo rojo fuera y después del elemento div2.</p>
26 </body>

```

Párrafo verde fuera y antes del elemento div.

Cabecera tipo h3 dentro del elemento div1.

Texto de párrafo dentro del elemento div1.

Cabecera tipo h3 dentro del elemento div2

Texto de párrafo dentro del elemento div2.

Párrafo rojo fuera y después del elemento div2.

Figura 8.9 Aplicación de estilos a elementos individualizados

8.4. LENGUAJES GML y KML

En esta sección se van a describir las dos aproximaciones al modelado de datos geográficos más relevantes que utilizan lenguajes derivados de XML: GML y KML.

GML (*Geography Markup Language*) es, atendiendo a la definición del OGC (*Open Geospatial Consortium*), una gramática XML para expresar elementos geográficos. GML es un lenguaje especializado en el modelado de datos geográficos, facilitando en gran medida el intercambio de fenómenos geográficos en Internet. Como gran parte de los lenguajes basados en XML, se pueden diferenciar dos partes: el esquema que describe el documento y el propio documento que contiene los datos. Dado que los documentos GML se describen usando un esquema GML, los usuarios y desarrolladores pueden describir conjuntos de datos geográficos genéricos que contengan puntos, líneas y polígonos.

KML (*Keyhole Markup Language*) es un lenguaje XML enfocado a la visualización de datos geográficos, incluyendo la anotación sobre mapas e imágenes. La visualización de datos geográficos no sólo incluye la representación de datos gráficos en el mundo, sino también ciertos componentes de información relativos a la navegación por los elementos que definen una red de geometrías y que permiten responder a preguntas como dónde ir o dónde buscar. Puede usarse en navegadores tridimensionales (llamados Globos Virtuales) como Google Earth o bidimensionales como Google Maps.

Desde esta perspectiva, KML es complementario a los principales estándares OGC, incluyendo GML, WFS y WMS. La versión KML 2.2 utiliza elementos geométricos derivados de GML 2.1.2. Estos elementos incluyen puntos, líneas y polígonos.

El 2008 OGC y Google llegaron a un acuerdo para la definición de KML como estándar OGC, con lo que apareció OpenGIS® KML Encoding Standard y KML pasó a denominarse OGC KML.

Los archivos KML también pueden aparecer en formato KMZ (versión comprimida en formato ZIP de KML).

En los siguientes apartados se analizan en mayor profundidad estos dos lenguajes.

8.4.1. Características

Las principales características del lenguaje GML son:

- ↪ Lenguaje en formato texto basado en el estándar XML desarrollado por el W3C (*World Wide Web Consortium*) y diseñado específicamente para representar la información geográfica.
- ↪ Implementa los modelos conceptuales definidos en la serie de normas ISO 19100.
- ↪ Soporta las propiedades espaciales y no espaciales de los objetos.
- ↪ Es abierto e independiente de plataformas.
- ↪ Es extensible, se puede incorporar información adicional.
- ↪ Soporta la definición de perfiles particulares del GML completo.
- ↪ Compatible con la descripción de los «esquemas de aplicación» descritos en ISO 19109.
- ↪ Sirve como formato de almacenamiento e intercambio de modelos conceptuales (esquemas UML) y de conjuntos de datos geográficos.
- ↪ Se puede emplear como formato interno de almacenamiento o sólo como formato de intercambio de datos geográficos.
- ↪ Diseñado para manejar elementos en 3D.
- ↪ Codifica la topología.

Por su parte, las principales características del lenguaje KML son:

- ↪ Está basado en el estándar XML, por lo que utiliza una estructura basada en etiquetas (*tags*) con elementos anidados y atributos.
- ↪ Está desarrollado por Google y adoptado como estándar por el OGC.
- ↪ Distingue entre minúsculas y mayúsculas.
- ↪ El tipo básico de archivo KML puede ser creado dentro del mismo cliente (por ejemplo, Google Earth) sin necesidad de usar un editor de textos.

8.4.2. Estructura

GML sigue el esquema XML que consiste en un elemento principal (*Object*) del que se desprende el elemento *GML Object*. De este objeto *GML Object* es del cual se desprenden otra serie de objetos:

- **Fenómeno u objeto geográfico** (*Feature*). Es el elemento principal, puede decirse que es la abstracción de algo del mundo real, como un río, una montaña, un municipio o un campo magnético. Un fenómeno geográfico es aquel que está georreferenciado.
- **Geometría** (*Geometry*), puntos, curvas, polígonos, multipuntos, etc.
- **Topología** (*Topology*), nodos, arcos, caras, etc.
- **Sistema de Referencia de Coordenadas** (*Coordinate Reference System, CRS*), contiene la información sobre el sistema de referencia usado para las coordenadas, incluyendo el datum y la proyección.

Existen tres categorías fundamentales:

- **Fenómeno** (definido anteriormente).
- **Cobertura**: se trata de un subtipo de la categoría «fenómeno» que tiene asociado una función con un dominio espacial y un rango de valores homogéneos. Una cobertura puede representar un fenómeno o un conjunto de fenómenos, mostrando una relación espacial o una distribución espacial entre ellos. Por ejemplo, un campo magnético, el geoide o un MDT.
- **Observación**: nuevo subtipo de la categoría «fenómeno» que tiene asociado una componente temporal y un valor o valores tomados como atributos en una localización.

Esquemas GML:

- **Esquema de Fenómenos GML** (*feature.xsd*), mediante el cual se regula la definición de las entidades.
- **Esquema de Geometría GML** (*geometry.xsd*), mediante el cual se regula la definición de los diferentes tipos de elementos geométricos.
- **Esquema XLinks** (*xlinks.xsd*), mediante el cual se regula la definición de hiperenlaces dentro del documento XML.

Por otro lado, un fichero KML contiene como mínimo: el título, descripción geográfica, tipo de elemento (punto, línea, polígono) y sus coordenadas, estructurados de la siguiente manera:

- Un encabezado XML.
- Una declaración de espacio de nombres de KML.
- Un objeto de marca de posición (*Placemark*) que contiene:
 - nombre (*name*), se utiliza como etiqueta para la marca de posición.
 - descripción (*description*), aparece en una «viñeta» junto a la marca de posición.
 - punto (*Point*), especifica la posición de la marca de posición en la superficie de la Tierra (*la longitud, la latitud y, opcionalmente, la altitud*).

Las marcas de posición (*Placemark*) permiten marcar una posición con el icono de la chincheta amarilla de Google Earth, la marca más sencilla es un punto (`<Point>`), que especifica la ubicación de la marca de posición.

Si la descripción incluye una etiqueta `` debe aparecer una URL.

8.4.3. Conversores

Normalmente las IDE solo permiten al usuario descargar la información geográfica en formato GML, aunque existen aplicaciones de otros ámbitos, como Google Earth, que ofrecen exclusivamente KML como formato de descarga. Dicho lo cual, existen multitud de aplicaciones *software* libre y gratuito que permiten visualizar ese contenido o transformarlo a otros formatos como el *shapefile*.

- kml2shp: pasa de formato KML a *shape*.
- Librerías GDAL/OGR.
- gml2shp 2: pasa de GML a *shape*.
- Kml2shp Online: herramienta online que pasa de KML a SHP.
- GeoConverter: conversor online gratuito que permite la transformación entre diferentes formatos (KML, GML, SHP...).
- TatukGIS Viewer: permite visualizar los archivos GML.

8.5. LENGUAJE JSON

La creciente popularización de los servicios web ha puesto de manifiesto importantes necesidades en lo que respecta a los formatos de transmisión de información. En este sentido, XML ha venido jugando un papel relevante, pero el hecho de tener que intercambiar volúmenes de información cada vez más voluminosos a través de la web ha puesto de manifiesto la necesidad de desarrollar mecanismos de comunicación más ligeros.

Por este motivo, han parecido variantes para la compresión de XML, como Binary XML (XML binario), aunque todas ellas llevan implícitas ciertas consideraciones tecnológicas. En este escenario surge un nuevo lenguaje: *JavaScript Object Notation* (Notación de Objetos JavaScript), conocido por el acrónimo JSON.

8.5.1. Características

JSON es un lenguaje, popularizado por Douglas Crockford, que se caracteriza por su ligereza, la cual se sustenta en un subconjunto de la sintaxis de JavaScript: literales de matrices y de objetos. El hecho de basarse en Javascript permite su inclusión en archivos escritos en ese lenguaje y acceder a la información expresada en JSON sin requerir ningún tipo de análisis adicional, como pasa en otros entornos como XML.

8.5.2. Estructura

Como se ha avanzado, JSON basa su sintáxis en dos tipologías de elementos. La primera de ellas son los literales de matriz. Estos elementos se representan entre corchetes y engloban listas de valores (delimitados por comas), los cuáles a su vez pueden representar cadenas de texto, números o valores nulos.

```
var municipiosOurense = ["Allariz", "Verín", "Castro Caldelas", "Maceda"];
alert(municipiosOurense[2]); // muestra "Castro Caldelas"
```

El fragmento de código JavaScript anterior nos muestra la definición de una variable («municipiosOurense») a la cual se le asocia una lista de valores en formato JSON. En la segunda línea del código, se pide que se muestre un mensaje al usuario, con el comando «alert» el cuál contendrá el texto «Castro Caldelas»¹⁰.

Como se puede observar en el ejemplo, con notación simplificada no es preciso utilizar el constructor JavaScript denominado «array», como sí ocurre cuando utilizamos lenguaje JavaScript sin este tipo de notación:

```
var municipiosOurense = new Array["Allariz", "Verín", "Castro Caldelas",
"Maceda");
```

La segunda tipología de elementos de JSON son los literales de objeto, que se utilizan para almacenar la información en forma de parejas de binomios «clave/valor». Un literal de objeto se define entre llaves (“{” y “}”), especificando entre ambas cualquier número de las parejas reseñadas. Cada pareja se compone de una clave, expresada entre comillas dobles, así como de un valor asociado, ejerciendo como separador entre ambos el símbolo dos puntos «:».

```
var provincia = { "nombre": "Ourense", "poblacion": 318739 }
alert(provincia.nombre); // muestra "Ourense"
alert(provincia ["nombre"]); // ídem
```

En el fragmento anterior se define una variable JavaScript denominada «provincia» que apunta a un objeto JSON que representa a una provincia. Este objeto tienen dos parejas o miembros, la primera identifica el nombre y la segunda la población del objeto provincia. Para visualizar el valor asociado a cualquiera de las dos claves que constituyen el literal se emplean técnicas como las mostradas en el ejemplo. De esta forma, pueden definirse contenedores de información (objetos JSON) con notación simplificada en JavaScript, a diferencia de cómo se realizaría utilizando el constructor JavaScript denominado “Object”:

```
var provincia = new Object();
provincia.nombre = "Ourense";
provincia.poblacion = 318739
```

¹⁰ Las cadenas en JavaScript comienzan en la posición 0, de ahí que al solicitar la posición número 2 se haga referencia al tercer elementos de la lista.

Partiendo de estos dos elementos, literales de matriz y de objeto, la sintáxis de JSON permite construir estructuras para el almacenamiento (exclusivamente) de información¹¹.

```
{  "nombre": "Ourense",  "poblacion": 318739,  "municipios": ["Allariz", "Verín", "Castro Caldelas", "Maceda"]}
```

Este conjunto de datos forma una pieza de información que puede ser enviada a través del protocolo HTTP a cualquier navegador. Si tenemos una aplicación JavaScript cargada en el navegador que la recibe y se la asigna a una variable que denominamos «infojson», mediante la función JavaScript «parse» puede convertir el objeto JSON en un objeto JavaScript para su posterior utilización.

```
var infoJson = `[{ "nombre": "Ourense", "poblacion": 318739, "municipios": ["Allariz", "Verín", "Castro Caldelas", "Maceda"]}];`  
  
var provincia = JSON.parse(infoJson);  
  
alert(provincia.municipios[0]); // muestra "Allariz"
```

Siguiendo estas enseñanzas, la transferencia de información en formato JSON puede realizarse de forma muy sencilla mediante HTTP. La utilización de funciones que permitan la transformación entre objetos JavaScript y JSON en origen y su transformación recíproca en destino, es fundamental. Más allá del uso de la función «parse» o la pretérita «eval», también existen librerías como la denominada «MOOTOLS» que permiten realizar estos procesos de forma muy sencilla con las funciones «encode» y «decode», respectivamente.

8.6. GeoJSON

Cuando se analizó el lenguaje XML en este mismo documento, se estudiaron las dos variantes existentes para la definición de lenguajes derivados, específicos de dominios de trabajo particulares: los DTD y los esquemas. Ambas variantes permiten definir gramáticas para describir los objetos que permiten modelar un determinado dominio. De esta forma, diferentes organizaciones han definido gramáticas para modelar información geográfica (GML) o la propia del ámbito de la ingeniería civil (landXML), que han alcanzado la categoría de estándares en algunos casos.

Siguiendo este mismo razonamiento, aunque en este caso no se disponga de componentes para la especificación de gramáticas, sí que es cierto que se puede convenir un formato específico para la definición de estructuras de información geográfica en JSON. Dicha convención se ha denominado GeoJSON y su especificación, que data de 2008, fue publicada en www.geojson.org. El protagonismo que está adquiriendo GeoJSON en muchas bases de datos espaciales, API propias del entorno web y plataformas de datos abiertos ha provocado una creciente demanda de la publicación de un estándar formal que recoja mejoras en la especificación, guías para ampliar el núcleo del lenguaje, así como la definición de mecanismos que permitan manejar conjuntos de datos GeoJSON de gran volumen (hecho este último especialmente reseñable en el dominio de la

¹¹ Se ha eliminado cualquier fragmento de código JavaScript.

información geográfica). Este proceso de estandarización está siendo liderado por el *Geographic JSON Working Group*, constituido por los autores del formato y por la organización sin ánimo de lucro Internet Society (ISOC), a través de la Internet Engineering Task Force (IETF), cuyo objetivo es la producción de documentos técnicos cuya calidad influya en la forma en la que las personas diseñen, usen y gestionen Internet (www.ietf.org).

8.6.1. Características

El lenguaje GeoJSON está concebido para la representación de diferentes tipos de geometrías, así como los datos alfanuméricos (atributos) asociados a ellas. En ningún caso se permite establecer relaciones entre diferentes geometrías, de forma que no contempla la representación de topologías. En este sentido, existe un formato diseñado especialmente para la definición de este tipo de relaciones, cuyos autores son Mike Bostock y Calvin Metcalf (<https://github.com/mbostock/topojson-specification/blob/master/README.md>).

Entre las geometrías soportadas por GeoJSON se encuentran el punto (*point*), la cadena de líneas (*linestring*) y el polígono (*polygon*), así como sus composiciones.

8.6.2. Estructura

Atendiendo a lo que se recoge en la especificación, un conjunto de datos GeoJSON siempre está compuesto por un único objeto. Este objeto representará una geometría, una colección de geometrías (*geometry collection*), una entidad (*feature*) o una colección de entidades (*feature collection*) y se caracteriza por:

1. Puede contener un número indeterminado de miembros (pares clave/valor).
2. Debe tener un miembro con la clave *"type"*. El valor de este miembro es una cadena de texto que determina el tipo de objeto GeoJSON.
3. Los tipos de objeto GeoJSON admitidos son *"Point"*, *"MultiPoint"*, *"LineString"*, *"MultiLineString"*, *"Polygon"*, *"MultiPolygon"*, *"GeometryCollection"*, *"Feature"* y *"FeatureCollection"*.
4. Puede contener opcionalmente un miembro con la clave *"crs"*, cuyo valor debe ser uno de los sistemas de referencia de coordenadas recogidos en la especificación.
5. Puede contener opcionalmente un miembro con la clave *"bbox"*, cuyo valor debe contener una cadena que delimita el mínimo rectángulo envolvente de la geometría (*bounding box*).

➤ Geometría

Siempre que se trate con un objeto GeoJSON de tipo geometría debe contener un miembro con la clave *"coordinates"* y con un valor asociado que será siempre una cadena (array) cuya estructura variará en función del tipo de geometría:

- **Point**: un par de coordenadas.
- **MultiPoint**: una cadena de pares de coordenadas.
- **LineString**: una cadena de dos o más pares de coordenadas.
- **MultiLineString**: una cadena de cadenas de coordenadas de *LineString*.
- **Polygon**: una cadena de cadenas de coordenadas de *LineString* cerrada (*linear ring*). Cuando el polígono se componga de múltiples cadenas, la primera representa el perímetro del polígono y las restantes definen los huecos internos del mismo.
- **MultiPolygon**: una cadena de cadenas de coordenadas de *Polygon*.

Los ejemplos siguientes (extraídos de <https://en.wikipedia.org/wiki/GeoJSON>) muestran la sintaxis del formato:

Tabla 4. Ejemplo de la sintaxis del formato (I)

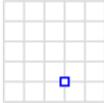
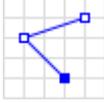
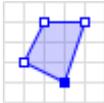
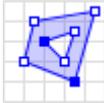
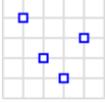
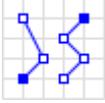
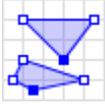
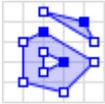
| Geometrías primitivas | | |
|-----------------------|---|---|
| Tipo | Ejemplo | |
| Point |  | <pre>{ "type": "Point", "coordinates": [30, 10] }</pre> |
| LineString |  | <pre>{ "type": "LineString", "coordinates": [[30, 10], [10, 30], [40, 40]] }</pre> |
| Polygon |  | <pre>{ "type": "Polygon", "coordinates": [[[30, 10], [40, 40], [20, 40], [10, 20], [30, 10]]] }</pre> |
| |  | <pre>{ "type": "Polygon", "coordinates": [[[35, 10], [45, 45], [15, 40], [10, 20], [35, 10]], [[20, 30], [35, 35], [30, 20], [20, 30]]] }</pre> |

Tabla 4. Ejemplo de la sintaxis del formato (II)

| Geometrías compuestas | |
|--------------------------|---|
| Tipo | Ejemplo |
| Multi <u>P</u> oint |  <pre>{ "type": "MultiPoint", "coordinates": [[10, 40], [40, 30], [20, 20], [30, 10]] }</pre> |
| Multi <u>L</u> ineString |  <pre>{ "type": "MultiLineString", "coordinates": [[[10, 10], [20, 20], [10, 40]], [[40, 40], [30, 30], [40, 20], [30, 10]]] }</pre> |
| Multi <u>P</u> olygon |  <pre>{ "type": "MultiPolygon", "coordinates": [[[[30, 20], [45, 40], [10, 40], [30, 20]]], [[[15, 5], [40, 10], [10, 20], [5, 10], [15, 5]]]] }</pre> |
| |  <pre>{ "type": "MultiPolygon", "coordinates": [[[[40, 40], [20, 45], [45, 30], [40, 40]]], [[[20, 35], [10, 30], [10, 10], [30, 5], [45, 20], [20, 35]], [[30, 20], [20, 15], [20, 25], [30, 20]]]] }</pre> |

➤ **Colección de geometrías**

Un objeto GeoJSON de tipo “GeometryCollection” representa, como su propio nombre indica, una colección de objetos de tipo geometría. Este tipo de objeto se caracteriza por tener un miembro con la clave “geometries”, cuyo valor debe ser una cadena compuesta por elementos (objetos) de tipo geometría.

➤ **Entidad**

La composición de una geometría con un conjunto de atributos o propiedades vinculadas se describe mediante el concepto de entidad (*feature*). Un objeto GeoJSON de esa tipología se caracteriza por:

1. Contener un miembro con la clave *“geometry”*, al cual se le asocia el valor de un objeto de tipo geometría (tal y como se ha definido con anterioridad) o el valor nulo.
2. Contener un miembro con la clave *“properties”*, cuyo valor puede ser cualquier objeto JSON o el valor nulo.
3. Si una entidad posee un identificador que permite diferenciarla del resto de entidades de una misma categoría, el identificador se especifica como el valor asociado a la clave *“id”*, formando parte de un nuevo miembro del objeto de tipo entidad.

➤ *Colección de entidades*

Un objeto GeoJSON que agrupa una colección de entidades se corresponde con el tipo *“FeatureCollection”*. Este tipo de objetos debe contener un miembro con la clave *“features”*, que llevará asociado un valor correspondiente con una cadena, la cual se compondrá de objetos de tipo entidad.

➤ *Sistema de referencia de coordenadas*

Para conocer en qué sistema de referencia están expresadas las coordenadas asociadas a la geometría de un objeto GeoJSON es preciso definir el miembro *“crs”*, que apunta a un nuevo objeto JSON. Si no se especifica este miembro, se entiende que se hereda el mismo del objeto GeoJSON padre del mismo y así sucesivamente. En caso de que en toda la jerarquía de objetos no se halle tal información, entonces se aplica el sistema por defecto: coordenadas geográficas (latitud, longitud) expresadas en grados decimales.

El nuevo objeto GeoJSON se caracteriza por las siguientes particularidades:

1. El valor asociado al miembro (objeto) *“crs”* debe ser un objeto JSON o el valor nulo. Si el valor es nulo, no se asocia ningún sistema de referencia.
2. El miembro (objeto) *“crs”* siempre debe figurar en el objeto principal dentro de una jerarquía de objetos GeoJSON y no puede repetirse o sobrescribirse en ninguno de los objetos secundarios.
3. Un objeto CRS debe tener dos miembros: *“type”* y *“properties”*. El valor del primero debe ser una cadena de texto que indica el tipo de objeto CRS. El valor del segundo debe ser un objeto.

Un objeto CRS puede indicar el sistema de referencia mediante su nombre o utilizando un enlace al mismo. Si se referencia mediante el nombre, el valor *“name”* se asocia a la clave *“type”*. El valor asociado al segundo de los miembros (*“properties”*) debe contener, a su vez, un miembro con la clave *“name”*, cuyo valor debe ser una cadena que identifique el sistema de referencia. Para ello, la especificación recomienda la utilización de la nomenclatura definida por el OGC (por ejemplo *“urn:ogc:def:crs:OGC:1.3:CRS84”*), en vez de otros como los definidos por el *European Petroleum Survey Group* (EPSG) (en el ejemplo anterior el equivalente sería *“EPSG:4326”*).

```
"crs": {
  "type": "name",
  "properties": {
    "name": "urn:ogc:def:crs:OGC:1.3:CRS84"
  }
}
```

En cambio, cuando se determina el sistema de referencia mediante un enlace a la web, el valor asociado a la clave *“type”* debe ser *“link”* y el valor de la clave *“properties”* debe ser un objeto *Link*.

El objeto *Link* tiene un único miembro obligatorio, cuya clave es *“href”* y otro opcional con la clave *“type”*. El valor asociado a *“href”* debe ser un identificador de recursos universal (URI) y el correspondiente a *“type”* debe ser una cadena que exprese el formato utilizado para representar el sistema de referencia dentro del URI especificado en el miembro anterior.

```
"crs": {
  "type": "link",
  "properties": {
    "href": "http://example.com/crs/42",
    "type": "proj4"
  }
}
```

La especificación recomienda utilizar los formatos *“proj4”*, *“ogcwkt”* o *“esriwkt”*, aunque puedan utilizarse otros.

8.6.3. ¿XML o JSON?

Es mucha la controversia generada en torno a la conveniencia de utilizar XML o JSON como formato para la representación de información en general y geográfica en particular. Sin embargo, antes de tomar decisión alguna es necesario tener muy claro que se están comparando dos cosas diferentes; XML es un lenguaje y JSON un formato.

Aunque en la mayoría de los casos se utilice XML como un simple formato para encapsular y transmitir información (en este aspecto sí que podría compararse su función como equivalente a la de JSON), en la práctica XML nos permite, entre otras cosas, la definición de atributos (los cuáles permiten expresar metadatos sobre la información en forma de atributos de los elementos XML) y espacios de nombres, el establecimiento de esquemas (como garantía de integridad estructural de documentos que recogen información del mismo dominio) o la definición de transformaciones mediante XSL (habilitando la posibilidad de transformar documentos entre diferentes esquemas).

Todo ello permite asegurar que XML ofrece mayores posibilidades desde un punto de vista funcional, aunque en determinados escenarios en los que solo se precisa enviar información, JSON ofrezca como principal beneficio su mayor simplicidad y, por tanto, su menor consumo de ancho de banda de red. Este hecho es el que está motivando una creciente adopción de JSON como formato de encapsulación de información para su transmisión por la web, especialmente en el dominio de los servicios invocables mediante API REST.

8.7. CONCLUSIONES

A lo largo de este capítulo se han descrito los lenguajes de etiqueta más empleados en el entorno de las IDE, ya sea para el intercambio de datos como el XML y aquellos vinculados con la transferencia de datos geográficos, GML, o su visualización, KML.

También se han descrito las bases de los lenguajes HTML y las páginas de estilo CSS, ampliamente utilizados en la implementación de los visualizadores.

Finalmente se ha descrito el lenguaje JSON y su variable geográfica GeoJSON, creados a partir de la necesidad de desarrollar mecanismos de comunicación más ligeros para transmitir los altos volúmenes de datos que son cada vez más demandados. Estos lenguajes se plantean como sustitutos de XML y GML, aunque hoy en día conviven ambos.

8.8. REFERENCIAS

Benatallah, B., Casati, F. y Traverso, P. (2005). *Service-Oriented Computing: A research roadmap. Proceedings of the 3rd International Conference on Service Oriented Computing*. Springer, Amsterdam.

Bianco, P., Lewis, G., Merson, P. y Simanta, S. (2011). *Architecting Service-Oriented Systems*. Carnegie Mellon University, Pittsburgh.

Diferencia entre KML y GML, artículo de Susan Smith, editora de GIScafé. <http://www10.giscafe.com/blogs/gissusan/2009/07/30/the-difference-between-kml-and-gml/>

Erl, T. (2008). *SOA: Principles of service design*. Prentice Hall, New York.

Estándar KML del *Open Geospatial Consortium* (OGC). <https://www.ogc.org/standards/kml>

Estándar GML del *Open Geospatial Consortium* (OGC). <https://www.ogc.org/standards/gml>

Fielding, R. (2000). *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*. PhD Tesis. Irvine (Estados Unidos de América): University of California.

Garbajosa, J., Soriano, F.J. y Moreno, J.J. (2008). Informe de Vigilancia Tecnológica de madrid+d en Tecnologías. Tecnologías Software Orientadas a Servicios. Madrid (España): Fundación madrid+d para el Conocimiento.

GML, presentación de Clemens Portele (*Interactive Instruments GmbH*) en la reunión plenaria de ISO/TC 211 en Pallanza (2004-10-03).

<https://committee.iso.org/sites/tc211/home/standards-in-action/presentation-archive/2004-10-pallanza.html>

GML, presentación de Clemens Portele (Interactive Instruments GmbH) en la reunión plenaria de ISO/TC 211 en Berlín 2003-10-31).

González, J.C. (2015). Arquitecturas para SIG Distribuidos. Trabajo Fin de Master. Madrid: UNED.

Manual de HTML. <http://www.webestilo.com/html/>

Manual de Javascript. <http://www.webestilo.com/javascript/>

Richardson, L. y Ruby, S. (2007). *RESTful Web Services*. O'Reilly.

SOA. *SOA Patterns*. [En línea] Arcitura Education Inc., 2014. <http://www.soapatterns.org/>

**«Escribir es un
oficio que se
aprende
escribiendo»**

Simone de Beauvoir

Introducción a JavaScript

Francisco Javier Ariza López

Universidad de Jaén

Capítulo

9

Contenido

| | | |
|------|---|-----|
| 9.1. | INTRODUCCIÓN | 313 |
| 9.2. | JAVASCRIPT | 313 |
| 9.3. | HERRAMIENTAS PARA ESCRIBIR CÓDIGO JAVASCRIPT | 315 |
| 9.4. | JAVASCRIPT Y HTML | 315 |
| 9.5. | ELEMENTOS BÁSICOS DE JAVASCRIPT | 317 |
| 9.6. | FUNCIONES EN JAVASCRIPT Y ÁMBITO DE LAS VARIABLES..... | 322 |
| 9.7. | OBJETOS EN JAVASCRIPT | 323 |
| | 9.7.1. <i>HTML Document Objetc Model (HTML DOM)</i> | 326 |
| | 9.7.2. <i>Browser Object Model (bOM)</i> | 329 |
| 9.8. | CONCLUSIONES..... | 334 |
| 9.9. | REFERENCIAS | 335 |

9.1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo se dedica a JavaScript, lenguaje de programación que se utiliza para dar dinamismo a las páginas HTML y que, también, es la base de algunas librerías (p.ej. *Open Layers*) que permiten acceder a servicios web con gran comodidad. Según lo indicado, este capítulo es complementario al de HTML y al de cualquier otra tecnología web (p.ej. CSS, JSON, AJAX, GML, etc.), pues JavaScript es el lenguaje de programación preferido para la parte cliente.

Como objetivos de este tema se plantean el dar a conocer las características más generales de JavaScript, en tanto y cuanto a lenguaje de programación, y sus relaciones con el entorno en el que se desarrolla, es decir, con las páginas HTML y con el navegador en el que el código JavaScript es interpretado. Por este motivo, junto con las características generales se presentan el *HTML Document Object Model* y *Browser Object Model* que son las interfaces que permiten acceder y dinamizar los contenidos de una página HTML y relacionarse con el entorno de ejecución (el navegador).

El tema está desarrollado considerando que el lector ya dispone de conocimientos de programación, de tal manera que no se realiza un desarrollo completo y desde cero. Se comentan algunas características específicas de JavaScript, sin pretender realizar un barrido riguroso, pero sí lo suficientemente amplio como para que pueda servir de primer manual o documento de referencia básico. Se incluye pequeños ejemplos que ilustran algunos casos que consideramos pueden ser de interés.

Existen numerosos manuales y recursos web sobre JavaScript, desde aquí se recomienda la consulta de <http://www.w3schools.com/> que ofrece todos los recursos necesarios para la programación web (HTML, CSS, JS, XML, etc.). Se trata de un recurso de gran calidad, siempre actualizado, con información relativa a todos los elementos de los distintos lenguajes que pueden usarse en programación web, tanto del lado del servidor como del cliente. Además, permite probar de manera interactiva los códigos de todos los numerosos ejemplos que muestra.

9.2. JAVASCRIPT

Para dotar de cierta lógica y dinamismo (p.ej. chequeos, capacidad de computación, ejecución de algoritmos, etc.) a las páginas HTML se requiere de programación. Usualmente esto se hace mediante guiones de programas (scripts). Se trata de lenguajes interpretados (no son ejecutables), que se incrustan o vinculan con las páginas HTML. Son varias las opciones que existen, pero una de las más extendidas es JavaScript.

JavaScript (JS) es un lenguaje de programación desarrollado por Netscape y Sun Microsystems que fue adoptado inicialmente por la ECMA (*European Computer Manufacturers Association*) como estándar (ECMA-262) y posteriormente por ISO/IEC-16262. Dada su vinculación con la ECMA, también se le denomina ECMAScript. En la actualidad, se dispone de la 7ª edición y es accesible en la dirección: <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-262.htm>. La versión más extendida entre los navegadores es la 5.1. El nombre

JavaScript es una marca registrada que, en la actualidad pertenece a Oracle. Desde sus inicios tuvo gran popularidad y fue adoptado de forma masiva en Internet, si bien sus limitaciones gráficas iniciales y la aparición de Flash disminuyeron su difusión. Con la aparición de la tecnología AJAX y, finalmente, con HTML5 está tomando una renovada fuerza. En la actualidad su uso también está extendido fuera del ámbito web, como por ejemplo en el paquete Adobe Acrobat, que permite incluirlo dentro de ficheros PDF.

JS es un lenguaje interpretado, lo que significa que no existe un fichero ejecutable, sólo líneas de código que tienen que ser leídas por un programa que las interprete y ejecute. Este programa es el navegador. JS es orientado a objetos y está basado en prototipos. La orientación a objetos (POO) es el paradigma más extendido actualmente en el campo de los lenguajes de programación y significa que todos sus elementos se consideran como objetos que pertenecen a unas categorías de objetos que implementan capacidades de herencia, polimorfismo, encapsulación, etc. La programación basada en prototipos es un estilo de POO en la que los objetos se crean por clonación de otros objetos. Se trata de un lenguaje imperativo, es decir, las instrucciones van indicando las acciones que se han de tomar, como ocurre en la mayoría de los lenguajes de programación y en contraposición a los lenguajes declarativos. Finalmente, se trata de un lenguaje débilmente tipado y dinámico. Es débilmente tipado pues no controla los tipos de variables que declaran de tal manera, y es dinámico pues los tipos se pueden cambiar en tiempo de ejecución.

Su sintaxis tiene influencia de C y Java. Su nombre crea cierta confusión con Java, con el que comparte bastantes aspectos, pero no está relacionado con él y su semántica es distinta. JavaScript se desarrolló para ser implementado como parte de los navegadores (lado del cliente), es decir, para dar soporte y permitir la interacción y dinamismo con el usuario (parte cliente). Por tanto, tiene una gran integración con el modelo de páginas web y con HTML, y puede ser ejecutado por los principales navegadores. También existen desarrollos JS en la parte del servidor, como por ejemplo Node.js.

Se trata de un lenguaje que tiene ciertas limitaciones¹:

- ↪ No pueden comunicarse con otros recursos.
- ↪ No pueden interactuar con otras ventanas que las creadas por ellos mismos.
- ↪ No pueden modificar las preferencias del navegador.
- ↪ No pueden acceder (ni lectura ni escritura) a los archivos del usuario.

¹ Los riesgos de seguridad se limitan básicamente mediante dos restricciones: a) ejecución en un entorno aislado y limitado (*sandbox*) relacionado con la web y sin capacidades generales (p.ej. acceso a archivos), b) política del mismo origen, de tal manera que los scripts de un sitio web sólo pueden interactuar con lo que procede de ese lugar web (esquema, host y nº de puerto) y no con los demás sitios web.

9.3. HERRAMIENTAS PARA ESCRIBIR CÓDIGO JAVASCRIPT

La escritura de código JS no difiere de la escritura de cualquier otro lenguaje de programación, si bien es cierto que su capacidad de integración con HTML le dotan de algunas peculiaridades y, en esta línea, en el apartado siguiente se tratará sobre cómo se incorpora el código JS en el código HTML. De esta forma, según se escriba código JS o código JS embebido en código HTML, se debe buscar un editor que sea adecuado para cada una de estas funciones.

Los editores de código que poseen amplias capacidades de depuración se denominan entornos de desarrollo integrado (IDE, *Integrated development environment*). Estos gestores de proyectos de programación ofrecen capacidades de edición avanzadas (p.ej. autocompletado inteligente, inspección de código, etc.), herramientas avanzadas de depuración, los compiladores e intérpretes necesarios, herramientas de control de versiones, capacidades de refactorización, navegador de clases, navegador de librerías, etc. Dentro de los IDE existen opciones de pago (p.ej. Visual Studio) y otras totalmente libres (p.ej. Netbeans, Eclipse, etc.). Se trata de paquetes que pueden ser pesados y complejos, pero a la vez muy potentes en su cometido. Son la mejor opción si ya se dispone de alguna experiencia previa en su uso con algún otro lenguaje de programación, o si se van a realizar proyectos complejos y multilinguaje.

Otra opción más sencilla, y también con menos capacidades, es el uso de algún editor de texto con capacidades de gestión de la sintaxis de JS. Las ventajas de esta opción es que se trata de programas muy ligeros, sencillos de instalar y de rápida ejecución, que permiten trabajar con numerosos lenguajes de programación y que, en algún caso (p.ej. Notepad ++), podemos estar ya familiarizados con ellos al tener experiencia de uso como editor de textos. Junto a Notepad++ se pueden considerar Brackets, Komodo Edit, Visual Studio Code, etc. Son una opción adecuada si se van a realizar programas cortos y de poca complejidad.

9.4. JAVASCRIPT Y HTML

Si bien JS puede combinarse con numerosos lenguajes y utilizarse en numerosos dispositivos, en este tema la utilización de JS queda limitada a su integración con HTML para su interpretación por un navegador web, que será el software donde se ejecuten una aplicación de cliente ligero. Por ello, se han de conocer las distintas formas de conseguir esta integración.

Existen tres formas básicas de incluir código JS en un documento HTML para que sea interpretado por el navegador:

- **Externa.** Consiste en indicar la existencia de un fichero externo que ha de cargarse. Se pueden incluir tantos ficheros externos como se necesite, y en cualquier parte del documento HTML. Para ello se utiliza el elemento `<script></script>` de HTML con indicación del origen o fuente de código (src). Si se necesitan cargar varios recursos de esta forma, cada uno requerirá su propia pareja de etiquetas `<script>` `</script>`. El Código 1

muestra un ejemplo de esta opción, en concreto es la carga de la librería OpenLayers, que está escrita en JS.

```
<script src="http://openlayers.org/api/OpenLayers.js" type="text/javascript"></script>
```

Código 1

- ▭ **En sección de código.** Se abre una sección de código dentro del fichero HTML y se incluye el código necesario. Se pueden abrir todas las secciones que se necesiten y en cualquier parte del documento HTML (p.ej. en el cuerpo o en la cabecera del documento HTML), aunque es preferible que vaya al final del cuerpo, para mejorar la carga de la parte gráfica de la página, salvo todo lo que pueda depender de las acciones del usuario que se situarán convenientemente en línea. Para ello se utiliza el elemento `<script></script>` de HTML, con la inclusión de todo el código entre las etiquetas de apertura y cierre. El Código 2 muestra un ejemplo de esta opción, en concreto se trata de la instanciación de los objetos `map` y `wms` como instancias de las clases `OpenLayers.Map` y `OpenLayers.Layer.WMS` y de la invocación de un método que añade la capa `wms` al objeto `map` y que aplica un zoom a la totalidad de la extensión del objeto `map`.

```
<script type="text/javascript">
  var map= new OpenLayers.Map("map");
  var wms = new OpenLayers.Layer.WMS( "OpenLayers WMS",
    "http://vmap0.tiles.osgeo.org/wms/vmap0", {layers: 'basic'} );
  map.addLayer(wms);
  map.zoomToMaxExtent();
</script>
```

Código 2

- ▭ **En línea.** Dentro de los elementos HTML se puede incluir código JS. Para ello se utiliza algún atributo del elemento HTML vinculado a un evento. Es la opción menos utilizada y que genera más problemas dado que ensucia y el código de la página dificultando su mantenimiento. El Código 3 presenta un ejemplo de este caso, en él se utiliza el evento `onclick` de un elemento HTML para ejecutar una sentencia JS, en este caso mostrar un mensaje de alerta.

```
<p onclick="alert('Un mensaje de prueba')">Párrafo que al hacer click genera un mensaje de prueba.</p>
```

Código 3

De las tres opciones anteriores la mejor suele ser el recurso externo. De esta forma el fichero HTML sólo contiene código HTML y el código JS puede ser utilizado por múltiples páginas. Esto proporciona una clara ventaja en el mantenimiento: al modificar el código todas las páginas se benefician de dicha modificación sin necesidad de ir una por una actualizando el código de su interior. Además, los ficheros externos quedan en la caché y así puede agilizar la carga de las páginas. Los archivos externos de JS son documentos de texto plano con la extensión `*.js` y, como ya se ha indicado, se pueden editar con cualquier editor de textos, en este caso no se usan las etiquetas `<script> </script>` pues son marcas de HTML y el fichero externo es sólo JS.

La etiqueta `<script> </script>` posee los atributos que se indican en la Tabla 9.1. JS es un tipo MIME y se declara de la siguiente manera: `<script type="text/javascript">`. En la actualidad este atributo (*type*) ya no es necesario pues JS es el lenguaje por defecto en HTML.

Tabla 9.1. Atributos de la etiqueta script

| Atributo | Valor | Descripción |
|----------|------------------|---|
| async | async | Especifica si el script se ejecuta asíncronamente (solo para código externo) |
| charset | <i>charset</i> | Especifica la codificación de caracteres para un fichero de código externo |
| defer | defer | Especifica que el código se ejecuta al final del parseado de la página (solo para código externo) |
| src | <i>URL</i> | Especifica la URL de un fichero externo |
| type | <i>MIME-type</i> | Especifica el tipo MIME del script |

En cualquier caso, cualquier programa o parte de programa JS se ejecuta línea a línea de manera interpretada por el navegador.

9.5. ELEMENTOS BÁSICOS DE JAVASCRIPT

La sintaxis de JS es muy similar a la de otros lenguajes de programación (C, Java). La Tabla 9.2 recoge algunas de sus principales reglas.

Tabla 9.2. Principales reglas de la programación en JavaScript

| Reglas de la programación en JavaScript | |
|---|--|
| – | No se considera los espacios en blanco y líneas. El intérprete ignora los espacios en blanco sobrantes. El uso de espacios en blanco y líneas permite organizarlo visualmente de una manera cómoda para entender su estructura, pero no molesta al intérprete. |
| – | Es sensible a las mayúsculas/minúsculas. |
| – | No se define el tipo de dato de las variables. |
| – | Las variables se declaran con la palabra VAR y la misma declaración puede aprovecharse para realizar una asignación de valor (inicialización), pero esto no es obligatorio. |
| – | Una misma variable puede almacenar diferentes tipos durante la ejecución del script. |
| – | Los nombres de las variables sólo pueden estar formados por letras, número y símbolos (\$, _). |
| – | El primer carácter de una variable no puede ser numérico. |
| – | Se pueden usar variables sin declarar, pero esto no es aconsejable. |
| – | Los espacios en blanco entre variables, operadores, etc., son ignorados, aunque es recomendable su utilización. |
| – | No requiere terminar las sentencias con el carácter “;”. Sin embargo, se aconseja que se haga así. |
| – | Es posible incluir comentarios. Hay dos tipos. Los de una sola línea (<code>// Comentario...</code>) y los que ocupan varias líneas. Estos último se encierran de la siguiente manera: <code>/* Comentario...*/</code> . |

Los elementos básicos del lenguaje JS son variables, operadores, expresiones, comentarios y palabras reservadas (p.ej. `var`, `null`, `alert`, `return`, `function`, `prompt`, etc.).

Al igual que cualquier otro lenguaje de programación todo lo relacionado con la declaración y uso de las variables es fundamental para poder desarrollar código y

entender el código de terceros. La palabra VAR sólo debe utilizarse al definir por primera vez la variable (declaración), en el resto del código se utilizan los nombres asignados. Cuando se declara una variable también se le puede asignar un valor (inicialización). En JS no es obligatorio inicializar las variables, se pueden declarar por una parte y asignarles un valor posteriormente. Realmente en JS no es necesario declarar las variables, es decir, se pueden utilizar variables que no se han definido (con VAR) pero esto no es una buena práctica y por ello no se recomienda.

A continuación, se presentan algunos tipos de declaraciones y variables.

```
Var x = 423272.55; // real
Var x = 4187302.35; // real
Var id = 16; // entero
Var resultado = null; // valor null
```

Las variables pueden tomar valores *null* y *undefined*. Null es un valor nulo pero que no es cero.

Por otra parte, las variables toman valores de manera dinámica, es decir, que en un momento determinado pueden ser valores de tipo real, en otro entero, en otra cadena, etc., por ejemplo:

```
Var x = 423272.55;
Var x = 423272;
Var x = "Jaén";
```

Con las variables se puede operar (p.ej. sumar, restar, multiplicar, dividir, etc.). La Tabla 9.3 presenta la lista de operadores matemáticos, lógicos, de asignación y la prioridad o prelación que tienen. Las expresiones son combinaciones de variables, valores y operadores que se organizan para obtener un resultado.

Tabla 9.3. Operadores en JavaScript

| Operadores en JavaScript | | | |
|---|--|------------------------------------|--------------------------------------|
| Operadores matemáticos | | | |
| + Suma % Módulo | - Diferencia ++ Incremento | * Multiplicación -- Decremento | / División - Negación |
| Operadores de comparación | | | |
| = Igual a === Exactamente igual (valor y tipo) | != Distinto !== Distinto en valor o tipo | > Mayor que < Menor que | >= Mayor o igual <= Menor o igual |
| Operadores de asignación | | | |
| = Asignación | + = Suma o concatenación - = Resta | * = Multiplicación / = División | %= Módulo |
| Operadores lógicos | | | |
| && and | or | ! not | |
| Prelación | | | |
| Mayor | () !, -, ++, -- *, /, % +, - <, <=, >, >= | | |

| | |
|-------|-------------------------------------|
| Menor | =, != =, + =, - =, * =, / =, % = |
|-------|-------------------------------------|

Las variables también pueden ser de carácter no numérico, por ejemplo:

```

Var cumple = true; // Booleano
Var Nocumple = false; // Booleano
Var Nombre1 = "Jaén" // cadena
Var Nombre2 = "Este texto tiene 'comillas' simples" // cadena
Var Nombre3 = 'Este texto tiene "comillas" dobles' // cadena

```

En el ejemplo anterior se han mostrado dos casos relativos a cadenas que contienen caracteres que pueden ser conflictivos. En general los caracteres que pueden ser conflictivos deben escaparse², para ello se utiliza el código "\" delante del carácter en cuestión, así:

- ▭ Una nueva línea: \n
- ▭ Un tabulador: \t
- ▭ Una comilla simple: \'
- ▭ Una comilla doble : \"
- ▭ Una barra inclinada: \\\

De esta forma, utilizando escapes, los casos anteriores quedarían:

```

Var Nombre2 = "Este texto tiene \'comillas\' simples" // cadena
Var Nombre3 = "Este texto tiene \"comillas\" dobles" // cadena

```

Un elemento básico de todo lenguaje de programación son los vectores y matrices (*arrays*). La forma de definirlos es la siguiente:

```
var vector1 = [valor1, valor2, valor3, ..., valorn]
```

Que es válido tanto para valores numéricos como alfanuméricos:

```

Var vector_numeros = [1, 100, 55, 77]
Var vector_nombres = ["Jaén", "Jamilena", "Jimena"]

```

Pero que también se puede definir de esta otra forma:

```

var ciudades = new Array();
ciudades[0]="Jaén";
ciudades[1]="Jamilena";
ciudades[2]="Jimena";

```

El acceso a los elementos se realiza con el nombre de la variable y el índice del elemento dentro de corchetes, por ejemplo la expresión `ciudades[1]` se evaluaría a Jamilena.

También se puede definir estructuras de datos que contengan de manera ordenada la información necesaria en forma de clave/valor, por ejemplo:

```
var capital={nombre:"Jaén", codigo_ine:"23000", poblacion:120000};
```

que luego podrá ser accedida de cualquiera de las dos formas siguientes:

```

ciudad=capital.nombre;
ciudad=capital["nombre"];

```

² Se utiliza esta expresión por los códigos de "escape".

Muchas veces puede ser interesante mostrar un mensaje (p.ej. advertencia, información, etc.) usando un cuadro de diálogo modal. En este caso se puede utilizar la función `alert()` (`window.alert()`), que muestra en el cuadro de diálogo la variable que se le pase, por ejemplo:

```
alert ("Hola mundo");
```

Otras funciones interesantes y que permiten mostrar salidas en distintos elementos contenedores son las siguientes:

- ↪ En el documento HTML. Se escribe dentro del propio documento HTML desde el que se llama al código JS. Es útil para hacer un HTML que se cree al vuelo, en ejecución. Un ejemplo sencillo es:

```
document.write("Hola"); //escribe en el documento HTML
```

- ↪ En un elemento HTML. Se tiene que tener identificado un elemento HTML, este elemento se selecciona dentro del documento HTML y se escribe su contenido HTML. Es útil para dar dinamismo a los contenidos HTML de los elementos HTML. Un ejemplo sencillo es:

```
document.getElementById("C1").innerHTML = "Hola";//escribe en un elemento con id="C1"
```

- ↪ En la consola del navegador. Se escribe fuera del documento HTML, en este caso en la consola del navegador, es útil para depurar código. Un ejemplo sencillo es:

```
console.log("Hola"); //Escribe en la consola del navegador
```

Existen cuadros de diálogo adecuados para recoger la interacción con el usuario. Un cuadro de diálogos de este tipo es el de confirmación `confirm()`, que mostrará dos botones, uno de aceptar y otro de cancelar. Para usarlo se debe usar una variable que tome el valor (`true/false`) de la decisión del usuario, por ejemplo:

```
respuesta = confirm("¿Desea salir de la aplicación?");
```

El cuadro de diálogo de tipo `prompt()` es un cuadro de entrada que sirve para recabar un valor de entrada proporcionado por el usuario. La estructura es `prompt(mensaje [, valor por defecto])`. De esta forma, se presenta el mensaje que se desee e incluso un valor por defecto que se ofrece. Un ejemplo es:

```
respuesta = prompt ("Por favor introduzca la localidad", "Jaén");
```

Y los posibles resultados que se obtienen en la variable `respuesta` son:

- ↪ Si se introduce un valor, el introducido por el usuario.
- ↪ Si se da a aceptar el valor propuesto por defecto, si no hay valor, respuesta será `undefined`.
- ↪ Si se pulsa cancelar, respuesta será `null`.

Las estructuras de control (p.ej. decisión y repetición) son otro elemento básico de todo lenguaje de programación y JS proporciona básicamente las mismas que otros lenguajes. La Tabla 9.4 presenta un esquema de las principales. De las estructuras

se puede salir con un `break`, también se puede saltar la iteración actual con un `continue`. Con `break` se puede mandar a una parte del código etiquetada³.

Tabla 9.4. Principales Estructuras de decisión y control en JavaScript

| Estructuras de decisión y control en JavaScript | |
|---|--|
| Estructuras de decisión | |
| <pre>if (condición) acciones1 [else acciones2]</pre> | <pre>if (condición1) {acciones1} else if (condición2) {acciones2} else {acciones3}</pre> |
| Estructura de selección | |
| <pre>switch(valor){ case 1: acciones1 break; case 2: acciones3 break; default: acciones }</pre> | |
| Estructuras de repetición | |
| <pre>for (expresión; condición; operación) { acciones; }</pre> | <pre>for (x in objeto) { acciones; }</pre> |
| <pre>While (condición) { Acciones; }</pre> | <pre>do { acciones; } while (condición);</pre> |

Otra estructura de gran interés práctico es la de captura de errores. Su forma es la siguiente:

```
try
{
  //acciones
}
catch(err)
{
  //gestión del error
}
```

De tal forma que la primera parte de la estructura cubre las acciones incluidas y si ocurre un error el programa lo captura y salta a la parte de gestión, donde se puede dar aviso o intentar recuperarse del error.

³ La forma de establecer una etiqueta es sencilla, basta con poner un nombre y seguirlo de dos puntos (p.e. "etiqueta1:"). Esto genera un salto equivalente a un `GoTo`. Esta forma de programar puede ser propensa a errores.

9.6. FUNCIONES EN JAVASCRIPT Y ÁMBITO DE LAS VARIABLES

Una función JS definida por el usuario no es más que un conjunto de líneas de código agrupadas bajo un nombre, que tienen unas entradas y unas salidas. Las funciones están presentes en todos los lenguajes de programación y son muy útiles para organizar el código en grupos de acciones que forman la estructura del programa. En otros lenguajes también se les denomina procedimientos o subrutinas. Las funciones permiten definir el código una sola vez y utilizarlo múltiples veces, lo que significa mayor comodidad de desarrollo, depuración, mantenimiento, menor volumen de código, etc.; es decir, numerosas ventajas para el programador. En JS quedan definidas de la siguiente forma:

```
function nombre_funcion(argumento1, argumento2,...)
{
//Aquí el contenido perteneciente a la función (acciones)
return resultado;
}
```

Las funciones pueden ser invocadas por eventos (p.ej. *onchange* en elementos HTML), por otra parte del código JS e, incluso, invocarse automáticamente (auto invocado). Las funciones se invocan usando su nombre seguido del operador (), si no se utiliza el operador () lo que devolverá el sistema será el código que define la función, no su ejecución. Esto es así pues las funciones son objetos de JS que tienen incorporado este comportamiento. Otro elemento importante, como objeto, es que disponen de una lista accesible de argumentos.

A partir de su definición, las funciones trabajan de una manera semejante a una variable con la particularidad de sus argumentos de entrada y los valores que pudieran devolver. Es importante indicar que el número de argumentos que se pasa debe ser el mismo que el número de argumentos que ha indicado en la definición de la función, sin embargo, JS no muestra error si la llamada se realiza con más o menos argumentos de los indicados en la definición de la función. JS tampoco chequea los tipos, que por otra parte no necesitan declararse al declarar la función. Los argumentos que se pasan lo hacen por valor, es decir, se toma el valor e incluso se puede modificar, pero esto no se refleja fuera de la función. Por contraposición, los objetos se pasan por referencia, por lo que si una función modifica alguna propiedad del objeto, esta propiedad se habrá modificado fuera de la propia función.

Si la función resulta en un valor, éste se puede recoger haciendo una declaración de variable con asignación de llamada a la función:

```
Var Resultado = nombre_funcion(argumento1, argumento2,...)
```

Es importante indicar que las sentencias de código tras `return` no se ejecutarán, al encontrar esta palabra clave el intérprete JS devuelve el control al punto desde que se invocó a la función.

Un aspecto importante en el uso de JS es que realiza lo que se denomina elevamiento ("*hoisting*"), que consiste en que el intérprete procesa todas las definiciones de variables y funciones al inicio, con independencia de dónde se encuentre su definición, ello permite invocar funciones antes de ser definidas. Otra

propiedad interesante de las funciones es que pueden autoinvocarse, es decir, ellas mismas se ejecutan sin necesidad de que nadie las invoque. Las funciones también pueden anidarse, y en esto es importante indicar que las funciones JS siempre tienen acceso a su ámbito superior, es decir, que una función anidada tiene acceso a las variables de la función que la anida, y una función normal a las variables globales. Esta situación permite definir lo que se denominan “*closures, lexical scoping* o *static scoping*”, de tal manera que la función anidada tiene acceso al ámbito de su función padre, incluso cuando la función padre se ha cerrado.

Otro aspecto importante es el ámbito de visibilidad o acceso de las variables y objetos. Como en otros lenguajes las variables pueden ser locales y globales. Una variable global se define en cualquier parte del programa y está disponible en cualquier parte del programa, incluso dentro de las funciones y todos los elementos de la página web pueden accederla, estas variables se crean con `var` y pertenecen al objeto `window`. Las variables globales pueden ser accedidas y cambiadas por todas las partes de código (scripts) de la página y del objeto `window`. En el caso de las variables definidas dentro de las funciones se puede especificar si serán locales o globales. Así, una variable creada con `var` dentro de una función es local, lo que indica que podrá ser usada dentro de la función pero que fuera carecerá de valor asignado. Los parámetros de las funciones se comportan como variables locales dentro de la función. Una variable a la que se le asigna valor y se crea sin `var` dentro de una función se convierte automáticamente en global. Toda variable creada sin `var` es una variable global, con independencia de donde se cree. Si una función define una variable local con el mismo nombre que otra global, prevalece la variable local sobre la global, pero sólo en la función. Por ello, se recomienda definir como locales las variables de uso exclusivo de cada función. En JS el ámbito global corresponde a todo el entorno JS, pero en HTML el ámbito global corresponde al objeto `window`. Como se ha indicado, todas las variables globales pertenecen al objeto `window`.

En relación a la vida de las variables, ésta está vinculada a su creación y contenedor. La vida empieza con la declaración y, en el caso de las variables locales, se borran cuando se termina de ejecutar la función y, en el caso de las globales, cuando se cierra la página web.

9.7. OBJETOS EN JAVASCRIPT

JavaScript ofrece todo el potencial de los lenguajes orientados a objeto⁴. Todos los elementos de JavaScript son objetos. Así, por ejemplo, la definición de la variable `x`:

```
Var x = "Jaén";
```

JS crea un objeto de tipo cadena que posee, entre otras, las siguientes propiedades y métodos de los que no ha tenido que preocuparse el programador:

```
x.length;  
x.indexOf();  
x.replace();  
x.search();  
x.toUpperCase();
```

⁴ Como en cualquier otro lenguaje de programación los objetos poseen propiedades, métodos y eventos.

En el fondo, un objeto JS es como una variable que puede poseer varios atributos y funciones asociadas y que se puede acceder a ellos a partir de las instancias que se crean, es decir, una variable que contiene variables y funciones. Por ejemplo, podemos definir la variable `RME` (rectángulo mínimo encuadrante) con sus propiedades de interés para nosotros:

```
Var RME = {Xmin:430000", Ymin:"4130000", Xmax:"460000",  
Ymax:"4160000"};
```

Como se observa, los valores que se añaden se escriben como parejas `nombre:valor` separadas por comas y se les denomina propiedades. En este sentido JS es similar a PHP, Python, C, Java, etc.

Las propiedades de los objetos pueden ser valores, otros objetos y funciones. Una propiedad del tipo método no es más que una función definida dentro del objeto bajo un nombre. Por ejemplo, para el caso anterior del `RME` se puede definir un método que calcule el área automáticamente (Código 4):

```
var RME = {Xmin:430000, Ymin:4130000, Xmax:460000, Ymax:4160000,  
  areaRME: function() {  
    return ((this.Xmax-this.Xmin)*(this.Ymax-this.Ymin))+ " m2"; }  
};
```

Código 4

El acceso a las propiedades de un objeto, con independencia de si son propiedades de tipo valor o método, se realiza de la misma manera:

```
nombreObjeto.nombrePropiedad  
nombreObjeto.nombreMetodo()
```

se usa el nombre del objeto seguido de un punto y del nombre asignado a la propiedad o método:

Un aspecto importante es la forma de creación de los objetos. Esta creación se puede realizar de tres maneras distintas:

- ▭ Crear un único objeto mediante una expresión literal del objeto. Es la forma más sencilla. Los ejemplos mostrados anteriormente para el caso del `RME` son de este tipo.
- ▭ Crear un único objeto mediante una expresión literal del objeto usando la palabra reservada `new`, como en el siguiente ejemplo (Código 5):

```
var RME = new object();  
RME.Xmin = 430000;  
RME.Ymin = 4130000;  
RME.Xmax = 460000;  
RME.Ymax = 4160000;
```

Código 5

Pero este método es del todo semejante al anterior, por simplicidad se recomienda el primero de ellos.

- ▭ Definiendo un objeto constructor y creando objetos a partir del tipo de objeto que se ha creado como plantilla. Esto es útil si se necesitan instanciar

números objetos del mismo tipo. Por ello lo que se hace es establecer una función que crea la plantilla y luego invocarla con los valores específicos de cada instancia, como en el siguiente ejemplo (Código 6):

```
// el constructor
function RME(Xmin, Xmax, Ymin, Ymax){
  this.Xmin = Xmin;
  this.Xmax = Xmax;
  this.Ymin = Ymin;
  this.Ymax = Ymax;
  this.areaRME = function(){
    return ((this.Xmax-this.Xmin)*(this.Ymax-this.Ymin))+ " m2";
  };
}

// La creación de objetos del tipo RME
var miRME_1 = new RME(10, 20, 0, 10);
var miRME_2 = new RME(100, 200, 0, 100);
```

Código 6

En el código 6 aparece la palabra reservada `this`. Con esta palabra JS se refiere al objeto que posee el código. Si se usa en una función se refiere al objeto que posee el código de la función, si se usa en un objeto, se refiere al propio objeto. En un constructor `this` no tiene valor alguno, sólo es un sustituto o forma de referirse al nuevo objeto.

Conviene advertir que los objetos en JS son mutables pues se direccionan por referencia, no por valor, esto quiere decir que si se define un nuevo objeto a partir de uno ya existente, el cambio en cualquier propiedad de ellos afecta al otro objeto, pues ambos nombres de objeto se refieren a las mismas posiciones de memoria, no se ha realizado una copia, sólo un nuevo nombre para acceder a la misma parte de memoria.

Las propiedades de los objetos pueden ser recorridas por medio de un bucle sencillo (Código 7):

```
var texto= "";
for (x in miRME_2) {
  texto += miRME_2[x]+" ";
}
alert(texto);
```

Código 7

En cualquier momento del código se puede añadir o eliminar una propiedad de un objeto. Para añadirla basta simplemente con asignarle un valor:

```
nombreObjetoExistente.nombreNuevaPropiedad = valor;
```

Para borrar una propiedad de usa la palabra clave `delete`:

```
delete nombreObjetoExistente.nombrePropiedad_a_eliminar;
```

Finalmente, debe indicarse que todas las relaciones entre JS y las páginas HTML se hacen por medio de objetos, por lo que es conveniente conocer estos objetos, sus

propiedades y métodos más elementales. Se trata de conjuntos de objetos que se organizan en jerarquías y según lo que se denominan un modelo. Los objetos que ofrece el navegador se conforman como una jerarquía de composición, por lo que los objetos del nivel inferior son propiedades de los objetos del nivel superior. Básicamente se pueden considerar los siguientes modelos:

- ↪ **DOM (Document Object Model)**. Permite la relación entre JavaScript y los documentos HTML.
- ↪ **HTMLDOM (HTML Object Model)**. Permite la relación entre JavaScript y elementos HTML de un documento.
- ↪ **BOM (Browser Object Model)**. Permite la relación entre JavaScript y el navegador.

9.7.1. HTML Document Object Model (HTML DOM)

Cuando un navegador carga una página se crea un documento que sigue el modelo HTML DOM, que es un estándar del W3C. El documento es el elemento más importante con el que nos podemos relacionar y se organiza con una estructura arbórea y jerárquica (Figura 9.1). Mediante el DOM JS tiene la capacidad de acceder, modificar, y crear/destruir dinámicamente todos los componentes (elementos y propiedades, métodos y eventos de elementos), de un documento HTML y, por tanto, de una página web.

En el árbol de la Figura 1 todos los elementos son nodos:

- ↪ El documento es un nodo.
- ↪ Todos los elementos HTML son nodos.
- ↪ Todos los atributos HTML son nodos
- ↪ Los textos dentro de los elementos HTML son nodos.
- ↪ Los comentarios son nodos.
- ↪ Todos los elementos pueden tener nodos hijos del tipo elemento, texto o comentario.

Y la gestión se realiza mediante una lista de nodos que puede ser recorrida.

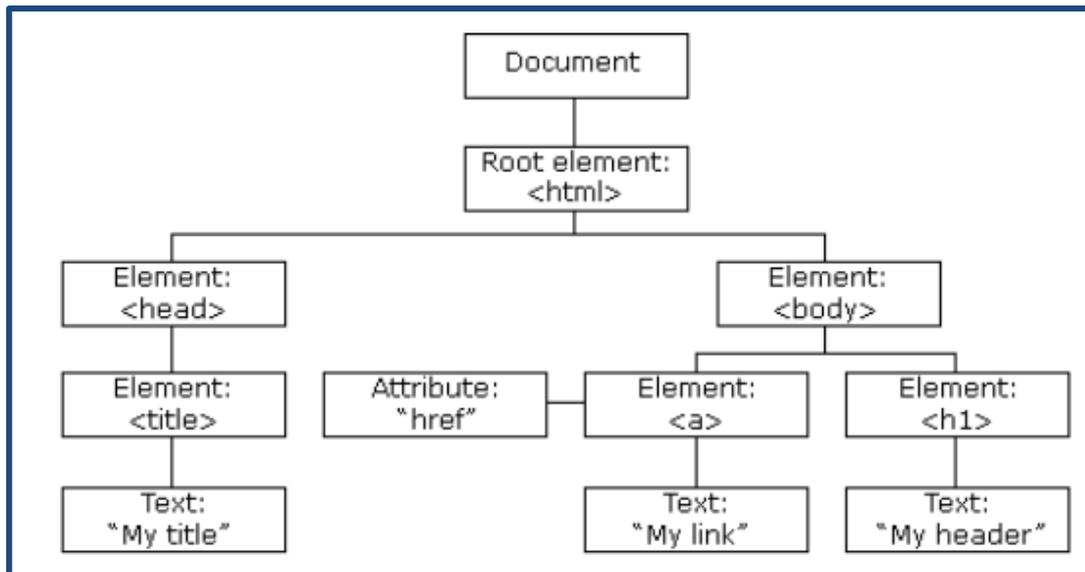


Figura 9.1. Jerarquía de elementos en un documento

Por tanto, un documento HTML se gestiona como un árbol, todas sus partes son nodos, todos los nodos están identificados y son accesibles. El documento HTML es el nodo raíz, todo nodo tiene un único padre, a excepción del nodo raíz que no tiene padre. Todo nodo puede tener hijos, y los nodos que cuelgan de un mismo padre son nodos hermanos. La Figura 9.2 presenta estas relaciones. Para navegar entre los nodos se pueden usar las siguientes propiedades:

- parentNode
- childNodes[nodenumbrer]
- firstChild
- lastChild
- nextSibling
- previousSibling

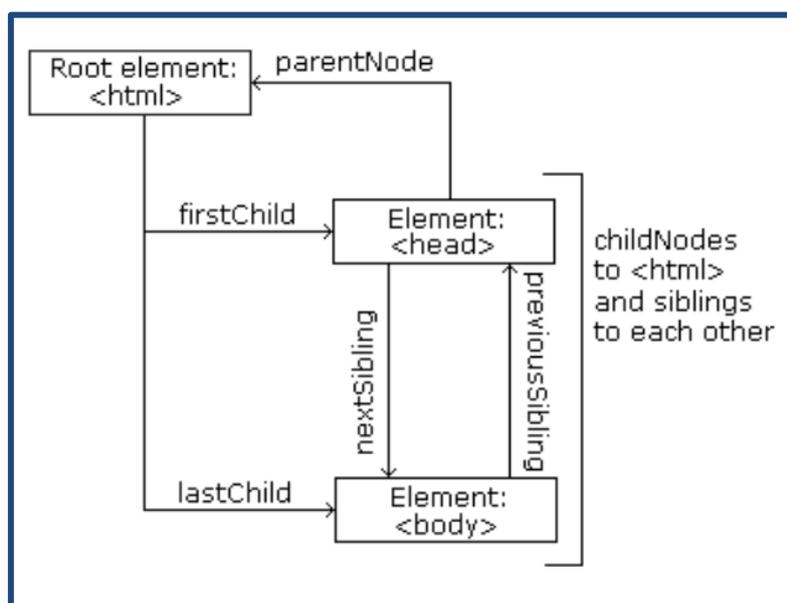


Figura 9.2 Jerarquía de elementos en un documento

Esto da la capacidad de que JS pueda interactuar con todos los objetos del árbol y sus propiedades y métodos. El acceso a los elementos se puede realizar bien por su identificador (`id`), su nombre (`tag name`) o por su clase (`class name`). El método más usual de acceso a un elemento es con su identificador por medio del método `getElementById`, por ejemplo:

```
var x1= document.getElementById("introducción");
var x2= document.getElementById("principal");
```

Otra opción es la siguiente:

```
var x3= document.getElementsByTagName("pate1");
```

En los dos ejemplos anteriores, se crea una variable JS que da acceso al elemento del DOM para poder trabajar con él. Para tener acceso al contenido del elemento HTML, la forma más sencilla consiste en utilizar la propiedad `innerHTML`. Las Tabla 9.5 y Tabla 9.6 presentan los métodos más usuales de trabajo y algunas de las formas más comunes de acceder a los objetos HTML. En el caso en que el método de búsqueda resulta en más de un elemento, lo ofrece como una lista accesible. Por ejemplo (Código 8):

```
var miListaNodos = document.getElementsByTagName("p");
alert(miListaNodos.length);
```

Código 8

Ofrece en la variable `miListaNodos` todos los elementos HTML del tipo `<p>` (párrafo). Por lo que mediante `miListaNodos[0]`, `miListaNodos[1]`, `miListaNodos[2]` podremos acceder a los elementos 1º, 2º y 3º de esa lista, respectivamente. En el ejemplo anterior también se muestra que un elemento lista tiene la posibilidad de ofrecernos su tamaño o longitud.

Tabla 9.5. Acceso y manipulación de elementos del DOM

| Método | Descripción |
|---|---|
| Encontrar un elemento HTML | |
| <code>document.getElementById(id)</code> | Encuentra el elemento por su id |
| <code>document.getElementsByTagName(name)</code> | Encuentra el elemento por su tag |
| <code>document.getElementsByClassName(name)</code> | Encuentra el elemento por su nombre de clase |
| Cambiar un elemento HTMLs | |
| <code>element.innerHTML = new html content</code> | Cambia el interior de un elemento |
| <code>element.attribute = new value</code> | Cambia el valor de un atributo de un elemento |
| <code>element.setAttribute(attribute, value)</code> | Cambia el valor de un atributo de un elemento |

| | |
|--|---|
| <code>element.style.property = new style</code> | Cambia el estilo de un elemento |
| Añadir o eliminar un elemento HTML | |
| <code>document.createElement(element)</code> | Crea un elemento |
| <code>document.removeChild(element)</code> | Elimina un elemento |
| <code>document.appendChild(element)</code> | Añade un elemento |
| <code>document.replaceChild(element)</code> | Sustituye un elemento |
| <code>document.write(text)</code> | Escribe en el documento HTML |
| Añadir un manejador de eventos | |
| <code>document.getElementById(id).onclick = function() {code}</code> | Añade código a un evento <i>onclick</i> |

Tabla 9.6. Búsqueda de objetos HTML

| Propiedad | descripción |
|---------------------------------------|--|
| <code>document.anchors</code> | Devuelve todos los elementos <code><a></code> que tienen un nombre de atributo |
| <code>document.baseURI</code> | Devuelve la URI absoluta del documento |
| <code>document.body</code> | Devuelve el elemento <code><body></code> |
| <code>document.documentElement</code> | Devuelve el elemento <code><html></code> |
| <code>document.documentMode</code> | Devuelve el modo usado por el browser |
| <code>document.domain</code> | Devuelve el nombre de dominio del servidor |
| <code>document.forms</code> | Devuelve todos los elementos <code><form></code> |
| <code>document.head</code> | Devuelve el elemento <code><head></code> |
| <code>document.images</code> | Devuelve todos los elementos <code></code> |
| <code>document.implementation</code> | Returns the DOM implementation |
| <code>document.links</code> | Devuelve todos los elementos <code><area></code> y <code><a></code> con atributo <code>href</code> |
| <code>document.title</code> | Devuelve el elemento <code><title></code> |
| <code>document.URL</code> | Devuelve la URL completa del documento |

9.7.2. Browser Object Model (bOM)

El *Browser object model* (BOM) es la interface que permite a JS hablar con el navegador en el que se está ejecutando, lo cual le ofrece múltiples capacidades y le hace muy potente. No hay un estándar oficial para el BOM pero casi todos los

navegadores incorporan los mismos métodos y propiedades para la interacción con JS.

El objeto base del BOM es la ventana `window` y representa una ventana abierta del navegador. Todos los objetos de JS, por tanto, los objetos, las variables, funciones, etc., pertenecen al objeto `window` en el que se ejecutan, es decir:

- ▭ Las variables globales son propiedades de un objeto ventana.
- ▭ Las funciones globales son propiedades de un objeto ventana.
- ▭ Un documento o página es una propiedad de un objeto ventana.

Si el documento contiene marcos (p.ej. `iframes`) cada uno de los marcos es una ventana. El documento HTML también es una propiedad del objeto `window`.

El BOM posee una estructura arbórea de objetos tal como se muestra en la Figura 9.3 donde se observa que `document` es el objeto que dependiendo de `window` se despliega en un abundante conjunto de elementos de HTML (HTML DOM). Muchos de estos elementos ya han sido presentados al tratar HTML. Como se observa en la figura, aparecen otros objetos nuevos como: `screen`, `location`, `history`, `navigator`. Todos ellos conforman el BOM.

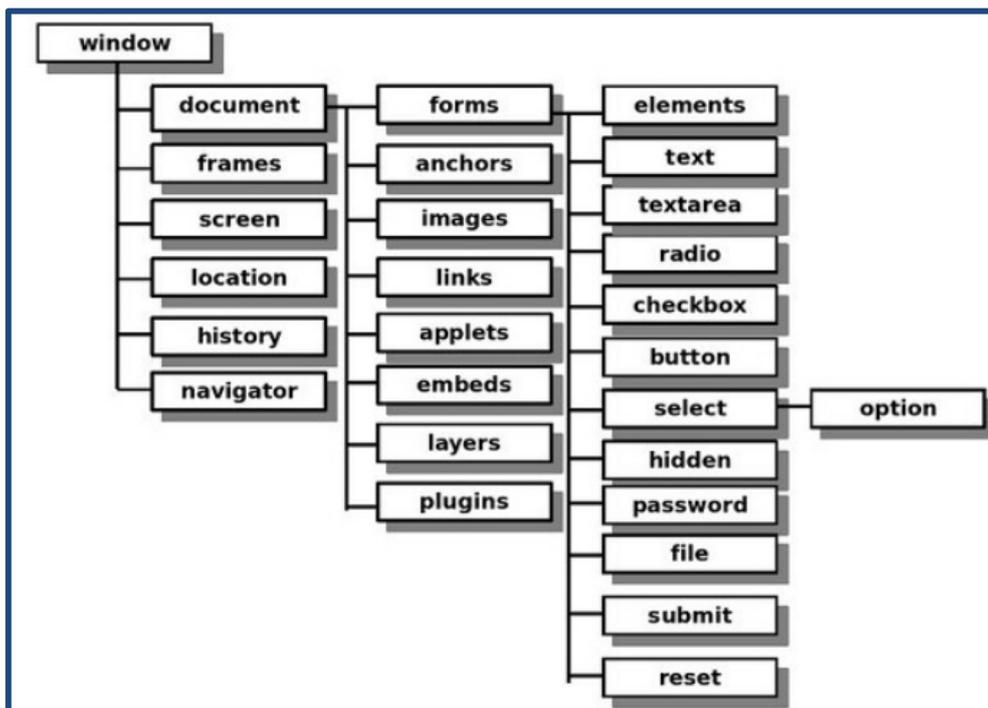


Figura 9.3 Esquema del objeto DOM

Otros objetos del BOM son:

- ▭ Navegador (`navigator`).
- ▭ Pantalla (`screen`).
- ▭ Historial (`history`).
- ▭ Lugar (`location`).

Aunque no están normalizados los soportan la mayoría de los navegadores. Las funcionalidades básicas de estos objetos son:

- ▭ **Screen.** Da acceso a propiedades de la pantalla del visitante (ancho, alto, profundidad de color, etc.).
- ▭ **Location.** Contiene información relativa a la URL del recurso que actualmente está cargado. Permite acceder al nombre del host y el puerto, a la URL, el protocolo, la consulta, etc. Sus métodos permiten cargar un documento nuevo, recargar el documento o reemplazarlo.
- ▭ **History.** Básicamente contiene el historial de navegación de la página realizado por el usuario, sus propiedades nos indican la longitud del historial y los métodos nos permiten avanzar o retroceder en la lista o ir a una posición concreta del historial. Si se utilizan frames cada uno tiene su historial.
- ▭ **Navigator.** Este objeto permite conocer propiedades del navegador con el que se accede a las páginas. Por ejemplo: el nombre del navegador, la versión, la admisión de cookies, etc.

La Tabla 9.7 presenta un listado de las propiedades y métodos del objeto `window`.

Tabla 9.7 Propiedades y métodos del objeto `window`

| Propiedades | Métodos |
|---------------|-----------------|
| closed | alert() |
| defaultStatus | blur() |
| document | clearInterval() |
| frames | clearTimeout() |
| history | close() |
| innerHeight | confirm() |
| innerWidth | createPopup() |
| length | focus() |
| location | moveBy() |
| name | moveTo() |
| navigator | open() |
| opener | print() |
| outerHeight | prompt() |
| outerWidth | resizeBy() |
| pageXOffset | resizeTo() |
| pageYOffset | scroll() |
| parent | scrollBy() |
| screen | scrollTo() |
| screenLeft | setInterval() |
| screenTop | setTimeout() |
| screenX | |
| screenY | |
| self | |
| status | |
| top | |

El objeto `window` no siempre es necesario referirlo, así, los dos ejemplos siguientes son semejantes:

```
window.document.getElementById("header");
```

```
document.getElementById("header");
```

El objeto `window` posee algunas propiedades interesantes a la hora de desarrollar aplicaciones que se ajusten a la ventana disponible:

- ▭ `window.innerHeight`. La altura interior de la ventana del navegador (en píxeles).
- ▭ `window.innerWidth`. la anchura interior de la ventana del navegador (en píxeles).

Y también algunos métodos importantes:

- ▭ `window.open()`. Abre una nueva ventana en el navegador.
- ▭ `window.close()`. Cierra la ventana actual del navegador.
- ▭ `window.moveTo()`. Desplaza la posición de la ventana.
- ▭ `window.resizeTo()`. Cambia el tamaño de la ventana.

El objeto `window.screen` proporciona información sobre la pantalla del usuario. No se requiere escribir el prefijo `window.` a la hora de llamar a estas propiedades o métodos. Algunas propiedades son:

- ▭ `screen.width`. Proporciona el ancho (en píxeles).
- ▭ `screen.height`. Proporciona la altura (en píxeles).
- ▭ `screen.availWidth`. Proporciona el ancho disponible, es decir, quitando los elementos de la interface (p.e. barra de herramientas, etc.).
- ▭ `screen.availHeight`. Proporciona el alto disponible, es decir, quitando los elementos de la interface (p.e. barra de herramientas, etc.).
- ▭ `screen.colorDepth`. Número de bits disponibles para representar un color.
- ▭ `screen.pixelDepth`. Profundidad de píxel en la pantalla.

El objeto `window.location` proporciona información relativa a la URL de la página o para redireccionar el navegador a una nueva dirección. No se requiere escribir el prefijo `window.` a la hora de llamar a estas propiedades o métodos. Algunas propiedades son:

- ▭ `window.location.href`. Devuelve la URL de la página actual.
- ▭ `window.location.hostname`. Devuelve el nombre de dominio del servidor web.
- ▭ `window.location.pathname`. Devuelve el *path* y nombre de fichero de la página actual.
- ▭ `window.location.protocol`. Devuelve el protocolo web en uso (http: o https:)
- ▭ `window.location.assign`. Carga un nuevo documento.

El objeto `window.history` proporciona información relativa a la historia de navegación. No se requiere escribir el prefijo `window.` a la hora de llamar a estas propiedades o métodos. Algunas propiedades son:

- ▭ `history.back()`. Marcha atrás en el historial de navegación.
- ▭ `history.forward()`. Marcha adelante en el historial de navegación.

El objeto `window.navigator` proporciona información relativa al navegador en uso. No se requiere escribir el prefijo `window.` a la hora de llamar a estas propiedades o métodos. Algunas propiedades son:

- ▭ `navigator.appName`. Ofrece el nombre del navegador.
- ▭ `navigator.appCodeName`. Ofrece el Code name del navegador.
- ▭ `navigator.platform`. Ofrece el sistema operativo en el que se ejecuta el navegador.
- ▭ `navigator.cookieEnabled()`. Devuelve `true` si las *cookies* están habilitadas.
- ▭ `navigator.onLine`. Devuelve `true` si el navegador está en línea.
- ▭ `navigator.javaEnabled()`. Devuelve `true` si el navegador tiene habilitado el uso de JS.

La

Figura 9.4 presenta un código que accede al navegador usando algunas de estas propiedades, y el resultado de su ejecución.

| | |
|---|--|
| <pre><!DOCTYPE html> <html> <body> <div id="ejemplo"></div> <script> txt = "<p>Codigo del Nombre del Navegador: " + navigator.appCodeName + "<"; txt+= "<p>Nombre del Navegador: " + navigator.appName + "</p>"; txt+= "<p>Version del Navegador: " + navigator.appVersion + "</p>"; txt+= "<p>Cookies habilitadas: " + navigator.cookieEnabled + "</p>"; txt+= "<p>Plataforma: " + navigator.platform + "</p>"; txt+= "<p>Cabecera: " + navigator.userAgent + "</p>"; txt+= "<p>Lenguaje: " + navigator.systemLanguage + "</p>"; document.getElementById("ejemplo").innerHTML=txt; </script> </body> </html></pre> | <p>Codigo del Nombre del Navegador: Mozilla</p> <p>Nombre del Navegador: Netscape</p> <p>Version del Navegador: 5.0 (Windows)</p> <p>Cookies habilitadas: true</p> <p>Plataforma: Wm32</p> <p>Cabecera: Mozilla/5.0 (Windows NT 5.1; rv:18.0) Gecko/20100101 Firefox/</p> <p>Lenguaje: undefined</p> |
|---|--|

Figura 9.4 Accediendo a las propiedades del navegador del cliente

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>Prueba JavaScript </title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8" />

<script language="JAVASCRIPT">

function CargaInicio(){

var ancho_pantalla = screen.availWidth
var alto_pantalla = screen.availHeight
var ratioAncho = 0.4
var ratioAlto = 0.8

/* Escalo la parte derecha e izquierda */
document.write('<h1> Esto es una prueba de una función que se invoca a la carga de la \
página y que crea, por programación, el contenido de la página</h1>');
document.write('<iframe id="f_izquierda" name="f_izquierda" src="http://www.ujaen.es/" width="';
document.write(ancho_pantalla*ratioAncho + '" height="');
document.write(alto_pantalla*ratioAlto + '"></iframe>');
document.write('<iframe id="f_derecha" name="f_derecha" src="http://www.idee.es/" width="';
document.write(ancho_pantalla*ratioAncho + '" height="');
document.write(alto_pantalla*ratioAlto + '" ></iframe>');
document.write('<BR>');
}

</script>

</head>

<body id="cuerpo_ppal" onload="CargaInicio()">
<!--Este es el cuerpo de la página, donde irá todo el contenido.-->
</body>
</html>
```

Código 9

El Código 9 presenta un ejemplo de cómo generar una página por programación a partir de otras páginas existentes usando el DOM y el BOM, y la Figura 9.5 presenta el resultado de la ejecución. El código consiste en una función JS que es llamada por el evento de carga de la página y la utilización de unas propiedades de la pantalla (BOM) que se utilizan para establecer el tamaño (ancho y alto) de los iframes que se generan escribiendo en el documento (DOM).



Figura 9.5 Resultado de la ejecución del Código 9

9.8. CONCLUSIONES

La principal idea con la que debe quedar el lector de este tema es que JS es una tecnología madura, muy extendida y que ofrece grandes capacidades de desarrollo. Evidencia de todo lo anterior es que una gran mayoría de todo el desarrollo web está basado en JS. En el campo de la Información Geográfica y de los servicios geoespaciales también es un actor relevante pues librerías como OpenLayers, Cesium, Leaflet, etc., están desarrolladas sobre JS. Por todo lo anterior, en la situación tecnológica actual, el conocimiento y aplicación de JS en el campo de las IDE no tiene discusión.

En cuanto a lo presentado en este tema, se puede concluir que JS es un lenguaje de programación, como otro cualquiera, pero que sus principales bondades provienen de su simplicidad y de su capacidad de interacción con el documento HTML y con el navegador que lo interpreta, motivos por los cuales se han presentado el DOM y el BOM.

El trabajo con JS no es independiente del documento HTML que lo alberga, ni del navegador que lo interpreta, ni de las librerías ya disponibles y que deben utilizarse, por todo ello la profundización en JS debe ir de la mano en la profundización sobre todos estos aspectos, y este tema no puede entenderse si no es con la perspectiva de complemento al resto de temas que se dedican a estos asuntos.

9.9. REFERENCIAS

AENOR (2006). Información Geográfica. Metadatos (ISO 19115:2003). AEN/CTN 148 Información Geográfica Digital.

Aguilar Bulgarelli, O.; Vivas Jerez, L.; Borrero Mutis, S. ed. (2009). Guía de Normas (Edición en Español) Pub. 541. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. 116 pp. ISBN: 978-607-7842-03-3.

Ariza-López, F.J.; Rodríguez-Pascual, A.F. ed. (2008a). Introducción a la normalización en Información Geográfica: La familia ISO 19100. 230 pp. ISBN: 978-84-612-2075-5. Publicado en la revista Mapping como especial en el año 2008.

Ariza-López, F. J. Rodríguez-Pascual, A. F. ed. (2008b). Especial Sobre la Familia de Normas ISO. Mapping nº 123. Febrero 2008. ISSN: 1131-9100

Di, L.; Kresse, W.; Kobler, B. (2004). *The current status and future plan of the ISO 19130 project en Actas del XXth ISPRS Congress. Technical Commission II. July 12-23, 2004, Istanbul, Turkey.* 240-244 pp.

García-Balboa, J. L. (2011). Normas de calidad. En: Experto Universitario en Evaluación de la Información Geográfica (4ª Edición). Máster Universitario en Evaluación y Gestión de la Calidad de la Información Geográfica (1ª Edición). Universidad de Jaén. Jaén, España.

ISO (2016). *ISO/IEC Directives, Part 1 — Consolidated ISO Supplement — Procedures specific to ISO.* 7ª edición. 168 pp. Accesible en: <http://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=4230452&objAction=browse&sort=subtype>

Langran, G. (1992). *Time in Geographic Information Systems.* Taylor & Francis. 180 pp. ISBN: 978-074-8400-59-1.

Ureña-Cámara, M.A. (2011). Normas sobre metadatos (ISO 19115). En: Experto Universitario en Evaluación de la Información Geográfica (4ª Edición). Máster Universitario en Evaluación y Gestión de la Calidad de la Información Geográfica (1ª Edición). Universidad de Jaén. Jaén, España.

**«Lo último que
uno aprende
acerca de una
tarea es lo que
hay que hacer
primero»**

Blaise Pascal (1623-1662)

Arquitecturas Cliente-Servidor. Protocolos

*Núñez Andrés, M^a Amparo y González González, Juan Carlos
Universitat Politècnica de Catalunya*

Capítulo

10

Contenido

| | | |
|---------|--|-----|
| 10.1. | INTRODUCCIÓN | 339 |
| 10.2. | ARQUITECTURA CLIENTE-SERVIDOR (C/S) | 339 |
| 10.2.1. | Cliente | 339 |
| 10.2.2. | Servidor | 340 |
| 10.3. | ARQUITECTURA DE TRES CAPAS | 340 |
| 10.3.1. | Principios básicos de las arquitecturas de capas | 340 |
| 10.3.2. | Capa de datos | 342 |
| 10.3.3. | Capa de negocio | 342 |
| 10.3.4. | Capa de presentación..... | 342 |
| 10.3.5. | Modelo INSPIRE | 343 |
| 10.3.6. | Arquitectura de n-capas..... | 344 |
| 10.4. | ARQUITECTURAS PARA SERVICIOS WEB | 344 |
| 10.4.1. | Arquitectura Orientada a Servicios | 345 |
| 10.4.2. | Arquitectura Orientada a Recursos..... | 349 |
| 10.5. | CONCLUSIONES..... | 351 |
| 10.6. | REFERENCIAS | 352 |

10.1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo tiene como objetivo el estudio de dos aspectos básicos de las plataformas informáticas sobre las que se sustentan las IDE. El primero atañe a la arquitectura de sistemas que preconiza la directiva INSPIRE, para lo cual será preciso realizar un breve estudio de los modelos de arquitectura precursores (cliente-servidor, 3 capas, n capas). En la segunda se abordará la arquitectura orientada a servicios WEB.

10.2. ARQUITECTURA CLIENTE-SERVIDOR (C/S)

La arquitectura cliente-servidor es un modelo en el cual los sistemas informáticos se distribuyen en dos capas:

- a. **Cliente:** capa desde la cual se emite una solicitud y se muestra el resultado.
- b. **Servidor:** capa que recibe la solicitud del cliente, la procesa y genera una respuesta que es enviada de vuelta al cliente.

Este modelo de arquitectura contrasta con la estructuración previa de los sistemas informáticos que disponían de una arquitectura monolítica, en la que no existía distribución de los componentes del sistema ni a nivel lógico, ni tampoco a nivel físico; siendo éstos conceptos que se abordarán posteriormente.

Reseñar por último en este apartado, que en la arquitectura de una IDE suele haber un *hardware* y un *software* clientes, y un *hardware* y *software* servidores.

10.2.1. Cliente

Se entiende por cliente al sistema que inicia solicitudes o peticiones, tiene por tanto un papel activo en la comunicación, es el denominado dispositivo maestro. El cliente inicia el diálogo al enviar la petición al servidor, y espera hasta que recibe la respuesta del servidor. Generalmente puede simultanear conexiones a diferentes servidores. Suele ser el componente que interactúa con el usuario final mediante una interfaz gráfica.

Los clientes pueden catalogarse siguiendo distintas aproximaciones, siendo la utilizada en este apartado la que los distingue en función de su complejidad. De esta forma, se distingue entre clientes ligeros y pesados. Los primeros no requieren de ninguna instalación específica en el *hardware* cliente (en todo caso pueden requerir tener instalados algunos componentes desarrollados por terceros que actúan en calidad de plataforma de ejecución, como Internet Explorer o el *plug-in* Adobe Flash). A título de ejemplo, una aplicación web como Google Maps o el visualizador de la IDEE serían ejemplos típicos de este tipo de clientes; su funcionamiento no precisa instalación de componente alguno, valiéndose para su ejecución de la funcionalidad que proporcionan los navegadores web.

Los clientes pesados, por su parte, precisan de una instalación explícita de una aplicación en el ordenador o dispositivo del usuario. En algunos casos, este hecho obliga a disponer de privilegios de administrador del sistema operativo, cosa que puede resultar problemática en ciertos ámbitos empresariales. En este caso,

ArcGIS Desktop, Geomedia, gvSIG o Google Earth son ejemplos de este segundo tipo de clientes.

10.2.2. Servidor

Se entiende por servidor al componente encargado de procesar las solicitudes de los clientes. Para ello, al iniciarse espera a que lleguen las solicitudes de los clientes, desempeñando un rol pasivo en la comunicación. Es el denominado dispositivo esclavo.

Tras la recepción de una solicitud, la procesa y luego envía la respuesta al cliente. Generalmente acepta conexiones desde múltiples clientes y el usuario final de una aplicación cliente nunca interactúa directamente con el servidor. En cuanto a la interfaz de usuario, las aplicaciones de carácter servidor disponen de entornos muy especializados para aquellas personas que asumen el rol de administrador del sistema.

La separación entre cliente y servidor es una separación de tipo lógico, es decir, conceptual, puesto que puede darse el caso de instalaciones en las que en una misma plataforma física (ordenador) se disponga de la capa cliente y la capa servidora, aunque este hecho es residual en el entorno de las IDE.

Ejemplos de diferentes tipos de servidores los constituyen los servidores web, los servidores de ficheros, los servidores de correo, los servidores de aplicaciones, los servidores de mapas (como Geoserver, Mapserver), etc. Mientras que sus propósitos varían de unos servicios a otros, la arquitectura básica sigue siendo la misma.

Por último, indicar que una disposición muy común son los «sistemas multicapa» en los que el servidor se descompone en diferentes programas desde un punto de vista lógico, lo cual abre la puerta a la consideración de arquitecturas de más de dos capas, como la estudiada en el apartado siguiente.

10.3. ARQUITECTURA DE TRES CAPAS

La programación por capas es el origen de la arquitectura de capas. Su objetivo primordial es la separación en capas distintas de aquellos elementos que son diferenciables desde un punto de vista lógico.

Un ejemplo muy básico convendría que en el desarrollo de una aplicación se separase la lógica de negocio (intrínseca al problema) de la de presentación (interfaz gráfica de usuario).

7.3.1. Principios básicos de las arquitecturas de capas

Desde un punto de vista funcional, las arquitecturas de capas se caracterizan por respetar los siguientes principios:

- Cada capa ha de poder residir en un sistema físicamente independiente (también denominado nivel), de esta forma se consigue que la arquitectura sea completamente escalable desde un punto de vista operativo.

- ↪ Una capa solo debe intercambiar información (conjunto de peticiones y respuestas) con las capas situadas inmediatamente encima y debajo de ella.
- ↪ El contenido de cada capa puede ser intercambiable mientras se respete la definición concisa de la interfaz de comunicación (*Application Program Interface, API*) con las capas adyacentes, y siempre que no se demande a las otras capas ninguna información a mayores de la que recoja la propia API.

Las ventajas fundamentales que presenta esta arquitectura son:

- ↪ Permite la división del trabajo a desarrollar entre equipos especializados en cada uno de los niveles.
- ↪ Permite la sustitución de los componentes de una capa de modo transparente para el resto, simplemente es necesario respetar las interfaces.
- ↪ Facilita la escalabilidad funcional y operativa de las aplicaciones

Por otra parte, antes de continuar profundizando en el estudio de estas arquitecturas, es imprescindible realizar un alto en el camino para aclarar la diferencia existente entre los conceptos de nivel y capa, los cuales suelen generar importantes confusiones por ser empleados indebidamente de forma indistinta. Por capa se entiende una unidad diferenciada desde un punto de vista lógico. Por nivel se referencia una unidad diferenciada desde un punto de vista físico. Por tanto, se pueden dar tantas combinaciones como sean necesarias, puesto que una misma capa puede replicarse físicamente en distintos ordenadores (niveles), o bien varias capas pueden instalarse en un único ordenador (nivel).

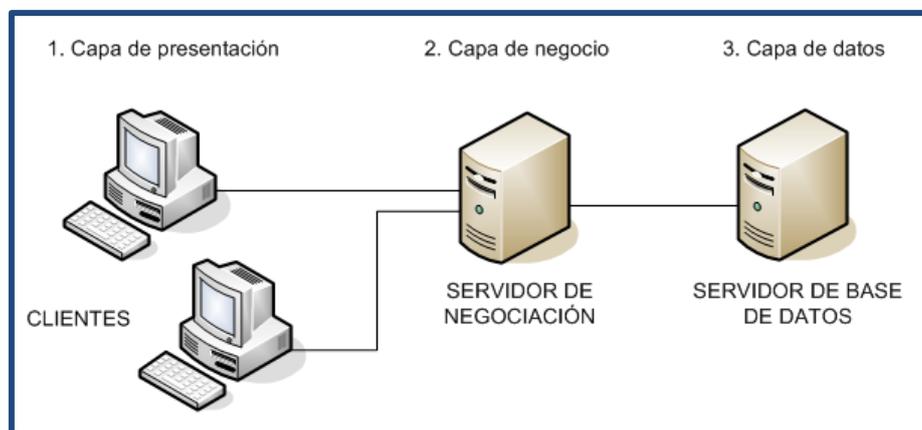


Figura 10.1.- Estructura de la arquitectura de tres capas

Retomando el hilo argumental, actualmente el diseño en tres capas es el más utilizado, como evolución del diseño de dos capas propio de la arquitectura cliente-servidor analizada anteriormente. En él se establece una separación entre la capa de presentación, la capa de negocio y la capa de datos.

10.3.2. Capa de datos

En la capa de datos residen los datos y es la encargada de la lógica algorítmica necesaria para acceder a ellos. Está formada por uno o más gestores de bases de datos o sistemas de ficheros, que realizan todo el almacenamiento y gestión de datos, reciben solicitudes de almacenamiento y recuperación de información. Se comunica únicamente con la capa de negocio.

10.3.3. Capa de negocio

En la capa de negocio residen los módulos que acaparan la lógica de negocio, es decir, el conocimiento del contexto que permite definir los algoritmos que resuelvan los problemas que subyacen en la funcionalidad presentada por el sistema. A veces se le llama capa de aplicación.

Se comunica con la capa de presentación para recibir las solicitudes y presentar los resultados y con la capa de datos para solicitar al gestor de la base de datos, o al sistema de ficheros, el almacenamiento o recuperación de información.

10.3.4. Capa de presentación

La capa de presentación es la interfaz del sistema de cara al usuario, también denominada «capa de usuario». Gracias a ella se puede solicitar información al sistema (realizar peticiones) y acceder a la respuesta. En esta capa se captura la información del usuario, en ocasiones con un mínimo proceso de validación de errores de formato.

También es conocida como interfaz gráfica y debe ser fácilmente entendible y utilizable por el usuario. Esta capa es utilizada por el sistema para presentar la información resultante de una petición y se comunica exclusivamente con la capa de negocio.

Tal y como se ha dicho con anterioridad, la distribución de las capas en niveles (ordenadores) queda supeditada a las necesidades del sistema. Aunque todas ellas puedan residir en un único ordenador, lo más usual es que la capa de presentación se encuentre instalada en un conjunto de ordenadores desde los que acceden al sistema los usuarios, mientras que las de negocio y datos pueden residir en un único nivel (ordenador que hace las funciones de servidor). Estas últimas, en caso de que la demanda lo requiera, pueden separarse físicamente (dos niveles), aunque con carácter general se pueden realizar las siguientes consideraciones:

- ↪ Si el tamaño o complejidad de la base de datos aumenta, se puede separar en varios ordenadores los cuales recibirán las peticiones del ordenador en que resida la capa de negocio.
- ↪ Si, por el contrario, fuese la complejidad en la capa de negocio lo que obligase a la separación, esta capa de negocio podría residir en uno o más ordenadores que realizarían solicitudes a una única base de datos.

Como decíamos, la capa hace referencia a una división lógica. Y el término nivel corresponde a una división física. Por ejemplo, una solución de tres capas que residen en un solo ordenador tiene un único nivel, mientras que una solución de

tres capas que residen en dos ordenadores (presentación y lógica más datos) tiene dos niveles.

10.3.5. Modelo INSPIRE

INSPIRE preconiza la adopción de la arquitectura de tres capas como modelo para las IDE, aunque la terminología utilizada para cada una de ellas difiera ligeramente de la presentada en los apartados anteriores (Figura 10.2.).

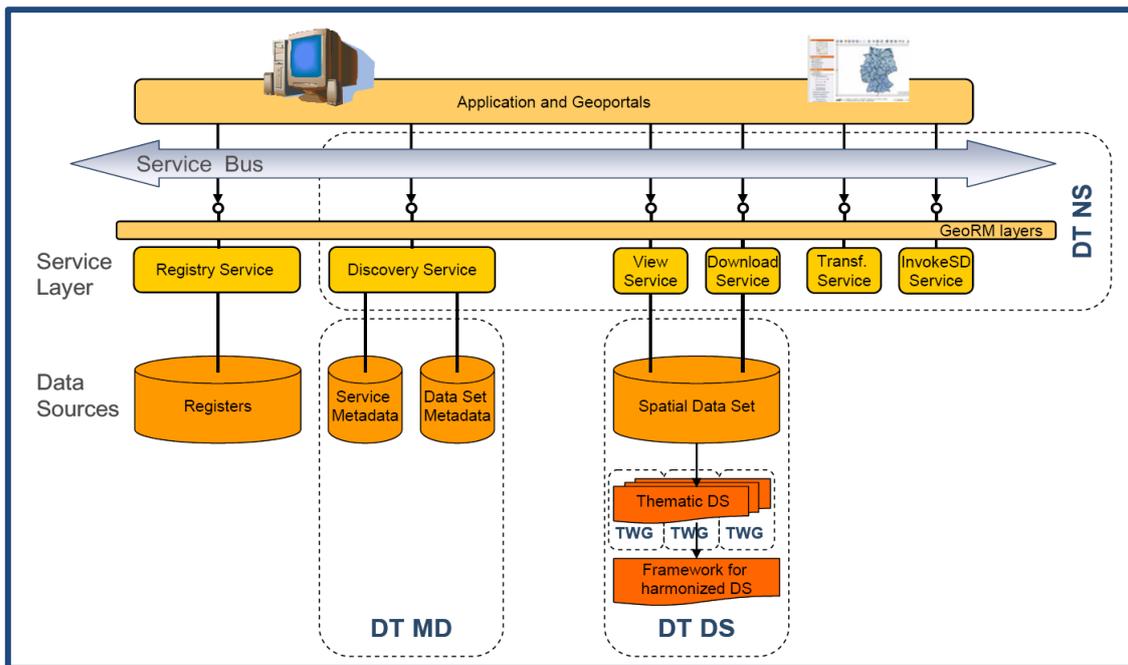


Figura 10.2.- Modelo preconizado por INSPIRE para el desarrollo de una IDE (http://wiki.geonovum.nl/index.php?title=File:INSPIRE_architectuur.JPG)

Desde el punto de vista de esta directiva, la arquitectura se descompone en:

- a. **Capa de datos:** homóloga y homónima a la presentada en (10.3.2), puede estar gestionada mediante una base de datos o un sistema de ficheros.
- b. **Capa de servicios:** su función es equivalente a la de la capa de negocio (10.3.3), siendo la encargada de encapsular toda la lógica correspondiente a las capacidades funcionales del sistema. Esas capacidades se agrupan en servicios. A modo de ejemplo, el servicio de visualización será el que proveerá el conjunto de herramientas que permitirán a las aplicaciones visualizar las diferentes capas geográficas publicadas. Esta capa se muestra en forma de bus de servicios (repositorio) que se ofrece de forma pública a los diferentes clientes.
- c. **Capa de aplicaciones:** equivale a la capa de presentación (10.3.4) y recoge cualquier tipo de aplicación que explote alguno de los servicios provistos por la IDE, ya sea un cliente ligero o pesado.

Aunque será un tema que se tratará en profundidad más adelante (existe un tema específico), es importante reseñar la presencia en la figura anterior de metadatos, dada su importancia dentro del funcionamiento de las IDE. Éstos permiten:

- a. Describir los conjuntos de datos que conforman la capa de datos. Estas descripciones permiten que los servicios conozcan los datos disponibles en cada repositorio y sus características.
- b. Describir los servicios que se publican en la capa de negocio (servicios). En este caso, las descripciones permiten a las aplicaciones clientes conocer la existencia de los servicios y cómo es posible interactuar con ellos.

10.3.6. Arquitectura de n-capas

El número de capas de una arquitectura variará en función del número de compartimentos lógicos que se observen. De esta forma, no podemos hablar de un límite concreto. A título ilustrativo, a continuación se presenta un ejemplo de solución distribuida en cinco capas:

- **Capa de interfaz gráfica** (ej. navegador web): procesa el contenido de los documentos HTML para mostrarlos al usuario. Recupera estos documentos de la capa de presentación mediante el protocolo HTTP.
- **Capa de lógica de presentación** (ej. módulo PHP en un servidor web): encargada de generar los documentos HTML que se envían a la capa superior. La información de los documentos la recibe de la capa inferior.
- **Capa de lógica de negocio** (ej. servidor de aplicaciones con EJB¹): expresada en los términos ya conocidos.
- **Capa de acceso a datos** (ej. servidor de aplicaciones con JDBC²): interfaz de la lógica de negocio en su acceso a los datos.

Capa de datos (ej. gestor de bases de datos): expresada en los términos ya conocidos.

10.4. ARQUITECTURAS PARA SERVICIOS WEB³

En el apartado anterior se han analizado diferentes variantes de arquitecturas distribuidas dentro del ámbito de las tecnologías de la información. Sin embargo, es preciso profundizar en su caracterización para determinar ciertos aspectos que son vitales a la hora de diseñar, publicar y gestionar servicios web (WS, *Web Services*), puesto que éstos constituyen la vía más ampliamente utilizada en la actualidad para la estandarización de la distribución de servicios en Internet y el diseño conceptual de una plataforma SIG debe ser capaz de dar respuesta a las necesidades que este hecho provoca en aspectos como la gestión de grandes

¹ *Enterprise JavaBeans*

² *Java Database Connectivity*

³ Redacción basada en el contenido de la memoria del Trabajo Fin de Máster titulado “Arquitecturas para SIG distribuidos” del Máster Universitario de Investigación en Ingeniería del Software y Sistemas Informáticos, publicado por Juan Carlos González González en Febrero de 2015 (González, 2015).

volúmenes de datos, la computación ubicua, el procesamiento en la nube o el acceso multiplataforma.

En este sentido, se recoge en este texto, desde el punto de la gestión de los WS de carácter geoespacial, las características de los dos modelos principales de arquitecturas distribuidas: la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA, *Service Oriented Architecture*) y la Arquitectura Orientada a Recursos (ROA, *Resource Oriented Architecture*).

10.4.1. Arquitectura Orientada a Servicios

En el ámbito del diseño y desarrollo de sistemas distribuidos, el principal paradigma arquitectónico es el constituido por SOA. Esta tipología arquitectónica persigue satisfacer los objetivos de negocio de los entornos en los que se aborda la implantación de un sistema distribuido, gracias a su:

- **Facilidad y flexibilidad de integración con sistemas legados:** los entornos corporativos suelen disponer de un conjunto de soluciones inconexas – muchas de ellas desarrolladas ad hoc–, que permiten resolver necesidades específicas, pero que no están preparadas para funcionar en un entorno distribuido. La integración de estas soluciones dentro del nuevo entorno corporativo es un aspecto fundamental a la hora de alcanzar con éxito su implantación.
- **Convergencia con los procesos de negocio:** aspecto que permitirá abordar una reducción de los costos de implementación y obtener una solución más ajustada a la realidad corporativa.
- **Innovación en la oferta de servicios:** permitiendo generar una cartera de productos más atractiva para los clientes de la organización, sean estos internos o externos.
- **Adaptabilidad a los cambios:** se agiliza sobremanera el proceso de cambio al que está sometido cualquier sistema, permitiendo introducir mejoras en los productos ofrecidos de forma más ágil, con lo cual se mejora la imagen ante los clientes y se ayuda a crear una posición ventajosa frente a la competencia.

La consecución de estos objetivos pasa, bajo la perspectiva de este paradigma arquitectónico, por la instrumentación de los productos que se quieren ofertar en forma de servicios *software*; en lo que se denomina Computación Orientada a Servicios (SOC) (Benatallah et al., 2005).

El primer aspecto a consensuar a la hora de analizar un entorno SOC es el del concepto de servicio. En el congreso *Internet Conference on Service Oriented Computing* de 2005 se definió un servicio entregado por un componente software como:

«Elementos de computación autónomos e independientes de la plataforma que se pueden describir, publicar, descubrir, orquestar y programar usando protocolos normalizados, con el propósito de construir redes de aplicaciones distribuidas que colaboran dentro y a través de las fronteras de las organizaciones».

Los servicios se muestran como componentes (definidos mediante una interfaz que puede implementarse de múltiples formas) para la articulación de soluciones empresariales, pudiendo orquestarse en función de tres roles: el consumidor o cliente, el proveedor y el intermediario o *broker*. Por un lado, los servicios se ponen a disposición de los clientes sin necesidad de que éstos conozcan sus detalles. El cliente, a su vez, puede utilizar diferentes servicios y ofertarlos como uno nuevo, convirtiéndose a su vez en proveedor. El intermediario, por su parte, realiza la labor de facilitar a los usuarios la localización del servicio más adecuado a sus necesidades.

En este modelo juega un rol vital que la interfaz del servicio esté definida de forma correcta. Ésta permite que se firme un contrato entre el cliente y el proveedor, de ahí su importancia. La interfaz deberá recoger aspectos como la información para llamar al servicio, atributos de interés, coste, etc. Según lo expuesto, la figura 10.3 muestra gráficamente la relación existente entre clientes, proveedores y servicios.

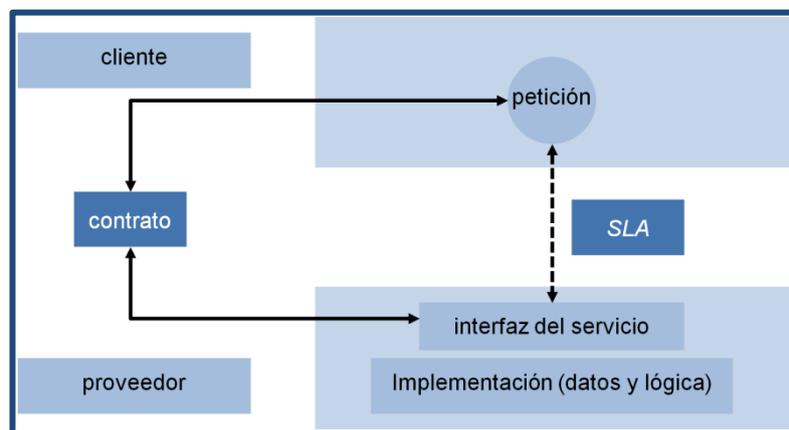


Figura 10.3.- Relación entre servicios, clientes y proveedores (Garbajosa et al., 2008).

El funcionamiento de la SOC necesita una infraestructura básica conocida como SOA, la cual utiliza un enfoque en el que los recursos *software* (servicios) están disponibles en una red y en el que se toma como referencia una arquitectura de computación distribuida basada en protocolos estándar con un acoplamiento ligero⁴. Esta utilización de estándares facilita la interoperabilidad, aspecto vital de una SOA.

Desde un punto de vista conceptual, la SOA se caracteriza por atender los siguientes principios (Bianco et al., 2011):

- **Estandarización:** es quizás el aspecto que más ha favorecido la amplia adopción de esta arquitectura en las soluciones empresariales. SOA hace un uso intensivo de diferentes protocolos que permiten estandarizar las diferentes capas que componen esta arquitectura. Este hecho favorece la interoperabilidad entre distintos componentes que han de coexistir en cada

⁴ En el ámbito de la informática el acoplamiento define el grado de independencia existente entre los distintos componentes de una aplicación o de un sistema informático. Existe un consenso generalizado entorno a la afirmación de que un buen diseño de un sistema implica que sus componentes presenten un acoplamiento bajo o ligero. En este sentido, es deseable que las capas que forman una arquitectura posean esta característica, hecho que favorecerá el desarrollo inicial, el mantenimiento y la reusabilidad de los componentes que las constituyen.

una de las capas, con la finalidad de lograr los objetivos de negocio planteados para el sistema.

- **Bajo acoplamiento (o acoplamiento ligero):** esta característica facilita la reutilización y el mantenimiento de los diferentes componentes del sistema. De esta forma, un consumidor de un servicio no tiene por qué preocuparse de la tecnología concreta utilizada en el desarrollo de un servicio, para poder utilizarlo. Los cambios en los componentes que permiten la publicación no tienen que afectar a los clientes, siempre que se respeten las interfaces de comunicación.
- **Reutilización:** SOA persigue que los servicios publicados en una determinada implementación realicen funciones autocontenidas, las cuáles puedan ser combinadas para crear servicios de grano más grueso (mayor nivel) que permitan dar respuesta a procesos de negocio más complejos.
- **Composición:** la capacidad de adaptación a nuevas circunstancias en el entorno del sistema o en el propio sistema, por mor de su mantenimiento correctivo y adaptativo, es fundamental. El objetivo final no es otro que el de poder cambiar piezas de un determinado proceso de negocio sin que ello ocasione un impacto en los usuarios del servicio compuesto que implementa el proceso en cuestión.
- **Descubrimiento:** en aras de favorecer la utilización de los servicios, es preciso que existan mecanismos de publicación para ellos que faciliten su descubrimiento. Esta labor de descubrimiento suele realizarse durante la fase de diseño de un nuevo servicio compuesto, aunque la definición e implementación de mecanismos que faciliten el descubrimiento de forma dinámica, en tiempo de ejecución, es uno de los campos de investigación más activos dentro de la SOA.

De cara a poder cumplir con los principios expuestos, la comunidad ha desarrollado un conjunto de patrones de diseño o conjunto de buenas prácticas basadas en la experiencia acumulada por los arquitectos, cuya observancia sigue de guía en el proceso de diseño e implementación de nuevos sistemas. En (Erl, 2008) y (SOA, 2014) se recogen una amplia colección de ellos, entre los cuales se encuentran patrones apropiados para cada uno de los componentes comunes a un sistema basado en la SOA: el bus de servicios, el servicio de registro y el repositorio de servicios, el sistema de intercambio de mensajes, el motor de procesos de negocio, y las herramientas de monitorización y administración del sistema.

El marco básico de funcionamiento de la SOC (véase la fFigura 10.4) se basa en la presencia de tres módulos denominados cliente, proveedor y registro, y en tres fases denominadas publicar y suscribir, encontrar y enlazar (Garbajosa et al, 2008).

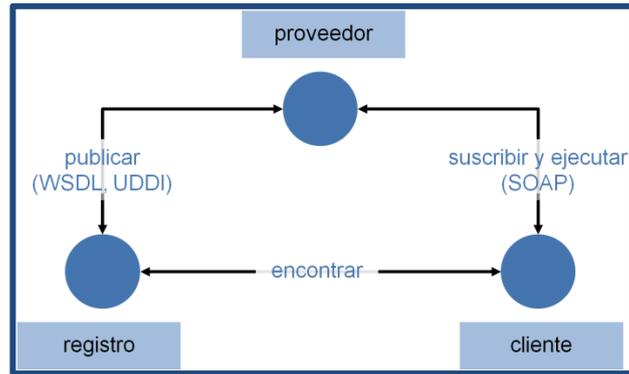


Figura 10.4.- Marco básico de funcionamiento de la SOC (Garbajosa et al., 2008).

El proveedor tiene un servicio que puede ser útil a un cliente potencial y para ello lo hace público a través del registro. El cliente tiene una necesidad que puede ser cubierta por un servicio, para lo cual realiza una consulta al registro en la que especifica una serie de filtros. El motor que gestiona el registro se encarga de buscar en el repositorio aquellos servicios que cumplen las características indicadas y los muestra al cliente. Si el cliente encuentra entre ellos un servicio que satisface sus necesidades, procede a suscribirse a él, de forma que proveedor y cliente quedan enlazados. A partir de ese momento, el cliente podrá conectarse a la plataforma del proveedor del servicio para su utilización.

El marco descrito puede implementarse mediante una arquitectura organizada según un modelo de capas (véase el diagrama izquierdo de la figura 7.5), en cuya base se encuentra la de transporte. Sobre ella, se dispone otra capa que gestiona los protocolos de comunicación de mensajes, gracias a los cuales se realiza la interacción entre los servicios. La siguiente capa contiene un proxy del cliente y un resguardo del servidor, por encima de la cual se introducen los lenguajes que permiten describir los servicios. Por último, en la cima, se hallan el cliente y el servidor.

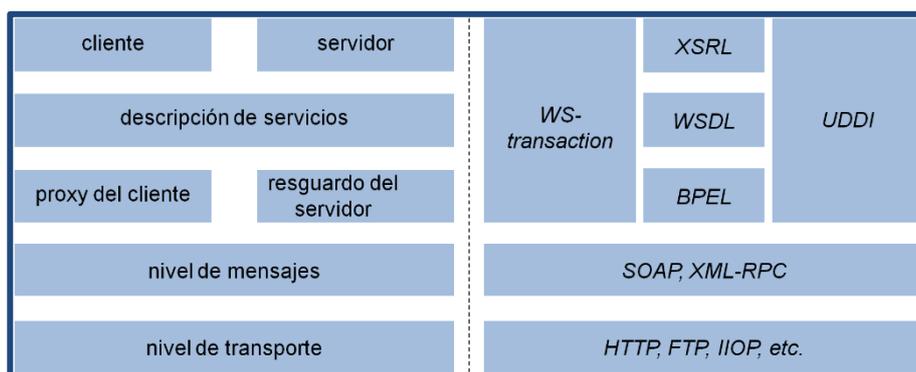


Figura 7.5.- Modelo básico en SOC junto con sus lenguajes y estándares básicos (Garbajosa et al., 2008).

Cada una de las capas expuestas dispone de estándares que las implementan, tal y como se muestra en el diagrama derecho de la figura 10.5. En el caso de la capa de transporte prevalecen los estándares básicos de Internet (HTTP y FTP) así como IIOP, aunque es factible la utilización de otros protocolos. Por su parte, en la capa de mensajes, *Simple Object Access Protocol* (SOAP) es sin duda el protocolo por

excelencia. Su utilización, conjuntamente con otros estándares desarrollados por la *Web Services Interoperability Organization* (WSIO), comúnmente referidos como pila WS-I, confiere a SOA una importante capacidad expresiva que permite la integración de múltiples y heterogéneos sistemas en una arquitectura común, favoreciendo la reutilización de componentes ya existentes, así como la transparencia e independencia de los clientes con respecto a su tecnología.

Por otro lado, en la capa de descripción de servicios es el estándar Descripción Universal, Descubrimiento e Integración (UDDI) el que predomina. Se trata, en sí mismo, de un conjunto de protocolos orientados a aportar un directorio público en el que se puedan registrar y consultar en línea los WS y otros procesos de negocio. El registro se hace en el Lenguaje de Marcado Extensible (XML).

Junto a UDDI, se presentan en esta capa un conjunto de lenguajes que facilitan la creación de lenguajes sobre la base de la composición de servicios, como es el caso del Lenguaje de Ejecución de Procesos de Negocio (BPEL), WSDL o el Lenguaje XML de Peticiones a Servicios (XSRL). Además, para articular mecanismos que garanticen la integridad de la información, la especificación *WS-Transaction* define dos tipos de coordinación: atómica (transacciones con una única operación) y actividad de negocio (transacciones largas).

La robustez de la arquitectura SOA es la que le ha conferido el liderazgo dentro del ámbito de los sistemas distribuidos, hecho que justifica que este modelo sea el utilizado por INSPIRE para construir el modelo de implementación presentado en la figura 10.2.

10.4.2. Arquitectura Orientada a Recursos

La irrupción en el ámbito de los sistemas distribuidos de las tecnologías relacionadas con Internet, ha provocado que en las últimas décadas una parte muy importante de los sistemas que se están desarrollando se articulen mediante colecciones de WS. Entendiendo la web como un sistema distribuido para la compartición de contenidos hipermedia (aquellos que integran soportes tales como texto, imagen, video, audio, etc.) a través de Internet, han sido varias las aproximaciones arquitectónicas que se han planteado. Entre ellas la adaptación de SOA ha sido la que ha acaparado tradicionalmente más importancia, pero en los últimos años ha ido ganando adeptos una aproximación alternativa que basa su éxito en que comparte los principios nucleares de la propia web: la ROA.

La ROA es un modelo arquitectónico definido por Richardson y Ruby (Richardson & Ruby, 2007) basándose en el estilo de publicación de WS definido mediante el conjunto de criterios de diseño que fundamentan el protocolo REST, principal alternativa a la publicación de WS mediante protocolos más complejos como SOAP y/o la pila de protocolos WS-*

REST se articula en torno a tres conceptos nucleares para la definición de interfaces:

- **Un recurso** (*resource*): cualquier información que pueda ser identificada, como por ejemplo un documento, una imagen o una lista de incidencias.

- ↪ **Una representación** (*representation*): secuencia de bytes, junto con unos metadatos que los describen (Fielding, 2000). De forma específica, un cliente recibe una representación cuando realiza una solicitud de un recurso, o bien envía una cuando quiere proceder a actualizar un recurso.
- ↪ **Hipermedia como motor del estado de la aplicación** (HATEOAS, *Hypermedia As The Engine of Application State*): esto implica que el cliente se responsabiliza del mantenimiento del estado de la aplicación, así como de la transición entre los posibles estados. La representación de los recursos debe incluir contenidos hipermedia, es decir, enlaces y formularios que permitan transitar entre el estado actual y los próximos.
- ↪ **Mensajes auto-descriptivos** (*self-descriptiveness messages*): al contrario que el estado de la aplicación que debe ser gestionado en el cliente, el estado de un recurso debe transmitirse en las interacciones que ocurren entre cliente y servidor, mediante las representaciones de los recursos. Los atributos, las transiciones válidas entre estados y los enlaces a otros recursos relacionados, forman parte de la representación del recurso y, por tanto, de su estado.

Aparte de la observación de estos conceptos propios de REST dentro de ROA, esta arquitectura también plantea el establecimiento de las siguientes propiedades:

- ↪ **Direccionabilidad** (*addressability*): desde el punto de vista del usuario, esta es la propiedad más importante de una aplicación o sitio web y, por extensión, de un servicio. ROA asocia a cada recurso un nombre y una dirección caracterizada mediante un URI, permitiendo su identificación de forma unívoca, independientemente de su tipología y representación. Pero la utilización de los URI dentro de ROA no se circunscribe a lo que se acaba de recoger, distintos URI van a permitir caracterizar cada uno de los posibles estados de una aplicación, así como cada una de las representaciones de un recurso, que también vendrá caracterizada mediante un URI diferente.
- ↪ **Ausencia de estado** (*statelessness*): implica que cada petición HTTP se realiza de forma aislada, sin vinculación con ninguna otra petición anterior o posterior. Para ello, cada petición debe incluir toda la información necesaria para que el servidor pueda procesarla.
- ↪ **Conectividad** (*connectedness*): la presencia de enlaces a otros contenidos hipermedia dentro de la representación de un recurso facilita, en los casos en los que sea necesario, el proceso de mantenimiento del estado de la aplicación por el cliente, mediante el análisis de los URI que figuran en los citados enlaces. Independientemente, en cualquier caso estos enlaces permiten establecer relaciones entre los diferentes recursos.
- ↪ **Interfaz uniforme** (*uniform interface*): REST no establece la utilización de una interfaz concreta, deja la puerta abierta a que las implementaciones que sigan sus principios realicen la elección. En el caso de ROA se opta por la utilización estricta de los métodos definidos en la interfaz del protocolo HTTP, tanto desde un punto de vista nominal como semántico. De esta forma se utiliza:
 - GET para la obtención de la representación de un recurso.
 - DELETE para el borrado de un recurso.

- POST para la creación de un nuevo recurso.
- PUT para la actualización de un recurso existente o para la creación de uno nuevo. Se recomienda su utilización frente a POST cuando el cliente conoce el URI que tendrá el nuevo recurso, en caso contrario debe utilizarse el otro método.
- HEAD para la obtención de los metadatos sobre la representación de un recurso que se transmiten en la cabecera del protocolo HTTP mediante HEAD (el resultado es equivalente al de una petición GET, pero sin la obtención de la representación del recurso).
- OPTIONS para obtener información sobre las opciones autorizadas para un cliente en las peticiones de acceso a la representación de un recurso o en la respuesta obtenida.

Pero, además de los métodos, ROA también saca partido de los códigos de respuesta utilizados en el protocolo HTTP para informar sobre aspectos semánticos de las operaciones.

La idiosincrasia de ROA le confiere una simplicidad que está motivando su creciente adopción en entornos de publicación de WS. Por ello, dentro del OGC se esté considerando la adopción del protocolo REST dentro de los estándares de publicación de WS, complementando la publicación del protocolo SOAP. El estándar *Web Tile Map Service (WMTS)* es el primero que publica, además de una interfaz SOAP, la propia de REST.

10.5. CONCLUSIONES

A lo largo de este capítulo se han desgranado los fundamentos de la arquitectura cliente-servidor sobre la que se ha construido el desarrollo de los servicios Web, gracias a los cuáles es posible abordar en la actualidad problemáticas complejas de la mano de la computación paralela y distribuida, tan de moda por la irrupción del paradigma de computación que se ha bautizado con el nombre de Big Data. En este contexto, las arquitecturas SOA y ROA constituyen los marcos de referencia sobre los que construir aplicaciones que dan respuesta a los requerimientos de procesamiento más extremos.

Por otro lado, centrando el estudio en el ámbito de las IDE, cabe destacar que su implantación también requiere la aplicación de los conceptos reseñados anteriormente. En este campo, además, en los últimos años se ha realizado un importante esfuerzo desde organizaciones como ISO y, especialmente OGC, en el desarrollo de múltiples estándares que regulan diferentes tipologías de servicios Web. Sin embargo, también es preciso indicar que estos estándares han tenido un grado de implantación muy desigual, en gran parte porque los largos periodos de consenso que son necesarios para su promulgación hacen que en algunas ocasiones no sean capaces de dar respuesta a las necesidades cambiantes del mercado. A modo de ejemplo, la práctica totalidad de los estándares promulgados por el OGC en materia de información geográfica no disponen de una interfaz REST, que es el modelo de implementación más extendido en los últimos años,

dado que todos ellos se desarrollaron en épocas pretéritas. Tan solo el estándar WMTS hace frente a esta característica tan demandada en la actualidad.

10.6. REFERENCIAS

Benatallah, B., Casati, F. y Traverso, P. (2005). *Service-Oriented Computing: A research roadmap. Proceedings of the 3rd International Conference on Service Oriented Computing*. Springer, Amsterdam.

Bianco, P., Lewis, G., Merson, P. y Simanta, S. (2011). *Architecting Service-Oriented Systems*. Carnegie Mellon University, Pittsburgh.

Erl, T. (2008). *SOA: Principles of service design*. Prentice Hall, New York.

Fielding, R. (2000). *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*. PhD Tesis. Irvine (Estados Unidos de América): University of California.

Garbajosa, J., Soriano, F.J. y Moreno, J.J. (2008). Informe de Vigilancia Tecnológica de madrid+d en Tecnologías. Tecnologías Software Orientadas a Servicios. Madrid (España): Fundación madrid+d para el Conocimiento.

González, J.C. (2015). *Arquitecturas para SIG Distribuidos*. Trabajo Fin de Master. Madrid: UNED.

Richardson, L. y Ruby, S. (2007). *RESTful Web Services*. O'Reilly.

SOA. SOA Patterns. [En línea] Arcitura Education Inc., 2014. <http://www.soapatterns.org/>

LOS SERVICIOS EN RED

**«El verdadero
poder es el
servicio»**

El Papa Francisco

Definición y Conceptos Básicos de Servicios en Red

Iniesto Alba, María J.

Universidade de Santiago de Compostela

Capítulo

11

Contenido

| | | |
|--------|---|-----|
| 11.1. | INTRODUCCIÓN | 357 |
| 11.2. | SERVICIOS EN RED DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA | 358 |
| 6.2.1. | ¿Qué es un servicio en red o un servicio web?..... | 358 |
| 6.2.2. | ¿Qué es un servicio en red de información geográfica? | 359 |
| 6.2.3. | Características de los servicios en red..... | 360 |
| 6.2.4. | Tipos de servicios en red de información geográfica | 362 |
| 11.3. | SERVICIOS WEB OGC..... | 363 |
| 11.4. | GEOSERVICIOS EN INSPIRE | 368 |
| 11.5. | CONCLUSIONES..... | 374 |
| 11.6. | REFERENCIAS | 375 |

11.1. INTRODUCCIÓN

Los servicios de información geográfica en red son uno de los principales componentes de las infraestructuras de datos espaciales (IDE), podemos decir que son la maquinaria de una IDE, que posibilitan diferentes operaciones sobre los datos geográficos y nos permite aprovechar plenamente toda la potencialidad de estas infraestructuras. En una IDE localizamos datos geográficos por medio de un servicio, visualizamos datos mediante servicios, accedemos a los datos mediante servicios y realizamos el procesamiento y/o transformación de los datos con servicios.

Los servicios web de información geográfica, tal y como indica el artículo 11 de la Directiva INSPIRE, tendrán en cuenta los requisitos de los usuarios y serán de fácil uso, a través de Internet o de cualquier otro servicio de telecomunicaciones, y estarán condicionados al cumplimiento por los interesados de los requerimientos técnicos que permitan la interoperabilidad de sus sistemas con las infraestructuras de información geográfica de las Administraciones Públicas. Es decir, los servicios no sólo permiten a los usuarios trabajar con los datos geográficos, sino que deben permitir que las máquinas se puedan interconectar a través de sus aplicaciones informáticas. Por ello, y para lograr la plena interoperabilidad, los servicios deben estar definidos siguiendo estándares internacionales. La interoperabilidad entre sistemas que gestionan la información geográfica es un tópico que se aborda desde muchos frentes y por muchas organizaciones, principalmente el *Open Geospatial Consortium*¹ (OGC) (Marín Morales et al. 2012).

En este capítulo, trataremos la definición de los servicios web de información geográfica, con especial hincapié en los servicios OGC más relevantes para la gestión de información geográfica y el papel que desempeñan en las IDE. Veremos sus componentes, tipos y características de manera genérica, ya que, sus capacidades, operaciones y detalles técnicos, junto a ejemplos prácticos de su uso, se tratarán en profundidad en capítulos posteriores.

Además, dentro del contexto donde nos encontramos, introduciremos el concepto de servicio en red según la directiva INSPIRE², analizando la correspondencia existente entre los estándares de servicios OGC y las normas ISO con los tipos de servicios genéricos de INSPIRE (*INSPIRE Spatial Data Services*).



Figura 11.1. Icono del Reglamento UE Nº 1089/2010 sobre la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales³.

¹ <https://www.ogc.org/>

² <https://inspire.ec.europa.eu/>

³ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2009R0976:20101228:ES:PDF>

11.2. SERVICIOS EN RED DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

6.2.1. ¿Qué es un servicio en red o un servicio web?

Existen muchas definiciones de lo que es un servicio en red o un servicio web, resultando difícil encontrar una que permita concretar una adecuada descripción que englobe todo lo que son e implican los servicios web.

El consorcio de internet, W3C⁴ (*World Wide Web Consortium*), define un servicio web como un sistema de software diseñado para soportar la interacción interoperable máquina a máquina a través de una red. Es decir, un conjunto de aplicaciones o de tecnologías con capacidad para interoperar en la Web y que intercambian datos entre sí con el objetivo de ofrecer servicios. Los proveedores ofrecen sus servicios como procedimientos remotos y los usuarios solicitan un servicio llamando a estos procedimientos a través de la Web. Estos servicios proporcionan mecanismos de comunicación estándares entre diferentes aplicaciones, que interactúan entre sí para presentar información dinámica al usuario.

En Wikipedia, un servicio Web (*Web service*) es definido como una tecnología que utiliza un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones. También se han definido como componentes de software a través de los cuales se «publica» una funcionalidad o se puede «comunicar» información al resto del mundo (Manchola, 2015) o como una serie de componentes de software que permiten a los usuarios usar aplicaciones que comparten datos con otros programas modulares, vía Internet, e incluso como una nueva generación de aplicaciones que trabajan colaborativamente en las cuáles el software está distribuido en diferentes servidores (MAD, 2007). Reflejando la idea que subyace en las IDE, compartir y colaborar a través de internet para crear conocimiento y producir resultados.

Otras definiciones se centran en los aspectos más «tecnológicos», como la empresa IBM⁵, que indica que un servicio web realiza una tarea específica o un conjunto de tareas y se describe mediante una descripción de servicio en una notación XML estándar llamada WSDL. Otras más amplias definen los servicios como aplicaciones independientes de la plataforma que pueden ser fácilmente creadas, publicadas, localizadas e invocadas mediante la combinación de protocolos web estándar, como XML (acrónimo inglés de *eXtensible Markup Language – Lenguaje de marcado extensible*), SOAP (*Simple Object Access Protocol – Protocolo de Acceso a Objetos Simples*), UDDI (*Universal Description, Discover, and Integration – Descripción, Descubrimiento e Integración Universal*) o WSDL (*Web Services Definition Language – Lenguaje de Descripción de Servicios Web*). Aunque estos protocolos no son los únicos disponibles y, hoy en día, lo único que ha sido universalmente aceptado es que los servicios web están basados en el estándar XML. Por ello, a la

⁴ <https://www.w3.org/>

⁵ www.ibm.com

hora de su implementación debe analizarse la viabilidad de estos para sacar el máximo rendimiento del servicio(s) ofrecido.

En resumen, un servicio web es un sistema de software que utiliza protocolos y estándares abiertos, para conseguir la interoperabilidad, lo que permite publicar y compartir datos y acceder a procesos en red entre aplicaciones y sistemas heterogéneos en entornos distribuidos. Los servicios permiten comunicar a proveedores y usuarios independientemente de la tecnología utilizada o de la plataforma que los soporta, de un modo sencillo y con una alta garantía de calidad.

6.2.2. ¿Qué es un servicio en red de información geográfica?

En el ámbito de las IDE, aunque las interpretaciones dadas en el apartado anterior se hacen extensibles a la información geográfica, también podemos encontrar diferentes definiciones y acepciones de servicio web, servicio en red, servicio de datos espaciales, servicio de información geográfica o, simplemente, geoservicio.

Considerando que las definiciones recogidas en los documentos legales vienen a zanjarse estas cuestiones, podemos decir, atendiendo al Artículo 3 de la Directiva INSPIRE y su transposición en la legislación española en el artículo 2 de la LISIGE⁶, que un servicio de información geográfica es una operación o conjunto de operaciones que pueden efectuarse a través de una aplicación informática sobre datos geográficos o sus metadatos correspondientes.

Tal y como indica la propia directiva, los servicios de red son necesarios para compartir los datos espaciales y estos deben hacer posible localizar, transformar, visualizar y descargar datos espaciales, así como acceder a datos y servicios de comercio electrónico. Los servicios en red deben funcionar con arreglo a especificaciones acordadas conjuntamente y a unos criterios operativos mínimos al objeto de garantizar la interoperabilidad, lo que pone de manifiesto que son necesarias normas y estándares para implementar servicios en el campo de la información geográfica.

En la actualidad, contamos con legislación específica a nivel internacional, nacional y sub-nacional: normas ISO, estándares de OGC, reglamentos y guías técnicas INSPIRE, así como, otros estándares y protocolos de la industria del software para la publicación y la utilización de los servicios de información geográfica, lo que puede crear una cierta confusión. Como apunte que pueda aclarar un poco esta cuestión, simplemente comentar que, tal y como se indicó en el capítulo 4 de este libro, el *Open Geospatial Consortium (OGC)* y la organización internacional encargada de la normalización ISO, a través de su comité técnico TC 211⁷ colaboran activamente con el objetivo de desarrollar estándares de información geográfica, de tal manera que la especificación OGC suele ser el punto de partida para definir la norma ISO que se elabora en paralelo en OGC y en ISO/TC 211.

Por su parte, Los servicios de red de INSPIRE se basan en los estándares internacionales existentes de W3C, ISO y OGC. INSPIRE desarrolla legislación, es decir, reglamentos donde determina los requisitos para el establecimiento y mantenimiento de los servicios de red previstos y guías técnicas donde define las

⁶ <https://www.boe.es/boe/dias/2010/07/06/pdfs/BOE-A-2010-10707.pdf>

⁷ <https://www.isotc211.org/>

directrices de implementación de los servicios y establece los requisitos y recomendaciones respecto a las normas ISO y estándares OGC y W3C a utilizar.

6.2.3. Características de los servicios en red

Los servicios web proporcionan una forma estándar de interoperar máquina a máquina a través de una red, utilizando aplicaciones cliente y servidor que se ejecutan en diferentes plataformas para realizar un determinado conjunto de tareas.

La principal característica de los servicios web debe ser, por tanto, la **interoperabilidad**, de esta forma, se garantiza que un servicio pueda ser llamado por cualquier aplicación, usando cualquier lenguaje de programación y bajo cualquier sistema operativo, siempre y cuándo se disponga de acceso a Internet.

Por otro lado, los servicios en red tienen como características especiales que están **basados en XML** (*eXtensible Markup Language*). XML es un lenguaje de etiquetas para la codificación de datos estructurados, basado en una sintaxis simple y concisa, con versiones/extensiones para diferentes tipos de datos (definidos de acuerdo con esquemas XML) e independiente de la plataforma. El uso de XML elimina cualquier tipo de dependencia de red, sistema operativo o plataforma, ya que XML es el lenguaje común que todos entienden.

Además, presentan un **bajo acoplamiento** (*Loosely Coupled*). Los servicios Web pueden combinarse con muy bajo acoplamiento, esto significa que el cliente y el servicio web no están vinculados entre sí. Por tanto, ¿es posible desacoplar la implementación del servicio del cliente e incluso la implementación del servicio web y su uso por parte de un cliente?, lo que significa que incluso si el servicio web cambia con el tiempo, no debe cambiar la forma en que el cliente llama al servicio web. La adopción de una arquitectura ligeramente acoplada tiende a hacer que los sistemas de software sean más manejables y permite una integración más simple entre los diferentes sistemas. De esta forma, las aplicaciones que proporcionan servicios simples pueden interactuar con otras para conseguir la realización de operaciones complejas de servicios más sofisticados.

Los servicios en red tienen **funcionalidad síncrona o asíncrona**. Esta funcionalidad se refiere a la vinculación del cliente a la ejecución del servicio. En operaciones síncronas, el cliente realmente esperará a que el servicio web complete una operación. Las operaciones asíncronas permiten a un cliente invocar un servicio y luego ejecutar otras funciones en paralelo. Esta es una de las técnicas más comunes y utilizada para garantizar que otros servicios no se detengan cuando se lleva a cabo una operación en particular. También tienen la capacidad de admitir llamadas a procedimientos remotos (RPC - *Remote Procedure Calls*) que permiten a los clientes invocar procedimientos, funciones y métodos en objetos remotos utilizando un protocolo basado en XML y el intercambio de documentos (*Document Exchange*). Uno de los beneficios clave de XML dada su forma genérica de representar no solo datos sino también procedimientos o documentos complejos.

Los servicios web pueden buscarse en la red y también pueden invocarse, para ello deben cumplir las siguientes características:

- ✓ Un servicio debe ser **accesible a través de la red**. Para ello debe utilizar protocolos de transferencia estándares como HTTP / HTTPS, protocolos para el intercambio de información y la llamada a procedimientos remotos en un entorno distribuido como SOAP (Protocolo simple de acceso a objetos) y codificar los mensajes en un lenguaje estándar que pueda conocer cualquier cliente que quiera utilizar el servicio. Este lenguaje es XML.
- ✓ Un servicio debe **contener una definición y descripción** de sí mismo. Para ello debe utilizar un estándar como WSDL (Lenguaje de Definición de Servicios Web), un lenguaje para la descripción del servicio, basada en XML que describe operaciones, mensajes, protocolos de red y formatos de mensajes de servicios web. De esta forma, una aplicación podrá saber cuál es la función de un determinado Servicio Web y cuál es su interfaz, de manera que pueda ser utilizado de forma automática por cualquier aplicación sin la intervención del usuario. Y,
- ✓ Un servicio debe **poder ser localizado**, es decir, deberemos tener algún mecanismo que nos permita encontrar un Servicio Web que realice una determinada función, por ejemplo, integrando UDDI (Descripción, Descubrimiento e Integración Universal), un registro de servicios web, independiente de la plataforma, basado en XML. De esta forma tendremos la posibilidad de que una aplicación localice el servicio de forma automática, sin que sea conocido previamente el usuario.

Otra característica de los servicios en red es que utilizan una **arquitectura orientada a servicios** que permite crear una definición abstracta de un servicio, proporcionar una implementación de dicho servicio, publicar y localizar un servicio, seleccionar una instancia y/o utilizar dicho servicio con una elevada interoperabilidad. Distinguiendo en esta arquitectura tres roles claramente definidos:

- ✓ el **Proveedor** (*Web Service Provider*): el proveedor crea el servicio web y lo pone a disposición de la aplicación cliente que quiera usarlo.
- ✓ el **Solicitante** (*Web Service Client*): un solicitante no es más que la aplicación cliente que necesita comunicarse con un servicio web. La aplicación cliente puede ser una .NET, Java o cualquier otra aplicación basada en un lenguaje que busque algún tipo de funcionalidad a través de un servicio web.
- ✓ el **Broker** (*Web Service Registry*): el broker no es más que la aplicación que proporciona acceso a la UDDI y permite que la aplicación cliente localice el servicio web.

Además, los servicios web siguen el principio de **Publish-Find-Bind**, de tal manera que:

1. El proveedor crea y publica un servicio en el catálogo (*Publish*). Realiza una descripción abstracta de dicho servicio utilizando un lenguaje de descripción de Servicios Web (*WSDL*) y lo publica en un servicio de registro utilizando una UDDI. Ahora el servicio es accesible para los clientes

2. El cliente busca en el catálogo para localizar una descripción de un servicio y recibe un resultado de búsqueda (*Find*)
3. En función del resultado, el consumidor puede acceder al servicio del proveedor (*Bind*) y utilizar una implementación concreta de dicho servicio

La siguiente figura (11.2) muestra una representación del principio *Publish-Find-Bind*.

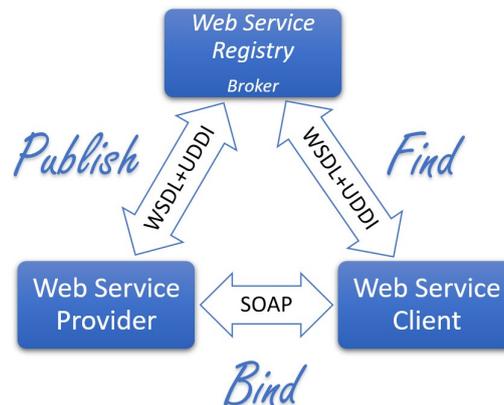


Figura 11.2. Esquema que muestra cómo interactúan entre sí el proveedor de servicios, el solicitante del servicio y el registro de servicios.

Esta arquitectura orientada a servicios es la que postula la directiva INSPIRE, es una arquitectura compleja, razón de la necesidad de definiciones de la interfaz claras y servicios de red consistentes e interoperables.

6.2.4. Tipos de servicios en red de información geográfica

Aunque los servicios web podrían clasificarse siguiendo criterios más «informáticos», en este capítulo nos centraremos en los tipos de servicios web para la información geográfica en el ámbito de las IDE. En este sentido, la Directiva INSPIRE define 5 tipos de servicios web llamados «servicios de red» que proporcionan acceso a recursos de datos espaciales de acuerdo con el principio ampliado de «publicación – búsqueda – descubrimiento - vinculación» (*publish – search – find - bind*).

Los usuarios pueden encontrar datos según criterios de búsqueda específicos (o coordenadas geográficas), ver los metadatos o los datos espaciales en sí mismos, y descargarlos en su propio ordenador para su uso posterior.

Así, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 11 del capítulo IV: Servicios de Red, de la citada directiva (recogidos también en la ley española, LISIGE), los servicios se clasifican de la siguiente manera:

- a) **servicios de localización** que posibiliten la búsqueda de conjuntos de datos espaciales y servicios relacionados con ellos partiendo del contenido de los metadatos correspondientes, y que muestren el contenido de los metadatos;

- b) **servicios de visualización** que permitan, como mínimo, mostrar, navegar, acercarse o alejarse mediante zoom, moverse o la superposición visual de los conjuntos de datos espaciales, así como mostrar los signos convencionales o cualquier contenido pertinente de metadatos;
- c) **servicios de descarga** que permitan descargar copias de conjuntos de datos espaciales, o partes de ellos y, cuando sea posible, acceder directamente a ellos;
- d) **servicios de transformación**, que permitan transformar los datos espaciales con vistas a lograr su interoperabilidad;
- e) **servicios que permitan el acceso a servicios de datos espaciales**.

Estos servicios deberán tener en cuenta los requisitos pertinentes de los usuarios y ser fáciles de utilizar y de acceso al público, vía Internet o cualquier otra forma de telecomunicación.

11.3. SERVICIOS WEB OGC

Desde 1994 OGC contribuye a la definición de estándares abiertos e interoperables. Muchos de los estándares OGC desarrollados en los últimos años son estándares para entornos de servicios web, y estos estándares son referidos como Servicios Web OGC (OWS - *OGC Web Services*). El capítulo 4 de este libro se dedica íntegramente a OGC, aquí sólo haremos referencia a cuestiones relacionadas con los estándares para geoservicios de una IDE, es decir, aquellos relacionados con la Información Geográfica a través de la *World Wide Web*, ya que, OGC define la mayoría de las especificaciones de interfaces de servicios de información geográfica que se utilizan para implementar servicios en red.

El producto principal de OGC es un "estándar". Un estándar es un documento que detalla los aspectos de ingeniería (y las reglas) para implementar una interfaz o codificación que resuelve un problema específico de interoperabilidad geoespacial (OGC, 2016). Los estándares OGC se definen para múltiples plataformas distribuidas, aunque manteniendo una semántica geoespacial común a través de toda la tecnología subyacente e implican cualquier tecnología que requiera interoperabilidad geoespacial. Las áreas de cobertura tecnológica incluyen servicios web, modelos de datos, plataformas móviles, codificación y lenguajes. Los miembros de OGC definen, discuten, prueban y aprueban estos documentos mediante un proceso formal. Los estándares son abiertos y gratuitos para el público a través del sitio web de OGC⁸.

Entre los documentos definidos por los estándares OGC nos encontramos:

- ✓ Las **Especificaciones Abstractas (AS)**⁹, que proporcionan la base conceptual para la mayoría de las actividades de desarrollo de

⁸ <https://www.ogc.org/standards>

⁹ <https://www.ogc.org/docs/as>

especificaciones de OGC, incluidas las interfaces y los protocolos abiertos. El uso del AS facilita la interoperabilidad entre diferentes marcas y diferentes tipos de sistemas de procesamiento geoespacial.

- ✓ Los **Estándares de Implementación (IS)**¹⁰ reflejan un estándar de consenso OGC para las interfaces de programación de aplicaciones y estándares relacionados basados en la Especificación Abstracta o extensiones específicas de dominio para las AS. Se considera que un estándar de implementación se encuentra en el nivel de detalle de la implementación si, cuando se implementan por dos ingenieros de software diferentes, los componentes resultantes se conectan y juegan entre sí en esa interfaz. Dentro de la categoría de documentos IS, hay cinco subtipos: interfaz, codificación, perfil, perfil de aplicación y esquema de aplicación.
- ✓ Los **documentos de Buenas Prácticas**¹¹ (*Best Practice*), que contienen discusiones relacionadas con el uso y/o implementación de un documento OGC adoptado. Los documentos de Mejores Prácticas implican una posición oficial del OGC y por consiguiente representan un respaldo del contenido (OGC, 2008).

Tabla 11.1. Documentos del estándar *Web Feature Service* (WFS) para la descarga de datos vectoriales. (<https://www.ogc.org/standards/wfs>)

| versión | Título del documento | Documento | Tipo |
|---------|--|-----------|----------------|
| 2.0.2 | OGC® Web Feature Service 2.0 Interface Standard – With Corrigendum | 09-025r2 | IS |
| 2.0 | OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard (also ISO 19142) | 09-025r1 | IS |
| 2.0 | DGIWG - Web Feature Service 2.0 Profile | 15-005r1 | Profile |
| 1.1.3 | OGC Web Feature Service (WFS) Implementation Specification | 04-094r1 | IS-C |
| 1.1.0 | OpenGIS Web Feature Service (WFS) Implementation Specification | 04-094 | IS |
| | Gazetteer Service - Application Profile of the Web Feature Service Best Practice (1.0) | 11-122r1 | BP |
| | Gazetteer Service – Application Profile of the Web Feature Service Candidate Implementation Standard (1.0) | 11-122r1 | D-RFC |
| | OpenGIS Web Feature Service (WFS) Implementation Specification (Corrigendum) (1.0.0) | 06-027r1 | ISC |
| 1.0.0 | Web Feature Service | 02-058 | D-IS |
| | Web Feature Service (Transactional) (1.0.0) | 02-058 | D-SAP |
| 0.9.0 | OWS5: OGC Web feature service, core and extensions | 08-079 | DP |
| | OGC Web Feature Service (WFS) Temporality Extension | 12-027r3 | DP |
| | OGC Web Feature Service (WFS) Temporality Extension | 12-027r2 | D-DP |

¹⁰ <https://www.ogc.org/docs/is>

¹¹ <https://www.ogc.org/docs/bp>

Además, OGC publica **Artículos de Discusión**, que contiene discusión de alguna tecnología o área estándar para dar a conocer al público, pero que no representan la posición oficial del OGC y contienen una declaración a tal efecto, y **White Papers**, documento del OGC para el público que declara una posición sobre un tema social, político, técnico, etc., incluyendo a menudo una explicación detallada de una arquitectura o marco de una solución (OGC, 2008).

El Modelo de Referencia de OGC¹² (ORM - *OGC Reference Model*) describe la línea de base de los estándares de OGC, que se centra en las relaciones entre estos documentos y su vínculo con los estándares ISO relacionados. Este incluye los estándares aprobados de OGC: AS, IS y los documentos de Buenas Prácticas. El ORM proporciona una visión general sobre los estándares OGC y sirve como un recurso de utilidad para definir arquitecturas de aplicaciones específicas.

En el desarrollo de aplicaciones de servicios web usando estándares OGC (y en el aprendizaje de las relaciones entre ellos) se utiliza el principio del que hablamos anteriormente, «*Publish-Find-Bind*» o «publicar, encontrar y enlazar», como las funciones clave para aplicaciones en un entorno de servicios web.

La figura 11.3. proporciona un esquema general de arquitectura para los Servicios Web OGC. Este esquema identifica las clases genéricas de servicios que participan en diversas actividades de geoprocésamiento y localización (*OSGeoLive, 2012*).

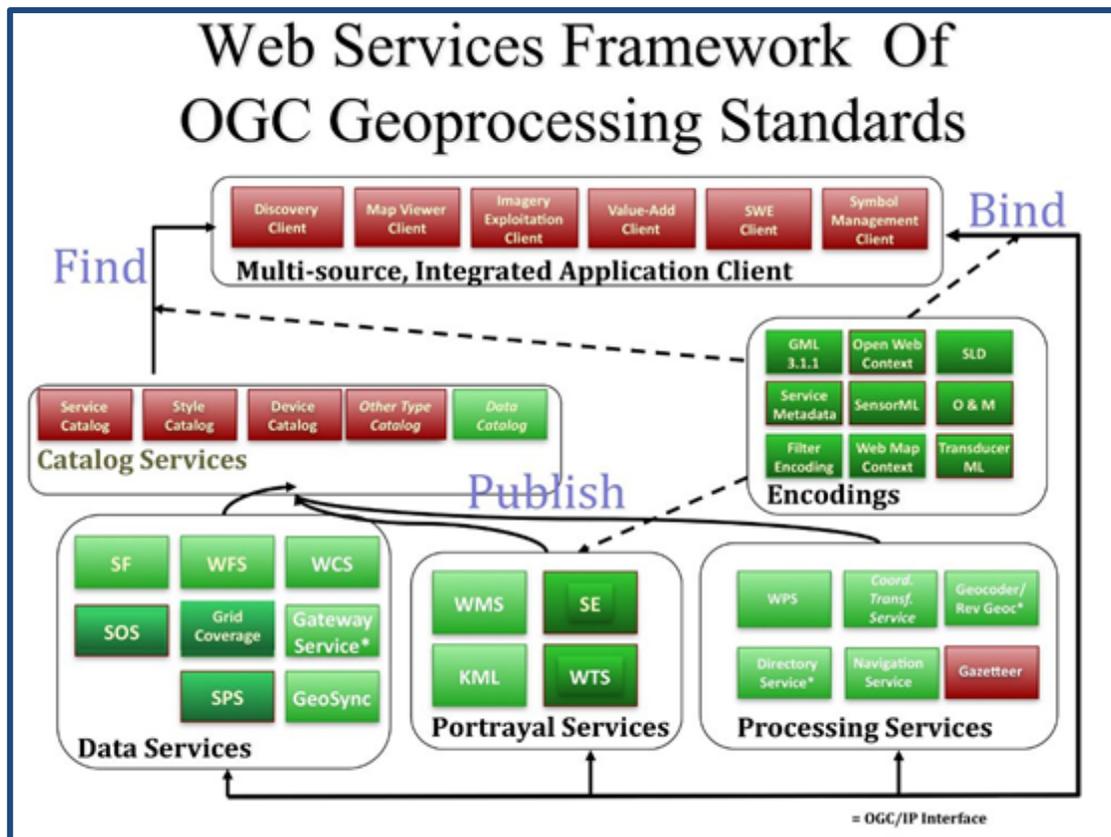


Figura 11.3 *Framework* de servicios web de estándares de Geoprocésamiento OGC. Fuente: OSGeoLive, 2012 (<https://live.osgeo.org/archive/10.5/es/standards/standards.html>)

¹² <https://www.ogc.org/standards/orm>

Para cada uno de los tipos de servicios en red de información geográfica definidos anteriormente, podemos encontrar al menos un estándar OGC (el alcance, las operaciones y los detalles técnicos de estos servicios, junto a ejemplos prácticos de su uso, serán vistos en los siguientes capítulos). Además, junto con éstos se utilizan otros estándares, también OGC, necesarios para garantizar la armonización e interoperabilidad de los conjuntos de datos y servicios, de cara a facilitar los sistemas de geoprocetamiento y el intercambio de información geográfica en beneficio de los usuarios como, SLD (*Styled Layer Descriptor*), *Symbology Encoding (SE)* o GML (*Geography Markup Language*), entre otros (Tabla 11.2).

Tabla 11.2. (a)- Tabla de Servidos en red y estándares OGC (<https://www.ogc.org/standards>)

| Tipo de servicio | Estándar OGC | Descripción |
|------------------|---|---|
| Localización | Catalogue Service / Catalogue Service for the Web (CSW) | El Servicio de Catálogo permiten publicar y buscar colecciones de datos, servicios y recursos de información a partir de la información descriptiva de los mismos, es decir, sus metadatos. Los servicios de catálogo son necesarios para respaldar la localización y el enlace a los recursos de información registrados dentro de una comunidad de información. |
| Visualización | Web Map Service (WMS) | El Servicio Web de Mapas, WMS, proporciona una interfaz simple para la solicitud y visualización de imágenes de mapas georreferenciadas, de una o más capas de bases de datos geoespaciales distribuidas. |
| | Web Map Tile Service (WMTS) | El Servicio Web de Mapas Teselados, WMTS, proporciona una solución para servir mapas digitales utilizando teselas o mosaicos de imagen predefinidos. |
| | Styled Layer Descriptor (SLD) | El estándar SLD, descriptor de estilo de capa, define una codificación que extiende el estándar WMS para permitir que el usuario defina la simbología y colores de los datos vectoriales y ráster que muestra el WMS e incluye una operación para el acceso estandarizado a los símbolos de leyenda. |
| | Symbology Encoding (SE) | El estándar de codificación de simbología (SE) proporciona la capacidad de definir reglas de estilo en un lenguaje de estilo que tanto el cliente como el servidor puedan entender. |
| Descarga | Web Feature Service (WFS) | El servicio de descargas permite el acceso y descarga de «objetos geográficos», es decir, en formato vectorial. |
| | Web Coverage Service (WCS) | El Servicio Web de Coberturas permite el acceso y descarga de datos ráster y coberturas. |
| | Sensor Observation Service (SOS) | El Servicio de Observación de Sensores, SOS, define una interface estandarizado y operaciones para el acceso a observaciones de sensores y sistemas de sensores que es consistente con todos los sistemas, incluyendo los sistemas remotos, in-situ, fijos y sensores móviles. |
| | Geography Markup Language (GML) | El Lenguaje de Marcado Geográfico, GML, es una gramática XML para expresar características geográficas |

| | | |
|--|--|--|
| | | y como lenguaje de modelado para sistemas geográficos, así como un formato de intercambio abierto para intercambio de datos geográficos en Internet. |
|--|--|--|

Tabla 11.2. (b)- Tabla de Servidos en red y estándares OGC (<https://www.ogc.org/standards>)

| Tipo de servicio | Estándar OGC | Descripción |
|--|--|---|
| Transformación | <i>Web Processing Service (WPS)</i> | El Servicio Web de Procesamiento, WPS, permite la ejecución de rutinas y algoritmos de procesamiento remoto sobre datos geográficos. |
| | <i>Coordinate Transformation (WCTS)</i> | El Servicio de Transformación de Coordenadas permite la conversión de datos geográficos para diferentes sistemas de referencia. |
| | <i>Web Coverage Processing Service (WCPS)</i> | El Servicio de Procesamiento de Coberturas Web define un lenguaje independiente del protocolo para la extracción, procesamiento y análisis de coberturas multidimensionales que representan datos de sensores, imágenes o estadísticas. |
| acceso a servicios de datos espaciales | <i>Location Services (OpenLS)</i> | El Estándar de Interfaz de Servicios de Ubicación Abierta de OpenGIS® (OpenLS) especifica interfaces que permiten a las empresas en la cadena de valor de Servicios Basados en la Ubicación (LBS) “conectarse” y proporcionar sus aplicaciones. Estas aplicaciones están habilitadas por interfaces que implementan servicios OpenLS, como un servicio de directorio, servicio de puerta de enlace, servicio de geocodificador, servicio de presentación (representación del mapa) y otros. |
| Otros | <i>Observations and Measurements (S&M)</i> | Este estándar define una interfaz de servicio web que permite consultar observaciones, metadatos de sensores, así como representaciones de características observadas. Además, esta norma define los medios para registrar nuevos sensores y eliminar los existentes, y define operaciones para insertar nuevas observaciones de sensores. |
| | <i>Sensor Web Enablement (SWE)</i> | Los estándares SWE facilitan la integración de la información de sensores en miles de aplicaciones geoespaciales que implementan otros estándares de OGC. |
| | <i>Web Service Common</i> | Este estándar especifica muchos de los aspectos que son, o deberían ser, comunes a todos o múltiples estándares de implementación de interfaz de Servicio Web OGC (OWC). Estos aspectos comunes son principalmente algunos de los parámetros y estructuras de datos utilizados en las peticiones y respuestas de operación. |

El geoportal de acceso a la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) proporciona acceso a los Servicios OGC implementados en el territorio nacional y algunos países vecinos, es decir, facilita las direcciones de los servicios de red que cumplen con estándares OGC, sirviendo de punto de acceso nacional a dichos servicios (Fig. 11.4).



Figura 11.4. Página de acceso al directorio de servicios del geoportal de la IDDE (<http://www.idee.es/web/idee/segun-tipo-de-servicio/>)

11.4. GEOSERVICIOS EN INSPIRE

La Directiva INSPIRE 2007/2/EC establece que las organizaciones responsables de la información geográfica, de cada uno de los temas enumerados en los anexos de la Directiva, deben ofrecer su información de forma integrada e interoperable a través de servicios de datos espaciales.

Los servicios de red de INSPIRE, o geoservicios, especifican interfaces comunes para servicios web (de localización, de visualización, de descarga, de transformación y servicios que permiten invocar otros servicios de datos espaciales). INSPIRE aconseja utilizar los estándares existentes en el mercado y, sus servicios en red, se basan fundamentalmente en los estándares internacionales de ISO, OGC y W3C. Aun así, para dar cumplimiento a la Directiva y garantizar que las infraestructuras de datos espaciales de los estados miembros sean compatibles y utilizables en un contexto comunitario y transfronterizo, la comisión ha aprobado una serie de Reglas de Implementación de INSPIRE (*IR - Implementing Rules*) para Servicios de Red, recogidas en:

- los Reglamentos, que especifican qué se necesita implementar a nivel abstracto y genérico, y
- las Directrices Técnicas, documentos no vinculantes, que especifican cómo se podrían implementar las obligaciones legales.

➤ Reglamentos

Para el desarrollo de las normas de implementación exigidas por la Directiva, se hizo hincapié primero en los metadatos con la publicación del Reglamento (CE) nº 1205/2008 de la Comisión, seguidamente en los servicios en red básicos, con la aprobación del Reglamento (CE) nº 976/2009, y en la interoperabilidad de conjuntos de datos espaciales y servicios, en el Reglamento (CE) nº 1089/2010, por los que se ejecuta y se aplica la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

- El **Reglamento (CE) Nº 1205/2008**¹³ establece los requisitos para la creación y el mantenimiento de metadatos para conjuntos, series y servicios de datos espaciales correspondientes a los temas indicados en los anexos I, II y III de la Directiva 2007/2/CE, como base para los servicios de red de INSPIRE.
- El **Reglamento (CE) Nº 976/2009**¹⁴, en lo que se refiere a los servicios de red, establece especificaciones técnicas y criterios mínimos de calidad para los servicios de red del tipo **visualización, localización, descarga y transformación**. El reglamento fue modificado con el Reglamento (CE) Nº 1311/2014¹⁵ de la Comisión, de 10 de diciembre de 2014, en lo relativo a la definición del elemento de metadatos Inspire.
- El **Reglamento (CE) N 1089/2010**¹⁶, en lo que se refiere a la **interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales**, establece los requisitos sobre las disposiciones técnicas relativas a la interoperabilidad y, cuando sea practicable, la armonización de los conjuntos de datos espaciales y los servicios de datos espaciales correspondientes a los temas enumerados en los anexos I, II y III de la Directiva. Algunos artículos del reglamento fueron modificados en el Reglamento (CE) n °1312/2014¹⁷ de la Comisión.

➤ Directrices técnicas

Las directrices técnicas incluyen los requisitos y recomendaciones técnicas y describen las pautas de implementación para poner en marcha los servicios en red, cumpliendo así los requisitos de la directiva y el Reglamento sobre servicios de red de INSPIRE. Desde 2010 se han aprobado las directrices que se detallan a continuación y, en el futuro, verán la luz nuevas versiones de éstas y nuevos documentos guía para los servicios de INSPIRE.

- **Directriz técnica para la implementación de servicios de localización** (*[Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Discovery Services](#)* – Versión 3.1 de 07-11-2011): este documento define los requisitos y recomendaciones técnicas y describe las pautas de implementación de los Servicios de descubrimiento (localización) para cumplir con los requisitos de la

¹³ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:326:0012:0030:ES:PDF>

¹⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0976&qid=1542201677233&from=EN>

¹⁵ <https://inspire.ec.europa.eu/documents/commission-regulation-eu-no-13112014-10-december-2014-amending-regulation-ec-no-9762009-0>

¹⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010R1089-20141231>

¹⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014R1312&from=EN>

Directiva y el Reglamento sobre servicios de red de INSPIRE. Establece como criterios base para implementar el servicio: el estándar *Catalogue Services Specification 2.0.2* de OGC y el perfil *ISO Metadata Application Profile for CSW 2.0*. Además, añade una serie de requisitos específicos como índices de búsqueda adicionales, un nuevo parámetro opcional «LANGUAGE» en las peticiones *GetCapabilities* y *GetRecords*, nuevos elementos de metadatos de servicio que son recogidos bajo el elemento «extended_capabilities» y nueva operación *Link Discovery Service*, que permite a terceras partes declarar un servicio de catálogo secundario, para conocer la disponibilidad de recursos a través del servicio de localización, manteniendo los metadatos de recursos en la ubicación del propietario.

- **Directriz técnica para la implementación de servicios de visualización** ([Technical Guidance for the implementation of INSPIRE View Services¹⁸](#) – Versión 3.11 de 04-04-2013): este documento define los requisitos y recomendaciones técnicas y describe las pautas de implementación de los Servicios de visualización de INSPIRE. Establece como criterios base para implementar el servicio: el Perfil Inspire de ISO19128 y los estándares de OGC WMS 1.3.0 y WMTS 1.0.0., y para implementar la simbología de cada capa los estándares *Style Layer Descriptor* y *Simbology Encoding*. Además, añade una serie de requisitos específicos como un nuevo parámetro opcional «LANGUAGE» en las peticiones *GetCapabilities* y *GetMap*, incorpora nuevos elementos de metadatos de servicio que son recogidos bajo el elemento «extended_capabilities» y una nueva operación *Link View Services* operación que permite el acceso a los recursos de un servicio de visualización de otra autoridad pública.
- **Diretrizes técnicas para la implementación de servicios de descarga:**
 - ✓ **Directriz técnica para la implementación de servicios de descarga** ([Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services¹⁹](#) – Versión 3.1 de 09-08-2013): esta guía contiene documentación técnica detallada relacionada con la implementación de los servicios de descarga de INSPIRE. Si bien este documento cumple con todos los requisitos del servicio de descarga para los temas del Anexo I, puede no ser tan adecuada para algunos de los datos de los temas de los Anexos II y III. Por eso, para cubrir estas necesidades adicionales, surgen las guías para el Servicio Web de Cobertura (WCS) y para el Servicio de Observación de Sensores (SOS). La directriz establece como criterios base para implementar servicios de descarga directa de datos el estándar *Web Feature Service 2.0.0* de OGC o la norma ISO 19142 y/o el estándar *Filter Encoding Specification* de OGC o la ISO 19143 y como base para crear servicios de descarga de conjuntos de datos predefinidos ATOM, el estándar de IETF (*Internet Engineering Task Force*). La directiva también permite satisfacer todos los requerimientos funcionales utilizando ATOM, WFS y *Filter Encoding*, es lo que denomina

¹⁸ http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/TechnicalGuidance_ViewServices_v3.11.pdf

¹⁹ http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/Technical_Guidance_Download_Services_v3.1.pdf

implementación híbrida. Además, al igual que en los casos anteriores se incluye el parámetro adicional de idioma, la ampliación del número de *ítems* de metadatos y una operación *Link Download Service* que permite a terceras partes conectar un servicio de descarga, ya que, posibilita dar a conocer la disponibilidad de un servicio de descarga manteniendo la capacidad de descarga en la ubicación del propietario.

- ✓ **Directriz técnica para la implementación de servicios de descarga utilizando un servicio web de coberturas** ([Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services using Web Coverage Services \(WCS\)](#)²⁰ – Versión 1.0 de 16-12-2016): este documento define los requisitos y recomendaciones técnicas para la implementación de los servicios de descarga de datos ráster de INSPIRE, recogidos en el anexo II (elevación, geología, cubierta terrestre y ortoimágenes) y anexo III (suelos, usos del suelo, instalaciones de seguimiento ambiental, zonas de riesgo natural, condiciones atmosféricas, características meteorológicas, características oceanográficas, regiones marinas, hábitats y biotopos, recursos energéticos) de la directiva. Establece como criterios base para implementar el servicio el estándar de OGC *Web Coverage Service 2.0* y sus extensiones. Añadiendo los mismos requisitos específicos utilizados en el anterior servicio de descargas WFS.
- ✓ **Directriz técnica para la implementación de servicios de descarga utilizando un Servicio de Observación de Sensores** ([Technical Guidance for implementing download services using the OGC Sensor Observation Service and ISO 19143 Filter Encoding](#) – Versión 1.0 de 16-12-2016): este documento se utilizará junto con el documento INSPIRE D2.9 "Pautas para el uso de las observaciones y mediciones (*Observations & Measurements*) y los estándares relacionados con la habilitación de sensores web (*Sensor Web Enablement*). Establece como criterios base para implementar el servicio de descarga el estándar de OGC: *Sensor Observation Service* y la ISO 19143: *Filter Encoding*.
- **Directriz técnica para la implementación de servicios de red de transformación de esquemas INSPIRE** ([Technical Guidance for the INSPIRE Schema Transformation Network Service](#)²¹ – Versión 3.0 de 12-06-2010). Los servicios de red de transformación se pueden clasificar según su funcionalidad, por ejemplo: servicios para transformar formatos de datos (de un formato propietario a GML), servicios para transformar sistemas de referencia de coordenadas (CRS) y servicios para transformar esquemas lógicos de los datos o modelos de datos. Este documento se aplica solamente a los servicios de transformación de esquemas lógicos de un modelo de datos propietario al modelo de datos establecido por Inspire. Asumiendo que otros tipos de transformaciones son gestionadas por otros

²⁰ <http://inspire.ec.europa.eu/file/1635/download?token=7m3PXP4a>

²¹ http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/JRC_INSPIRE-TransformService_TG_v3-0.pdf

servicios, el documento detalla los aspectos técnicos de las interfaces y las características del servicio de transformación de esquemas. No detalla cómo se combina el servicio o se organiza con otros servicios, ni cómo se debe implementar el servicio internamente, pero permitirá la interoperabilidad al reducir las ambigüedades que pudieran surgir de las diferentes interpretaciones de las operaciones y los parámetros requeridos.

- **Directriz técnica para la implementación de los servicios de datos espaciales de INSPIRE y los servicios que permiten invocar servicios de datos espaciales** (*Technical Guidance for INSPIRE Spatial Data Services and services allowing spatial data services to be invoked* – Versión 4.0 de 16-12-2016). Este tipo de servicio permite definir los datos de entrada, de salida y el flujo de trabajo o servicio que combina otra serie de servicios. El objetivo de este documento es detallar los requisitos técnicos de INSPIRE para los servicios de datos espaciales (SDS) y los servicios que permiten invocar los SDS desde las Reglas de Implementación, de manera que estos servicios puedan describirse e implementarse de forma consistente en toda Europa. La guía se ha desarrollado en el documento de discusión «Alcance y definición de los servicios de datos espaciales» creado por MIG-T (Grupo de servicios de datos espaciales). La guía proporciona pautas para implementar los requisitos de un SDS de acuerdo con las clases de conformidad. Estas clases de conformidad, para un SDS invocable y un SDS interoperable, incluyen solo los requisitos para la creación de metadatos adicionales. Las clases de conformidad para un SDS armonizado incluye los requisitos relacionados con los metadatos, la calidad del servicio, la codificación de salida y la operación de obtención de metadatos del servicio de datos espaciales armonizados.

Además de estos reglamentos y estándares es necesario utilizar las especificaciones de datos (*Data Specifications*) que establecen modelos de datos comunes, listas de códigos, capas de mapa y metadatos adicionales, para garantizar la interoperabilidad necesaria al intercambiar conjuntos de datos espaciales.



Figura 11.5. Página de acceso al directorio de servicios del geoportal de la IDDE (<http://www.idee.es/csw-codsi-idee/srv/spa/catalog.search#/home>)

En el caso de España, el geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), proporcionará acceso a los Servicios INSPIRE a partir del Catálogo de Datos y Servicios INSPIRE²², CODSI, es decir, facilita las direcciones de los servicios de red disponibles por temas Inspire mencionados en el artículo 11 de la Directiva y sirve de punto de acceso nacional, al facilitar su enlace, de acuerdo con lo establecido por el artículo 15 de la misma (Fig. 11.5). Además, desde dicho geoportal se tiene acceso a los reglamentos y directrices técnica para implementar los [Servicios en Red Inspire](#) y a [Documentos Técnicos](#) elaborados por el Grupo Técnico de Trabajo de Arquitectura, normas y estándares de los servicios de red (GTTArq), no sólo para la implantación de servicios de red conforme a INSPIRE/LISIGE, sino guiar al usuario durante la configuración de un servicio de red con herramientas concretas (GeoServer, Mapserver, ArcGIS, GeoNetwork y Deegree).

➤ Calidad de servicio (QoS)

La puesta en marcha de servicios de red no solo tiene que seguir unas especificaciones y unas normas para conseguir la interoperabilidad, sino que tiene que cumplir unos criterios mínimos de calidad. Para ello es necesario establecer una serie de requisitos mínimos tales como: rendimiento, capacidad, disponibilidad, fiabilidad, seguridad y conformidad reflejados el documento informativo *Network Services Architecture (Version 3.0)*.

Sin embargo, respecto a la implementación, el Reglamento 976/2009 concreta unos criterios mínimos de calidad y considera solamente tres requisitos: rendimiento, capacidad y disponibilidad, fijando las magnitudes para establecer unos mínimos a cumplir y la fecha en la que estos servicios tienen que estar funcionando y cumpliendo esos criterios mínimos.

El rendimiento, establece el tiempo que tarda el servicio en enviar una respuesta al peticionario, manteniendo la capacidad mínima fijada en una situación normal, es decir, dentro de los períodos de tiempo que no son de demanda máxima. La capacidad se refiere al número mínimo de peticiones simultáneas atendidas por un servicio en un intervalo determinado de tiempo. Y, la disponibilidad hace referencia a la probabilidad de que un servicio de red esté disponible, es decir, funcionando correctamente. Los dos primeros requisitos, rendimiento y capacidad varían en función del tipo de servicio y el tercero, la disponibilidad, es fija para todos los servicios con un valor del 99% del tiempo total.

El siguiente capítulo de este libro se dedica íntegramente a la calidad de los servicios en red.

➤ Validación del servicio

La aplicación de la directiva INSPIRE requiere verificar la conformidad de los Servicios de Red con las Normas de Ejecución de la directiva. Esta tarea es un proceso complejo que requiere el empleo de herramientas especializadas que permitan a los responsables de los nodos IDE, los productores de servicios

²² <http://www.idee.es/csw-codsi-idee/srv/spa/catalog.search#/home>

espaciales y los desarrolladores de herramientas comprobar si los servicios de red y los metadatos cumplen los requisitos definidos en las Directrices Técnicas de Inspire.

El *Joint Research Center* ([JRC](#)) de la Comisión Europea ha publicado el Validador Inspire 1.0 para testear metadatos, servicios de descarga ([WFS](#) y [ATOM Feed](#)) y conjuntos de datos del anexo I.

La herramienta que ha sido desarrollada bajo acciones de [ARE3NA](#) y [ELISE](#), proporciona informes de prueba detallados para ayudar a los implementadores a comprender cómo están funcionando sus datos, servicios, metadatos o soluciones de software, o dónde pueden necesitar mejoras. El validador se basa en los conjuntos de pruebas abstractas y ejecutables acordadas entre los Estados miembros y el Grupo de mantenimiento e implementación INSPIRE ([INSPIRE Maintenance and Implementation Group - MIG](#)).

El validador de conjuntos de datos, servicio y metadatos se encuentra disponible en el enlace web: <https://inspire.ec.europa.eu/validator/about/>

Y en repositorio [GitHub](#), se facilita una API y un paquete preparado para la instalación del software en cualquier geoportal.

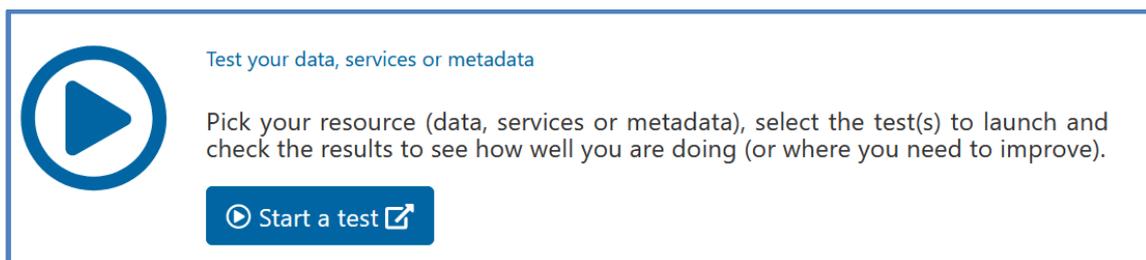


Figura 11.6. Página de acceso a la web para validar los CDE, servicios de red y metadatos (<https://inspire.ec.europa.eu/validator>)

11.5. CONCLUSIONES

Un servicio web es un sistema de software que utiliza protocolos y estándares abiertos, para conseguir la interoperabilidad, lo que permite publicar y compartir datos y acceder a procesos en red entre aplicaciones y sistemas heterogéneos en entornos distribuidos. Además, permiten comunicar a proveedores y usuarios independientemente de la tecnología utilizada o de la plataforma que los soporta, de un modo sencillo y con garantías de calidad.

Un servicio web de información geográfica es un servicio web que nos permite operar sobre datos o conjuntos de datos geográficos o sus correspondientes metadatos. Los servicios de red son necesarios para compartir los datos espaciales y estos deben hacer posible localizar, transformar, visualizar y descargar datos espaciales, así como acceder a datos y servicios de comercio electrónico. Estos servicios son uno de los principales componentes de una IDE, ya que, permiten aprovechar toda la potencialidad de estas infraestructuras.

La principal característica de los servicios web de información geográfica debe ser la interoperabilidad, aunque estos tienen otras propiedades que posibilitan que

ésta se cumpla y facilitan su intercambio y uso por parte de proveedores y usuarios. Por ello, los servicios en red utilizan una arquitectura orientada a servicios, están basados en XML y pueden combinarse con muy bajo acoplamiento, lo que permite que el cliente y el servicio web no estén vinculados entre sí. Además, tienen funcionalidad síncrona o asíncrona y pueden invocarse en la red, debiendo ser accesibles a través de internet, contener una definición y descripción y algún mecanismo que nos permita encontrar el servicio, por ejemplo, una UDDI.

En el ámbito europeo, la Directiva INSPIRE 2007/2/EC establece que las organizaciones responsables de la información geográfica, de cada uno de los temas enumerados en los anexos de la Directiva, deben ofrecer su información de forma integrada e interoperable a través de servicios de datos espaciales. La Directiva establece cómo deben ser los servicios en red de información geográfica y los clasifica en 5 grupos diferentes, de localización o descubrimiento, de visualización, descarga, de transformación y de acceso a otros servicios.

Para implementar servicios y dar cumplimiento a la directiva, se han desarrollado reglas de implementación mediante reglamentos, directrices técnicas y especificaciones de datos, entre otros documentos. Además de herramientas de validación, como el Validador Inspire 1.0, que permiten comprobar en qué medida un servicio cumple con las reglas de implementación INSPIRE, aunque en esta primera versión solo es posible testear metadatos, servicios de descarga (WFS y Atom) y conjuntos de datos del anexo I.

INSPIRE aconseja utilizar los estándares existentes en el mercado y, sus servicios en red, se basan fundamentalmente en los estándares internacionales de ISO, OGC y W3C. Siendo OGC los estándares más utilizados, en este capítulo hemos visto cómo, para los principales servicios Inspire, se establecen como base estándares OGC y normas ISO.

11.6. REFERENCIAS

Comisión Europea (2007). Directiva INSPIRE (2007/2/CE), de 14 de marzo de 2007, que establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea. PDF accesible vía: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>

Ley 14/2010 de las Infraestructuras y Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE) de 5 de julio de 2010. PDF accesible vía: <http://www.boe.es/boe/dias/2010/07/06/pdfs/BOE-A-2010-10707.pdf>

MAD, 2007. Arquitectura de servicios web (WS).

Manchola, J. (2015). Consumo y publicación de Geoservicios. Presentación del Seminario Taller "Servicios Web Geográficos del: Concepto a la Práctica" IDECA (Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital). Colombia. PDF accesible vía: <https://www.ideca.gov.co/sites/default/files/IDECA-Seminario-Taller-Consumo-y-Publicacion-de-Geoservicios-Julio.pdf>

Marín Morales, M.I., Vargas Agudelo, F.A. y Soto Durán, D.E. (2012). Una síntesis conceptual de los servicios web para la gestión de información geográfica. En: Ventana Informática, N° 27 (jul.-dic. 2012) Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 25-40.

OGC, 2008. Modelo de Referencia OGC. Número de referencia: OGC 08-062r4, Versión: 2.0. Traducido al castellano del original inglés por el Laboratorio de Tecnologías de la Información Geográfica (LatinGEO). Universidad Politécnica de Madrid (<http://redgeomatica.rediris.es/redlatingeo/index.html>)

OSGeoLive, 2012. Estándares del Open GeoSPatial Consortium. <https://live.osgeo.org/archive/10.5/es/standards/standards.html>

Reglamentos y directrices técnicas Inspire. Accesible vía: <http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/47>

**«No somos una
empresa en el
negocio del café
que se dedica a
servir a la gente,
somos una
empresa que se
dedica a la gente
y sirve café»**

*Howard Schultz, fundador de
Starbucks Coffeee*

Calidad de servicio

Rodríguez Pascual, Antonio F.

Instituto Geográfico Nacional y Universidad Politécnica de Madrid

Capítulo

12

Contenido

| | |
|---|-----|
| 12.1. INTRODUCCIÓN | 379 |
| 12.2. PARÁMETROS DE CALIDAD DE SERVICIO | 379 |
| 12.3. MEDIDAS DE LA CALIDAD DE SERVICIO..... | 382 |
| 12.4. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN..... | 383 |
| 6.4.1. Disponibilidad | 383 |
| 6.4.2. Tiempo de respuesta | 383 |
| 6.4.3. Capacidad | 384 |
| PRÁCTICA | 385 |
| 12.5. CONCLUSIONES..... | 385 |
| 12.6. REFERENCIAS..... | 386 |

12.1. INTRODUCCIÓN

Si realmente las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) se basan en la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) y el servicio se constituye en el concepto central alrededor del cual se orienta y configura toda una infraestructura, se entiende que la calidad de servicio adquiere en una IDE una importancia capital, incluso mayor que la calidad de datos, siempre que la información satisfaga unos requisitos mínimos de calidad.

En este sentido, los Globos Virtuales, en especial Google Earth y Google Maps, aparecidos en el 2005, nos han dado una lección sobre la que deberíamos reflexionar: con unos datos de calidad irregular y muy discutible¹, sobre todo en sus inicios, fuentes de datos a veces desconocidas y errores de posicionamiento en ocasiones de cientos de metros, han tenido un éxito espectacular fundamentalmente debido a dos razones. En primer lugar, las interfaces de uso han sido desde un principio muy usables e intuitivas; y, en segundo lugar, la calidad del servicio es excelente. El servicio siempre está disponible (nadie recuerda ninguna caída) y la velocidad de respuesta es tan buena que casi da vértigo.

Por lo tanto, la Calidad de Servicio (CdS) es uno de los factores clave en el éxito de una IDE y actualmente es también uno de sus puntos débiles. Vamos a ver cómo describirla con precisión y cómo determinarla.

Para tener un modelo completo de calidad en cualquier ámbito es necesario definir y describir:

- Unos parámetros de calidad, como por ejemplo la exactitud posicional en el caso de la calidad de datos.
- Una medida de calidad para cada parámetro, por ejemplo, el Error Cuadrático Medio en distancia para la exactitud posicional.
- Y un método de medida, por ejemplo, seleccionar una fuente más fiable, elegir al azar un 5 % de la cobertura total, tomar veinte puntos claramente identificables (intersecciones de río, carreteras y esquinas de casas) y medir distancias entre puntos homólogos.

Si alguno de estos tres elementos no está definido o no está definido con suficiente rigor, el modelo no es bueno y dos determinaciones de la calidad no serán comparables.

12.2. PARÁMETROS DE CALIDAD DE SERVICIO

Uno de los intentos más avanzados y coherentes de definición de un modelo completo de Calidad de Servicio es el llevado a cabo dentro de la implementación de la Directiva INSPIRE. En uno de los Reglamentos que la ponen en práctica, el

¹ <http://www.taringa.net/posts/noticias/7814217/Nicaragua-invade-Costa-Rica-por-un-error-en-Google-Maps.html>
<http://suite101.net/article/las-lenguas-cooficiales-desaparecen-de-google-maps-a74798>
<http://blog-idee.blogspot.com.es/2016/03/derriban-la-casa-equivocada-debido-un.html>

Reglamento (CE) N° 976/2009 de la Comisión sobre servicios de red², se definen tres parámetros:

- 1) **Disponibilidad** (*availability*): probabilidad de que el servicio esté disponible. Este parámetro da cuenta de lo fácil o difícil que resulta el encontrar el servicio activo y habitualmente se describe mediante un tanto por ciento de disponibilidad mensual o anual. Un 99 % de disponibilidad mensual implica que el servicio no está caído más de 8 horas cada mes, un 99,99 % significa que el servicio sólo puede estar caído 4,8 minutos al mes. Para aplicaciones críticas (emergencias, información al ciudadano...) y uso masivo en la web, la disponibilidad debería ser de un 99,99 % mensual. Véase la tabla 6.1.

Tabla 6.1 Disponibilidad y tiempos máximos de caída por semana, mes y año

| Disponibilidad | Máx. tiempo de caída a la semana | Máx. tiempo de caída al mes | Máx. tiempo de caída al año |
|----------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 98 % | 3,4 h | 14,55 h | 7,27 días |
| 99 % | 1,7 h | 7,27 h | 3,63 días |
| 99,5 % | 0,8 h | 3,64 h | 1,82 días |
| 99,9 % | 10 min | 0,73 h | 8,73 horas |
| 99,99 % | 1 min | 4 min | 52 min |
| 99,999 % | 6 s | 26 s | 5 min |

- 2) **Rendimiento** (*performance*): rapidez con la que el servicio atiende una petición. Habitualmente se mide mediante el tiempo de respuesta. En Internet es habitual manejar tiempos de respuesta por debajo de tres segundos, si un servicio o una aplicación tarda más en responder, el usuario la percibe como lenta. En el tiempo de respuesta final que percibe el usuario al utilizar un servicio web, intervienen varios factores. Al menos: el rendimiento, la potencia del ordenador cliente que se esté usando; la rapidez de la aplicación cliente (por ejemplo, el visualizador); el tipo de petición y el tamaño de la respuesta; el ancho de banda disponible que tenga el usuario; el tráfico existente en la red en el momento de la petición, y por fin, el rendimiento (tiempo de respuesta) del servicio. Aislar este último factor no es sencillo y por eso es tan importante definir bien el método de determinación.
- 3) **Capacidad** (*capacity*): número máximo de peticiones simultáneas que el servicio es capaz de atender manteniendo un rendimiento dado. Se habla de peticiones por segundo que se pueden responder manteniendo un tiempo de respuesta dado. De nuevo hay muchas formas de medirlo y es necesario describir exactamente cómo se mide para que los datos de diferentes servicios sean comparables. Una de las dificultades de determinación de este parámetro es que, si se trata de servicios en producción, se realiza con una carga de peticiones de fondo variable, no es lo mismo medir la

² <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:274:0009:0018:ES:PDF>

capacidad de un servicio cuando hay un pico de demanda, que durante la noche. Los valores recomendables de capacidad dependen mucho de la demanda que vaya a tener el servicio y para servicios web muy usados puede oscilar aproximadamente entre 25 peticiones/segundo (WMS PNOA) y 100 peticiones/segundo (WMS de Catastro) o incluso más.

Otro aspecto muy importante de los servicios web de una IDE es la conformidad con los estándares, es decir, la garantía de que una implementación concreta de un servicio estándar, como el WMS del IGN que publica las imágenes del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) Máxima actualidad³, cumple y satisface rigurosamente todos y cada uno de los requisitos de la especificación del estándar Servicios Web de Mapas (WMS) del OGC⁴.

De nuevo aquí, el cómo se verifica el cumplimiento del estándar debe ser definido mediante un «Método de prueba» explícito y bien descrito, porque hay diferentes maneras de comprobar que un requisito determinado se satisface y se puede llegar a dar el caso de que métodos ligeramente diferentes (y aparentemente válidos) puedan llegar a dar resultados distintos.

Actualmente, en el caso de servicios WMS y WFS, existen algunas aplicaciones en línea que verifican si un servicio es conforme o no con un estándar, como la herramienta de la empresa Spatineo⁵, la aplicación en línea del Geoportal de República Checa⁶ o el *Service Status Checker* de FGDC⁷ (). Y por supuesto, el validador INSPIRE⁸ que ofrece una utilidad en línea de chequeo de conformidad con los requisitos que definen los servicios de visualización (WMS, WMTS) y de descarga (WFS, WCS), validador que es condición necesaria pero no suficiente para garantizar la conformidad de un servicio.

Otros parámetros de calidad de servicio, considerados por los expertos de INSPIRE menos relevantes o más difíciles de determinar, mencionados en la “*INSPIRE Network Services Performance Guidelines*”⁹ y propuestos por IBM y el consorcio W3C son:

- ↪ **Robustez** (*robustness*) o grado en el que un servicio web funciona correctamente, es decir devuelve la respuesta o el mensaje de error correcto, incluso cuando recibe peticiones erróneas, incompletas o conflictivas.
- ↪ **Gestión de errores** (*exception handling*), que se refiere a la adecuada gestión de errores y de los correspondientes mensajes de error. Dado que es prácticamente imposible prever todas las situaciones anómalas que pueden presentarse, es aconsejable que se gestionen razonablemente bien, por ejemplo, mediante mensajes genéricos de error que no enmascaren el problema en los casos no considerados.

³ <http://www.idee.es/wms/PNOA/PNOA>

⁴ <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>

⁵ <https://www.spatineo.com/>

⁶ <http://geoportal.gov.cz/web/guest/validate>

⁷ <http://registry.fgdc.gov/statuschecker/>

⁸ <https://inspire.ec.europa.eu/validator/>

⁹ http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/network/Network_Services_Performance_Guidelines_v1.0.pdf

- ↪ **Exactitud** (*accuracy*), que describe la tasa de errores generados por el servicio, es decir, la tasa de respuestas incorrectas.
- ↪ **Integridad** (*integrity*), que es la cualidad de evitar accesos no autorizados o modificaciones indebidas tanto de los datos como de las aplicaciones. Este parámetro es especialmente relevante para servicios que permiten transacciones (actualizaciones) y para los que no permiten actualizaciones, consiste básicamente en que el servicio no sirva de puerta de entrada para accesos no autorizados.

La cuestión de qué parámetros de calidad de servicio son los adecuados es algo todavía en desarrollo y en lo que parece que no hay aún la suficiente experiencia. Se nos ocurre, por ejemplo, que también sería interesante considerar:

- ↪ La estabilidad del servicio, que puede medirse por el número de caídas detectadas durante un periodo de tiempo determinado. Dos servicios pueden tener la misma disponibilidad, por ejemplo, un 99 % diario, pero uno de ellos puede tener su 1% de tiempo fuera de servicio distribuido en una media de 100 microcaídas diarias, lo que hace que casi cualquier usuario experimente al menos un corte. Ese servicio sería menos estable que el que consume su 1% de fuera de servicio en una única caída de 2,4 minutos.
- ↪ La fiabilidad en el tiempo de respuesta, que podría medirse mediante la desviación típica de los tiempos de respuesta determinados durante 24 horas. Un servicio que proporciona un tiempo de respuesta medio de 0,5 segundos con una gran dispersión, lo que incluye tiempos de respuesta de más de 10 segundos, tiene más problemas que el que proporciona un tiempo de respuesta de 0,5 segundos, pero siempre se mantiene entre 0,3 y 0,8 segundos.

Sin embargo, lo más práctico parece por ahora que puede ser ceñirse a los tres parámetros definidos en el Reglamento (CE) N^o 976/2009¹⁰ (disponibilidad, rendimiento, y capacidad).

12.3. MEDIDAS DE LA CALIDAD DE SERVICIO

Como ya se ha mencionado, las medidas de calidad de servicio más habituales para los tres parámetros INSPIRE de calidad de servicio son:

- Para la disponibilidad, el tanto por ciento de tiempo, mensual o anual, en el que el servicio está disponible.
- Para el rendimiento, el tiempo de respuesta.
- Para la capacidad, el número de peticiones por segundo que el servicio atiende sin superar un umbral de tiempo de respuesta determinado.

¹⁰ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2009R0976:20101228:ES:PDF>

12.4. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN

En el caso de Servicios Web de Mapas (WMS), en el Reglamento 976/2009 por el que se ejecuta la Directiva INSPIRE en lo que se refiere a servicios de red¹¹ y en la Guía Técnica para la implementación de servicios WMS¹², se definen los métodos de determinación de los tres parámetros de calidad de servicio de la siguiente manera:

6.4.1. Disponibilidad

Para determinar la disponibilidad, se efectuarán al menos una petición de medida cada 6 minutos de manera continua y durante la vida en activo del servicio (10 peticiones por hora).

Así se obtendrá un tanto por ciento anual (la determinación se hace sobre una base anual) de disponibilidad del servicio.

Está permitido excluir paradas planificadas y previstas para realizar mantenimiento del servicio. Estas paradas serán notificadas públicamente a la comunidad (mediante anuncios en un Geoportal, listas de correo, redes sociales...) con una semana de antelación.

Se recomienda que el tiempo dedicado a paradas previstas de mantenimiento sea menos de 10 horas al mes y, por tanto, 120 horas al año (eso supone un 1,38 %).

La disponibilidad será al menos del 99 % del tiempo, lo cual implica un tiempo máximo no previsto de caída del servicio de 3,63 días/año.

6.4.2. Tiempo de respuesta

El Tiempo de respuesta se mide en el servidor y se toma como el tiempo transcurrido desde que llega la petición hasta que sale el primer bit de la respuesta.

Se determina en situaciones normales, se entiende por situación normal los periodos de tiempo en los que no hay un pico de carga. Sólo se puede excluir como periodos en los que hay un pico de carga el 10 % del total.

La determinación del tiempo de respuesta se realiza con una petición GetMap para una imagen de 470 kilobytes (por ejemplo, una imagen de 800 X 600 píxeles con 8 bits para el color) que solicite una sola capa (LAYER) del servicio

La respuesta debe ser correcta de acuerdo al estándar WMS y a la descripción del servicio contenida en el *GetCapabilities*.

Se efectuarán al menos una petición de medida del tiempo de respuesta cada 6 minutos de manera continua y durante la vida en activo del servicio (10 peticiones por hora).

El reglamento establece que para el 90 % de las peticiones, el tiempo de respuesta debe ser como máximo de 5 segundos.

¹¹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2009R0976:20101228:ES:PDF>

¹² http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/TechnicalGuidance_ViewServices_v3.1.pdf

Hay que decir que el tiempo de respuesta de los Servicios Web de Mapas resulta a veces un poco largo y la mejor manera de dar una mejor respuesta a los usuarios es implementar un Servicio Web de Teselas de Mapas (WMTS), cuya principal ventaja es disponer de una memoria caché de teselas prerrenderizadas cuya recuperación es mucho más rápida (hasta 30 veces más) y estable que la respuesta de un WMS clásico implementado con los mismos medios.

6.4.3. Capacidad

El número mínimo de peticiones concurrentes que debe atender un Servicio Web de Mapas manteniendo el Tiempo de respuesta tal y como se especifica en el apartado anterior, será de 20 por segundo.

Para realizar la medida, se efectuarán 20 peticiones por segundo, cada segundo durante un tiempo de medida de 1 minuto (1.200 peticiones en total).

La determinación se hará al menos una vez antes de poner el servicio en producción y cada cierto tiempo de manera periódica para asegurar que se mantiene la capacidad requerida. Se recomienda efectuarla 1 vez al mes.

Se recomienda utilizar una muestra de peticiones que contenga un 10% de operaciones GetCapabilities y un 90 % de GetMap.

Como puede verse, los métodos de determinación de los tres parámetros están pensados para que un mismo conjunto de peticiones de prueba sirva para determinar la disponibilidad y el rendimiento (1 petición cada 6 minutos) y otro conjunto de peticiones sirva para determinar la capacidad (20 peticiones/s durante un minuto, una vez cada mes y con un 10/90 % de GetCapabilities/GetMap).

Estos tres ejemplos de métodos de determinación para los tres parámetros considerados en el marco de INSPIRE se incluyen aquí por dos motivos:

- ↪ Por un lado, todas las Administraciones Públicas en la UE están obligadas a determinar y describir así los servicios web con los que publican sus datos geográficos oficiales y, por otro lado, es tal la influencia de la Directiva INSPIRE que es previsible que esas regulaciones se conviertan en un estándar de facto seguido por gran número de implementaciones no obligadas legalmente por INSPIRE.
- ↪ Sirven para ver un ejemplo bastante completo de qué detalles hay que especificar para definir bien el método de determinación de un parámetro de calidad de servicio. El hacerlo sirve para que los resultados de diferentes servicios sean luego comparables entre sí.

A nivel práctico y para determinar los parámetros de calidad de un servicio hay dos tipos generales de herramientas:

- ↪ Aplicaciones en línea, que o bien registrando un servicio se encargan de monitorizarlo y determinar una serie de parámetros, o bien permiten realizar un chequeo instantáneo y en línea de rendimiento. Por ejemplo, el *Service*

Status Checker de FGDC¹³ o los servicios que ofrece *Spatineo*¹⁴ una empresa finlandesa especializada en monitorización de servicios y determinación de su calidad.

- Aplicaciones de monitorización y testeo de servicios que necesitan ser instaladas, configuradas y mantenidas, como por ejemplo la aplicación Software Libre Apache Jmeter¹⁵ o las aplicaciones proporcionadas por la mayoría de las firmas que proporcionan software de sistemas.



PRÁCTICA

1) Explorar la información sobre calidad de servicio disponible en la página pública del proyecto GeoSUR¹⁶:

http://www.geosur.info/geosur/index.php?option=com_servicestatuschecker&view=servicestatus&servicetype=wms&Itemid=421&pg=1

Haciendo clic encima del nombre de uno de los servicios, se puede ver un informe más detallado, haciendo clic en «*View Full Report*» se accede a un informe completo y con «*Test now*», se puede verificar la respuesta del servicio en el momento.

2) Consultar la página de *Spatineo*¹⁷, una empresa finlandesa que ofrece servicios de monitorización de servicios y verificación de su conformidad. Publica un directorio de más de 74 000 servicios OGC disponibles en todo el mundo ordenados por su calidad en una clasificación global y también por países:

<http://directory.spatineo.com/>

Y un mapa que muestra el número de servicios disponibles por país:

<http://servicemap.spatineo.com/>

12.5. CONCLUSIONES

La calidad de servicio es uno de los factores clave para alcanzar el éxito en la implementación de una IDE. Los internautas constituyen un público ciertamente exigente y se cansan pronto de las páginas y servicios que se caen a menudo o resultan demasiado lentas.

Vale la pena invertir esfuerzos en mejorar la calidad de servicio de una IDE y en medirlo y vigilarlo de manera continua, porque eso nos permitirá conocer mejor nuestro servicio y los problemas que presenta y, por otro lado, su publicamos los resultados de esas mediciones aumentará la confianza de nuestros usuarios.

¹³ <http://registry.gsdi.org/statuschecker>

¹⁴ <http://www.spatineo.com/>

¹⁵ <http://jmeter.apache.org>

¹⁶

http://www.geosur.info/geosur/index.php?option=com_servicestatuschecker&view=servicestatus&servicetype=wms&Itemid=421&pg=1

¹⁷ <http://www.spatineo.com/>

El mejor y más amplio intento de definir y llevar a la práctica un esquema de calidad de servicio es el llevado a cabo dentro del marco INSPIRE, así que creemos que es un buen método para abordar la Calidad de Servicio.

12.6. REFERENCIAS

Reglamento de la Comisión Europea nº 976/2009 de 19 de octubre de 2009 que implementa la Directiva INSPIRE (2007/2/CE) en lo relativo a Servicios de red. PDF accesible vía: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:274:0009:0018:ES:PDF>

Reglamento de la Comisión Europea 1088/2010 que corrige el reglamento nº 976/2009 de la Directiva INSPIRE (2007/2/CE) en lo relativo a Servicios de transformación y descarga. PDF accesible vía: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2009R0976:20101228:ES:PDF>

Technical Guidance for the implementation of View Services 04.04.2013. Accesible vía: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/TechnicalGuidance_ViewServices_v3.11.pdf

INSPIRE Network Service Performance Guidelines 13.12.2007. Accesible vía: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/network/Network_Services_Performance_Guidelines_%20v1.0.pdf

**«Sentado bajo
las grandes
estrellas
abisinias,
envuelto en un
albornoz blanco,
consultaba un
mapa a escala,
de tres verstas
en una pulgada,
de la región»**

*Ilya y Pétrov (Las doce sillas,
1918)*

Servicio de Mapas en Web (WMS)

*Manso Callejo, Miguel Ángel, Alcarria Garrido, Ramón Pablo y Rivas Fernández, Débora
Universidad Politécnica de Madrid*

Capítulo

13

Contenido

| | | |
|-------|--|-----|
| 13.1. | INTRODUCCIÓN | 389 |
| 13.2. | OPERACIÓN GETCAPABILITIES..... | 392 |
| | 13.2.1. Parámetros de la operación..... | 392 |
| | 13.2.2. Respuesta de la operación <i>GetCapabilities</i> | 394 |
| | 13.2.3. Atributos de las capas | 399 |
| | 13.2.4. Sistemas de Referencia por coordenadas (CRS)..... | 400 |
| 13.3. | OPERACIÓN GETMAP | 401 |
| | 13.3.1. Parámetros de operación <i>GetMap</i> | 401 |
| | 13.3.2. Respuesta de la operación <i>GetMap</i> | 403 |
| 13.4. | OPERACIÓN GETFEATUREINFO..... | 405 |
| | 13.4.1. Parámetros de operación <i>GetFeatureInfo</i> | 406 |
| | 13.4.2. Respuesta de la operación <i>GetFeatureInfo</i> | 406 |
| 13.5. | FUENTES DE DATOS E INFORMACIÓN | 407 |
| 13.6. | CONCLUSIONES..... | 411 |
| 13.7. | REFERENCIAS | 412 |

13.1. INTRODUCCIÓN

El Reglamento CE Nº 976/2009¹ de la comisión de 19 de octubre de 2009 por el que se ejecuta la Directiva 2007/20/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a los servicios de red, define los servicios de visualización que se basa en:

- En el estándar del servicio de mapas en web (OGC: WMS)
- y la norma internacional ISO19128:2005 Información geográfica.
Interfaz de servidor web de mapas

Las directrices técnicas para la implementación de servicios de visualización² define "mapa" como la representación de la información geográfica ofrecida como una imagen digital para su visualización en pantalla. El mapa que se genera no contiene los datos en sí mismos, sino una representación de éstos, mostrada en un formato gráfico como PNG, GIF o JPEG, o en formatos vectoriales tales como SVG o WebCGM.

La especificación de OGC define 3 operaciones. **GetCapabilities** que devuelve los metadatos del servicio. **GetMap** que devuelve un mapa a partir de los parámetros establecidos (tanto espaciales como de otras dimensiones). Finalmente, **GetFeatureInfo** que permite consultar la información alfanumérica asociada a los elementos mostrados en el mapa. Además, las directrices técnicas para la implementación de servicios de visualización establecen la operación **Languages** que permite invocar el documento de capacidades en los idiomas que se declaren en la extensión INSPIRE del fichero de capacidades.

Todas las operaciones del servicio WMS pueden ser invocadas desde un navegador web convencional, construyendo la consulta en la barra URL de navegación (petición HTTP GET). El contenido de ésta URL dependerá de la operación del servicio que se invoque. Así de forma concreta cuando se solicita un "mapa" éste se produce a partir de la superposición de las capas que se seleccionen a las que se aplica unos estilos de visualización predeterminados o seleccionables. Este "mapa" se generará bajo demanda para la extensión espacial indicado por las coordenadas máximas y mínimas definidas en un marco de referencia espacial (Sistema de Coordenadas y datum), sobre una imagen de tamaño (ancho y alto) y formato (PNG, JPEG, GIF) seleccionable. El servicio, así definido, permite que un cliente invoque varios servicios WMS solicitándoles mapas de la misma extensión geográfica, tamaños y formato de imagen para distintas capas (según el proveedor de datos) con el propósito de integrarlas por superposición (*mashup*) y realizar composiciones cartográficas como se puede observar en la figura 12.1.

¹ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2009R0976:20101228:ES:PDF>

² https://inspire.ec.europa.eu/documents/Network_Services/TechnicalGuidance_ViewServices_v3.11.pdf

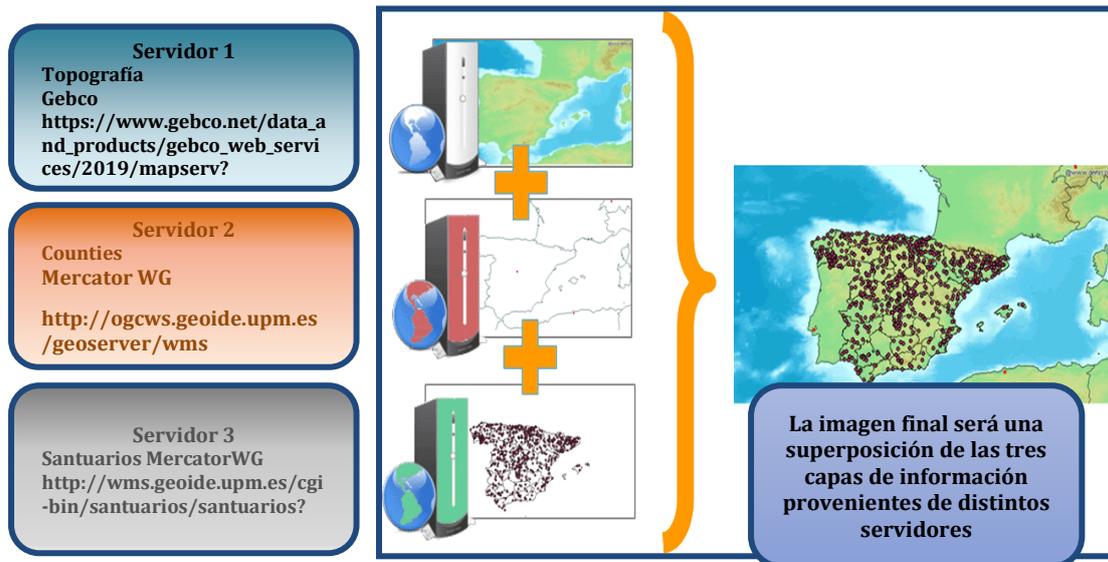


Figura 13.1– Cliente WMS que consume mapas de varios servidores

Los servicios de mapas deben ser capaces de interpretar los datos geoespaciales en sus formatos originales (por ejemplo: *shp*, *geotiff*, *ecw*, etc.) o acceder e interpretar la información almacenada en las bases de datos (por ejemplo: PostgreSQL/Postgis, Oracle Spatial, Esri ArcSDE, Microsoft SQL Server, etc.). También es fundamental que los marcos de referencia espacial de las distintas fuentes de datos estén bien definidas e identificadas para cada fuente de información. Esto hace posible superponer directamente las capas o realizar las conversiones/transformaciones de coordenadas pertinentes para hacerlo. Esta misma capacidad, de “reproyectar” (proyectar o cambiar de proyección cartográfica y/o de sistema de referencia) los datos para superponerlos en la imagen generada, han de implementarla los servicios WMS para facilitar a los clientes que puedan seleccionar el marco de referencia espacial más apropiado de entre los ofrecidos por el servicio. Esto quiere decir que los datos permanecen en su sistema de referencia original, y es el propio servidor el que genera la imagen de salida en otro sistema de referencia para que se puedan superponer las capas directamente en el cliente.

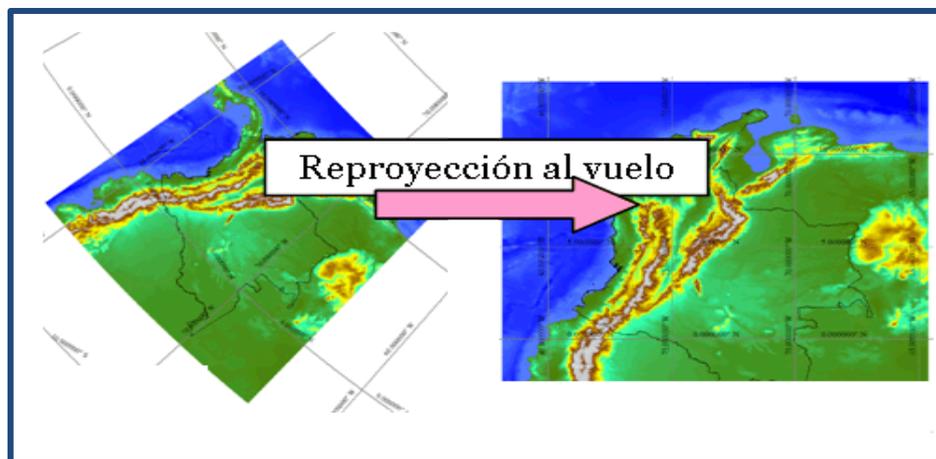


Figura 13.2. Capacidad de convertir/transformar las coordenadas al vuelo de los servidores WMS

Como ya se ha indicado la especificación WMS define tres operaciones, dos obligatorias y una opcional:

- **GetCapabilities** (obligatoria): Genera un documento XML que contiene: la descripción del servicio, los datos de contacto de su responsable, las limitaciones de acceso y uso, las operaciones que implementa y los parámetros que admite, las capas de información geográfica que ofrece y los marcos de referencia que soporta (CRS) organizadas en las secciones: *Service* y *Capability*.
- **GetMap** (obligatoria): Genera una imagen con la representación gráfica de las capas solicitadas, en el orden y estilos que se indiquen, para la extensión geográfica seleccionada en un marco de referencia espacial (CRS), y con unas dimensiones y formato seleccionados.
- **GetFeatureInfo** (opcional): Retorna información alfanumérica, en el formato que se solicite, asociada a los elementos, de una o varias capas, mostrados en el mapa y seleccionados en forma de coordenadas imagen sobre dicho mapa.
- **Language** (opcional): Permite obtener el documento de capacidades en los diferentes idiomas en los que esta traducido.

Para invocar las operaciones de un servicio OGC: WMS, se pueden utilizar uno de los dos métodos del protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) para la computación distribuida (DCP): el método GET o el método POST. El método más usado es GET, y funciona del modo que se indica a continuación. La invocación del servicio consiste en componer una URL que contenga los parámetros necesarios para una de las operaciones que soporta el servicio, compartiendo todas ellas la siguiente estructura:

- nombre de servidor: **host** (ej.: http://.....),
- identificador de puerto (número, opcional si se trata del 80, puerto por defecto para éste protocolo): **[:port]**,
- la ruta (opcional): **/path**,
- el carácter: **"?"**,
- los parámetros del servicio específico: **name{=value}**, terminados con un ampersand **'&'**(ej.: REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS).

Existen algunos caracteres reservados en la URL para diferenciar el punto de acceso al servicio y los parámetros (?), los propios parámetros (&), sus valores (=), espacios de nombres (:) y otros. En la tabla 13.1 se muestran cada uno de ellos con su interpretación.

En la siguiente sección se describen cada una de las operaciones del servicio OGC: WMS (*GetCapabilities*, *GetMap* y *GetFeatureInfo*). Su invocación se realizará usando el método GET del protocolo HTTP. Se enumerará y describirá la lista de parámetros, así como se indicará la obligatoriedad u opcionalidad de los

mismos. La versión de servicio que se describe es la 1.3.0 que coincide con la norma internacional ISO19128:2006.

Tabla 13.1 - Tabla de caracteres reservados en las URL

| Carácter | Uso reservado |
|----------|--|
| ? | Carácter que indica el comienzo de una cadena de petición |
| & | Separador entre parámetros de una cadena de petición |
| = | Separador entre nombre y valor de un parámetro |
| / | Separador entre tipo y subtipo MIME en el valor de un parámetro de formato |
| : | Separador entre nombre e identificador en el valor de un parámetro SRS |
| , | Separador entre valores individuales de parámetros de listas |

13.2. OPERACIÓN GETCAPABILITIES

La respuesta a una operación `GetCapabilities` es un documento XML con información general sobre el servicio e información específica de las capas disponibles en él, es decir, los metadatos del servicio.

13.2.1. Parámetros de la operación

En la tabla 13.2 se muestra un resumen donde se reflejan los parámetros de la petición, una breve descripción, así como su obligatoriedad.

Tabla 13.2 - Tabla de parámetros de la operación `GetCapabilities`

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|--|--|--------------------|
| REQUEST= <code>GetCapabilities</code> | Nombre de la operación que se invoca en la petición. | Obligatorio |
| SERVICE= <code>WMS</code> | Tipo de servicio sobre el cual se realiza la petición: <code>WMS</code> . | Obligatorio |
| VERSION= <code>1.3.0</code> | Versión de la especificación utilizada para construir la petición. | <i>Opcional</i> |
| FORMAT= <code>text/html</code> | Sólo en la versión 1.3.0. Indica el formato en el que se solicita el resultado de la petición al servicio. | <i>Opcional</i> |
| UPDATESEQUENCE= <code>cadena</code> | Número de secuencia de la petición o cadena que permite controlar la memoria temporal del cliente y del servidor | <i>Opcional</i> |

La URL genérica que se formaría para realizar una petición `GetCapabilities` es la siguiente:

`http://nombre del servidor + ruta?Service=WMS&Request=GetCapabilities`

A continuación se presentan tres ejemplos de invocación de la operación `GetCapabilities`, realizada mediante el método GET del protocolo HTTP a distintos servicios WMS. Se pueden usar directamente los vínculos para invocar el servicio y recibir los documentos XML con las capacidades:

- Servicio de visualización de ortofotografías del ITACyL (Junta de Castilla y León):
<http://orto.wms.itacyl.es/Server/sgdwms.dll/WMS?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1>
- Mapa base del Sistema Cartográfico Nacional³
<http://www.ign.es/wms-inspire/ign-base?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0>
- Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC) del FEGA:
<http://wms.magrama.es/wms/wms.aspx?VERSION=1.1.0&REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&outputType=1>

Descripción extendida de los parámetros de petición de la operación `GetCapabilities`:

- **REQUEST**: Se utiliza para identificar el tipo de operación que se invoca, en este caso la operación es `GetCapabilities`. Es un parámetro obligatorio.
- **SERVICE**: Indica cuales de los tipos de servicios disponibles (WMS, WFS, WCS, etc.) se invoca. Es un parámetro obligatorio.
- **VERSION**: Indica la versión de la especificación del WMS. Existen las siguientes versiones: 1.0.0, 1.1.0, 1.1.1 y 1.3.0. Si se invoca al servicio con una versión superior a la máxima soportada, el servicio responde con la versión más reciente que admite. Es un parámetro opcional.
- **UPDATESEQUENCE**: Se utiliza para mantener la consistencia de la caché. Su valor puede ser un número entero, una fecha en formato [ISO 8601:1988(E)] u otro número o cadena. El servidor puede incluir un valor `UpdateSequence` en su XML. Si es así, este valor debería ser incrementado cuando se realizan cambios en las características (por ejemplo, si se añaden nuevos mapas al servicio). Es un parámetro opcional. La respuesta del servidor basada en el valor actual y relativo de `UpdateSequence` en la petición del cliente y los metadatos del servidor deben ser acordes con la información de la Tabla 13.3.

³ <http://www.scne.es/>

Tabla 13.3 - Petición/respuesta en el servicio WMS para el parámetro UPDATESEQUENCE

| Petición del Cliente | Valor del metadato del Servicio | Respuesta del Servicio |
|----------------------|---------------------------------|---|
| none | any | El documento XML <i>Capabilities</i> más actual |
| any | none | El documento XML <i>Capabilities</i> más actual |
| equal | equal | Exception: code=CurrentUpdateSequence |
| lower | higher | El documento XML <i>Capabilities</i> más actual |
| higher | lower | Exception: code=InvalidUpdateSequence |

- **FORMAT**: Es un parámetro opcional en la versión 1.3.0 e indica el formato de salida solicitado para los metadatos del servicio (*Capabilities*). El formato que obligatoriamente debe implementar un servidor por defecto es `text/xml`. Toda la cadena de tipo MIME (*Multipurpose Internet Mail Extensions*), en `<Format>`, se interpreta como el valor del parámetro `FORMAT`. En el contexto del protocolo HTTP, el tipo MIME debe situarse en el objeto devuelto usando la entidad `Content-Type` de la cabecera.

Cabe destacar que cuando se realizan invocaciones al servicio usando el método GET, los nombres de los parámetros pueden ir en mayúsculas o minúsculas, pero sus valores si son sensibles al tipo de caracteres (mayúsculas o minúsculas). En el ejemplo siguiente (1) los nombres de los parámetros están en minúscula, mientras que en (2) están en mayúscula, obteniéndose la misma respuesta en ambos casos.

(1) <http://www.ign.es/wms-inspire/ign-base?request=GetCapabilities&service=WMS>

(2) <http://www.ign.es/wms-inspire/ign-base?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS>

13.2.2. Respuesta de la operación *GetCapabilities*

La respuesta es un documento XML acorde con el DTD o con el esquema XML definido para la versión invocada del WMS. Tanto el DTD como el esquema XML especifican el contenido obligatorio y opcional de la respuesta a la operación *GetCapabilities*.

Direcciones del contenido de los DTD o esquema XML para las diferentes versiones del WMS:

- Versión 1.0.0: <http://schemas.opengis.net/wms/1.0.0/>
- Versión 1.1.0: <http://schemas.opengis.net/wms/1.1.0/>

- Versión 1.1.1: <http://schemas.opengis.net/wms/1.1.1/>
- Versión 1.3.0: <http://schemas.opengis.net/wms/1.3.0/>

El documento XML de capacidades contiene un elemento raíz de nombre `WMS_Capabilities`, definido en el espacio de nombres: <http://schemas.opengis.net/wms/>. A continuación, se muestra la estructura general de este documento:

```
-<WMS_Capabilities version="1.3.0" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wms http://schemas.opengis.net/wms/1.3.0/capabilities_1_3_0.xsd">
  <!-- Service Metadata -->
  +<Service></Service>
  +<Capability></Capability>
</WMS_Capabilities>
```

Código 1.

El documento de capacidades se divide en dos secciones: **Service** y **Capability**.

La primera parte del XML del documento contiene el elemento `<Service>`, que proporciona los metadatos generales del servicio, como un todo. Debe incluir el nombre, título y URL del recurso en línea. Opcionalmente, pueden proporcionarse un resumen, una lista de palabras clave, información de contacto, el precio y las restricciones de acceso.

```
- <Service>
  <Name>WMS</Name>
  <Title>Acme Corp. Map Server</Title>
  +<Abstract></Abstract>
  +<KeywordList></KeywordList>
  <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="http://hostname/">
  +<ContactInformation></ContactInformation>
  <Fees>none</Fees>
  <AccessConstraints>none</AccessConstraints>
  <LayerLimit>16</LayerLimit>
  <MaxWidth>2048</MaxWidth>
  <MaxHeight>2048</MaxHeight>
</Service>
```

Código 2.

Los elementos de que consta la sección `<Service>` son:

- **<Name>**: Indica el nombre del servicio
- **<Title>**: El título del servicio es a elección del proveedor, y debería ser breve, aunque suficientemente descriptivo, para identificar este servicio.
- **<Abstract>**: El elemento *Abstract* contiene un breve resumen descriptivo del contenido del recurso.

- **<OnlineResource>**: Dentro del elemento servicio puede ser utilizado, por ejemplo, para apuntar al sitio web del proveedor del servicio.
- **<Keywordlist>**: Proporciona palabras clave para ayudar a la búsqueda en un catálogo.
- **<ContactInformation>**: Especifica la información de contacto con el responsable del servicio.
- **<Fees>**: La palabra reservada “none” debe usarse si no hay tarifa o restricciones de acceso. **<AccessConstraints>**: Si no hay restricciones se utiliza:


```
<AccessConstraints> none</AccessConstraints>
```
- **<LayerLimit>**: Es un número entero que indica el número máximo de capas que un cliente puede incluir en una única solicitud *GetMap*. Si el elemento está vacío, el servidor no impone límite.
- **<MaxWidth>** y **<MaxHeight>**: Son números enteros que indican el ancho y alto máximos de la imagen o mapa que un cliente puede solicitar en una única petición *GetMap*. Si cualquiera de los dos elementos está vacío, el servidor no impone límite alguno en el parámetro correspondiente.

El siguiente elemento es **<Capability>** y define las operaciones que soportada el servicio.

```

<Capability>
  ▶ <Request>
  ...
  </Request>
  ▼ <Exception>
  <Format>XML</Format>
  </Exception>
  ▶ <inspire_vs:ExtendedCapabilities>
  ...
  </inspire_vs:ExtendedCapabilities>
  ▶ <Layer>
  ...
  </Layer>
</Capability>
```

Código 3.

Por lo tanto, los elementos de que consta la sección **<Capability>** son:

- **<Request>**: Describe las operaciones del WMS (*GetCapabilities*, *GetMap* y *GetFeatureInfo*), el formato de salida ofrecido por esas operaciones, y el prefijo URL de cada operación. También pueden incluirse operaciones específicas que el proveedor del servicio ofrece.
- **<Exception>**: Permite seleccionar el formato en el que se devolverán los mensajes de error cuando se produce una excepción en el servicio. Por ejemplo, omisión de parámetros obligatorios en las peticiones, etc.
- **<inspire_vs:ExtendedCapabilities>**: Ofrece información ampliada de conformidad con la Directiva INSPIRE para los servicios de visualización,

entre la que se encuentran las opciones de multilingüismo (`inspire_common:SupportedLanguages`) –lista de idiomas en las que los metadatos se ofrecen- y el modo de acceso a sus metadatos. Éste puede realizarse bien sea mediante una URL externa al servicio WMS (`inspire_common:MetadataUrl`) en la que se accede a dichos metadatos, o bien incluidos en el propio documento de capacidades del servicio mediante elementos de metadatos del servicio como la fecha y el punto del contacto de los metadatos, la conformidad del servicio o el localizador del recurso que define el enlace o enlaces al recurso o el enlace a información adicional sobre el recurso, entre otros elementos.,

```

<inspire_vs:ExtendedCapabilities>
  <inspire_common:MetadataUrl xsi:type="inspire_common:resourceLocatorType">
    <inspire_common:URL>https://www.ign.es/csw-inspire/srv/spa/csw?
    SERVICE=CSW&VERSION=2.0.2&REQUEST=GetRecordById&outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&ElementSetName=full&ID=spaignwms_unidades_admin
    <inspire_common:MediaType>application/vnd.iso.19139+xml</inspire_common:MediaType>
  </inspire_common:MetadataUrl>
  <inspire_common:SupportedLanguages xsi:type="inspire_common:supportedLanguagesType">
    <inspire_common:DefaultLanguage>
      <inspire_common:Language>spa</inspire_common:Language>
    </inspire_common:DefaultLanguage>
    <inspire_common:SupportedLanguage>
      <inspire_common:Language>eng</inspire_common:Language>
    </inspire_common:SupportedLanguage>
  </inspire_common:SupportedLanguages>
  <inspire_common:ResponseLanguage>
    <inspire_common:Language>spa</inspire_common:Language>
  </inspire_common:ResponseLanguage>
</inspire_vs:ExtendedCapabilities>

```

Código 4.

- **<Layer>**: Dentro de este elemento, se definen las capas y los estilos. Es la parte más crítica del documento XML con las *Capabilities* del WMS. Cada mapa u ortofotografía se define con un elemento `<Layer>`. Un *layer* padre puede contener un número indeterminado de capas hijas. Algunas propiedades definidas para la capa padre son heredadas por sus capas hijas. Las propiedades heredadas pueden ser redefinidas o añadidas por las hijas. Un servidor de mapas debe incluir al menos un elemento `<Layer>` por cada capa de mapa ofrecida. Si se desea, las capas pueden ser repetidas en diferentes categorías cuando sean relevantes.

No se ha definido ningún vocabulario controlado, así que actualmente los nombres de capas y estilos, títulos y claves son arbitrarios.

El elemento `<Layer>` puede contener elementos hijos que proporcionan información sobre la capa:

- **<Title>**: Es el nombre por el que se conoce el servicio y es obligatorio. Si el documento de *capabilities* de donde se extrae la información del metadato no tiene definido el elemento *Title*, se podrá utilizar el contenido del elemento *Name* como identificador de la capa.
- **<Name>**: Si una capa tiene un `<Name>`, entonces es una capa de mapa que puede solicitarse usando ese nombre en el parámetro *Layers* de una

solicitud `GetMap`. Si la capa tiene título, pero no nombre, entonces esa capa es sólo un título clasificatorio para todas las capas anidadas dentro y no puede solicitarse por el cliente. Un servidor de mapas que anuncia una capa que contiene un elemento *Name* debe ser capaz de aceptar ese nombre como valor del argumento *Layers* en una petición `GetMap` y devolver el mapa correspondiente.

- **<Abstract>**: Este elemento contiene un breve resumen del contenido del servicio, y también es un elemento obligatorio.
- **<KeywordList>**: Proporciona palabras clave para ayudar a la búsqueda en un catálogo.
- **<Style>**: Pueden definirse algunos estilos para una capa o colección de capas utilizando este elemento, cada uno de los cuales deben tener elementos `<Name>` y `<Title>`. El nombre del estilo se usa en el parámetro *Styles* de la solicitud de mapas. Si sólo hay un estilo disponible, ese estilo se reconoce como el estilo por defecto y el servidor no necesita definirlo.
- **<EX_GeographicBoundingBox>**: Cada capa tendrá exactamente un elemento `<EX_GeographicBoundingBox>` heredado de forma explícita por un *Layer* padre. A través de los elementos `westBoundLongitude`, `eastBoundLongitude`, `southBoundLatitude` y `northBoundLatitude` se describe una zona rectangular de recubrimiento mínimo en grados decimales para cada capa.
- **<CRS>**: CRS indica los Sistemas de Referencia de las Coordenadas que ofrece el servicio y es un parámetro obligatorio. En cada capa estará disponible uno o más Sistemas Coordenadas.
- **<BoundingBox>**: Este elemento define el ámbito geográfico del servicio en un Sistema de Referencia de Coordenadas. A su vez contiene los atributos `minx`, `miny`, `maxx` y `maxy`, que definen los límites del *BoundingBox* en las unidades especificadas en el CRS. Las capas pueden tener cero o más elementos `<BoundingBox>`, aunque en el caso de que contenga múltiples elementos *BoundingBox*, cada uno de ellos debe indicar un CRS diferente.
- **<MinScaleDenominator>** y **<MaxScaleDenominator>**: Estos elementos definen el rango de escalas en el que se mostrarán los datos de la capa.
- **<Dimension>**: Este elemento opcional encierra metadatos para datos multidimensionales y es un valor heredado de las capas padre.
- **<MetadataURL>**: Un servidor de mapas puede usar uno o más elementos *MetadataURL* para proporcionar metadatos detallados y estandarizados sobre los datos ofrecidos en la capa. Los elementos *MetadataURL* no son heredados por las capas hijas.
- **<Attribution>**: Se define como otro tipo de restricciones que tiene el servicio. Este elemento es heredado de las capas padre y cualquier redefinición de una capa hija reemplaza el valor heredado.

- **<Identifier>**: Se pueden definir ninguno o más de un elemento *Identifier* para listas de números de identificadores o etiquetas definidas para una Autoridad dada. El atributo “*authority*” del elemento *<Identifier>* se corresponde al atributo “*name*” de un elemento *<AuthorityURL>* aislado.
- **<AuthorityURL>**: Este elemento encierra un elemento *<OnlineResource>* que indica la URL de un documento donde están definidos los valores del elemento *<Identifier>*. La URL se corresponde con la URL de enlace con el servicio.

Se tiene que considerar que el elemento *<OnlineResource>* debe contener uno de los siguientes:

- o Un enlace al URL del servicio.
 - o Un enlace al documento WSDL.
 - o Un enlace a una página web.
 - o Un enlace a un cliente web al que directamente se conecta el servicio.
- **<FeatureListURL>**: Un servidor puede utilizar un elemento *<FeatureListURL>* para indicar los fenómenos representados en una capa. *FeatureListURL* no es heredado por las capas hijas.
 - **<DataURL>**: un servidor puede utilizar un *DataURL* para ofrecer los links de los datos subyacentes representados en una capa en particular.

13.2.3. Atributos de las capas

Una *<Layer>* puede tener cero o más de los siguientes atributos: *queryable* (interrogable), *cascaded* (retransmitida o en cascada), *opaque* (opaco), *noSubsets* (divisible), *fixedWidth* (ancho fijo), *fixedHeight* (altura fija). Todos estos atributos son opcionales y por defecto es igual a cero. Cada uno de estos atributos puede ser heredado o reemplazado por las capas subsidiarias. La tabla 13.4 resume el significado de cada atributo.

Tabla 13.4 - Tabla de atributos asociados a cada capa en el documento Capabilities

| Atributo | Valores permitidos | Definición (el valor por defecto es igual a 0) |
|-------------------|--------------------|--|
| queryable | 0, 1 | 0 : no interrogable; 1 : interrogable |
| cascaded | 0, entero positivo | 0 : la capa no ha sido retransmitida mediante un <i>Cascading Map Server</i> ; n : la capa ha sido retransmitida n veces |
| opaque | 0, 1 | 0 : los datos del mapa representan entidades que probablemente no rellenan el espacio completamente; 1 : los datos del mapa son completamente opacos |
| noSubsets | 0, 1 | 0 : El WMS puede representar una parte del mapa; 1 : El WMS solo puede representar un Bounding box completamente. |
| fixedWidth | 0, entero positivo | 0 : EL WMS puede reajustar la anchura del mapa arbitrariamente; Nocero : El mapa tiene un ancho fijo que no puede ser |

| Atributo | Valores permitidos | Definición (el valor por defecto es igual a 0) |
|--------------------|--------------------|---|
| fixedHeight | 0, entero positivo | 0: El WMS puede reajustar la altura del mapa arbitrariamente; Notocero: El mapa tiene una altura fija que no puede ser cambiada. |

13.2.4. Sistemas de Referencia por coordenadas (CRS)

La versión de WMS (1.3.0) utiliza dos clases principales de Sistemas de Referencia por Coordenadas: un *Map CS* aplicable a la imagen del mapa generado por el WMS y un *Layer CRS* de un *Bounding Box* aplicado a los datos de origen. Durante una petición, un WMS convierte o transforma la Información geoespacial de un *Layer CRS* en un *Map CS*.

➤ *Map CS*

Un *Map CS* es un Sistema de coordenadas para un mapa producido por un WMS. Un mapa de un WMS es una malla rectangular de píxeles que se muestra en la pantalla de un ordenador (o que se almacena digitalmente para posteriormente reproducirlo). Un *Map CS* tiene un eje horizontal *i*, y un eje vertical *j*, donde *i* y *j* representan valores enteros positivos. El origen (*i,j*)= (0,0) es el píxel en la esquina superior izquierda del mapa; *i* aumenta hacia la derecha y *j* aumenta hacia abajo.

La orientación habitual de un *Map CS* será tal que el eje *i* sea paralelo al eje Este-Oeste de la *Layer CRS*, sentido positivo hacia el Este, y el eje *j* paralelo al eje Norte-Sur de la *Layer CRS*, sentido positivo hacia el Sur. Esta orientación no será posible en algunos casos, como por ejemplo, en más de una proyección ortográfica del Polo Sur. El convenio a seguir, siempre que sea posible, es que el Este debe estar en el borde derecho y el Norte en la parte superior del *Map CS*.

➤ *Layer CRS*

Un *Layer CRS* es un sistema horizontal de referencia de coordenadas para la Información Geográfica base de un mapa. Un *Layer CRS* aparece en las siguientes entidades pertinentes de un WMS:

- En el elemento <BoundingBox> en la sección *Layer* del documento de capacidades.
- En el parámetro CRS de una solicitud *GetMap*.
- En el parámetro *map request part* de una solicitud *GetFeatureInfo*.

Un WMS debe soportar al menos un CRS, y los mapas procedentes de distintos servidores se podrán superponer sólo si todos los servidores a los que se realiza la petición tienen un CRS en común.

Cada *Layer CRS* tiene una cadena de caracteres como identificador. Hay dos tipos de identificadores:

- a. **Label:** este identificador incluye un signo de dos puntos (:), un código numérico, y en algunos casos, una coma seguida de parámetros opcionales. Los espacios de nombres definidos más comunes son CRS y EPSG.
 - I. **CRS:** este espacio de nombres se refiere a Sistemas de Referencia de Coordenadas⁴. Una etiqueta CRS incluye el prefijo CRS, un signo de dos puntos y un código numérico (ejemplo: CRS:84).
 - II. **EPSG namespace para CRS:** El espacio de nombres “EPSG” se refiere al *European Petroleum Survey Group*, el cual define identificadores numéricos para coordinar un gran número de Sistemas de Referencia. Cada uno de los identificadores se relaciona con una definición geodésica (longitud y latitud), la proyección del mapa y un Sistema de Referencia. Una etiqueta EPSG CRS incluye el prefijo EPSG, un signo de dos puntos y un código numérico (ejemplo: EPSG:4326).
- b. **URL:** el identificador es una URL completa de acceso público a un archivo que contiene una definición de CRS que es compatible con la norma ISO 19111.

13.3. OPERACIÓN GETMAP

La operación `GetMap` está diseñada para devolver un mapa a través de una imagen digital o un conjunto de elementos gráficos. Cuando el cliente envía una solicitud `GetMap`, el servidor de mapas la interpreta y devuelve un mapa. Si el servidor no puede generar el mapa debe devolver una excepción, esto es un mensaje de error en el formato de excepción que se ha solicitado.

13.3.1. Parámetros de operación *GetMap*

La invocación de utilizando el método `Get` de la operación *GetMap* se codifica como una URL y consta de los parámetros que se muestran en la tabla 13.5.

Tabla 13.5 - Tabla de parámetros de la operación `GetMap`

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|-----------------------|--|--------------------|
| SERVICE=WMS | Tipo de servicio sobre el cual se realiza la petición: WMS. | <i>Obligatorio</i> |
| VERSION=1.3.0 | Versión de la especificación del WMS. | <i>Obligatorio</i> |
| REQUEST=GetMap | Nombre de la operación que se realiza en la petición. En este caso <code>GetMap</code> . | <i>Obligatorio</i> |

⁴ Para ver las definiciones de los Sistemas de Referencia de coordenadas ver Anexo B del documento OpenGIS® Web Map Server Implementation Specification (versión 1.3.0) [<http://www.opengeospatial.org/standards/wms>]

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|--|--|--------------------|
| LAYERS = lista_capas | Lista de los nombres de capas separadas por comas. Son los nombres contenidos dentro de la etiqueta <Name> dentro de <Layer> del XML del <i>Capabilities</i> . | <i>Obligatorio</i> |
| STYLES =lista_estilos | Lista de estilos separados por comas (uno por cada capa de información). | <i>Obligatorio</i> |
| CRS =EPSG: identificador | Sistema de Referencia Espacial. (SRS para versiones anteriores a la 1.3.0) | <i>Obligatorio</i> |
| BBOX =minx, miny, maxx, maxy | Coordenadas de las esquinas (izq. inferior, der. superior). | <i>Obligatorio</i> |
| WIDTH =ancho de la imagen de salida | Ancho en píxeles de la imagen del mapa. | <i>Obligatorio</i> |
| HEIGHT =altura de la imagen de salida | Altura en píxeles de la imagen del mapa. | <i>Obligatorio</i> |
| FORMAT =image/formato imagen | Formato de salida del mapa (png, jpeg, gif). | <i>Obligatorio</i> |
| TRANSPARENT =true/false | Transparencia del fondo del mapa (defecto=FALSE). | <i>Opcional</i> |
| BGCOLOR =valor_color | Valor del color RGB en hexadecimal para el color del fondo (defecto =OxFFFFFF). | <i>Opcional</i> |
| EXCEPTIONS =excepción _formato | Formato en el cual las excepciones son reportadas para el WMS (defecto=SE_XML). | <i>Opcional</i> |
| TIME =tiempo | Época de la capa solicitada. | <i>Opcional</i> |
| ELEVATION = elevación | Elevación de la capa solicitada. | <i>Opcional</i> |

A continuación, se muestra la explicación de los parámetros <Styles> y <Exception>:

- **STYLES**: Indica el estilo en el que cada capa debe ser dibujada. Es un parámetro obligatorio. El valor del parámetro *STYLES* es una lista separada por comas de uno o más nombres de estilos válidos. Hay una correspondencia uno a uno entre los valores en el parámetro *LAYERS* y los valores en el parámetro *STYLES*. Cada capa del mapa en la lista de *LAYERS* se dibuja usando el correspondiente estilo de la misma posición en la lista de *STYLES*. Cada nombre de estilo deberá estar definido en un elemento <Name> de un elemento <Style> que está directamente contenido dentro, o heredado por el elemento <Layer> asociado en el XML de “capabilities”. En otras palabras, el cliente no puede solicitar una capa en un estilo que estuviera definido para otra capa diferente. El servidor deberá lanzar una excepción (code = StyleNotDefined) si se solicita un estilo inesperado. Un cliente puede solicitar el estilo por defecto usando un valor nulo (como en “*STYLES* =”). Si varias capas son solicitadas con una mezcla

de estilos por defecto y estilos determinados, el parámetro *STYLES* incluye valores nulos entre comas (como en "*STYLES = style1,style2,*"). Si todas las capas son mostradas usando el estilo por defecto, tanto de la forma "*STYLES=*" o "*STYLES=,*" es válida.

- EXCEPTION: Proporciona información al cliente de los errores. Es un parámetro opcional. Los tipos de excepciones son los siguientes:
 - **application/vnd.ogc.se_xml** (obligatorio): Los errores son informados usando *Service Exception XML*. Este es el formato de excepción por defecto si no se especifica ninguno en la solicitud. El tipo MIME del documento XML que contiene el mensaje de error debe ser *application/vnd.ogc.se_xml*.
 - **application/vnd.ogc.se_inimage** (opcional): En el caso de formatos de imagen, los mensajes de errores son devueltos gráficamente como parte del contenido. Normalmente, esto significa que tomaría la forma de un texto con el mensaje pintando dentro del mapa devuelto.
 - **application/vnd.ogc.se_blank** (opcional): En el caso de formatos de imágenes, si el parámetro *EXCEPTIONS* es puesto a *application/vnd.ogc.se_blank*, el WMS deberá, una vez que detecte un error, devolver el objeto del tipo especificado en *FORMAT* cuyo contenido es uniformemente "*off*". En el caso de un formato imagen tal como GIF o JPEG, ese sería un objeto que contiene sólo píxeles de un color (el color de fondo si se especifica *BACKGROUND*). En el caso de un formato de imagen que soporte transparencia, si se especifica *TRANSPARENT = TRUE* los píxeles deberán ser todos transparentes.

Otros: Existen otros parámetros como *TIME*, *ELEVATION* o dimensiones que permiten implementar servicios WMS con soporte para consultas de datos temporales, de elevaciones u otros tipos de datos dimensionales.

13.3.2. Respuesta de la operación GetMap

La respuesta a una operación **GetMap** válida debe ser un mapa con la representación gráfica de la información geoespacial de la capa o capas solicitadas, con el estilo deseado y el sistema de referencia espacial, marco límite, tamaño, formato y transparencia especificado. Una operación **GetMap** no válida debe producir una excepción, informando del motivo del error, en el formato especificado para las excepciones.

A continuación, se incluyen ejemplos de la operación **GetMap** con los parámetros de cada petición y las respuestas de los servidores:

- **Ejemplo 1**

<https://www.ign.es/wms-inspire/ign-base?TRANSPARENT=true&FORMAT=image/png&VERSION=1.3.0&EXCEPTIONS=XML&SERVICE=WMS&REQUEST=GetMap&STYLES=default&LAYERS=IGN-BaseTodo&BGCOLOR=0xFFFFFFFF&CRS=EPSG:4258&BBOX=40.392269830204,->

[3.7656106726897,40.441364984012,-
3.6221961753143&WIDTH=1670&HEIGHT=572](http://3.7656106726897,40.441364984012,-3.6221961753143&WIDTH=1670&HEIGHT=572)

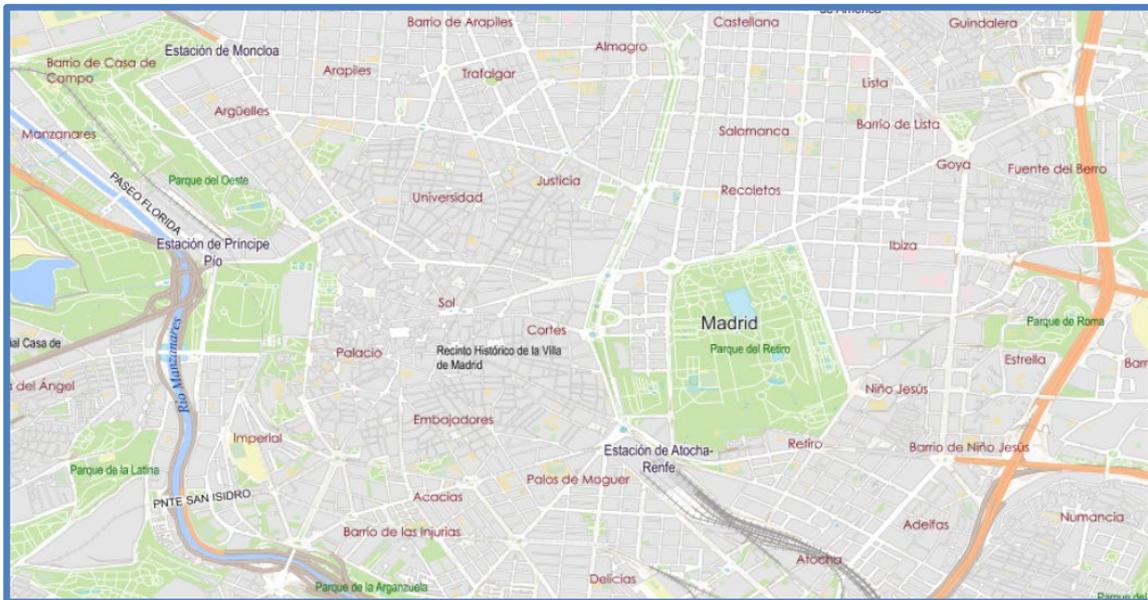


Figura 13.3. Resultado de la operación GetMap al servicio WMS IGN-Base del Sistema Cartográfico Nacional

- **Ejemplo 2**

[http://ogc.larioja.org/wms/request.php?REQUEST=GetMap&VERSION=1.1.1
&SERVICE=WMS&SRS=EPSG:4326&BBOX=-3.67745,41.32777,-
1.16591,43.14337&WIDTH=978&HEIGHT=707&LAYERS=carreteras,areas de
e interes especial de especies protegidas de fauna,ferrocarril&STYLES=def
ault,default,default&FORMAT=image/png&BGCOLOR=0xFFFFFFFF&TRANSPA
RENT=TRUE&EXCEPTIONS=application/vnd.ogc.se_inimage](http://ogc.larioja.org/wms/request.php?REQUEST=GetMap&VERSION=1.1.1&SERVICE=WMS&SRS=EPSG:4326&BBOX=-3.67745,41.32777,-1.16591,43.14337&WIDTH=978&HEIGHT=707&LAYERS=carreteras,areas de interes especial de especies protegidas de fauna,ferrocarril&STYLES=default,default,default&FORMAT=image/png&BGCOLOR=0xFFFFFFFF&TRANSPARENT=TRUE&EXCEPTIONS=application/vnd.ogc.se_inimage)

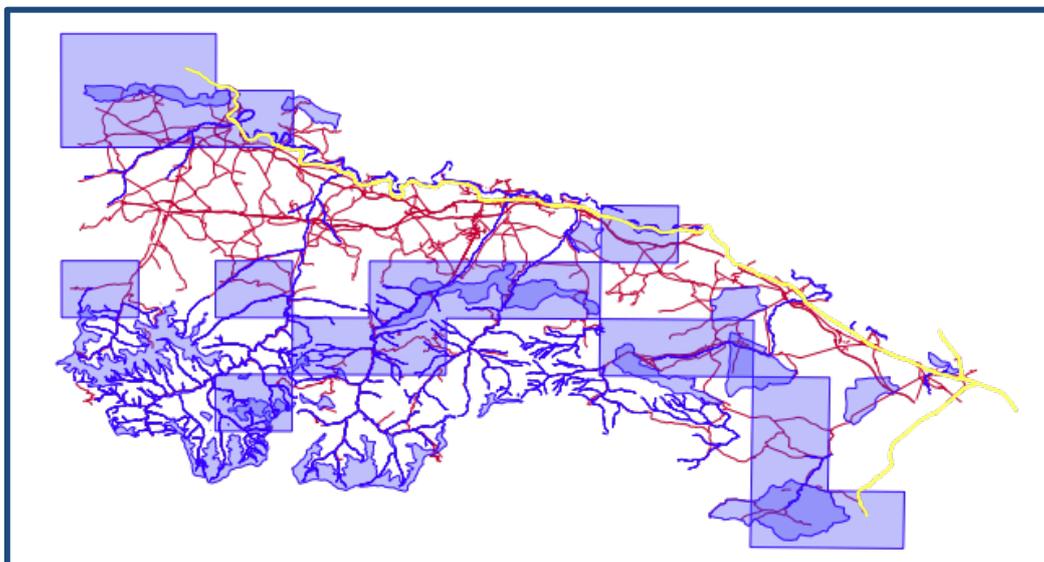


Figura 13.4. Resultado de la operación GetMap al servicio WMS de la IDE de La Rioja.

- **Ejemplo 3**

http://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx?VERSION=1.1.1&REQUEST=GetMap&SRS=EPSG:4230&BBOX=-3.51329,40.49826,-3.50393,40.50274&WIDTH=560&HEIGHT=400&LAYERS=Catastro&STYLES=default&FORMAT=image/png&BGCOLOR=0xFFFFFFFF&EXCEPTIONS=application/vnd.ogc.se_xml&Time=2016-04-15

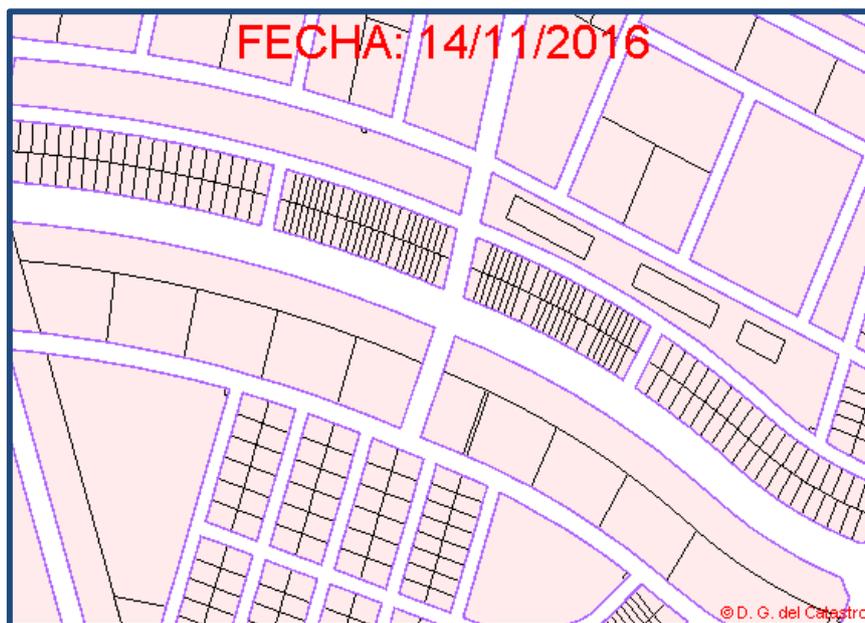


Figura 13.5. Resultado de la operación GetMap al servicio WMS de la D.G del Catastro.

13.4. OPERACIÓN GETFEATUREINFO

La operación `GetFeatureInfo` está diseñada para entregar los atributos de los elementos (*features*) mostrados en el mapa, generado previamente como resultado de una operación `GetMap`. Por lo tanto, esta operación proporciona la posibilidad de consultar los atributos del objeto que se encuentra en un píxel determinado que se selecciona en pantalla.

La información que retorna la operación `GetFeatureInfo`, depende de la información alfanumérica que el responsable del servicio desee hacer pública.

`GetFeatureInfo` es una operación opcional. Sólo se puede invocar exitosamente sobre las capas etiquetadas en el atributo *queryable*, del documento de capacidades, con el valor "1". En el caso de que la operación no sea soportada, el WMS debe responder con un mensaje de error en el formato de excepción del servicio (*application/vnd.ogc.se_xml*), normalmente un XML.

Para obtener la información asociada a un elemento (*feature*) del mapa, se necesita que la invocación de la operación `GetFeatureInfo` incluya los parámetros

utilizados en la operación `GetMap`, indicando así al servidor qué mapa se está viendo. A partir de la información de contexto espacial (`BBOX`, `SRS`, `WIDTH`, `HEIGHT`) de la operación `GetMap`, junto con la posición X, Y de un píxel de la imagen, y la capa interrogada, el WMS puede devolver los atributos del objeto que se encuentra en esa posición.

13.4.1. Parámetros de operación `GetFeatureInfo`

La solicitud para la operación `GetFeatureInfo`, al igual que las anteriores operaciones, se encuentra codificada como una URL. La solicitud consta de los parámetros que se presentan en la tabla 13.6.

Tabla 13.6 - Tabla de parámetros de la operación `GetFeatureInfo`

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|---|---|--------------------|
| <code>SERVICE=WMS</code> | Tipo de servicio sobre el cual se realiza la petición: WMS. | <i>Obligatorio</i> |
| <code>VERSION=1.3.0</code> | Versión de la especificación del OGC. | <i>Obligatorio</i> |
| <code>REQUEST=GetFeatureInfo</code> | Nombre de la operación que se realiza en la petición. | <i>Obligatorio</i> |
| <code><map-request_part></code> | Copia parcial de los parámetros solicitados que generan el mapa para el cual se solicita la información (operación <code>GetMap</code>). Estos parámetros son: <code>Layers</code> , <code>Styles</code> , <code>CRS</code> , <code>BBOX</code> , <code>Width</code> , <code>Height</code> y <code>Format</code> | <i>Obligatorio</i> |
| <code>QUERY_LAYERS=lista_capas</code> | Lista de uno o más capas que se interrogan. | <i>Obligatorio</i> |
| <code>INFO_FORMAT=formato_salida</code> | Formato en el que se devuelve la información de la entidad (tipo MIME) | <i>Obligatorio</i> |
| <code>FEATURE_COUNT=número</code> | Número de entidades sobre las que se devuelve la información (default=1) | <i>Opcional</i> |
| <code>i=columna_píxel</code> (X para versiones anteriores a la 1.3.0) | Coordenada i en píxeles de la entidad (medida sobre la imagen desde la esquina superior izquierda). | <i>Obligatorio</i> |
| <code>j=fila_píxel</code> (Y para versiones anteriores a la 1.3.0) | Coordenada j en píxeles de la entidad (medida sobre la imagen desde la esquina superior izquierda). | <i>Obligatorio</i> |
| <code>EXCEPTIONS=formato_excepción</code> | El formato en que las excepciones son devueltas. (default=application/vnd.ogc.se_xml) | <i>Opcional</i> |

13.4.2. Respuesta de la operación `GetFeatureInfo`

El WMS devuelve una respuesta de acuerdo al `INFO_FORMAT` solicitado cuando la solicitud es válida, o en su defecto devuelve una excepción (un error).

En el siguiente ejemplo se realiza una operación `GetFeatureInfo` al WMS de la Dirección General del Catastro. Para ello primero se utiliza la operación `GetMap`. Realizando a continuación la petición `GetFeatureInfo` del WMS de la Dirección General de Catastro, para los píxeles `X=646` e `Y=265` de una imagen.

http://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx?&REQUEST=GetFeatureInfo&VERSION=1.1.1&SERVICE=WMS&QUERY_LAYERS=Catastro&INFO_FORMAT=text/html&FEATURE_COUNT=100&X=646&Y=265&SRSS=EPSG:25830&BBOX=445711.63814,4470454.04257,447397.60776,447167.2.83656&WIDTH=978&HEIGHT=707&LAYERS=Catastro&STYLES=Default&FORMAT=image/png&BGCOLOR=0xFFFFFFFF&TRANSPARENT=TRUE&EXCEPTIONS=application/vnd.ogc.se_xml

La respuesta a la solicitud es una página Web en HTML donde se indica la Referencia Catastral de la parcela solicitada.



Figura 13.6. Resultado de la operación `GetFeatureInfo` al servicio WMS de la D.G del Catastro.

13.5. FUENTES DE DATOS E INFORMACIÓN

En esta sección se describen algunos directorios y catálogos de servidores dónde se pueden localizar servicios WMS.

- ✓ **Catálogo Oficial de Datos y Servicios Oficiales INSPIRE, CODSI:**
<http://www.ideo.es/csw-codsi-ideo/srv/spa/catalog.search#/home>

Se pueden localizar, a través del servicio de localización, CSW, los servicios de visualización, WMS, y sus descripciones conformes al Reglamento de Servicios de Red de la Directiva INSPIRE de los nodos IDE de España. Estos servicios, son los servicios que se envían al Geoportal INSPIRE a través de la operación *harvesting* del CSW.



Figura 13.7. Servicios de visualización en el CODSI

- ✓ **Servicios web de la Infraestructura de Datos Espaciales de España** (en español): <http://www.idee.es/web/guest/directorio-de-servicios>

Integra una lista de Servicios de visualización, WMS, cumpliendo el Reglamento de Servicios de Red de la Directiva INSPIRE y de la especificación de OGC WMS 1.1.0 o superior, con información a nivel estatal, autonómico, local y de países vecinos.

En total, se publican más de 2000 servicios WMS.

| Servicios Web WMS Autonómicos | |
|--------------------------------|--|
| Andalucía (305) | Aragón (8) |
| Canarias (101) | Cantabria (22) |
| Castilla-La Mancha (1) | Castilla y León (13) |
| Cataluña / Catalunya (124) | Comunidad de Madrid (67) |
| Comunidad Foral de Navarra (1) | Comunidad Valenciana / Comunitat Valenciana (61) |
| Extremadura (35) | Galicia (34) |
| Illes Balears (36) | La Rioja (8) |
| País Vasco / Euskadi (6) | Principado de Asturias (13) |
| Región de Murcia (57) | |

| Gobierno de Canarias (97) | |
|---|---|
| Consejería de Obras Públicas, Transportes y Política Territorial (97) | |
| Áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de las especies de la avifauna | http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/AreasEspecies |
| Calidad del Aire | http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/CalidadAire |
| Callejero Digital | http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/Callejero |
| Callejero turístico | http://idecan3.grafcan.es/ServicioWMS/Callejero |
| Cartografía estadística (ISTAC) | http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/CARTO_EST |
| Censo de Vertidos desde tierra al mar | http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/Vertidos |
| Clases de Suelo y Áreas en Desarrollo | http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/SIU |
| Clinométrico | http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Clinometrico |
| DEstribiladores Semiautomáticos y Automáticos externos (DESA) | http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/DESA |
| Distribuidor de OrtoExpress Urbana de alta resolución | http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/DistOrtoUrb |
| Distribuidor de Ortofoto 1.2.000 Año 2007 | http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/DistOrtoUrb_2007 |
| Distribuidor de Ortofoto Urbana Año 2012 | http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/DistOrtoUrb_2012 |
| Distribuidor de Ortofoto Urbana de alta resolución Año 2008 | http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/DistOrtoUrb_2008 |

Figura 13.8. Listado de direcciones WMS en la web de IDEE

- ✓ **Directorio de servicios del área de actividad de Biodiversidad MITECO**
<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/servidor-cartografico-wms/>

El Banco de Datos de la Naturaleza, como sistema integrado de información del Inventario del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, publica cartografía en Internet mediante servicios *Web Map Service (WMS)*. Las categorías que mantiene son: ecosistemas, fauna y flora, recursos genéticos, espacios protegidos o de interés, y efectos negativos sobre el patrimonio natural y la biodiversidad.

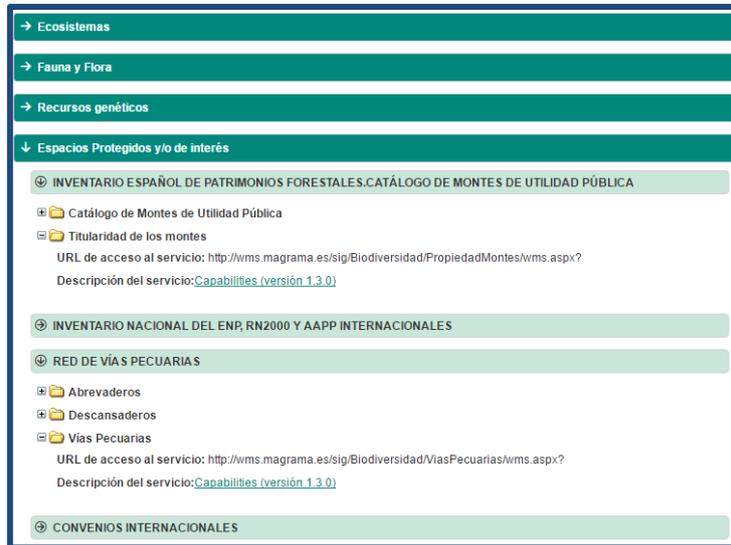


Figura 13.9. Detalle de servicios de la categoría “Espacios Protegidos y/o de interés” en la Web de MITECO

- ✓ **Catálogo de servidores WMS de los municipios de La Rioja - España** (en español): http://www.iderioja.larioja.org/municipios/servicios_ogc_es.html

Dentro de la iniciativa del Gobierno de La Rioja para la gestión de su territorio se han desarrollado distintas herramientas entre las que destacan servicios los servicios WMS para cada uno de sus municipios, incluyendo información sobre sus curvas de nivel, edificaciones, acequias, ríos, caminos, etc.

| Direcciones de los servicios WMS y WFS | |
|---|---|
| ÁBALOS: | |
| http://ogc.larioja.org/wms/001abal/request.php | http://ogc.larioja.org/wfs/001abal/request.php |
| AGONCILLO: | |
| http://ogc.larioja.org/wms/002agon/request.php | http://ogc.larioja.org/wfs/002agon/request.php |

Figura 13.10. Direcciones de servicios WMS y WFS para los municipios riojanos de Ábalos y Agoncillo

- ✓ **Geoportal Europeo:** <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/overview.html?view=thematicEuOverview&theme=none>

Permite localizar conjuntos de datos de los anexos I, II y III de la Directiva INSPIRE de los Estados miembros de la UE y los países [EFTA](#) que se pueden visualizar a través de servicios de visualización y que se pueden descargar a través de los servicios de descarga del Reglamento de Servicios de Red.

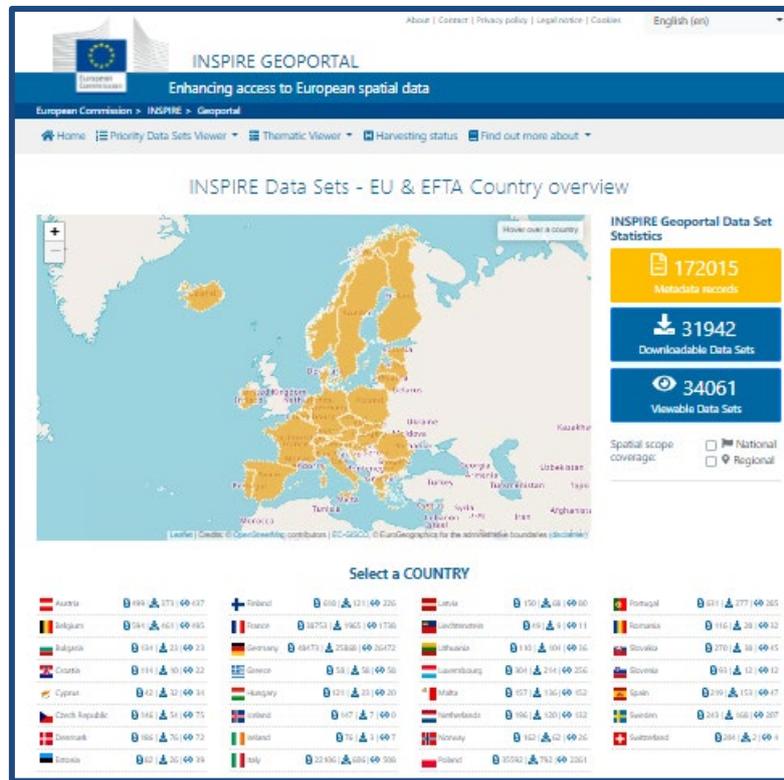


Figura 13.11. Catálogo de datos y servicio del Geoportal Europeo

- ✓ La **NASA** ofrece dos servicios de mapas (WMS y WMS-Time) que requieren de un token de acceso (MAP-KEY) ofreciendo acceso a datos de incendios en el planeta por intervalos de tiempo: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/web-services/#firms-wms>

El Sistema Global de Gestión de Información sobre Fuegos ofrece capas que contienen los fuegos registrados en rangos de un día, dos días, tres días o los últimos 7 días.

Figura 13.12. Listado de capas ofrecidas por el servicio

✓ **Catálogo Data.gov⁵:**

Está gestionado por la administración de Estados Unidos e integra más de 280 000 conjuntos de datos, más de 18 000 de estos a través de servicios WMS, proporcionados por Universidades, Agencias gubernamentales y administraciones públicas.

Figura 13.13. Fragmento con dos conjuntos de datos del catálogo Data-gov. Nótese la variedad de formatos de descarga.

13.6. CONCLUSIONES

La especificación de OGC WMS permite obtener rápida y sencillamente la representación gráfica de información geográfica, de cualquier tipo, utilizando tecnologías Web y sin necesitar ninguna aplicación informática específica. Sin embargo, existen numerosas limitaciones prácticas como, por ejemplo, la publicación de voluminosos conjuntos de datos o de gran resolución. En estos casos la generación de mapas bajo demanda (al vuelo) puede resultar ineficiente o la infraestructura (hardware y software) desplegada no poder atender a un número adecuado de clientes o solicitudes simultáneas. Para solucionar estos

⁵ <http://catalog.data.gov/dataset>

problemas de escalabilidad y producir respuestas de forma más eficiente (con menores tiempos de esperar para los clientes) la industria y el OGC han definido un servicio menos flexible pero más eficiente en la mayoría de las ocasiones denominado servicio de mapas teselados (OGC: WMTS), que se estudiará con detalle en el próximo capítulo.

13.7. REFERENCIAS

Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-10707>

REGLAMENTO (CE) Nº 976/2009 DE LA COMISIÓN de 19 de octubre de 2009 por el que se ejecuta la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a los servicios de red: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:274:0009:0018:ES:PDF>

Directrices técnicas para la implementación de servicios de visualización: https://inspire.ec.europa.eu/documents/Network_Services/TechnicalGuidance_ViewServices_v3.11.pdf

ISO 19128:2005 Geographic information — Web map server interface <https://www.iso.org/standard/32546.html>

Infraestructura de Datos Espaciales de España. Curso teórico-práctico de Infraestructura de Datos Espaciales: Despliegue de servicios OGC para una IDE con tecnologías *Open Source*. Carga horaria 28 horas. Fecha impartición: 13-17 de Abril de 2009

Servicios avanzados de Telecomunicación, María Carmen España Boquera, Ed. Díaz de Santos. ISBN: 847978607

OpenGIS Web Map Service (WMS) Implementation Specification, version 1.3.0, document id: 06-042: <https://www.ogc.org/docs/is>

OGC 06-121r3, OGC Web Services Common Specification, Open, Open Geospatial Consortium. <https://www.ogc.org/standards/common>

**«No, no puede
acabar lo que es
eterno, ni puede
tener fin la
inmensidad»**

*Rosalía de Castro (1837-
1885)*

Servicio de Mapas Teselados (WMTS)

*Manso Callejo, Miguel Ángel, Alcarria Garrido, Ramón Pablo y Rivas Fernández, Débora
Universidad Politécnica de Madrid*

Capítulo

14

Contenido

| | | |
|-------|---|-----|
| 14.1. | INTRODUCCIÓN | 415 |
| 14.2. | DEFINICIÓN DEL WMTS | 416 |
| 14.3. | OPERACIÓN GETCAPABILITIES..... | 419 |
| | 14.3.1. Parámetros de la operación <i>GetCapabilities</i> | 419 |
| | 14.3.2. Respuesta de la operación <i>GetCapabilities</i> | 420 |
| 14.4. | OPERACIÓN GETTILE | 422 |
| | 14.4.1. Parámetros de la operación <i>GetTile</i> | 422 |
| | 14.4.2. Respuesta de la operación <i>GetTile</i> | 423 |
| 14.5. | OPERACIÓN GETFEATUREINFO..... | 424 |
| | 14.5.1. Parámetros de la operación <i>GetFeatureInfo</i> | 424 |
| | 14.5.2. Respuesta de la operación <i>GetFeatureInfo</i> | 424 |
| 14.6. | FUENTES DE DATOS E INFORMACIÓN | 425 |
| 14.7. | CONCLUSIONES..... | 428 |
| 14.8. | REFERENCIAS | 428 |

14.1. INTRODUCCIÓN

El servicio WMS genera los mapas bajo demanda y con muchos grados de libertad: muchos marcos de referencia por coordenadas, muchas combinaciones de capas y estilos, múltiples formatos de imagen de salida e infinitas posibilidades para las extensiones geográficas y tamaños de imagen (contexto geográfico y escalas). Esta riqueza y variedad de respuestas a la carta tiene un coste en términos de tiempo de proceso para el servidor que no permite al servicio escalar adecuadamente cuando el número de usuarios o solicitudes crece.

Como solución a esta problemática las empresas tecnológicas (Google, Yahoo, etc.) y soluciones estatales (SIG-PAC, NASA) desarrollaron soluciones técnicas que aprovecharan las características intrínsecas de internet, de sus proveedores de acceso (IPS) y de las cachés tanto de los navegadores como de los *proxys* de las organizaciones. Estas soluciones buscan que las URL de acceso a los mapas ofrecidos por los servicios de mapas tengan una estructura fija y que no aparezcan coordenadas en ellas (ya que sería ineficiente para las *caches*). Estas soluciones se basan en definir estructuras de imágenes ajustadas a retículas bien definidas (teselas / *tiles*) para distintas escalas para las que se generan los “mapas” de forma previa y el servicio se limita a dispensarlas cuando se le solicitan. Como los mapas deben de estar generados previamente y su almacenamiento puede ser voluminoso por el número de archivos de las retículas de menor escala, se ofrecen una menor cantidad de combinaciones de capas y estilos. Una **Tile** o **Tesela** es una imagen rectangular uniforme que se obtiene como resultado de la fragmentación y pre-dibujado de la representación pictórica de datos geográficos (mapas).

El estándar WMTS, consistente en un servicio complementario a WMS, resuelve algunas de las limitaciones del WMS acelerando las operaciones entre servidores y clientes. Este estándar es una evolución de la especificación *Tile Map Service* elaborada por OSGeo y *Tiled WMS* elaborada por OnEarth¹. Permite solicitar un *Tile* (*GetTile*) de una fila y columna (*TileRow*, *TileCol*) de un conjunto limitado de combinaciones de capas (*Layers*), con un conjunto limitado de estilos (*Styles*), para un conjunto reducido de marcos referencia espacial (*TileMatrixSet*), a un determinado nivel de escala o zoom denominado (*TileMatrix*) y un formato (*Format*). En definitiva, se solicita que el servicio devuelva un archivo existente almacenado en el servidor que se identifica por el conjunto de parámetros antes citados. En algunas ocasiones el servicio WMTS se apoya en un sistema de *caches* (almacenamientos temporales) que evita tener que tener todos los tiles generados sino que se mantienen los más demandados y los menos demandados se generan cuando un usuario los solicite. De este modo se necesita menos capacidad de almacenamiento en el servidor y no se genera aquellos tiles de escalas que nadie solicita.

¹ [OnEarth](#)

14.2. DEFINICIÓN DEL WMTS

Un WMTS es un servicio de visualización, escalable y *cacheable*, que usa un modelo de teselas (*tiling model*) parametrizado de tal manera que un cliente puede hacer peticiones de un conjunto finito de valores y recibir rápidamente del servidor fragmentos de imágenes pre-dibujadas (*tiles*) que no requieren de ninguna manipulación posterior. Cada una de las capas, sigue una estructura piramidal de escalas, figura 14.1, en la que cada escala, o nivel de la pirámide, es una fragmentación y rasterización de los datos geoespaciales a una escala o tamaño de píxel concreto.

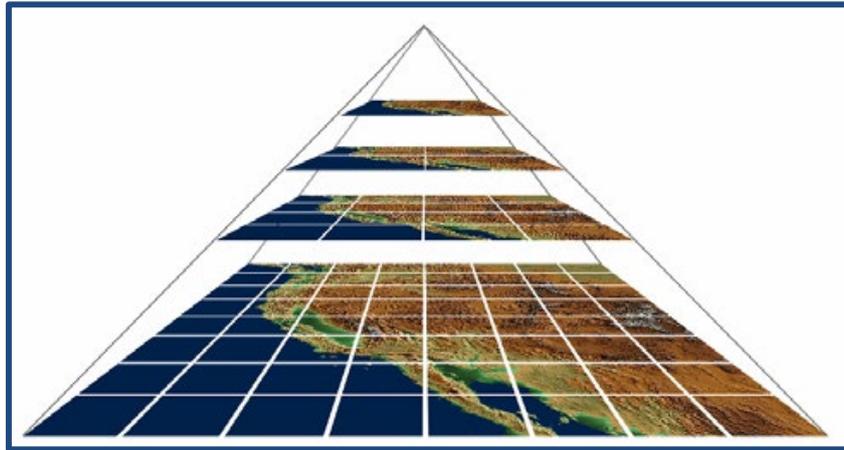


Figura 14.1. Pirámide de Teselas

Cada nivel de la pirámide se corresponde con una resolución o escala del mapa y todas las celdas de la pirámide tienen un tamaño fijo en píxel. Por tanto, a escala 1:1 se solicitará la imagen a su resolución original, mientras que a otras escalas menores se solicitará las imágenes con menor resolución de los píxeles, para así obtener para cada rango de escala un conjunto de imágenes menor o con tamaños de píxel mayor.

➤ **TileMatrixSet**

Como se ha comentado cada una de las capas de un servidor WMTS sigue una estructura piramidal de escalas, en la que cada escala o nivel de la pirámide es una rasterización y fragmentación de los datos geográficos a una escala o tamaño de píxel concreto. Una capa puede estar disponible en varios sistemas de coordenadas, y tener diferente extensión geográfica en cada una de ellas. Una *TileMatrixSet* es un conjunto de rasterizaciones y fragmentaciones de la capa a diferentes escalas predeterminadas para un sistema de referencia y ámbito concreto, figura 14.2. Una capa tendrá tantos *TileMatrixSet* como sistemas de referencia y ámbitos para los cuales esté disponible. Cada una de las rasterizaciones y fragmentaciones a escala determinada, sistema de coordenadas y ámbito que conforman la *TileMatrixSet*, se conoce como *TileMatrix*.

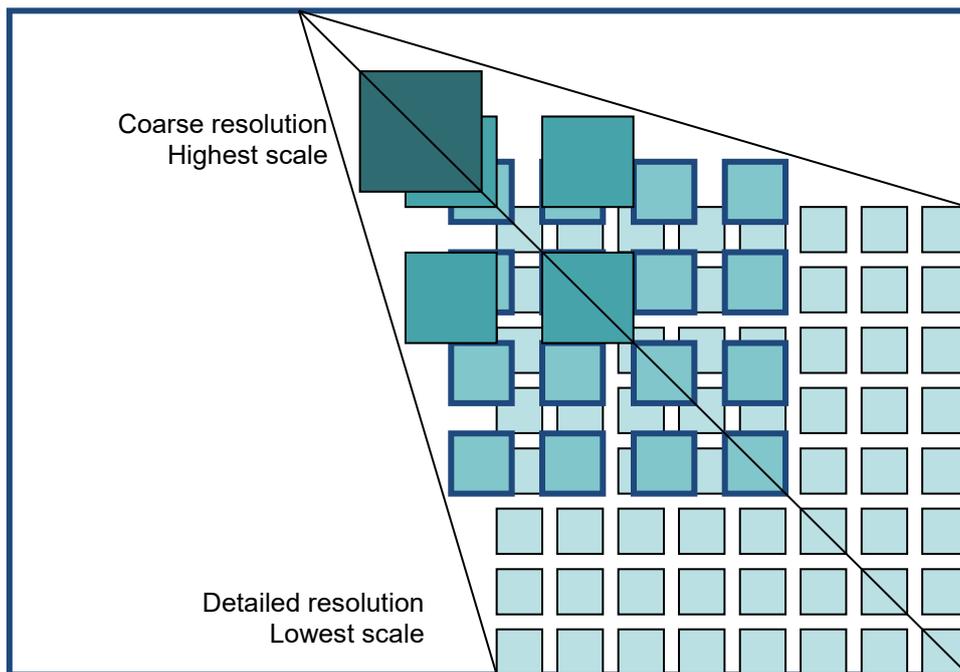


Figura 14.2. Representación de una TileMatrixSet

Cada *TileMatrix*, figura 14.3, define el patrón de corte de la capa en teselas para un sistema de referencia concreto, un ámbito y una escala; indicando el origen de la matriz en el sistema de coordenadas (*TopLeftPoint*), el tamaño de la matriz en número de fragmentos (*MatrixWidth* y *MatrixHeight*) y el tamaño de cada uno de sus fragmentos o tiles en número de píxeles (*TileWidth* y *TileHeight*).

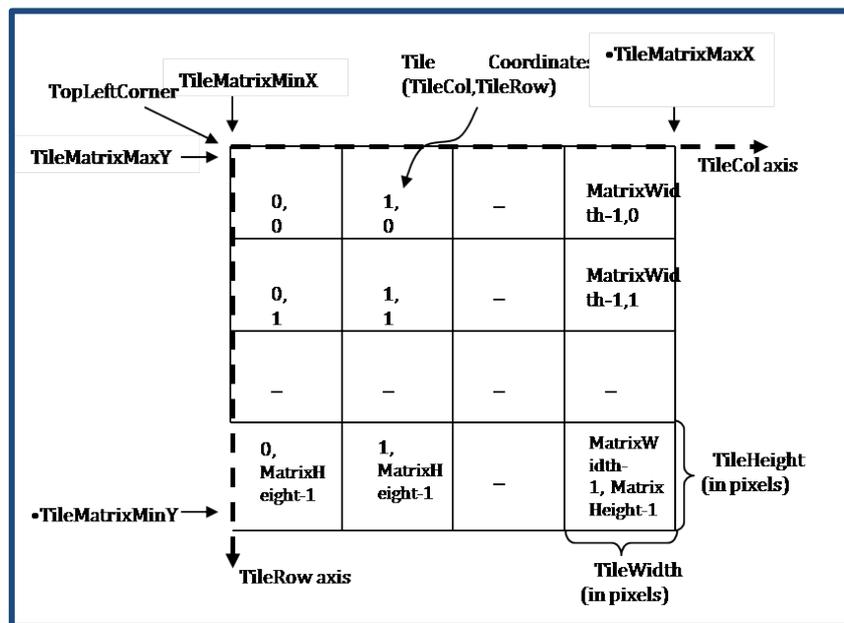


Figura 14.3. Espacio de una matriz de Teselas (TileMatrix)

La interfaz WMTS especifica dos operaciones básicas y obligatorias que pueden ser invocadas por un cliente, *GetCapabilities* y *GetTile*, y otra opcional, *GetFeatureInfo*.

- **Operación *GetCapabilities***: permite al cliente solicitar, y recibir del servidor, los metadatos del servicio, que en este caso son una descripción detallada de las capas disponibles en el servidor y de los patrones de matrices de fragmentación que siguen.
- **Operación *GetTile***: una vez conocidas las capacidades del servidor, la operación *GetTile* permite al cliente solicitar y recibir una tesela de una de sus capas, a una escala, estilo de visualización y formato determinado.
- **Operación *GetFeatureInfo***: esta operación opcional permite obtener la información sobre el contenido de un píxel en particular del mapa.

➤ Tipos de codificación

Las peticiones del servicio WMTS pueden realizarse a través de los métodos *GET* y *POST* del protocolo HTTP codificando los parámetros como secuencias de parejas parámetro valor (*KVP: Key Value Pair*) o codificando las peticiones de un modo fijo con el *API RESTful*. La codificación KVP fácil de especificar y muy usada, permite realizar cualquiera de las peticiones del servicio de forma eficaz, pero tiene el inconveniente de que si se altera el orden de los parámetros la operación ya no se cachea en los clientes o en los *proxy* de internet. La codificación *RESTful* facilita el cacheado de las peticiones ya que se siguen reglas fijas para especificar o seleccionar, los distintos parámetros de la solicitud.

Ejemplo. Solicitud de una operación *GetTile* con el método *GET* del protocolo http, codificado en KVP a distintos servicios WMTS.

1. <http://www.ign.es/wmts/ign-base?SERVICE=WMTS&VERSION=1.0.0&REQUEST=GetTile&LAYER=IGNBaseTodo&STYLE=default&FORMAT=image/jpeg&TILEMATRIXSET=EPSG:4326&TILEMATRIX=EPSG:4326:0&TILEROW=0&TILECOL=0>

Como respuesta se obtiene:

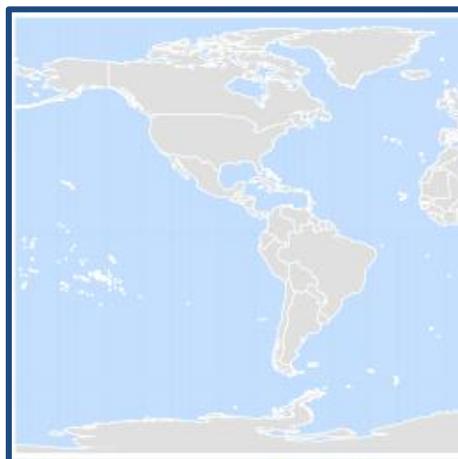


Figura 14.4. Resultado de una operación `GetTile` realizada al servicio WMTS del SCNE²

2. http://sedac.ciesin.columbia.edu/geoserver/gwc/service/wmts?SERVICE=WMTS&REQUEST=GetTile&VERSION=1.0.0&LAYER=esi:esi-environmental-sustainability-index-2005_nat-resource-mgmt&STYLE=esi-environmental-sustainability-index-2005_nat-resource-mgmt:productivity-overfishing&FORMAT=image/jpeg&TILEMATRIXSET=EPSG:4326&TILEMATRIX=3:20%20Arc%20Minutes&TILEROW=1&TILECOL=2

Como respuesta se obtiene:

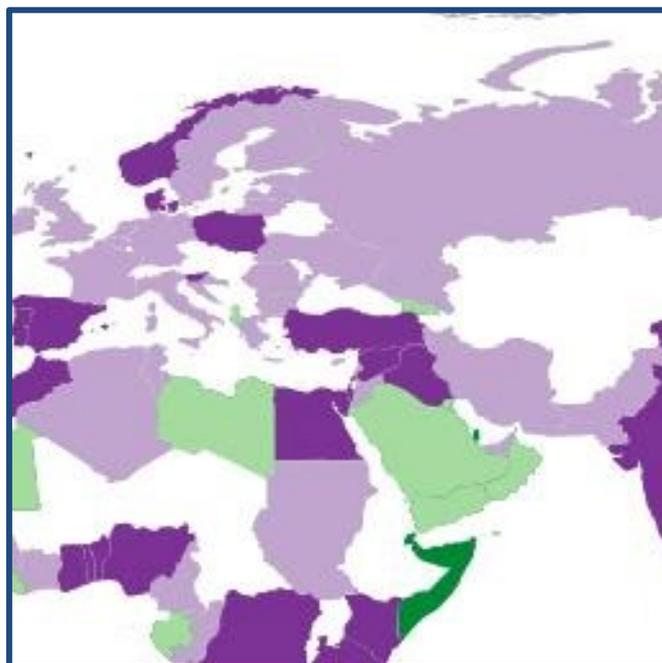


Figura 14.5. Resultado de una operación `GetTile` realizada al servicio WMTS de la Universidad de Columbia.

14.3. OPERACIÓN GETCAPABILITIES

Como se ha mencionado anteriormente, la operación `GetCapabilities` permite al cliente solicitar y recibir del servidor una descripción detallada de las capas disponibles en el servidor y de los patrones de matrices de fragmentación que siguen, es decir, los metadatos del servicio.

14.3.1. Parámetros de la operación `GetCapabilities`

La respuesta a una operación `GetCapabilities` será un documento XML que contiene metadatos acerca de los servicios del servidor, incluyendo información específica acerca de las capas que pueden ser solicitadas y de las teselas que están disponibles en dichas capas. La tabla 14.1 muestra un cuadro resumen con los parámetros de la operación, dando una breve descripción de estos.

² <http://www.scne.es/>

Tabla 14.1. Tabla de parámetros de la operación *GetCapabilities*

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|---------------------------------|--|--------------------|
| SERVICE=WMTS | Tipo de servicio sobre el cual se solicita la operación, en este caso es igual a WMTS. | <i>Obligatorio</i> |
| REQUEST= GetCapabilities | Nombre de la operación. | <i>Obligatorio</i> |
| VERSION=1.0.0 | Versión de la especificación del OGC. Cuando se omite, se obtiene como respuesta la última versión. | <i>Opcional</i> |
| SECTION | Listado de las distintas secciones en que se divide el documento XML como respuesta a la operación. Cuando se omite o no es compatible con el servidor, se obtiene como respuesta el metadato completo. Estas "secciones" son: <i>ServiceIdentification</i> , <i>ServiceProvider</i> , <i>OperationsMetadata</i> , <i>Contents</i> y <i>Themes</i> . | <i>Opcional</i> |
| UPDATESEQUENCE=cadena | Número de secuencia o cadena para control de memoria temporal | <i>Opcional</i> |
| FORMAT=text/html | Indica el formato del servicio. Cuando se omite o no es compatible con el servidor, devuelve el metadato en un documento tipo MIME "text/xml" | <i>Opcional</i> |

Ejemplo. Para realizar una operación WMTS, el cliente puede lanzar la siguiente operación en codificación KVP con un mínimo de parámetros:

<https://www.ign.es/wmts/ign-base?request=GetCapabilities&service=WMTS>

14.3.2. Respuesta de la operación *GetCapabilities*

Como respuesta se obtiene un documento XML, que debe estar acorde con el esquema XML según la versión del WMTS.

```

- <Capabilities xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wmts/1.0 ../wmtsGetCapabilities_response.xsd" version="1.0.0">
+ <ows:ServiceIdentification></ows:ServiceIdentification>
+ <ows:ServiceProvider></ows:ServiceProvider>
+ <ows:OperationsMetadata></ows:OperationsMetadata>
+ <Contents></Contents>
+ <Themes></Themes>
</Capabilities>
    
```

Código 1.

A continuación, se muestra la estructura general de un documento de capacidades para un servicio WMTS:

- **ServiceIdentification:** en esta sección se indican los siguientes metadatos:

```

- <ows:ServiceIdentification>
  <ows:Title>Web Map Tiling Service</ows:Title>
  + <ows:Abstract></ows:Abstract>
  + <ows:Keywords></ows:Keywords>
  <ows:ServiceType>OGC WMTS</ows:ServiceType>
  <ows:ServiceTypeVersion>1.0.0</ows:ServiceTypeVersion>
  <ows:Fees>none</ows:Fees>
  <ows:AccessConstraints>none</ows:AccessConstraints>
</ows:ServiceIdentification>

```

Código 2.

- **ServiceProvider:** en esta sección se indican los metadatos sobre la organización y funcionamiento de este servidor.

```

- <ows:ServiceProvider>
  <ows:ProviderName>MiraMon</ows:ProviderName>
  <ows:ProviderSite xlink:href="http://www.creaf.uab.es/miramon"/>
  + <ows:ServiceContact></ows:ServiceContact>
</ows:ServiceProvider>

```

Código 3.

- **OperationMetadata:** esta sección indica las operaciones especificadas por este servicio incluyendo la URL de las solicitudes para la operación.

```

- <ows:OperationsMetadata>
  + <ows:Operation name="GetCapabilities"></ows:Operation>
  + <ows:Operation name="GetTile"></ows:Operation>
  + <ows:Operation name="GetFeatureInfo"></ows:Operation>
</ows:OperationsMetadata>

```

Código 4.

- **Contents:** esta sección indica los datos servidos por el servidor. Incluirá los datos de las capas y de las TileMatrixSets.

```

- <Contents>
  + <Layer></Layer>
  <!-- [ ... other layers ... ] -->
  + <TileMatrixSet></TileMatrixSet>
</Contents>

```

Código 5.

- **Themes:** esta sección describe la jerarquía de las capas.

```

- <Themes>
- <Theme>
  <ows:Title>Foundation</ows:Title>
  <ows:Abstract>"Digital Chart Of The World" data</ows:Abstract>
  <ows:Identifier>Foundation</ows:Identifier>
- <Theme>
  <ows:Title>Boundaries</ows:Title>
  <ows:Identifier>Boundaries</ows:Identifier>
  <LayerRef>coastlines</LayerRef>
  <LayerRef>politicalBoundaries</LayerRef>
  <LayerRef>depthContours</LayerRef>
</Theme>
- <Theme>
  <ows:Title>Transportation</ows:Title>
  <ows:Identifier>Transportation</ows:Identifier>
  <LayerRef>roads</LayerRef>
  <LayerRef>railroads</LayerRef>
  <LayerRef>airports</LayerRef>
</Theme>
</Themes>

```

Código 6.

14.4. OPERACIÓN GETTILE

Como ya habíamos comentado en la introducción, una vez conocidas las capacidades del servidor, la operación GetTile permite al cliente solicitar y recibir una tesela de una de sus capas, a una escala, estilo de visualización y formato determinado.

14.4.1. Parámetros de la operación *GetTile*

La tabla 14.2 muestra un cuadro resumen con los parámetros de la operación GetTile, dando una breve descripción de los parámetros:

Tabla 14.2 - Tabla de parámetros de la operación GetTile

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|--|--|--------------------|
| SERVICE=WMTS | Tipo de servicio sobre el cual se realiza la operación. | Obligatorio |
| REQUEST=GetTile | Nombre de la operación invocada. | Obligatorio |
| VERSION=1.0.0 | Versión de la especificación del OGC. | Obligatorio |
| LAYER | Identificador de la capa | Obligatorio |
| STYLE | Identificador del estilo de visualización. Si no se indica, "default" es el estilo devuelto por el servidor. | <i>Opcional</i> |
| FORMAT | Formato de salida del fragmento solicitado. | Obligatorio |
| Other simple dimensions³ | El valor permitido para esta dimensión | <i>Opcional</i> |

³ El nombre de este parámetro es, de hecho, el nombre de la dimensión de la capacidad especificada en el documento, como se indica en el documento capacidades. Ver anexo C del documento OGC Map Service Interface (03-109r1_OGC_Web_Map_Service_WMS1.3_Interface_Recommendation_Paper.pdf)

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|----------------------|---|--------------------|
| TileMatrixSet | Identificador de la TileMatrixSet | Obligatorio |
| TileMatrix | Identificador de la TileMatrix ⁴ | Obligatorio |
| TileRow | Fila de la TileMatrix | Obligatorio |
| TileCol | Columna de la TileMatrix | Obligatorio |

14.4.2. Respuesta de la operación *GetTile*

La respuesta a una operación *GetTile* es un mosaico de imágenes. Las imágenes se mostrarán en el formato especificado en la solicitud.

Ejemplo. Solicitud de una operación *GetTile* con el método *GET* del protocolo http codificado en KVP.

<https://www.ign.es/wmts/ign-base?SERVICE=WMTS&VERSION=1.0.0&REQUEST=GetTile&LAYER=IGNBaseTodo&STYLE=default&FORMAT=image/jpeg&TILEMATRIXSET=EPSG:4326&TILEMATRIX=EPSG:4326:0&TILEROW=0&TILECOL=1>

Como respuesta se obtiene:



Figura 14.6. Resultado de la respuesta de una operación *GetTile* realizada al servicio WMTS del IGN.

²Este parámetro aparece tantas veces como haya dimensiones especificadas en el documento ServiceMetadata. (<http://www.opengeospatial.org/standards/wms>).

14.5. OPERACIÓN GETFEATUREINFO

Esta operación opcional permite obtener la información sobre el contenido de un píxel en particular del mapa.

14.5.1. Parámetros de la operación *GetFeatureInfo*

La tabla 14.3 muestra un cuadro resumen con los distintos parámetros de la operación, así como una breve descripción y la obligatoriedad de los mismos.

Tabla 14.3 - Tabla de parámetros de la operación *GetFeatureInfo*

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|--|---|--------------------|
| SERVICE=WMTS | Tipo de servicio sobre el cual se realiza la operación: WMTS. | Obligatorio |
| REQUEST=GetFeatureInfo | Nombre de la operación que se invoca. | Obligatorio |
| VERSION=1.0.0 | Versión de la especificación del OGC. | Obligatorio |
| LAYER | Identificador de la capa | Obligatorio |
| STYLE | Identificador del estilo. Si no se indica, "default" es el estilo devuelto por el servidor. | <i>Opcional</i> |
| FORMAT | Formato de salida de la tesela | Obligatorio |
| Other simple dimensions⁵ | El valor permitido para esta dimensión | <i>Opcional</i> |
| TileMatrixSet | Identificador de la <i>TileMatrixSet</i> | Obligatorio |
| TileMatrix | Identificador de la <i>TileMatrix</i> ⁶ | Obligatorio |
| TileRow | Fila de la <i>TileMatrix</i> | Obligatorio |
| TileCol | Columna de la <i>TileMatrix</i> | Obligatorio |
| X | Índice de la fila de un píxel en la tesela. | Obligatorio |
| Y | Índice de la columna de un píxel en la tesela. | Obligatorio |
| InfoFormat | Formato de salida de la información solicitada. | Obligatorio |

14.5.2. Respuesta de la operación *GetFeatureInfo*

El WMTS devuelve una respuesta de acuerdo con el parámetro *InfoFormat* solicitado cuando la solicitud es válida, o en su defecto devuelve una excepción (un error).

Ejemplo: resultado de la operación *GetFeatureInfo* codificada como KVP

<http://sedac.ciesin.columbia.edu/geoserver/gwc/service/wmts?SERVICE=WMTS&Request=GetFeatureInfo&Version=1.0.0&Layer=nagdc:nagdc-population->

⁶ Indica la escala a la que se desea obtener la respuesta a la operación

[landscape-climate-estimates-v3_coastal-proximity-2010&Styles=nagdc-population-landscape-climate-estimates-v3_coastal-proximity-2010:100km&Format=image/png&TileMatrixSet=EPSG:4326&TileMatrix=0:2%20Degrees&TileRow=0&TileCol=0&I=51&J=194&InfoFormat=text/plain](http://sedac.ciesin.columbia.edu/geoserver/gwc/service/wmts?SERVICE=WMTS&Request=GetFeatureInfo&Version=1.0.0&Layer=nagdc:nagdc-population-landscape-climate-estimates-v3_coastal-proximity-2010:100km&Format=image/png&TileMatrixSet=EPSG:4326&TileMatrix=0:2%20Degrees&TileRow=0&TileCol=0&I=51&J=194&InfoFormat=text/plain)

Como respuesta se obtiene:

```
Results for FeatureType 'nagdc-population-landscape-climate-estimates-v3_coastal-proximity-2010':
-----
the_geom = [GEOMETRY (MultiPolygon) with 8676 points]
COUNTRYID = 218
ISO3V10 = USA
Unsdcode = 840
Countryeng = United States of America
P10PCT5K = 6
P10PCT10K = 12
P10PCT100K = 42
P10PCT200K = 49
-----
```

Si se solicita que el formato sea HTML con el parámetro `InfoFormat=text/html`

http://sedac.ciesin.columbia.edu/geoserver/gwc/service/wmts?SERVICE=WMTS&Request=GetFeatureInfo&Version=1.0.0&Layer=nagdc:nagdc-population-landscape-climate-estimates-v3_coastal-proximity-2010:100km&Format=image/png&TileMatrixSet=EPSG:4326&TileMatrix=0:2%20Degrees&TileRow=0&TileCol=0&I=51&J=194&InfoFormat=text/html

Como respuesta se obtiene:

| NAGDC-POPULATION-LANDSCAPE-CLIMATE-ESTIMATES-V3_COASTAL-PROXIMITY-2010 | | | | | | | | |
|--|-----------|---------|----------|--------------------------|----------|-----------|------------|------------|
| fid | COUNTRYID | ISO3V10 | Unsdcode | Countryeng | P10PCT5K | P10PCT10K | P10PCT100K | P10PCT200K |
| nagdc-population-landscape-climate-estimates-v3_coastal-proximity-2010.218.218 | USA | USA | 840 | United States of America | 6 | 12 | 42 | 49 |

Figura 14.7. Resultado de la respuesta de una operación `GetFeatureInfo` realizada al servicio WMTS de la universidad de Columbia.

14.6. FUENTES DE DATOS E INFORMACIÓN

En esta sección se describen algunos servidores de mapas y catálogos de servidores que implementan la especificación WMTS.

✓ Servicios web de la Infraestructura de Datos Espaciales de España:

Integra una lista de Servicios Web de Tesela de Mapas (WMTS) cumpliendo el Reglamento (CE) N^o 976/2009⁷ y la especificación WMTS 1.0.0, con información a nivel estatal, autonómico y local. Estos servicios están disponibles en:

- **Directorio de servicios**⁸, donde hay registrados 99 Servicios WMTS [marzo 2021].

⁷ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2009R0976:20101228:ES:PDF>

⁸ <http://www.idee.es/web/idee/segun-tipo-de-servicio>

The screenshot displays the WMTS service interface. At the top, there are five navigation icons: Visualización (eye), Localización (map with magnifying glass), Descarga (download arrow), Transformación (stack of maps), and Otros servicios (gears). Below these is a section titled 'Servicios de visualización' with two tabs: 'Servicios Web de Mapas (WMS)' and 'Servicio Web de Teselados de Mapas (WMTS)'. The WMTS tab is active, showing a summary of 100 services: Estatales (8), Autonómicos (82), Locales (9), Países Vecinos (1), and Total Servicios (100). The 'Servicios Web WMTS Estatales' section lists 5 IDEE services under the 'Sistema Cartográfico Nacional' category:

| Nombre del Servicio | URL |
|---|---|
| Mapa base | https://www.ign.es/wmts/ign-base |
| Mapa LIDAR | https://wmts-mapa-lidar.idee.es/lidar |
| Modelo Digital de Elevaciones de España | https://servicios.idee.es/wmts/mdt |
| Ocupación del Suelo | https://servicios.idee.es/wmts/ocupacion-suelo |
| Ortofotos máxima actualidad del PNOA | https://www.ign.es/wmts/pnoa-ma |

The 'Cantabria (10)' section lists 10 services from the 'Gobierno de Cantabria' under the 'Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Urbanismo' category:

| Nombre del Servicio | URL |
|---|---|
| Cartografía básica (multiescala) (ETRS89) | http://geoservicios.cantabria.es/inspire/rest/services/Cartografia_Basica_Topografica/MapServer/WMTS |
| Mapa Geológico de Cantabria 1:25.000 | http://geoservicios.cantabria.es/inspire/rest/services/Serie_Geologico_Raster/MapServer/WMTS |
| Mapa Geomorfológico de Cantabria 1:25.000 | http://geoservicios.cantabria.es/inspire/rest/services/Serie_Geomorfologico_Raster/MapServer/WMTS |
| Mapa Procesos Activos Geomorfológicos de Cantabria 1:25.000 | http://geoservicios.cantabria.es/inspire/rest/services/Serie_Procesos_Activos_Geomorfologicos_Raster/MapServer/WMTS |
| Ortofoto 2001 (ETRS89) | http://geoservicios.cantabria.es/inspire/rest/services/Ortofoto_2001/MapServer/WMTS |
| Ortofoto 2002 (ETRS89) | http://geoservicios.cantabria.es/inspire/rest/services/Ortofoto_2002/MapServer/WMTS |
| Ortofoto 2005 (ETRS89) | http://geoservicios.cantabria.es/inspire/rest/services/Ortofoto_2005/MapServer/WMTS |
| Ortofoto 2007 (ETRS89) | http://geoservicios.cantabria.es/inspire/rest/services/Ortofoto_2007/MapServer/WMTS |
| Ortofoto 2010 (ETRS89) | http://geoservicios.cantabria.es/inspire/rest/services/Ortofoto_2010/MapServer/WMTS |
| Ortofoto 2014 (ETRS89) | http://geoservicios.cantabria.es/inspire/rest/services/Ortofoto_2014/MapServer/WMTS |

Figura 14.8. Listado de direcciones WMTS del SCNE y del WMTS autonómico de Cantabria

- **Catálogo Oficial de Datos y Servicios INSPIRE⁹**, donde los 244 conjuntos de datos espaciales están accesibles a través de 219 servicios de visualización (WMS y WMTS) [marzo 2021].

⁹ <http://www.idee.es/csw-codsi-idee/srv/spa/catalog.search#/home>



Figura 14.9. Catálogo Oficial de Datos y Servicios INSPIRE¹⁰

✓ **Lista de Servicios de Visualización del Sistema Cartográfico Nacional¹¹:**

El nodo del Sistema Cartográfico Nacional de España¹² ofrece un conjunto de servicios web (visualización, descarga y catálogo) para compartir información geográfica en la red, figura 14.10.

| IDEE (5) | |
|---|---|
| Sistema Cartográfico Nacional (5) | |
| Mapa base | https://www.ign.es/wmts/ign-base |
| Mapa LiDAR | https://wmts-mapa-lidar.idee.es/lidar |
| Modelo Digital de Elevaciones de España | https://servicios.idee.es/wmts/mdt |
| Ocupación del Suelo | https://servicios.idee.es/wmts/ocupacion-suelo |
| Ortofotos máxima actualidad del PNOA | https://www.ign.es/wmts/pnoa-ma |

Figura 14.10. Catálogo de servicios WMTS proporcionado por el SCNE¹³

Relacionado con visualización, el geoportal de la IDEE ofrece servicios de visualización, WMS, y servicios de visualización teselados, WMTS, donde muchos de ellos muestran información geográfica del Sistema Cartográfico Nacional de España¹⁴, como, por ejemplo, los servicios del mapa LiDAR, PNOA¹⁵, ocupación del suelo, MDT o el mapa base.

✓ **Catálogo de NASA Global Imagery Browse Services (GIBS):**

GIBS proporciona un acceso rápido a casi 200 repositorios de imágenes por satélite, de cobertura mundial. La mayoría de las imágenes están disponibles unas horas

¹⁰ <http://www.idee.es/csw-codsi-idee/srv/spa/catalog.search#/home>

¹¹ <http://www.scne.es/>

¹² <https://www.idee.es/web/idee/segun-tipo-de-servicio>

¹³ <http://www.scne.es/>

¹⁴ <http://www.scne.es>

¹⁵ <https://pnoa.ign.es/>

después de haberse capturado y otras corresponden a hace 15 años. A continuación, se muestra la lista de puntos de acceso compatibles con la especificación WMTS:

[https://wiki.earthdata.nasa.gov/display/GIBS/GIBS+API+for+Developers#GIBSAPIforDevelopers-OGCWebMapTileService\(WMTS\)](https://wiki.earthdata.nasa.gov/display/GIBS/GIBS+API+for+Developers#GIBSAPIforDevelopers-OGCWebMapTileService(WMTS))

- **WGS 84 / Geographic - EPSG:4326**, WMTS version 1.0.0
 - KVP endpoint: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg4326/best/wmts.cgi>
 - KVP GetCapabilities: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg4326/best/wmts.cgi?SERVICE=WMTS&request=GetCapabilities>
 - REST endpoint: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg4326/best/>
 - REST GetCapabilities: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg4326/best/1.0.0/WMTSCapabilities.xml>
- **Web Mercator - EPSG:3857**, WMTS version 1.0.0
 - KVP endpoint: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg3857/best/wmts.cgi>
 - KVP GetCapabilities: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg3857/best/wmts.cgi?SERVICE=WMTS&request=GetCapabilities>
 - REST endpoint: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg3857/best/>
 - REST GetCapabilities: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg3857/best/1.0.0/WMTSCapabilities.xml>
- **Arctic polar stereographic - EPSG:3413**, WMTS version 1.0.0
 - KVP endpoint: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg3413/best/wmts.cgi>
 - KVP GetCapabilities: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg3413/best/wmts.cgi?SERVICE=WMTS&request=GetCapabilities>
 - REST endpoint: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg3413/best/>
 - REST GetCapabilities: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg3413/best/1.0.0/WMTSCapabilities.xml>
- **Antarctic polar stereographic - EPSG:3031**, WMTS version 1.0.0
 - KVP endpoint: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg3031/best/wmts.cgi>
 - KVP GetCapabilities: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg3031/best/wmts.cgi?SERVICE=WMTS&request=GetCapabilities>
 - REST endpoint: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg3031/best/>
 - REST GetCapabilities: <http://gibs.earthdata.nasa.gov/wmts/epsg3031/best/1.0.0/WMTSCapabilities.xml>

Figura 14.11. Catálogo de servicios WMTS proporcionado por NASA GIBS

14.7. CONCLUSIONES

El estándar WMS permite a los clientes solicitar una región arbitraria, utilizando muy variados marcos de referencia, combinaciones de capas y estilos. La flexibilidad de este servicio lo hace muy popular. Sin embargo, presenta el inconveniente de que la visualización tiene que generarse en tiempo real, y puede requerir varios segundos para que el servidor WMS produzca una respuesta. El servicio WMTS se define para evitar este inconveniente, ya que utiliza teselas de mapas pre-generadas. Al estar las imágenes construidas a priori, el servicio es escalable pudiendo hacer frente a las peticiones de más usuarios simultáneamente. Además, las teselas pueden cachearse en el cliente o en los servidores proxy intermedios, por lo que se acelera aún más el acceso a la información.

Como desventaja, el servicio WMTS es menos flexible que el WMS, ya que no permite seleccionar las capas que uno desee en el orden que se prefiera, pudiendo seleccionar únicamente algunos estilos y sistemas de referencia predefinidos.

14.8. REFERENCIAS

Curso e-learning de Infraestructura de Datos Espaciales 4ª edición. Producido por la Universidad Politécnica de Madrid. Publicado por el Instituto Geográfico Nacional.

Curso de especialización: Infraestructura de Datos Espaciales y su puesta en marcha con herramientas *Open Source*. Producido y publicado por la Universidad Politécnica de Madrid en la plataforma EduGEO. Accesible vía: <http://edugeo.geoide.upm.es/eduGEO/index.php>

Infraestructura de Datos Espaciales de España (2009). Curso teórico-práctico de Infraestructura de Datos Espaciales: Despliegue de servicios OGC para una IDE con tecnologías *Open Source*. Fecha impartición: 13-17 de abril de 2009

Gámez Ramírez, Ignacio (2008). Escalabilidad en servicios de mapas. Modelo de teselas en cache con OpenLayers. JIDEE 2008. http://www.idee.es/resources/presentaciones/JIDEE08/ARTICULOS_JIDEE2008/Articulo79.pdf

Masó, Joan, Juliá, Nuria y Pons, Xavier (2008). Historia y estado actual del futuro estándar WMTS del OGC; JIDEE 2008. Accesible vía: http://www.creaf.uab.es/MiraMon/publicat/papers/jidee08/WebMapTilingService_MasoJuliaPons.pdf

Marco legal de las IDE: Directiva INSPIRE; Accesible vía: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>

Marco legal de las IDE: Directiva LISIGE. Accesible vía: <https://www.boe.es/boe/dias/2010/07/06/pdfs/BOE-A-2010-10707.pdf>

Marco normativo del Instituto Geográfico Nacional Accesible vía: <https://www.ign.es/web/ign/portal/qsm-marco-normativo>

OGC 07-057r6, *Web Map Tiling Service Implementation Standard, Open Geospatial Consortium*. Accesible vía: <https://www.ogc.org/standards/requests/54>

OGC 06-121r3, *OGC Web Services Common Specification, Open, Open Geospatial Consortium*. Accesible vía: <https://www.ogc.org/standards/common>

OpenGIS Web Map Tile Service Implementation Standard, version 1.0.0, document id: 07-057r7. Accesible vía: <https://www.ogc.org/docs/is>

**«El ojo que ves
no es ojo porque
tú lo veas; es ojo
porque te ve»**

*Antonio Machado (Proverbios y
cantares, 1917)*

Filtros y Estilos

*Manso Callejo, Miguel Ángel
Universidad Politécnica de Madrid*

Capítulo

15

Contenido

| | |
|---|-----|
| 15.1. INTRODUCCIÓN | 433 |
| 15.2. FILTROS (FE y CQL) | 433 |
| 15.3. SIMBOLOGÍA (SE)..... | 439 |
| 15.4. LA ESPECIFICACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DEL PERFIL SLD PARA EL SERVICIO DE MAPAS (WMS-SLD) | 443 |
| 15.5. SUMARIO | 446 |
| 15.6. REFERENCIAS | 447 |

15.1. INTRODUCCIÓN

Los servicios de visualización de información geográfica definidos por el OGC (WMS y WMTS), y utilizados en las Infraestructuras de Datos Espaciales, permiten: observar, interpretar y analizar la información geográfica representada de un modo gráfico (imagen) recreando un mapa de un área geográfica rectangular. Con este propósito dichos estándares incluyen entre sus parámetros el atributo *style* que permite seleccionar el modo gráfico en el que se visualizan las entidades de una capa: bien sea seleccionando uno de los que ofrece el servicio, o bien utilizando el estilo por defecto para la misma (*default*). Estos estilos de visualización se definen mediante un conjunto de reglas o condicionales que aplican un patrón de visualización a las entidades de acuerdo a su naturaleza (puntual, lineal, superficial, rotulación o imágenes) y a la escala. Con este fin el OGC ha definido los estándares *Styled Layer Descriptor* (SLD) y *Symbology Encoding* (SE), que se estudiarán en este tema.

También ha definido el estándar *Filter Encoding* (FE) con la finalidad de codificar las condiciones o reglas para: definir los patrones de visualización, para restringir el volumen de información a obtener de los servicios de descarga de datos vectoriales (WFS) y observaciones y medidas de sensores (SOS), y para expresar las condiciones que han de satisfacer los conjuntos de metadatos buscados en el servicio de Catálogo de Metadatos. Dado que algunos estándares, e implementaciones de servicios, utilizan una versión no XML de los filtros denominada *Common Query Language* (CQL) -heredada de la búsqueda distribuida en catálogos de metadatos bibliotecarios- y su versión extendida (ECQL) a las que se hará mención expresa en lo referente a la codificación de restricciones o filtros también será objeto de estudio en este capítulo.

En este capítulo se estudiarán los tres estándares, empezando por los Filtros, seguido de la simbología para finalizar con las reglas que aúnan los filtros y los estilos.

15.2. FILTROS (FE y CQL)

La primera versión (1.0.0) del estándar *Filter Encoding* (FE) definida por el OGC data de 2001, fue modificada en 2005 por la especificación de implementación (1.1.0) y actualizada recientemente en 2012 (2.0.0). Ésta última versión está alineada con la norma internacional ISO/DIS 19143. El objetivo de estos estándares es definir y describir una codificación tanto en formato XML como *Keyword Value Pair* (KVP), mediante una sintaxis neutra, para expresar las proyecciones (selección de atributos), las cláusulas de selección (condiciones a satisfacer) y el criterio de ordenación sobre un conjunto de datos que componen una expresión de consulta típica sobre una base de datos.

Empezaremos por describir la codificación KVP por ser más próxima a la sintaxis usada en el lenguaje SQL de las bases de datos. Es similar al SQL, se ha de identificar los conjuntos de datos *TYPENAMES*, pudiéndose seleccionar más de uno para poder realizar una operación de unión (*join*), y se les puede asignar un sinónimo o apodo (*ALIASES*). Los atributos que se solicitan en la proyección o

selección se identifican como *PROPERTYNAME*. La cláusula de selección se puede realizar exclusivamente mediante una selección genérica (*FILTER*), selección específica por clave (*RESOURCEID*) o una selección espacial por rectángulo (*BBOX*). Para indicar el orden de recuperación de los resultados se utiliza la palabra *SORTBY*, pudiendo adoptar los valores ASC y DESC (ascendente y descendente respectivamente) para cada uno de los atributos (*PROPERTYNAMES*) que se desee según su relevancia.

Los filtros (*FILTER*) pueden ser condiciones simples o compuestas de operadores de tipo: espaciales, temporales, de comparación, lógicos e incluso funciones. Dado que las implementaciones de los servicios que soportan este estándar pueden variar de unas a otras, es habitual que los propios metadatos que describen los servicios (*capabilities*) incluyan una sección en la que se describan las operaciones soportadas. Estamos hablando de la respuesta en formato XML (*Filter_Capabilities*) de una operación `GetCapabilities` a servicios: WFS, SOS y CSW entre otros.

A continuación, se enumeran los que se identifican en la norma/estándar.

Los predicados de los filtros pueden ser: *fes:comparisonOps*, *fes:spatialOps*, *fes:temporalOps*, *fes:logicOps*, *fes:extensionOps*, *fes:Function* y *fes:Id*. De otro lado las expresiones involucradas en estas operaciones pueden ser: *fes:ValueReference*, *fes:Literal* o *fes:Function*.

Así los operadores de comparación definidos (*fes:comparisonOps*) son: *PropertyIsEqualTo* (=), *PropertyIsNotEqualTo* (<>), *PropertyIsLessThan* (<), *PropertyIsGreaterThan* (>), *PropertyIsLessThanOrEqualTo* (<=), *PropertyIsGreaterThanOrEqualTo* (>=), *PropertyIsBetween*, *PropertyIsLike*, *PropertyIsNull* y *PropertyIsNil*.

Los operadores espaciales definidos (*fes:spatialOps*) son: *Equals* (binario), *Disjoint* (binario), *Touches* (binario), *Within* (binario), *Overlaps* (binario), *Crosses* (binario), *Intersects* (binario), *Contains* (binario), *Dwithin* (distancia), *Beyond* (distancia), *BBox* (box). Los contenidos de los paréntesis indican el tipo de operador. Si es binario indica que la comparación genera un valor cierto o falso. Si el operador es distancia también genera un valor lógico sin embargo interviene una distancia para el área de influencia (Buffer) o un área rectangular como parámetros del operador. Todos los operadores, excepto las dos últimas, están definidos en la norma 19125-1: *Simple Feature Access- Part 1: Common architecture*.

Los operadores temporales definidos (*fes:temporalOps*) son: *After*, *Before*, *Begins*, *BegunBy*, *TContains*, *During*, *TEquals*, *TOverlaps*, *Meets*, *OverlappedBy*, *MetBy*, *EndedBy* y *AnyInteracts*. Todos ellos, excepto *AnyInteracts*, están definidos en la norma ISO19108: Esquema Temporal.

Los operadores lógicos definidos (*fes:logicOps*) son: *And*, *Or*, *Not* (y, o, not respectivamente)

El conjunto de funciones no está definido, lo que se define en la norma es la forma de codificar su nombre, o identificador, y los parámetros con los que opera, tanto los propios de los *TypeNames* (PropertyNames) como los valores literales a suministrar y el resultado que genera.

La codificación de los filtros en formato XML ha de ser conforme con los documentos XML Schema que ha formalizado el consorcio OGC y cuyo enlace en la web es <http://schemas.opengis.net/filter/2.0/>.

Existen tres elementos principales: *Query* o consultas, los *Filter* o cláusulas y *Sort* la ordenación de los resultados. En las *Query* se seleccionan los tipos de datos y los atributos de la proyección. En los *Filter* las restricciones simples o compuestas basadas en operadores lógicos, de comparación, temporales, espaciales o funciones. Con los *Sort* se indican el orden.

Veamos algunos ejemplos:

- Seleccionar los atributos *geoTemp*, *depth* y *temperature* del tipo de dato *Hydrography* cuya geometría (*geoTemp*) no sea disjunta (contenida) en un rectángulo cuyas esquinas tienen las coordenadas: -57.9118, 46.2023 y -46.6873, 51.8145 ordenadas ascendentemente por el atributo *depth* y descendentemente por el atributo *temperature*. La consulta SQL equivalente sería:

```
SELECT geoTemp, depth, temperature FROM Hydrography WHERE
geoTemp Within Envelope (-57.9118 46.2023, -46.6873 51.8145)
ORDER BY depth ASC, temperature DESC
```

```
<Query typeNames="mys:Hydrography">
  <PropertyName>mys:geoTemp</PropertyName>
  <PropertyName>mys:depth</PropertyName>
  <PropertyName>mys:temperature</PropertyName>
  <fes:Filter>
    <fes:Not>
      <fes:Disjoint>
        <fes:ValueReference>mys:geoTemp</fes:ValueReference>
        <gml:Envelope srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG::4326">
          <gml:lowerCorner>-57.9118 46.2023</gml:lowerCorner>
          <gml:upperCorner>-46.6873 51.8145</gml:upperCorner>
        </gml:Envelope>
      </fes:Disjoint>
    </fes:Not>
  </fes:Filter>
  <fes:SortBy>
    <fes:SortProperty>
      <fes:ValueReference>mys:depth</fes:ValueReference>
    </fes:SortProperty>
    <fes:SortProperty>
      <fes:ValueReference>mys:temperature</fes:ValueReference>
      <fes:SortOrder>DESC</fes:SortOrder>
    </fes:SortProperty>
  </fes:SortBy>
</Query>
```

Código 1.

- Seleccionar de entre los elementos de una trayectoria, almacenada en una estructura de datos GML, aquellos que ocurren en un periodo de tiempo comprendido entre las 2005-05-17T08:00:00Z y las 2005-05-23T11:00:00Z.

```

<fes:Filter xmlns:fes="http://www.opengis.net/fes/2.0" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/fes/2.0
http://schemas.opengis.net/filter/2.0.0/filterAll.xsd http://www.opengis.net/gml/3.2
http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml.xsd">
  <fes:TOverlaps>
    <fes:ValueReference>SimpleTrajectory/gml:TimePeriod</fes:ValueReference>
    <gml:TimePeriod gml:id="TP1">
      <gml:begin>
        <gml:TimeInstant gml:id="TI1">
          <gml:timePosition>2005-05-17T08:00:00Z</gml:timePosition>
        </gml:TimeInstant>
      </gml:begin>
      <gml:end>
        <gml:TimeInstant gml:id="TI2">
          <gml:timePosition>2005-05-23T11:00:00Z</gml:timePosition>
        </gml:TimeInstant>
      </gml:end>
    </gml:TimePeriod>
  </fes:TOverlaps>
</fes:Filter>

```

Código 2.

- Seleccionar de los elementos de tipo persona, almacenada en una estructura de datos GML, aquellas personas mayores de 50 años de edad y que vivan en Toronto. La consulta SQL sería similar a esta:

```
SELECT * FROM Person WHERE age > 50 And city like 'Toronto'
```

```

<fes:Filter xmlns:fes="http://www.opengis.net/fes/2.0" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/fes/2.0
http://schemas.opengis.net/filter/2.0.0/filterAll.xsd">
  <fes:And>
    <fes:PropertyIsGreaterThan>
      <fes:ValueReference>Person/age</fes:ValueReference>
      <fes:Literal>50</fes:Literal>
    </fes:PropertyIsGreaterThan>
    <fes:PropertyIsEqualTo>
      <fes:ValueReference>Person/mailAddress/Address/city</fes:ValueReference>
      <fes:Literal>Toronto</fes:Literal>
    </fes:PropertyIsEqualTo>
  </fes:And>
</fes:Filter>

```

Código 3.

- Seleccionar de entre los elementos de una colección aquellos que cumplen la relación aritmética entre dos atributos $PROPA = PROPB + 100$. El equivalente SQL sería:

```
SELECT * FROM ... WHERE PROPA = PROPB + 100
```

```

<fes:Filter xmlns:fes="http://www.opengis.net/fes/2.0" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/fes/2.0
http://schemas.opengis.net/filter/2.0.0/filterAll.xsd">
  <fes:PropertyIsEqualTo>
    <fes:ValueReference>PROPA</fes:ValueReference>
    <fes:Function name="Add">
      <fes:ValueReference>PROPB</fes:ValueReference>
      <fes:Literal>100</fes:Literal>
    </fes:Function>
  </fes:PropertyIsEqualTo>
</fes:Filter>

```

Código 4.

Para finalizar esta sección de Filtros, hacer mención a CQL y ECQL, heredado de las búsquedas en catálogos de metadatos de bibliotecas y museos y que el propio OGC define en la especificación del servicio de catálogo (CSW). CQL usa una sintaxis basada en texto, por lo tanto, es más familiar y legible, facilitando la creación manual de filtros. La estructura de las consultas en lenguaje CQL/ECQL son similares a las expresadas en lenguaje SQL, pudiéndose emplear los operadores agrupados por las siguientes categorías:

- **Operadores lógicos:** AND, OR, NOT.
- **Operadores de comparación:** >, =, <, >=, <=, <>, BETWEEN ... AND ..., LIKE (sensible a mayúsculas y minúsculas; el carácter comodín es %), ILIKE (igual que LIKE pero no sensible a mayúsculas), IN (pertenece a un conjunto), IS NULL, EXIST, DOES-NOT-EXIST (el atributo para el tipo de dato), INCLUDE, EXCLUDE (incluir o excluir el conjunto de elementos dentro de la restricción).
- **Operadores temporales:** BEFORE (instante), BEFORE OR DURING (periodo), DURING (periodo), DURING OR AFTER (periodo) y AFTER (instante).
- **Operadores espaciales:** INTERSECTS, DISJOINT, CONTAINS, WITHIN, TOUCHES, CROSSES, OVERLAPS, EQUALS, RELATE (cualquiera de las DE-9IM operaciones espaciales definidas en la especificación del OGC SF para SQL), DWITHIN (distancia), BEYOND (distancia), BBOX (coordenadas y sistema de coordenadas –CRS-).

Pongamos en práctica estas capacidades. Para tal fin se recomienda seguir el tutorial que aparece en el proyecto GeoServer asociado este lenguaje CQL y usar como cliente web de prácticas el que se muestra con [este enlace](http://gis.camden.gov.uk/geoserver/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=topp:states&styles=&bbox=-179.23023299999997,17.831509000000036,-65.16882499999997,71.437769&width=702&height=330&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers) (<http://gis.camden.gov.uk/geoserver/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=topp:states&styles=&bbox=-179.23023299999997,17.831509000000036,-65.16882499999997,71.437769&width=702&height=330&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers>).

Si no aparecen la cabecera de la imagen (aplicación web) con los controles desplegable y la caja de texto donde incluir los predicados de las cláusulas, puede seleccionar el icono que representa un menú encima de las flechas de navegación y zoom que se ven en la Figura 15.1. Para conocer los atributos de la capa

(typeName) topp:states que se muestra puede seleccionar cualquiera de los estados de norte américa y obtendrá su información en forma de tabla, donde la primera fila contiene los nombres de los atributos (*propertyNames*).

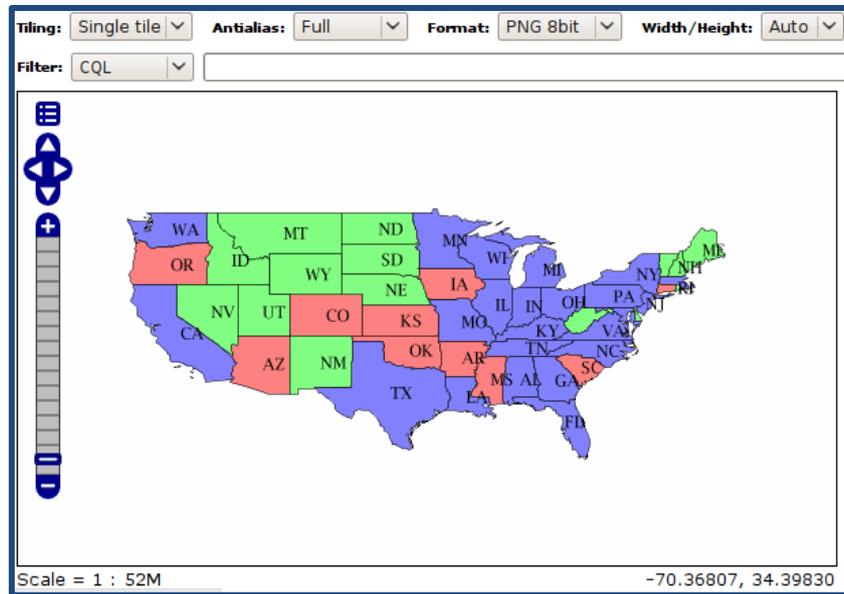


Figura 15.1. Visor basado en OpenLayers con capacidad para aplicar filtros.

Las consultas que se plantean en este tutorial permiten ver cómo aplicar estas restricciones/operadores de tipo CQL. Los resultados de las consultas son visuales, es decir, solo se mostrarán en el cliente de mapas aquellas entidades geográficas de la capa que satisfagan los criterios de las mismas.

Tabla 15.1. Ejemplo de consultas en lenguaje CQL.

| Objetivo | Consulta |
|--|--|
| Estados con más de 15 millones de habitantes. | PERSONS > 15000000 |
| Estados con población entre 10 y 30 millones de habitantes. | PERSONS BETWEEN 1000000 AND 3000000 |
| El nombre del estado sea California. | STATE_NAME = 'California' |
| Estados cuyo nombre comienza por N. | STATE_NAME LIKE 'N%' |
| Estados con más hombres que mujeres. | MALE > FEMALE |
| Estados donde el desempleo sea mayor del 7%. | UNEMPLOY / (EMPLOYED + UNEMPLOY) > 0.07 |
| Estados cuya clave de identificación sea 1 o 12. | IN ('states.1', 'states.12') |
| Los estados: New York, California, Montana y Texas. | STATE_NAME IN ('New York', 'California', 'Montana', 'Texas') |
| Estados en cuyo nombre aparezca la letra m. | strToLowerCase (STATE_NAME) like '%m%' |
| Estados contenidos en un área rectangular. | BBOX(the_geom, -90, 40, -60, 45) |
| Estados que no interceptan con un polígono de coordenadas dadas. | DISJOINT(the_geom, POLYGON((-90 40, -90 45, -60 45, -60 40, -90 40)) |

Si se deseara aplicar un filtro temporal sobre un atributo (FECHA) de una capa dada, se podrían usar los operadores enunciados antes con los siguientes ejemplos:

Tabla 15.2. Ejemplo de filtros temporales

| Filtro temporal | Consulta |
|--|--|
| Antes de las 14 horas 30 minutos del 25 de agosto de 2016. | BEFORE 2016-08-25T14:30:00Z |
| Periodo de 10 días a partir de la 1 hora y 30 minutos del 30 de noviembre de 2006. | DURING 2006-11-30T01:30:00Z/P10D |
| Entre el 30 de noviembre y el 30 de diciembre de 2016 | DURING 2016-11-30T00:00:00Z/2016-12-31T00:00:00Z |

En definitiva, existen dos estándares o mecanismos para establecer filtros: la norma y estándar *Filter Encoding* basado en una codificación XML y el lenguaje ECQL que pueden usar muchas implementaciones de los servicios para evitar la sobrecarga de mensajes de los documentos XML.

15.3. SIMBOLOGÍA (SE)

El primer estándar del OGC en el que se definían las reglas y los estilos de visualización (SLD) data de 2002 (*Styled Layer Descriptor Implementation Specification, versión 1.0.0*). Inicialmente se trataban conjuntamente los estilos, sus descripciones y las reglas de visualización (puntos, líneas, textos, escalas...). Al cabo de unos pocos años (2006) OGC propuso separar la codificación de las reglas de simbolización aplicables a datos procedentes de WMS, WFS y WCS para que el servicio de *Portrayal* (visualización) pueda aplicar los estilos adecuados a los distintos objetos (*Symbology Encoding: SE*) y por otro lado un estándar que permita describir/indicar los estilos disponibles/ o que se han de aplicar en un servicio WMS (*Styled Layer Descriptor profile of the Web Map Service Implementation Specification*).

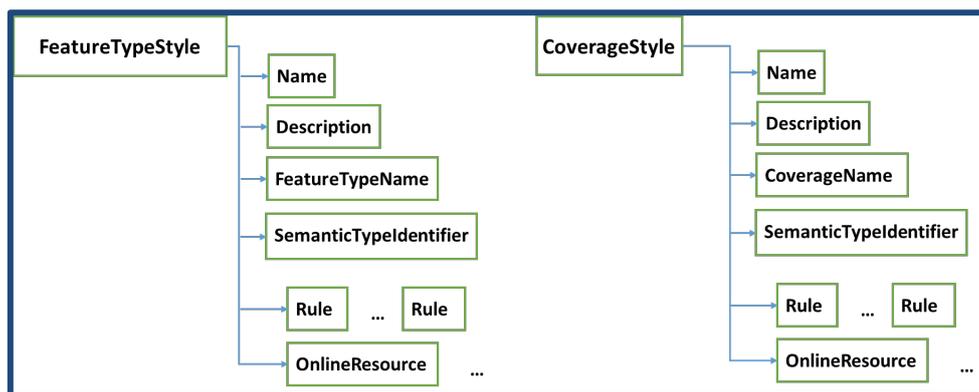


Figura 15.2. Elementos raíz de SE.

El estándar *SE* identifica dos elementos raíces en la simbología: para datos vectoriales *FeatureTypeStyle* y para datos ráster *CoverageStyle*. En un caso las fuentes de datos vectoriales se identifican mediante el elemento *FeatureTypeName* y para los ráster mediante el elemento *CoverageName*. En cualquier caso además de identificar las fuentes de los datos, estos elementos raíces se ven documentados con otros metadatos como son: nombre, descripción e identificador de tipo

semántico (*SemanticTypeIdentifier*) y una lista de reglas o enlaces a recursos en línea, como puede verse en la Figura 15.2.

Las reglas de simbolización (*Rules*) constan también de unos metadatos: nombre, descripción y una leyenda gráfica, además de los rangos de escalas a los que se aplican (máxima y mínima), el filtro y qué hacer en caso contrario (*Filter / ElseFilter*) y la forma de representarlo (*Symbolizer*) correspondiente. Las formas de representar los objetos están alineadas con los tipos de elementos a representar: puntos, líneas, polígonos, texto y capas ráster. En la Figura 15.3 se pueden observar las dependencias jerárquicas de las reglas y los *Symbolizers*.

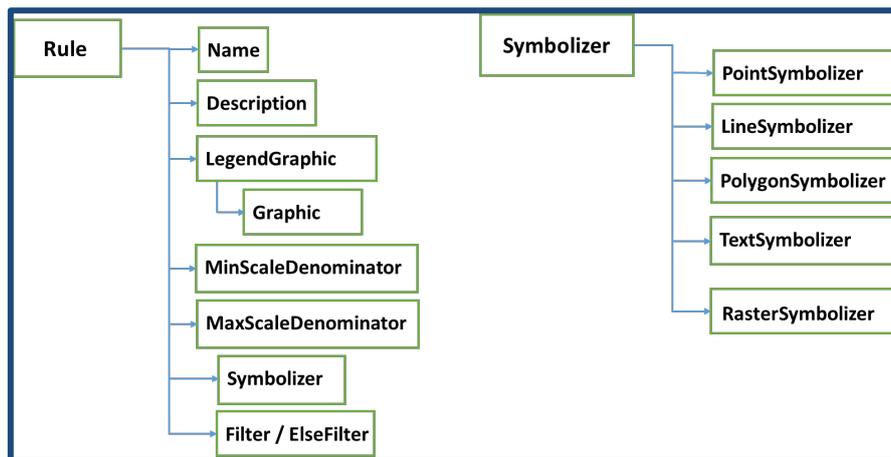


Figura 15.3. Elementos que dependen de las reglas y las simbologías.

La simbología de línea (*LineSymbolizer*) se compone de la jerarquía de elementos que se muestran en la Figura 15.4: *Geometry*, *Stroke* y *PerpendicularOffset*. El elemento más importante es *Stroke*, y específicamente el parámetro *SvgParameter* cuyos posibles valores se enumeran en la tabla posterior. Con el parámetro *PropertyName* del elemento *Geometry* se identifica en el tipo de dato la geometría a visualizar (pueden existir varias). El parámetro *PerpendicularOffset* permite representar líneas paralelas desplazadas del eje que define la geometría.

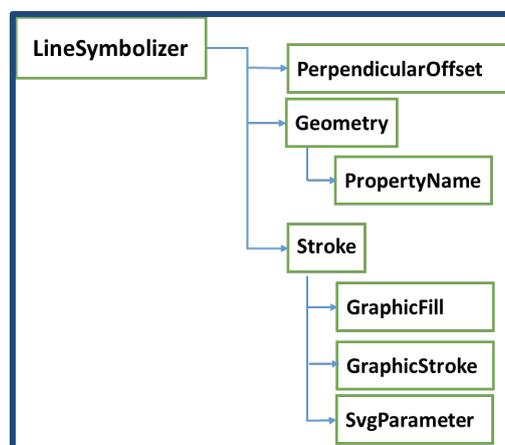


Figura 15.4. Elementos del *LineSymbolizer*.

Tabla 15.2. Valores del parámetro *SvgParameter*

| Valor de <i>SvgParameter</i> | Definición |
|--------------------------------|--|
| <code>Stroke</code> | Proporciona el color para el borde. Los colores se codifican usando codificación en RGB Hexadecimal y con el prefijo #. Si el color no se codifica, por defecto es el negro (“#000000”) |
| <code>Stroke-Opacity</code> | Especifica el nivel de transparencia. Se codifica con un “float” entre 0.0 (transparente) y 1.0 (opaco) |
| <code>Stroke-Width</code> | Especifica el ancho del borde en píxeles. Por defecto su valor es 1. |
| <code>Stroke-linejoin</code> | Especifica cómo deben unirse segmentos de líneas. Los tipos son: mitre (inglete), round (redondo), bevel (chaflán) |
| <code>Stroke-linecap</code> | Especifica cómo deben unirse dos líneas. Los tipos son: butt (extremo), round (redondo), square (cuadrado) |
| <code>stroke-dasharray</code> | Especifica un patrón, formado por un dibujo y la separación entre dibujos. Si no se define por defecto se considera línea continua . |
| <code>Stroke-dashoffset</code> | Especifica la distancia a partir de la cual se empieza a dibujar el <code>Stroke-dasharray</code> . |

La simbología de polígono además del patrón de línea, de la anterior simbología, contempla el relleno (*Fill*) que puede ser un parámetro en formato SVG y el desplazamiento de los elementos. La jerarquía de elementos que dependen de esta, se muestran en la Figura 15.5.

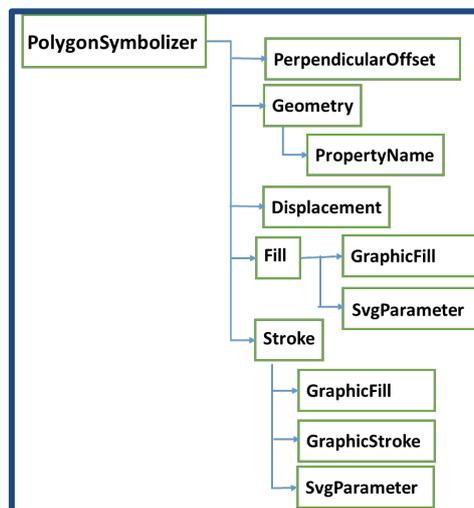


Figura 15.5. Elementos del *PolygonSymbolizer*.

La simbología de punto permite seleccionar un gráfico (*mark*) predefinido a partir de su nombre (*WellKnownName*) o seleccionar un gráfico externo a partir de una dirección de recurso o contenido en la propia etiqueta codificado en Base 64. Además de seleccionar la propiedad de la entidad, o capa que contiene la geometría, se puede definir la opacidad, el tamaño, la rotación y el desplazamiento tanto en X como en Y del símbolo. En el caso de las marcas, el relleno, el patrón de línea o el formato. En la Figura 15.6 se puede ver la jerarquía de elementos que describen y caracterizan este tipo de simbología. Las marcas predefinidas en el

estándar son: “square”, “circle”, “triangle”, “star”, “cross” y “x”, a pesar de que los servidores de mapas podrán ofrecer símbolos diferentes en su lugar si no tienen una forma para los mismos. El valor por defecto es “square”.

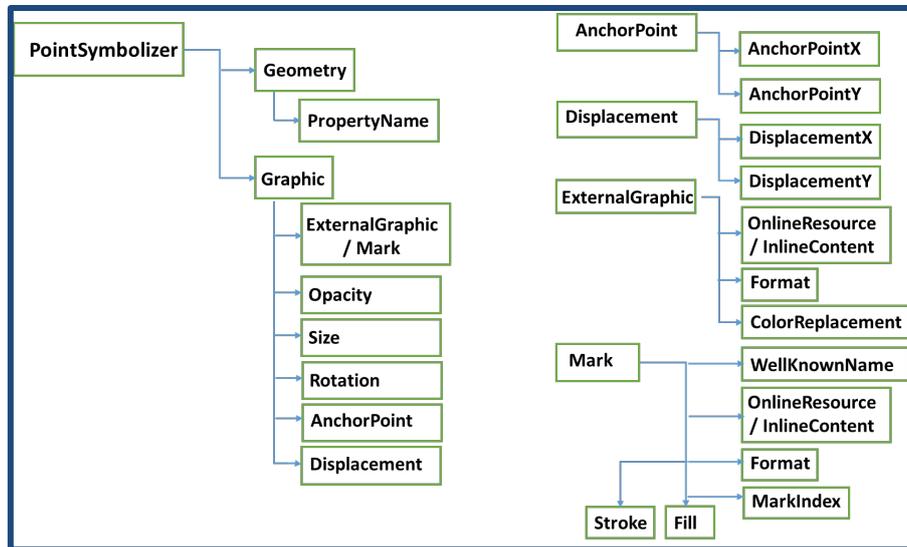


Figura 15.6. Elementos del *PointSymbolizer*.

La rotulación o simbología de etiquetas permite seleccionar tanto el atributo que contiene la geometría sobre la que representar la etiqueta como el atributo con el texto, definir la fuente tipográfica, el color de relleno, el sombreado alrededor del texto (halo), indicar si el texto se rotula puntualmente o a lo largo de una línea. En el primer caso se puede indicar el desplazamiento y la rotación del texto y en el segundo: el desplazamiento sobre la línea, si se repite el texto, si se generaliza la línea y el desplazamiento inicial entre otros. En la Figura 15.7 se muestra la jerarquía de elementos que definen este tipo de simbología. Los cuatro valores posibles para el parámetro *SvgParameter* de la fuente tipográfica son: *font-family*, *font-style*, *font-weight*, y *font-size*.

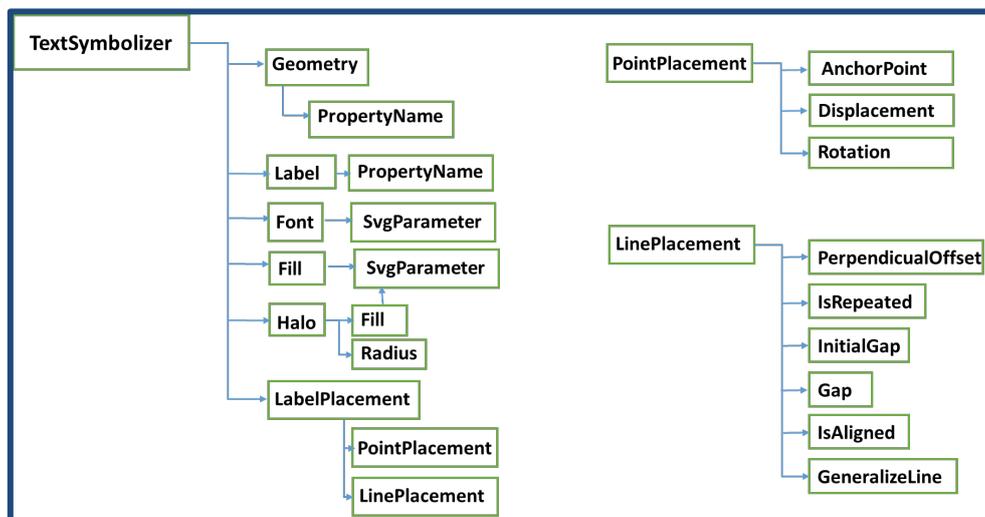


Figura 15.7. Elementos del *TextSymbolizer*.

La simbología ráster permite seleccionar el atributo que contiene la geometría, si bien esto no es muy común en los formatos ráster, se adopta el valor por defecto para la fuente de datos ráster. También la opacidad, el canal (rojo, verde, azul o gris) junto a la fuente y el realce del contraste. El tipo de superposición (primero/último encima, media o aleatorio), tabla de colores (*colorMap*): bien por categorías o por interpolación, el realce del contraste: bien normalizando o transformando el histograma, el tipo de realce del relieve: solo brillo o mediante factor de relieve. Toda la jerarquía de elementos que caracteriza la simbología se presenta en la Figura 15.8.

Para crear la simbología se pueden usar herramientas de análisis SIG (QGIS/GvSIG) o específicas para este fin como *AtlasStyler*. En cuanto a ejemplos de simbología o tutoriales de estilos, se pueden encontrar numerosos ejemplos en el proyecto GeoServer¹.

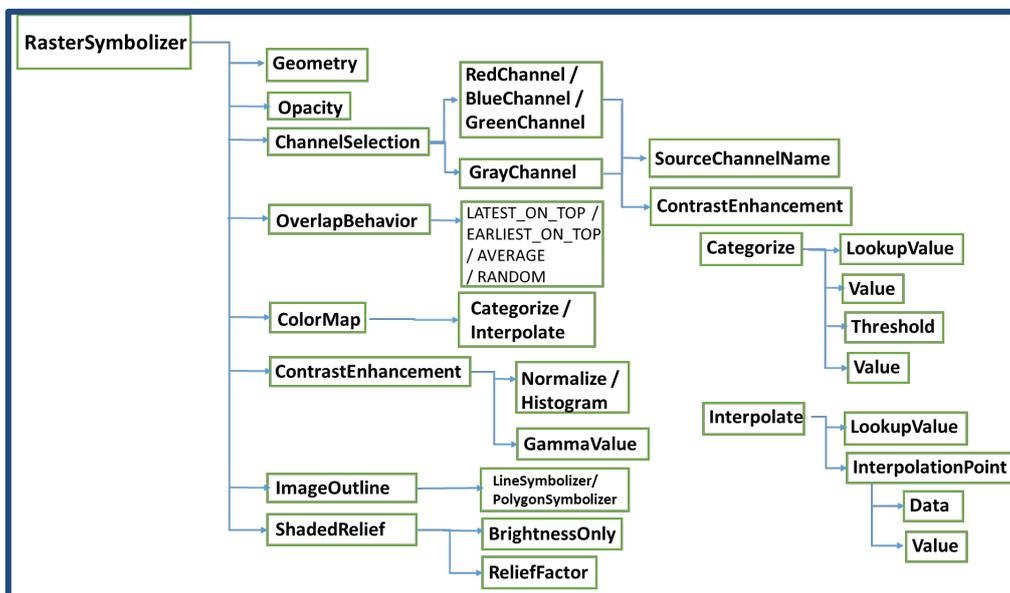


Figura 15.8. Elementos del *RasterSymbolizer*.

15.4. LA ESPECIFICACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DEL PERFIL SLD PARA EL SERVICIO DE MAPAS (WMS-SLD)

En un servicio de mapas WMS las capas y los estilos ofrecidos, y descritos en el documento de *Capabilities*, pueden utilizarse como valores de los parámetros *Layers* y *Styles* al invocar la operación *GetMap* del servicio. El objetivo de este estándar de implementación es definir un formato de codificación en XML para la identificación tanto de las capas definidas por el usuario, como de estilos definidos por el usuario y las reglas de visualización. De tal modo que el servicio WMS pueda interpretarlo y generar el mapa con los datos y los estilos que defina el usuario.

¹ <http://docs.geoserver.org/latest/en/user/styling/sld/index.html>

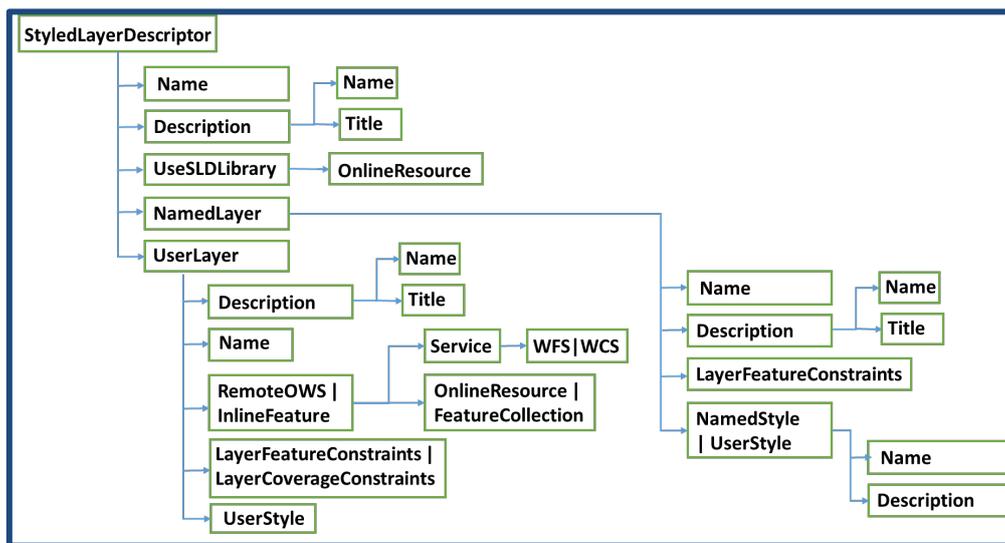


Figura 15.9. Elementos del documento *Styled Layer Descriptor*.

En la Figura 15.9 se pueden observar los elementos que dependen del nodo raíz *StyledLayerDescriptor*: los metadatos nombre y descripción (con nombre y título), la identificación del recurso en línea que identifica el uso de un SLD perteneciente a un repositorio o librería de estilos que puede aplicar bien a una capa existente (*NamedLayer*) o una capa que el propio usuario define (*UserLayer*).

Si se trata de una capa de un servicio aparecen nuevos metadatos: nombre y descripción (nombre y título), las restricciones que aplican a las entidades vectoriales que componen la capa y el estilo que se ha de aplicar bien que exista (*NamedStyle*) o que el usuario lo defina (*UserStyle*). En cualquier caso, estos elementos estarán documentados por un nombre y una descripción. En la figura 10 se muestran los elementos que componen o caracterizan *UserStyle*.

Si por el contrario se trata de una capa de usuario (*UserLayer*), además de los metadatos, nombre y descripción (con nombre y título), se identifica el servicio (*RemoteOWS*, *Service*: WFS, WCS) que proporciona los datos y su enlace (*OnlineResource*) o se incluye la colección de objetos directamente (*InlineFeature*, *FeatureCollection*). Además de la fuente de los datos se indican las restricciones a aplicar en dichas fuentes, bien sean vectoriales (*LayerFeatureConstraints*) o ráster (*LayerCoverageConstraints*). Finalmente identificar el estilo definido por el usuario (*UserStyle*). Estos tres elementos también se muestran en la Figura 15.10.

Así el elemento *LayerFeatureConstraint* se compone del tipo de datos (*FeatureTypeName*), el filtro a aplicar a los datos (*Filter*) y la extensión de datos a utilizar (*Extent*). El elemento *LayerCoverageConstraint* se compone del nombre de la cobertura y su extensión que se ve a su vez caracterizada por el periodo de tiempo y el rango de los ejes (nombre y valor). El estilo de usuario (*UserStyle*) además de los metadatos: nombre, descripción (nombre y título) indica si es el estilo por defecto e identifica el tipo de estilo: para datos vectoriales, ráster o una fuente de estilo en línea.

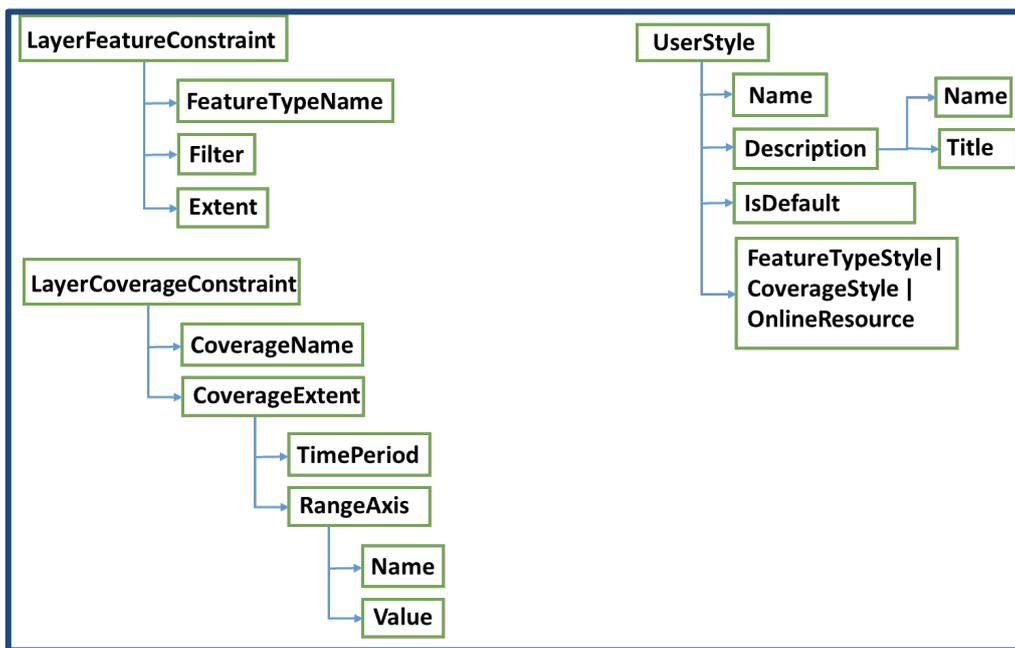


Figura 15.10. Elementos *LayerFeatureConstraint*, *LayerCoverageConstraint* y *UserStyle*.

Finalizamos la sección con algunos ejemplos de documentos SLD conformes a este perfil para WMS.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<StyledLayerDescriptor version="1.1.0" xmlns="http://www.opengis.net/sld"
  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>country_bounds</se:Name>
    <UserStyle>
      <se:Name>xxx</se:Name>
      <se:FeatureTypeStyle>
        <se:Rule>
          <se:LineSymbolizer>
            <se:Geometry>
              <ogc:PropertyName>center-line</ogc:PropertyName>
            </se:Geometry>
            <se:Stroke>
              <se:SvgParameter name="stroke">#0000ff</se:SvgParameter>
            </se:Stroke>
          </se:LineSymbolizer>
        </se:Rule>
      </se:FeatureTypeStyle>
    </UserStyle>
  </NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>
  
```

Código 5.

```

<StyledLayerDescriptor version="1.1.0" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sld
http://schemas.opengis.net/sld/1.1.0/StyledLayerDescriptor.xsd"
xmlns="http://www.opengis.net/sld" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
xmlns:se="http://www.opengis.net/se" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <NamedLayer>
    <se:Name>landsat</se:Name>
    <UserStyle>
      <se:Name>xxx</se:Name>
      <se:FeatureTypeStyle>
        <se:Rule>
          <se:RasterSymbolizer>
            <se:Opacity>0.7</se:Opacity>
            <se:ColorMap>
              <se:Categorize fallbackValue="#78c818">
                <se:LookupValue>Rasterdata</se:LookupValue>
                <se:Value>#ffffff</se:Value>
                <se:Threshold>22</se:Threshold>
                <se:Value>#00ff00</se:Value>
                <se:Threshold>30</se:Threshold>
                <se:Value>#00bf3f</se:Value>
                <se:Threshold>37</se:Threshold>
                <se:Value>#007f7f</se:Value>
                <se:Threshold>45</se:Threshold>
                <se:Value>#003fbf</se:Value>
                <se:Threshold>52</se:Threshold>
                <se:Value>#0000ff</se:Value>
                <se:Threshold>60</se:Threshold>
                <se:Value>#000000</se:Value>
              </se:Categorize>
            </se:ColorMap>
          </se:RasterSymbolizer>
        </se:Rule>
      </se:FeatureTypeStyle>
    </UserStyle>
  </NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>

```

Código 6.

15.5. SUMARIO

En este capítulo se han presentado varios estándares y especificaciones del OGC/ISO relacionados con los filtros para seleccionar parte de los datos, ya sean vectoriales o ráster, de los almacenes en el momento de la descarga de datos (WFS, WCS) o para su visualización. También cómo representar los objetos: puntos, líneas, polígonos, texto e imágenes mediante los *Symbolizers* y el estándar SE. Finalmente se ha presentado el perfil de implementación del lenguaje para definir estilos (SLD) para el servicio de mapas (WMS-SLD) que permite que los usuarios

puedan interactuar con el WMS para solicitar que los datos, ya sean del propio servicio o de otros servicios OGC, sean dibujados conforme a sus necesidades. Algunos estudiosos del estándar SE (Bocher y Ertz, 2016) proponen rediseñar el estándar para facilitar compartir cartografía en las IDE, haciéndolo más modular y aumentando las capacidades de simbolización para manejar las variables visuales: aspecto, tamaño, saturación, valor, textura y orientación.

De igual forma que para los filtros se ha presentado la norma ISO19143:2010 (que define cómo codificar las restricciones en documentos XML) y el lenguaje CQL (que no lo hace y que fue introducido en el estándar CSW), para la simbología de representación está ocurriendo algo similar. Además del estándar SE, que se apoya en SVG (*Scalable Vector Graphic*) y CSS (*Cascading Style Sheets*), han surgido aplicaciones y herramientas que definen los estilos directamente en este formato (CSS: CartoCSS) como TileMill y MapBox Studio Classic, Carto (antes CartoDB) o cascadenik en Mapnik, apoyados de CQL. También el proyecto GeoServer (mediante el complemento CSS). Parece que esta línea de diseño tiene detractores que anuncian su fin y proponen una solución basada en JSON (Mapbox Style Specification) (MacWright, 2016). Otra iniciativa intermedia entre SLD y CSS es YSLD que utiliza YAML (lenguaje basado en texto con sangrados y guiones) que preserva los elementos de SLD pero evita la sobrecarga del XML. Como ejemplo se puede citar el complemento de GeoServer denominado YSLD Styling².

15.6. REFERENCIAS

Bocher, E., Ertz, O. (2016). *Redesign of OGC Symbology Encoding standard for sharing cartography*, doi. Accesible vía: <https://peerj.com/preprints/2415v1/>

Estándares definidos por el *Open Geospatial Consortium*. Accesible vía: <https://www.ogc.org/standards>

ISO 19108:2002 Geographic Information – Temporal schema

MacWright, Tom, May 2016. “The end of CartoCSS”. <https://blog.mapbox.com/the-end-of-cartocss-da2d7427cf1>

OpenGIS Filter Encoding 2.0 Encoding Standard (ISO19143:2010). http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=39968

OpenGIS Implementation Specification for Geographic information - Simple feature access - Part 1: Common architecture (SF: common architecture v 1.2.1) http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=25355

OpenGIS Catalogue Service Implementation Specification (CQL) http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=20555

GeoServer ECQL Reference

http://docs.geoserver.org/latest/en/user/filter/ecql_reference.html

² <http://docs.geoserver.org/latest/en/user/styling/ysld/index.html>

OpenGIS Symbology Encoding Implementation Specification (SE V 1.1.0)
<https://www.ogc.org/standards/symbol>

GeoServer Styling Documentation, [GeoServer CSS Styling](#) y [Web map Styling with YSLD](#) de la Suite OpenGeo.
<http://docs.geoserver.org/latest/en/user/styling/index.html#styling>

OpenGIS Styled Layer Descriptor Profile of the Web Map Service Implementation Specification (WMS-SLD v 1.1.0)
http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=22364

**«El ojo que
ves no es ojo
porque tú lo
veas; es ojo
porque te ve»**

*Antonio Machado
(Proverbios y canteres,
1917)*

Visualizadores IDE

*Núñez Andrés, M^a Amparo, Iniesto Alba, María J., Ariza López, F^{co}. Javier. y Abad Power, P.
Universitat Politècnica de Catalunya, Universidade de Santiago de Compostela,
Universidad Jaén e Instituto Geográfico Nacional*

Capítulo

16

Contenido

| | | |
|---------|--|-----|
| 16.1. | INTRODUCCIÓN | 451 |
| 16.2. | VISUALIZADORES ESTÁNDAR | 451 |
| 16.3. | INTRODUCCIÓN A LOS CLIENTES LIGEROS | 456 |
| 16.3.1. | Navegadores web..... | 457 |
| 16.3.2. | Interfaz de Programación de Aplicaciones | 458 |
| 16.3.3. | Documento HTML base para una visualización en cliente ligero | 458 |
| 16.3.4. | Depuración de los clientes ligeros | 463 |
| 16.4. | CLIENTES LIGEROS | 464 |
| 16.4.1. | Cliente ligero de la API de OpenLayers | 464 |
| 16.4.2. | Cliente ligero de la API de Leaflet..... | 471 |
| 16.5. | CLIENTES PESADOS..... | 478 |
| 16.5.1. | QGIS | 478 |
| 16.5.2. | gvSIG | 482 |
| 16.6. | CONCLUSIONES..... | 486 |
| 16.7. | REFERENCIAS..... | 487 |

16.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se muestra la forma de visualizar servicios IDE, en concreto se mostrarán ejemplos sobre los servicios WMS, a través de clientes ligeros y pesados. Se trata de dos opciones basadas en la arquitectura cliente-servidor, expuestas en el capítulo 10, que se distinguen por el énfasis diferente que hacen sobre las dos partes que intervienen.

El uso de clientes ligeros para la visualización de información geográfica permite la integración de servicios de visualización IDE sobre navegadores web, lo que supone una gran oportunidad para la difusión de estos servicios en ámbitos generales. Esta integración de los servicios de visualización puede realizarse de forma muy simple y directa, pero a la vez limitada incluyendo en las páginas web los códigos de llamada adecuados a los servicios deseados. Sin embargo, si se desea cierta personalización o desarrollo, existe la necesidad de programación tanto para adecuar la página web contenedora, como para realizar la personalización de la interfaz de visualización y de las capacidades ofertadas (p.ej, menús, interacciones, etc.).

El uso de clientes pesados puede ser de gran interés para aquellas personas que trabajan en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o con globos virtuales y requieran cierto grado de análisis o procesamiento de los datos. Esta opción no requiere de desarrollos puesto que son los programas ya instalados (p.ej. QGIS, gvSIG, Kosmo, ArcGIS, GeoMedia, etc.) los que disponen de las capacidades para realizar las llamadas a los servicios y poseen capacidades de interacción estándares. Se mostrará como conectarse con estos servicios WMS en QGIS a través de las capacidades ofrecidas mediante el entorno de ventanas.

16.2. VISUALIZADORES ESTÁNDAR

Un visualizador de mapas es una aplicación que permite la visualización, consulta y análisis de información geográfica, fundamentalmente, a través de servicios web implementados según los estándares de la OGC.

Esta información puede verse sobre diferentes bases cartográficas de fondo (como mapas topográficos, ortofotos actuales e históricas, hipsometrías del relieve, ...), que el usuario puede cambiar para adaptándola a su gusto o necesidades. Por defecto, un visualizador tendrá cargados una serie de mapas o capas predefinidas de IG, que el usuario podrá activar y desactivar desde el panel de capas, también será posible añadir conjuntos de datos espaciales procedentes de otros organismos o fuentes de datos, siempre que se basen en los estándares internacionales y sean formatos soportados.

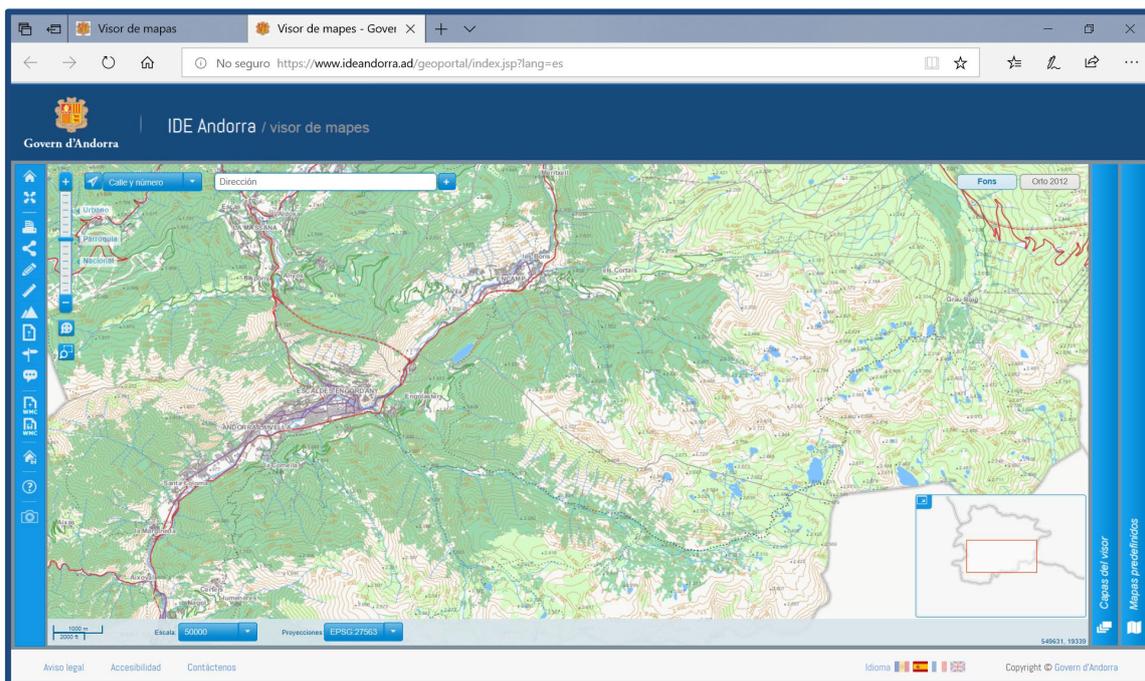


Figura 16.1. Visor de mapas de la IDE Andorra sobre el navegador Microsoft Edge.

<https://www.ideandorra.ad/geoportal/index.jsp?lang=es>

Además, un visualizador de mapas debe ofrecer una serie de funcionalidades, entre las que podemos citar:

- Navegación por el mapa: acercar, alejar, zoom extensión, desplazarse por el mapa, centrar el mapa, ...
- Mostrar las coordenadas de un punto clicando en cualquier punto del mapa.
- Medir distancias y áreas.
- Imprimir un mapa.
- Cambiar el sistema de coordenadas del mapa y la escala.
- Obtener información de un elemento consultable dando un clic de ratón encima.
- Localizar la posición del usuario.
- Buscar y localizar topónimos, direcciones postales, coordenadas, puntos de interés, ...
- Descargar en formato CSV los datos resultantes de una búsqueda o de una consulta a un elemento.
- Compartir un mapa a través de un enlace, redes sociales, ...
- Dibujar elementos (puntos, líneas y polígonos) sobre el mapa y guardarlos en formato KML para cargarlos en otro dispositivo.
- Conectar con otras fuentes de datos (WMS, WMTS, WFS, WCS, KML, GML, GeoJSON, GeorSS).

- Guardar la configuración del mapa como un contexto de mapa (WMC) para poder recuperarlo posteriormente / Cargar la configuración WMC guardada anteriormente.
- Notificar una incidencia o aportar información adicional de interés para la IG.

En la implementación de geoportales y visualizadores de nodos IDE debería atenderse a los dos criterios básicos (Rodríguez et al., 2009):

- 1) Que sean tan generales, flexibles, versátiles, universales, abiertos, usables y estándar como sea posible.
- 2) Que se maximice el número de usuarios y desarrolladores que los utilizan, gracias a un plan eficaz de difusión y divulgación.

Por otro lado, los visualizadores deberían seguir los estándares establecidos, de tal manera que la interfaz de comunicación entre el cliente-servidor debe ser completamente conforme a la especificación de Servicio Web de Mapas (WMS) de OGC y a la norma ISO 19128.

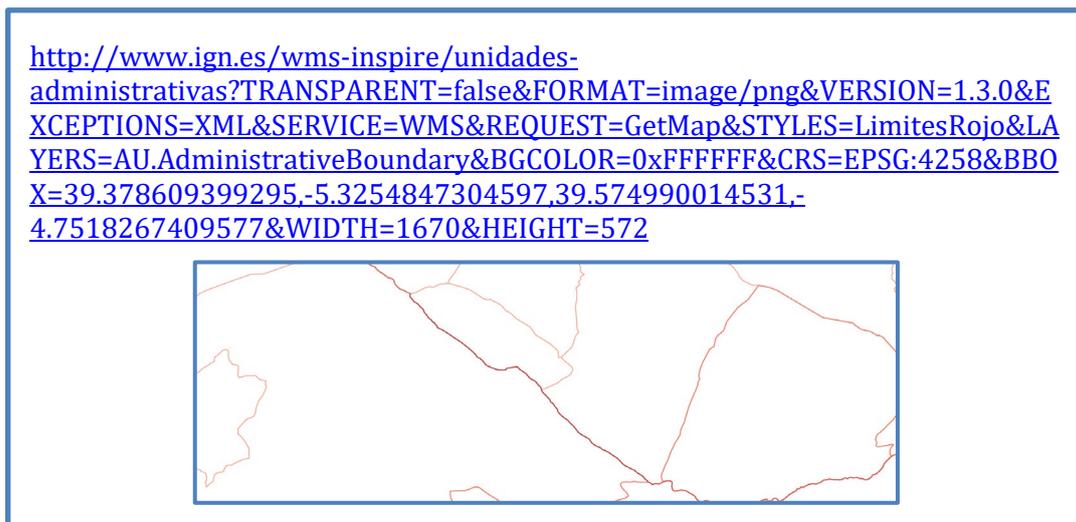


Figura 16.2: Ejemplo de petición GetMap del WMS de Unidades Administrativas del IGN¹.

Es posible verificar este punto fácilmente utilizando HttpWatch, TamperData o cualquier otra utilidad que sea capaz de capturar las peticiones que lanza el navegador del usuario.

Algunos visualizadores no utilizan el protocolo estándar para comunicarse con el servidor WMS, se sirven de una aplicación intermedia que reside en un servidor remoto. La respuesta del servicio también pasa por dicho servidor intermedio y es a su vez traducida, con todos los inconvenientes y riesgos que ello conlleva:

- falta de estandarización;

¹ <https://www.ign.es/web/ign/portal>

- promoción del incumpliendo de estándares, al no utilizarlos en un caso de uso donde son aplicables;
- riesgo de proporcionar una respuesta diferente que en el caso de dirigir una petición directa al WMS;
- posibilidad de sobrecarga del servidor intermedio;
- etcétera.

Algunas de las características de los visualizadores estándar son:

- a) Debe ser posible añadir un Servicio Web de Mapas externo, si el usuario conoce su dirección URL. Esta opción tiene la ventaja de hacer más flexible el visualizador, aumenta mucho sus posibilidades y no presenta ninguna desventaja. Hay una serie de casos de uso en los que esta funcionalidad es necesaria: interoperabilidad con WMS de ámbitos limítrofes, comparación con WMS de referencia, control de calidad, etc.
- b) En líneas generales, un visualizador estándar no debe tener ninguna limitación espacial en cuanto al ámbito geográfico que se puede visualizar. En principio, todo el planeta debería ser accesible visualmente con él. Limitar el ámbito espacial no presenta ninguna ventaja significativa y en el caso contrario, el usuario tiene más libertad para elegir los usos que desea darle a la aplicación. Pero esta característica, dependerá del sistema de referencia del visualizador o del servicio de visualización, WMS, que puede que n tenga un alcance global.
- c) Lo ideal sería que un visualizador soportará al menos los Sistemas de Referencia por Coordenadas (SRC) más utilizados globalmente, actualmente WGS84 y latitud longitud, los SRC oficiales en su ámbito de actuación (ETRS89) y los más utilizados por su comunidad de usuarios. Pero las herramientas más habituales para crear visualizadores (Open Layers, Leaflet o a API de Google) solo soportan un SRC, si se quisiera que soportasen más de un SRC tendría que programarse y el nivel de complejidad del visualizador será mayor y los servicios deberían ser capaces de soportar los mismos SRC, diseñados en el visualizador.
- d) El visualizador debe mostrar en cada momento información acerca de qué SRC se está utilizando para visualizar los datos y es muy recomendable que el usuario pueda elegir en qué SRC, de los admitidos por la aplicación, desea visualizar la información, siempre y cuando el visualizador soporte más de un SRC. Hoy en día, esto es posible en los visualizadores de escritorio como QGIS.
- e) Para ser más útil y flexible, un visualizador debería ser compatible con todos los estándares de visualización relevantes como con todas las versiones de los servicios de visualización WMS y WMTS.
- f) No se trata de un aspecto crítico porque el impacto del rendimiento de los servicios en el resultado final es mucho mayor, pero es necesario optimizar el comportamiento del visualizador para mejorar su contribución a los tiempos de respuesta finales percibidos por el usuario.

- g) Ningún logo, marca de agua, información de copyright o mensaje debe aparecer en el interior del marco cartográfico por una serie de razones:
- al superponer WMS pueden solaparse;
 - siempre hay alguna situación en la que pueden ser confundidos con toponimia;
 - la tradición cartográfica aconseja no situar mensajes dentro del marco;
 - el estándar WMS de OGC prevé etiquetas muy precisas del documento de *Capabilities* para tal información;
 - hay servicios que publican información marginal mezclada con los datos, sin embargo, también en ocasiones son los visualizadores los que incurren en esta mala práctica.
- h) Una ayuda usable y cómoda puede contribuir considerablemente a la usabilidad del visualizador, mejorando así uno de sus puntos débiles más claros de los visualizadores. Una solución muy interesante es el uso de vídeos a tal efecto.
- i) Encadenamiento de servicios básicos. Una práctica muy deseable consiste en encadenar en el visualizador el resto de servicios disponibles con los servicios de visualización, en particular los otros dos servicios básicos, catálogo y nomenclátor. El usuario debe poder invocar directamente desde el visualizador tanto el servicio de nomenclátor, para buscar por nombre geográfico, como el servicio de catálogo (ya sea de datos, de servicios o de ambos), para encontrar información adicional disponible, y en ambos casos añadir el resultado de su consulta al visualizador.
- También el encadenamiento en el sentido opuesto debe ser posible: visualizar fácilmente en el visualizador el resultado de una búsqueda en el nomenclátor o en el catálogo.
- j) Si se implementan otros servicios web, más allá de los llamados anteriormente servicios básicos, como *Web Map Context*, *Styled Layer Descriptor*, *Web Feature Service* y otros, también deben hacerse accesibles desde el visualizador.
- k) Si el visualizador es algo más que una aplicación que permite visualizar la cartografía servida por servicios WMS y se concibe como una aplicación cliente conforme al estándar WMS, debe soportar no sólo la operación *GetMap* sino también la operación obligatoria *GetCapabilities* que permite al servicio autodescribirse. Por lo tanto, debe ser posible lanzar peticiones *GetCapabilities* de los servicios WMS que se están viendo desde el visualizador.
- l) Por el mismo motivo, conformidad con el estándar WMS, también debe ser posible realizar desde el visualizador la operación opcional *GetFeatureInfo* para acceder a los atributos definidos como públicos en los Servicios Web de Mapas que tengan implementada esta posibilidad.

- m) El visualizador debe permitir al usuario ver la leyenda correspondiente a las capas de cada servicio WMS que está visualizando para poder interpretar correctamente su simbolización cartográfica y acceder a la descripción de las capas a través de sus metadatos incluido en las secciones de las capas del WMS.

La mayoría de los aspectos mencionados pueden ser extendidos a otras aplicaciones cliente, teniendo en cuenta las características específicas de cada servicio, para conseguir los mismos objetivos tenidos en cuenta hasta aquí: incrementar la flexibilidad, apertura e interoperabilidad de los nodos IDE implementados.

La relevancia y coste de los puntos propuestos es muy variable y habría que tener en cuenta que algunos son más fundamentales que otros. Por ejemplo:

- los navegadores web, el multilingüismo, la identidad, la usabilidad, las direcciones de los servicios, los tres servicios básicos y la difusión, quizás sean especialmente importantes por su gran impacto desde un punto de vista práctico.
- la apertura, la estandarización, la información legal, el incorporar WMS externos, el encadenamiento de servicios, la neutralidad, el ámbito espacial, los SRC, el no logo y las leyendas, son especialmente significativos porque están relacionados con principios filosóficos y teóricos de una IDE de la mayor importancia.

16.3. INTRODUCCIÓN A LOS CLIENTES LIGEROS

Como se ha comentado anteriormente los clientes ligeros no requieren de instalación puesto que se integran a partir de navegadores web. Las principales características de un cliente ligero (*thin client*) son:

- No tiene capacidad de procesamiento y su única función es recoger los datos del usuario, dárselos al servidor y mostrar su respuesta a la petición efectuada.
- Simplemente actúa como intermediario entre usuario y servidor.
- El cliente no implementa ningún aspecto de la lógica de aplicación. No se utilizan para nada las capacidades de proceso del cliente.
- Los requisitos respecto a recursos hardware en el cliente son mínimos.
- Aumenta la complejidad del servidor (mayores responsabilidades) y la necesidad de mayores capacidades.
- Se dispone de gran control sobre los permisos en datos y operaciones.
- Todas las demandas y respuestas van por la red.

Los clientes ligeros para la visualización de IG procedente de servicios IDE funcionan gracias a la interacción de los siguientes elementos (Ariza López, 2014):

- Un navegador web en la parte cliente.

- Una API en la parte servidora.
- Un documento HTML contenedor de la visualización, a modo de página web.
- Una programación JavaScript.

La introducción a los lenguajes HTML y JavaScript queda recogida en los capítulos 8 y 9 de este libro. En las siguientes secciones se describirá de forma somera los navegadores web, al ser ampliamente conocidos, y con más detalles, en qué consisten y qué beneficios proporcionan las API.

16.3.1. Navegadores web

En la visualización de datos IDE los clientes ligeros se basan en la utilización de navegadores web convencionales. Estos programas de navegación también deben descargarse e instalarse, por lo que, en cierta medida, también son clientes pesados. Sin embargo, dado que su propósito es general, y que la visualización de la IG se realiza en ellos como cualquier otro documento HTML, se vienen considerando clientes ligeros, el programa de visualización, o visualizador, no precisa de ninguna instalación y por eso se le llama cliente ligero.

Existen multitud de navegadores web (Safari, Google Chrome, Microsoft Edge, Mozilla Firefox, Opera, etc.), siendo todos ellos capaces de interpretar código HTML, de reconocer los tipos MIME (*Multipurpose Internet Mail Extension*) y demás especificaciones y recomendaciones del W3C. Por tanto, cualquier navegador se puede utilizar para visualizar IG procedente de una IDE. Tras una etapa de competencia y de ciertas incompatibilidades en la actualidad los navegadores más difundidos presentan un comportamiento bastante similar frente a un mismo código de página, aunque hay que reconocer que no cumplen los estándares W3C al cien por cien.

Un navegador web es una aplicación con capacidad de comunicarse con servidores en la red mediante el protocolo² HTTP, que es la vía por donde irán de manera transparente las solicitudes al servidor. Para dar servicio los navegadores han de interpretar código HTML (páginas web) y presentar los resultados adecuadamente formateados (tabulaciones, colores, fuentes, espaciado, imágenes, etc.) sobre dispositivos tipo pantalla de ordenador, o similares. Además, los navegadores deben ser capaces de recibir las interacciones del usuario sobre los hipervínculos incluidos en el documento HTML, lo que permite llamar a otros recursos (internos o externos al documento) de manera encadenada (navegación).

Desde el punto de vista del desarrollo de clientes ligeros los aspectos más relevantes son la posibilidad de uso de *JavaScript* y ciertas capacidades de depuración y visualización de código.

Se puede encontrar un amplio análisis y comparativa relativos a los sistemas operativos sobre los que se ejecutan, formatos de imágenes admitidos, protocolos admitidos, internacionalización, vulnerabilidades, accesibilidad, capacidades, etc., en el siguiente enlace:

http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_web_browsers

² Los navegadores también admiten otros protocolos como FTP, HTTPS, Gopher, etc.

16.3.2. Interfaz de Programación de Aplicaciones

El concepto API (*Application Programming Interface* - Interfaz de Programación de Aplicaciones) sirve para referirse a la posibilidad de programar por componentes utilizando en nuestros desarrollos librerías (p.ej. DLL, OCX, EXE, servicios web, etc.) de terceras partes. La idea de la programación por componentes consiste en aprovechar recursos desarrollados por expertos, empresas, etc., con ello se consigue que nuestro desarrollo sea sencillo, rápido, fiable, y que se centre sobre el aspecto de interés a desarrollar, sin pérdidas de tiempo en aspectos comunes a otros programas (p.ej. acceso a los datos, comunicaciones, parte gráfica, gestión de bases de datos, cálculos topológicos, transformaciones de coordenadas y cambios de proyección, etc.), es decir, nos podemos centrar en lo que se denomina la lógica de nuestro negocio o aplicación.

Las API pueden tener propósitos muy diversos, algunas de ellas resuelven funcionalidades básicas (p.ej. gestión de ventanas, de ficheros, etc.). Así, todos los programas que se ejecutan sobre un sistema operativo utilizan la API de ese sistema (p.ej. en Windows se utiliza WinAPI). Pero las API también pueden ser muy especializadas y resolver problema dentro de un ámbito de negocio concreto (p.ej. IG, estadística, visualización 3D, acceso a la web, topología en los SIG, etc.). Desde el código del programa que se desarrolla, se puede establecer comunicación (bidireccional) con estos componentes de software de terceras partes según la forma en que se haya implementado la interfaz de esa librería. Esto puede ser totalmente independiente de nuestro lenguaje de desarrollo (p.ej. *Java*, *Phyton*, *VB.net*, etc.) y del lenguaje de programación de la API (p.ej. C, C#, C++, etc.). De esta forma, mediante las técnicas de la orientación a objeto, se pueden pasar objetos y recibir los resultados en esos mismos tipos u otros.

Tradicionalmente, estas API estaban instaladas en los ordenadores donde se ejecutaban. Bien formaban parte del sistema operativo, de prerequisites de instalación (p.ej. otros programas), las incluían los paquetes de instalación de nuevos programas o se adquirían como librerías de desarrollo.

En la actualidad, muchas de estas API se ofrecen vía Red, por lo que no necesitan estar instaladas. El cliente realiza una petición vía Red (p.ej. sobre HTTP) a la API presente en el servidor y éste le da una respuesta a esa petición, también vía Red (p.ej. en forma de documento HTML). Los servicios IDE y otros (p.ej. Google Maps, OSM, etc.) adoptan esta arquitectura, por lo que son los navegadores web los encargados de gestionar la comunicación cliente-servidor.

16.3.3. Documento HTML base para una visualización en cliente ligero

Pensando en un cliente ligero, el primer paso es disponer de Documento base, en código HTML, que trabaje como página web contenedora del visualizador de mapas y donde se materialicen las demandas que se realicen a la API del servidor. Este código se almacenará en un fichero de extensión .html y será el que cargará el navegador web para visualizar los resultados.

Aunque el apartado 8.3 (capítulo 8) de este libro se dedica al lenguaje HTML, conviene recordar aquí algunos de los elementos más relevantes de la estructura de una página web, de cara a la configuración de un visualizador cartográfico para internet.

Todo documento HTML sigue la estructura básica que se presenta en la siguiente figura (16.3.)

La declaración: `<!DOCTYPE HTML>` debe aparecer al principio de todo documento HTML5, última versión cerrada de este lenguaje, antes que la etiqueta `<HTML>`. En realidad, esto no es una etiqueta HTML, es una declaración o instrucción al navegador sobre la versión de HTML utilizada.

Se puede observar dos partes en un documento HTML, la primera es la cabecera y la segunda el cuerpo. En la cabecera se realizan acciones de identificación y de prerequisites, y en el cuerpo se incluye el contenido específico. La cabecera no se visualiza en el navegador al cargar la página.

La cabecera empieza con `<HEAD>` y acaba con `</HEAD>`. Necesariamente debe incluir un título, para ello las etiquetas son: `<TITLE>` `</TITLE>`.

En cualquier parte del código es muy importante ir introduciendo comentarios para que en un futuro no nos cueste entenderlo. Esto también es crítico cuando se va a poner el código a disposición de terceros. La inclusión de comentarios se consigue abriendo y cerrando un apartado de comentarios, que puede ir en una línea, como en el caso de la línea 4 del **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de la figura anterior o en varias líneas (líneas 9 a 12). La apertura de los comentarios se realiza con `<!--` y el cierre con `-->`, al igual que en XML.

```
1 <!DOCTYPE HTML>
2 <HTML>
3 <HEAD>
4 <!-- CABECERA: Aquí se incluyen metadatos y elementos necesarios para la página -->
5 <TITLE>Titulo de la página</TITLE>
6 ...
7 <meta name="description" content="Lo que sea menester"/>
8 <meta name="keywords" content="Lo que sea menester"/>
9 <meta name="author" content="Lo que sea menester"/>
10 <style>
11   body {
12     <!-- Parámetros de formateo para el cuerpo -->
13   }
14   h2 {
15     <!-- Parámetros de formateo para títulos de orden 2 -->
16   }
17   p {
18     <!-- Parámetros de formateo para párrafos -->
19   }
20   div {
21     <!-- Parámetros de formateo para divisiones -->
22   }
23   <!-- Etc -->
24   <!-- Etc -->
25   <!-- Etc -->
26   <!-- Etc -->
27 </style>
28 </HEAD>
29 <BODY>
30 <!-- CUERPO: Aquí iría el contenido de la página
31      con todos los textos, tablas, vínculos
32      incluso con scripts
33 -->
34 </BODY>
35 </HTML>
```

Figura 16.3. Ejemplo de la estructura básica de código HTML incluyendo metadatos y un bloque de estilos

Dentro de la cabecera se deben incluir unos metadatos mínimos, como los siguientes:

```
<meta name="description" content="Lo que sea menester" />
<meta name="keywords" content="Lo que sea menester" />
<meta name="author" content="Lo que sea menester" />
```

que permiten a los buscadores indexar la página por su descripción y palabras clave.

Dentro de la cabecera también se puede incluir código (p.ej. JavaScript) que especifica un *script* de cliente. En este caso se utilizan las etiquetas `<script>` `</script>`. El código puede incluirse aquí o incluso indicar un recurso externo que lo contiene, en este caso se utiliza la URL. Esta es la opción que se utilizará para hacer las llamadas a la API del servidor, como se verá más adelante.

Los estilos (fuentes, tamaños de letra, color, etc.) que se establecen para los textos pueden incluirse como atributos modificadores de los párrafos mediante las etiquetas adecuadas. En la actualidad se prefiere el uso de métodos más estructurados como son las hojas de estilos o la definición de los estilos en la propia cabecera del documento. Para los ejemplos que se presentarán se va a utilizar esta última opción. El planteamiento es ir indicando de manera

estructurada los estilos de cada una de las partes del documento (p.ej. cuerpo, títulos (según su tipo), párrafos, divisiones, etc.) dentro de las etiquetas `<STYLE>` `</STYLE>` (Fig. 16.3).

El cuerpo empieza con `<BODY>` y acaba con `</BODY>`. El cuerpo es el elemento que conforma la parte sustancial del documento HTML. Por ejemplo, aquí es donde en una página de texto se incluye el contenido documental. Tradicionalmente aquí también era donde se formateaba el texto adecuadamente para su presentación (fuentes, tamaños, colores, tabulaciones, tablas, etc.), pero como se ha indicado supra, es preferible hacerlo de una manera más estructurada en la cabecera, bajo la sección de estilo, o por medio de hojas de estilo (por ejemplo, CSS). Por este motivo en HTML se ha despojado a la etiqueta *body* de todo atributo relacionado con la presentación.

Son numerosos los elementos que pueden aparecer en el cuerpo de un HTML, entre ellos: comentarios, guiones de código, Textos. enlaces. títulos tablas, imágenes, listas, formularios, etc.

El documento HTML conviene organizarlo convenientemente en secciones, esto se consigue con bloques marcados por la pareja de etiquetas `<DIV>` `</DIV>` lo que también permite aplicar estilos por secciones. En HTML 5 «div» no posee otros atributos más que los globales. A las divisiones se les puede y debe asignar un identificador único para luego poder referirse a ellas de manera cómoda, por ejemplo: `<DIV id="mapa"></DIV>`. En este caso se establece una división del documento identificada como mapa. Según lo ya avanzado, esta forma de identificarlas permite aplicar estilos de manera individualizada, pero también realizar búsquedas de los elementos de manera sencilla y otras muchas posibilidades.

Otro elemento muy necesario es la definición de partes variables de los textos con los que se trabaja. Esto se consigue con la pareja etiquetas³ `<VAR>` `</VAR>`. HTML no admite variables en el sentido de los lenguajes de programación, pero este elemento permite indicar que el texto al que afecta es variable por lo que no debe ser tomado literalmente. Estas etiquetas definen un lugar para reemplazar el contenido indicado por otro valor.

Por otro lado, puesto que los documentos HTML deben permitir la navegación incluyendo enlaces externos e internos, interesa conocer con qué etiqueta se realizan los vínculos. La etiqueta `<A>` `` es la que define el anclaje o vínculo. A este elemento se le denomina *link* o *hyperlink*. Cuando se enlaza a un documento externo se utiliza el atributo «HREF» y cuando se enlaza dentro del mismo documento se necesita el identificador único del elemento (ID). Ejemplo de un enlace a una página externa es: `` ``.

Finalmente, pudiera parecer que la utilización de clientes ligeros es tan sencilla como copiar un código HTML en nuestra página web. Sin embargo, muchas veces esos códigos de ejemplo que encontramos incluyen el uso de pequeños trozos o

³ En los Scripts de Java también se utiliza la palabra reservada “var” para definir variables. En este caso no llevan los códigos de etiqueta (`<>`) y se encuentran dentro de un script (`<SCRIPT>` `</SCRIPT>`), por lo que no debe existir confusión con su uso en HTML.

guiones (scripts) de Java (JavaScripts). Por ello para que esta reutilización de código sea exitosa conviene tener algunas nociones de este lenguaje.

Dado que el capítulo 9 de este libro se dedica íntegramente a lenguaje JavaScript, recordaremos aquí las cuestiones más relevantes de cara su integración en HTML, para dar dinamismo a las páginas web y para la configuración de un visualizador cartográfico utilizando librerías de código (p.ej. Open Layers o Leaflet) que permiten acceder a servicios web de una manera sencilla, pues JavaScript es el lenguaje de programación preferido para la parte cliente.

Respecto a su inclusión en páginas HTML se realiza siempre entre las etiquetas `<SCRIPT>` `</SCRIPT>`. JavaScript es un tipo MIME y debe declararse como tal: `<SCRIPT TYPE="text/javascript">` para que la página sea válida. Su inclusión puede realizarse de tres formas distintas:

- Dentro del documento: Es posible incluirlo en cualquier parte, aunque es preferible que vaya en la cabecera, salvo todo lo que pueda depender de las acciones del usuario que se situarán convenientemente.
- Como recurso externo: Es decir, dentro del código HTML se indicará un recurso SRC apuntando a la URL, que podrá estar en local o en la Red. **Ejemplo:** `<script type="text/javascript" src="/js/codigo.js">`
`</script>`. Si se necesitan cargar varios recursos de esta forma, cada uno requerirá su propia pareja `<SCRIPT>` `</SCRIPT>`.
- En los elementos: Es la opción menos utilizada y que genera más problemas dado que ensucia y el código de la página dificultando su mantenimiento.

Los elementos básicos del lenguaje JavaScript son variables, operadores, expresiones, comentarios y palabras reservadas (p.ej. `var`, `null`, `alert`, `return`, `function`, `prompt`, etc.).

Al igual que cualquier otro lenguaje de programación todo lo relacionado con la declaración y uso de las variables es fundamental para poder desarrollar código y entender el código de terceros. La palabra VAR sólo debe utilizarse al definir por primera vez la variable (declaración), en el resto del código se utilizan los nombres asignados. Cuando se declara una variable también se le puede asignar un valor (inicialización). En JavaScript no es obligatorio inicializar las variables, se pueden declarar por una parte y asignarles un valor posteriormente.

Muchas de las utilidades de programación se agrupan formando funciones. Las funciones permiten definir el código una sola vez y utilizarlo múltiples veces, lo que significa mayor comodidad de desarrollo, depuración, mantenimiento, menor volumen de código, etc.; es decir, numerosas ventajas para el programador. En JavaScript quedan definidas de la siguiente forma:

```
function nombre_funcion(argumento1, argumento2,...)
{
  //Aquí el contenido perteneciente a la función (acciones)
  return resultado;
}
```

A partir de su definición funcionan de una manera semejante a una variable con la particularidad de sus argumentos y valores que pudieran devolver. Es importante

indicar que el número de argumentos que se pasa debe ser el mismo que el número de argumentos que ha indicado en la definición de la función, sin embargo, JavaScript no muestra error si la llamada se realiza con más o menos argumentos de los indicados en la definición de la función. Si la función resulta en un valor, éste se puede recoger haciendo una declaración de variable con asignación de llamada a la función:

```
Var Resultado = nombre_funcion(argumento1, argumento2,...)
```

Otro aspecto importante es el ámbito de visibilidad de las variables. Como en otros lenguajes las variables pueden ser locales y globales. Una variable global se define en cualquier parte del programa y están disponibles en cualquier parte del programa, incluso dentro de las funciones. En el caso de las variables definidas dentro de las funciones se puede especificar si serán locales o globales. Así, una variable creada con VAR dentro de una función es local, lo que indica que podrá ser usada dentro de la función pero que fuera carecerá de valor asignado.

Una variable creada sin VAR dentro de una función se convierte en global. Si una función define una variable local con el mismo nombre que otra global, prevalece la variable local sobre la global, pero sólo en la función. Por ello, se recomienda definir como locales las variables de uso exclusivo de cada función.

16.3.4. Depuración de los clientes ligeros

En este breve apartado se desea destacar que la creación del código de un cliente ligero no siempre resulta bien a la primera. Para depurar el código disponemos de dos herramientas:

- Un editor que admita el código HTML. Debe ser capaz de ir comprobando su validez a la vez que se introduce y aplicando una plantilla de estilos que permita diferenciar claramente etiquetas, variables, etc. Ejemplo de esto es el programa Notepad++.
- Un navegador que muestre los errores que se producen en la ejecución de una página HTML. Ejemplo de ello es la consola de errores del FireFox (Figura 16.4.), la cual permite ver errores, advertencias y mensajes, dando indicación de la línea de código en la que existe el fallo y una breve descripción de este.

La utilización de estas herramientas, junto con la información de los foros de OSM, los ejemplos que se incluyen en numerosos sitios, y la posibilidad de aprender de otras páginas que nos resulten de interés por medio de la visualización de su código fuente (otra opción de los navegadores de Internet), son las herramientas básicas para avanzar en el desarrollo de clientes ligeros depurando los errores que siempre se comenten.

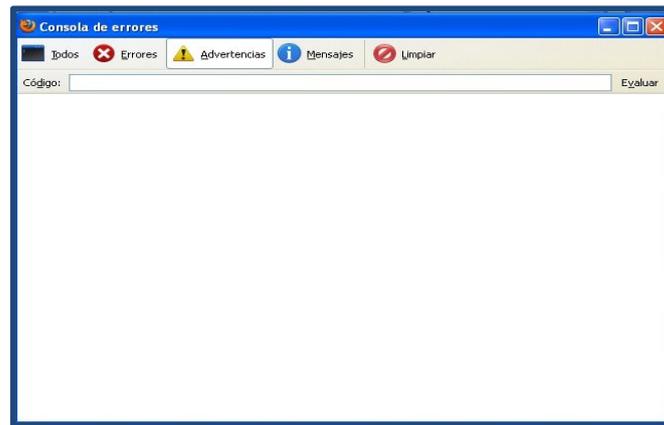


Figura 16.4. Consola de errores de Mozilla FireFox

16.4. CLIENTES LIGEROS

Una vez se han presentados los elementos base para poder trabajar desarrollando clientes ligeros, debemos decidir entre las distintas alternativas que facilitan el desarrollo de estos clientes. Hoy en día, existen muchas opciones como por ejemplo Openlayers⁴, Leaflet⁵, MapBender⁶, MapFish⁷, CARTO.js⁸, Google Maps API⁹, ArcGIS API for JavaScript¹⁰, etc.

En este apartado, solo nos centraremos en Open Layers y Leaflet, ya que consideramos que son las API para clientes de mapas *open source*, más populares y utilizadas. Podemos decir que, son las dos opciones más difundidas a nivel mundial para hacer un visualizador estándar de servicios WMS y WMTS. Además, se han tenido en cuenta de otras cuestiones como funcionalidades, soporte, comunidad de contribuidores y usuarios finales, que las hacen muy recomendables.

La mayoría de estos visualizadores utiliza como contenedor un fichero HTML, como el desarrollado en el apartado «Un documento HTML base para una visualización en cliente ligero» y unas llamadas a las API desde código JavaScript.

16.4.1. Cliente ligero de la API de OpenLayers

OpenLayers¹¹ (OL) es una iniciativa muy difundida de la *Open Source Geospatial Foundation*. Se trata de una librería desarrollada en JavaScript y de código abierto que interactúa tanto con servicios OGC-ISO (p.ej. WMS, WFS) como con servidores de mapas comerciales (p.ej. Google, ESRI, etc.).

⁴ <https://openlayers.org/>

⁵ <https://leafletjs.com/>

⁶ <https://mapbender3.org/>

⁷ <http://www.mapfish.org/>

⁸ <https://carto.com/developers/carto-js/>

⁹ <https://cloud.google.com/maps-platform/>

¹⁰ <https://developers.arcgis.com/javascript/latest/>

¹¹ <https://openlayers.org/>



Figura 16.5.- Visualización de la capa base de OpenStreetMap con OpenLayers

Las funcionalidades que ofrece la API de OL son muy amplias: numerosos formatos (arcXML, GML, GPX, KML, OSM, WKT, XML, etc.), el uso de varios controles, de diversas geometrías (puntos, multipuntos, polígonos, multipolígonos, curvas, anillos, colecciones, etc.), servicios de mapas (OSM, WMS, WMF, Google, KaMAP, etc.), la definición y aplicación de simbología sobre puntos, líneas, polígonos, textos y raster, etc. Por ello, se hace imposible resumir aquí todas estas posibilidades. En la página web de OL se puede encontrar toda la información¹² relativa al uso de la API, incluyendo numerosos ejemplos de estas funcionalidades, como:

- Incluir la operación *GetFeatureInfo* de un *Web Map Service*
- Integrar geometrías en 3D
- Incluir el reconocimiento del visualizador¹³
- Cómo crear un visualizador en WGS84 (EPSG: 4326)¹⁴
- Cómo incluir objetos espaciales en GeoJSON¹⁵
- Cómo incluir un servicio teselado WMTS
- Etc.

Existen multitud de clientes que utilizan la API de *Open Layers* como, por ejemplo:

- **Cartociudad**¹⁶, un proyecto colaborativo y liderado y coordinado por el Centro Nacional de Información Geográfica¹⁷ (CNIG) y la información procede de los datos oficiales de las Dirección General de Catastro, Eusko Jaurilaritza - Gobierno Vasco y Gobierno de Navarra. Y estas direcciones, se complementan a nivel autonómico con las direcciones del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (CDAU), Comunidad de Madrid, Gobierno de La Rioja y Comunitat Valenciana y, a nivel local, con las direcciones de la Diputació de Barcelona y Ayuntamiento de Cáceres, los códigos postales procedente del Grupo Correos y el nombre oficial y tipo de vía urbana procedente del, el Instituto Nacional de Estadística.

Esta información se publica mediante servicios abiertos y gratuitos de visualización, descarga y servicios REST.

¹² <https://openlayers.org/en/latest/doc/>

¹³ <https://openlayers.org/en/latest/examples/attributions.html>

¹⁴ <https://openlayers.org/en/latest/examples/epsg-4326.html>

¹⁵ <https://openlayers.org/en/latest/examples/geojson.html>

¹⁶ <http://www.cartociudad.es/visor/>

¹⁷ <https://www.ign.es/web/ign/portal/qsm-cnig>



Figura 16.6.- Proyecto Cartociudad. (<http://www.cartociudad.es/visor/>)

- El **comparador de mapas**¹⁸ del IGN¹⁹, que compara cartografía de un mismo lugar mediante las funciones de *spot map* o de *swipe map*, o la evolución temporal, en la que, sobre una barra deslizante con las fechas de los documentos, el usuario puede ir desplazándose de año en año.

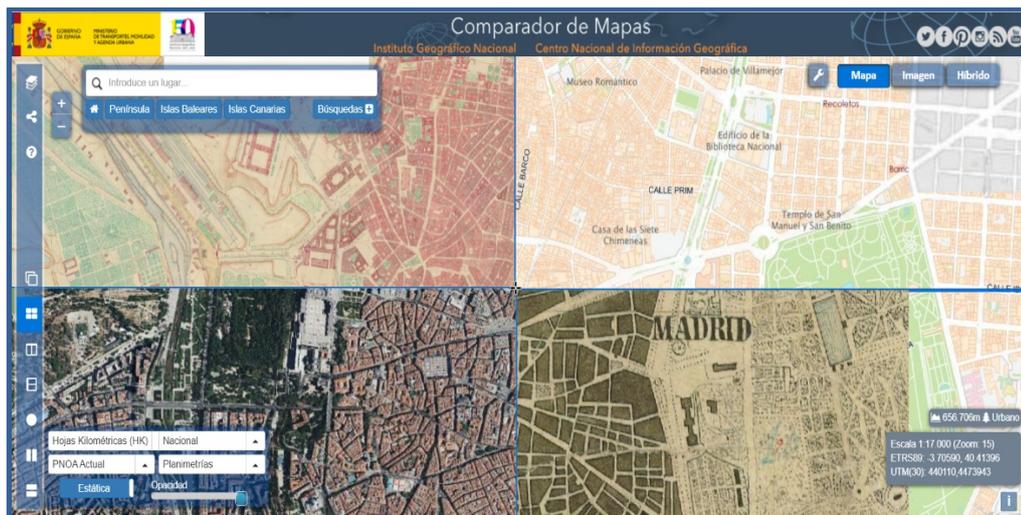


Figura 16.7.- Comparador de mapas. (<http://www.ign.es/web/mapasantiguos/index.html>)

- El **visualizador de terremotos del IGN**²⁰, que muestra en tiempo real la posición y magnitud de los terremotos próximos ocurridos en las últimas 24 horas.

¹⁸ <http://www.ign.es/web/mapasantiguos/index.html>

¹⁹ <https://www.ign.es/web/ign/portal>

²⁰ <http://www.ign.es/web/resources/sismologia/tproximos/prox.html>

geometrías desde un servicio WFS (con algunas restricciones) y para las capas lineales podrá obtener el perfil topográfico a través de un servicio de coberturas, WCS.

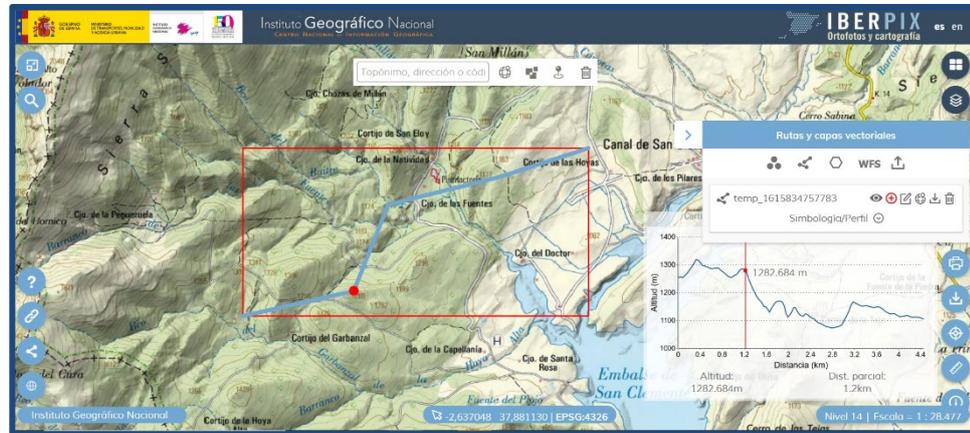


Figura 16.10.- En la imagen se muestra el visualizador de IBERPIX con el perfil topográfico de una zona calculado a partir de un servicio de coberturas, WCS.
(<http://www.ign.es/iberpix/visor/>)

Todos estos visualizadores se están migrando a una nueva API (interfaz de programación de aplicaciones), con el objetivo de que los diferentes visualizadores publicados por el Centro Nacional de Información Geográfica compartan la misma tecnología y con ello las mismas funcionalidades y aplicaciones.

La API basada en javascript y OpenLayers consta de un CORE ligero extendido a través de diferentes plugins que resuelven de forma horizontal las diferentes necesidades. El proyecto ha sido diseñado desde el primer momento pensando en facilitar su reutilización, tanto a nivel interno como, para el resto de la comunidad geospacial. Así, de esta forma, todo el código está disponible en un repositorio público de GitHub²⁴ y se ha documentado la configuración de los visualizadores en una wiki²⁵.

➤ Ejemplo de código en Open Layers

A continuación, como un ejemplo sencillo se va a desarrollar el código que, además de mostrar capacidades elementales del visualizador de OL, permita la visualización de servicios WMS.

En primer lugar, será necesario crear un fichero HTML, al que añadir posteriormente los controles que permite OpenLayers para desplegar los mapas en la web. En su cabecera, lo primero será indicar la librería OL a emplear, así como la hoja de estilos de esta.

```
<html>
  <head>
    <title>Ejemplo</title>
```

²⁴ <https://github.com/IDEESpain/APICnig>

²⁵ <https://github.com/IDEESpain/APICnig/wiki>

```

    <link rel="stylesheet"
href="https://openlayers.org/en/v4.1.0/css/ol.css"
type="text/css">
    <script
src="https://cdn.polyfill.io/v2/polyfill.min.js?features=request
AnimationFrame,Element.prototype.classList,URL"></script>
    <script
src="https://openlayers.org/en/v4.1.0/build/ol.js"></script>
    <link rel="stylesheet" href="ol3-layerswitcher-
master/src/ol3-layerswitcher.css" />
    <script src="ol3-layerswitcher-master/src/ol3-
layerswitcher.js"></script>
</head>

```

Las librerías y hojas de estilo podrían descargarse en local, en ese caso se haría la llamada al directorio donde estuvieran guardadas.

El siguiente paso es definir la sección que contendrá nuestro visualizador:

```

<body>
  <div id="map" class="map"></div>

```

Y el script con las sentencias de OpenLayers. En este caso se comienza indicando el sistema de referencia y el cartográfico almacenado en la variable «*projection*»:

```

<script>
  var projection = new ol.proj.Projection({
    code: 'EPSG:25831',
    units: 'm'
  });

```

A continuación, definiremos la variable «*map*» que contendrá nuestro “mapa” y las capas que se visualizarán. En este caso se han definido dos capas base que serán llamadas desde servicios WMS:

```

var map = new ol.Map({
  layers: [
    new ol.layer.Group({
      'title': 'Base maps',
      layers: [
        new ol.layer.Tile({
          title: 'Topo',
          type: 'base',
          visible: true,
          source: new ol.source.TileArcGISRest({
            url:
'http://geoportal.amb.cat/arcgis/rest/services/Cartografia/AMB_M
apaTopo1_25831/MapServer'})
          }),
        new ol.layer.Tile({
          title: 'orto',
          type: 'base',
          visible: false,
          source: new ol.source.TileArcGISRest({
            url:
'http://geoportal.amb.cat/arcgis/rest/services/Cartografia/Orto2
014/MapServer'})
          })
      ]
    })
  ]
});

```

```

    ]
  })
],

```

Para centrar la visualización añadiremos el punto central y el nivel de zoom, y se cerrará la definición de la variable *map*:

```

    target: 'map',
    view: new ol.View({
      center: [425835, 4581740],
      projection: projection,
      zoom: 18 })
  });

```

Se pueden añadir controles de forma muy sencilla. Por ejemplo, el controlador que permite la selección de una capa base u otra (Fig. 16.9):

```

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

map.addControl(layerSwitcher);
layerSwitcher.showPanel();

```

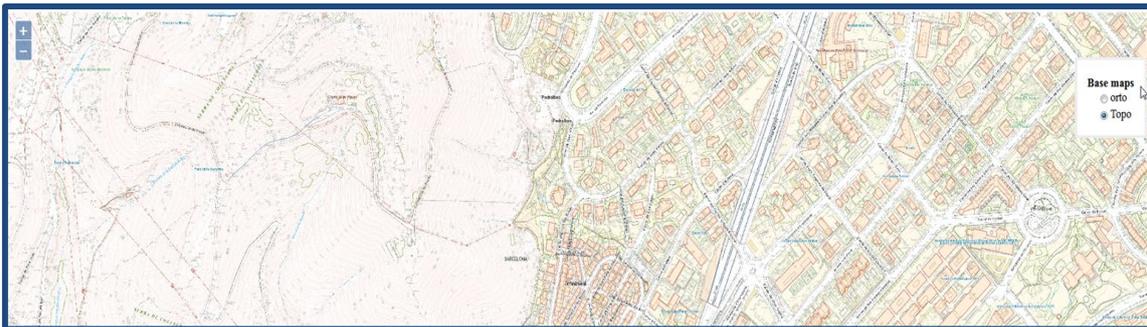


Figura 16.11.- Imagen del visualizador de *Open Layers* con el controlador para la selección de una capa base en la parte superior derecha.

O los controles de visualización e información de las coordenadas en las que se sitúa el ratón (fig. 16.11):

```

var slider = new ol.control.ZoomSlider();
var mouse = new ol.control.MousePosition({coordinateFormat:
ol.coordinate.createStringXY(6)});

map.addControl(slider);
map.addControl(mouse);

```

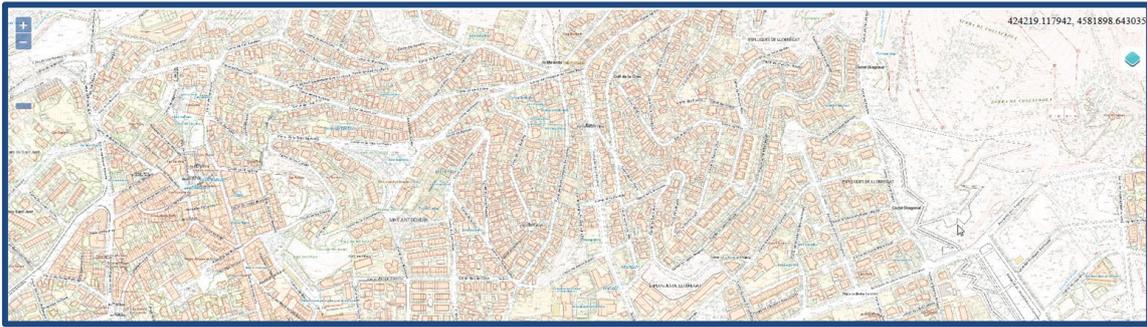


Figura 16.12.- Imagen del visualizador de *Open Layers* con el controlador de información de las coordenadas en las que se sitúa el ratón en la parte superior derecha.

16.4.2. Cliente ligero de la API de Leaflet

Leaflet²⁶ es una librería en Javascript de código abierto para generar aplicaciones de *web mapping*, es fácil de programar, de usar y con muy buen rendimiento, además, funciona de manera eficiente en las principales plataformas móviles y de escritorio, por lo que se ha convertido en una de las librerías para visualizadores de mapas interactivos preferida por los desarrolladores, tanto dentro como fuera del área de conocimiento de los SIG, por ejemplo, es la elección utilizada por *Flickr*, *Wikimedia*, *foursquare*, *OSM*, *CARTO*, *GIS Cloud*, *Washington Post*, *Wall Street Journal*, *Geocaching.com*, etc (Morales, 2018).

Leaflet fue publicada en el año 2011 y creada originariamente por Vladimir Agafonkin²⁷, pero ahora es desarrollada por una gran comunidad de contribuidores²⁸. En el sitio web²⁹ se puede encontrar toda la información relativa al uso de la API y está bien documentada, dispone de un manual de referencia³⁰ actualizado y tutoriales³¹.

Una de las características más representativas de Leaflet es que dispone de una lista de funcionalidades³² básicas, que constituyen el núcleo de librería, para mantener la librería simple y de reducido tamaño, pero que funcionan a la perfección. Estas funcionalidades se pueden ampliar mediante *plugins*³³, para disponer de funcionalidad adicional, como por ejemplo:

- plugin que permite utilizar cualquier tipo de proyección al integrar la librería Proj4js³⁴
- Leaflet.draw³⁵: habilita funciones de dibujo como polilíneas, polígonos, rectángulos, círculos y marcadores a través de una interfaz muy sencilla.
- Leaflet.Graticule³⁶ para crear el canevas o una retícula latitud-longitud.

²⁶ <https://leafletjs.com>

²⁷ [Vladimir Agafonkin](https://github.com/VladimirAgafonkin)

²⁸ <https://github.com/Leaflet/Leaflet/graphs/contributors>

²⁹ <https://leafletjs.com>

³⁰ <http://leafletjs.com/reference.html>

³¹ <http://leafletjs.com/examples.html>

³² <https://leafletjs.com/index.html#features>

³³ <http://leafletjs.com/plugins.html>

³⁴ <https://github.com/kartena/Proj4Leaflet>

³⁵ <https://github.com/Leaflet/Leaflet.draw>

- Leaflet Routing Machine³⁷, Route 360³⁸, Leaflet.Routing³⁹ y Leaflet RouteBoxer⁴⁰..., para trabajar con rutas.
- leaflet.wms⁴¹: para soportar servicios WMS, mejorando este soporte e incluyendo la operación *GetFeatureInfo*.
- Leaflet-WFST⁴²: para soportar servicios WFS.
- Leaflet-providers⁴³, Esri Leaflet⁴⁴, qgis2web⁴⁵: permite interactuar con los servicios de CARTO (cartodb-leaflet) y configuraciones de otros proveedores de datos y servicios como: Mapbox, OSM, OpenCycleMap, MapQuest, Stamen, Esri /ArcGIS o Qgis
- Leaflet Vector Layers⁴⁶: permite crear fácilmente capas vectoriales desde una serie de servicios web, como ArcGIS Server, Arc2Earth, GeoIQ, Carto y GIS Cloud.
- leaflet-omnivore, Leaflet.Shapefile⁴⁷ o los Plugins by Pavel Shramov⁴⁸: Leaflet soporta por defecto el formato GeoJSON y con estos *plugins* se puede cargar y convierte otros formatos como CSV, KML, GPX, TopoJSON, WKT, *shapefile*, capas de Bing, de Yandex y de Google,

Todo un abanico de *plugins* (complementos) que es una de sus grandes ventajas frente a otras librerías, ya que, hay casi un plugin para lo que necesitamos.

Además, Leaflet funciona en las principales plataformas de escritorio (Chrome, Firefox, Safari, Opera, Edge...) y móviles (Safari for iOS 7+, Android browser 2.2+, 3.1+, 4+, Chrome for mobile, Firefox for mobile o IE10+ for Win8 devices).

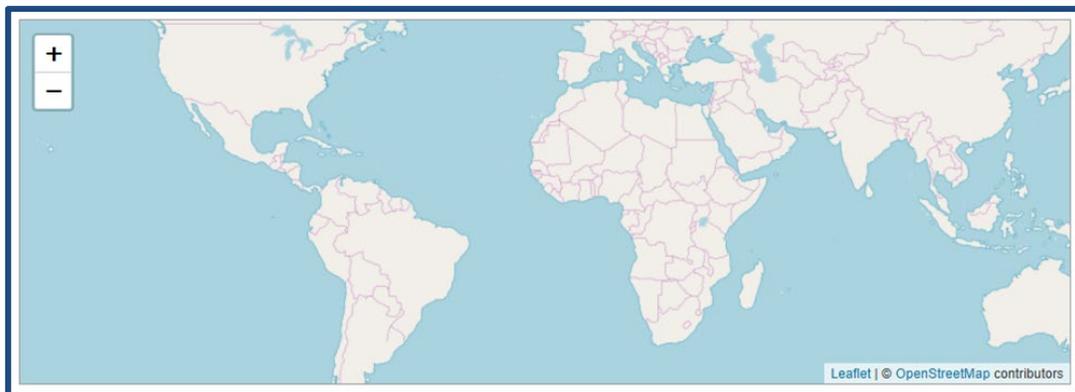


Figura 16.13. Aspecto de visualizador básico hecho con Leaflet y con cartografía OSM

³⁶ <https://github.com/turban/Leaflet.Graticule>

³⁷ <http://www.liedman.net/leaflet-routing-machine/>

³⁸ <https://www.route360.net/index.html>

³⁹ <https://github.com/Turistforeningen/leaflet-routing>

⁴⁰ <https://github.com/StephanGeorg/leaflet-routeboxer>

⁴¹ <https://github.com/heigeo/leaflet.wms>

⁴² <https://github.com/Flexberry/Leaflet-WFST>

⁴³ <https://github.com/leaflet-extras/leaflet-providers>

⁴⁴ <http://esri.github.io/esri-leaflet>

⁴⁵ <https://github.com/tomchadwin/qgis2web>

⁴⁶ <http://geojason.info/2012/leaflet-vector-layers/>

⁴⁷ <https://github.com/calvinmetcalf/leaflet.shapefile>

⁴⁸ <https://github.com/shramov/leaflet-plugins>

Al igual que con *Open Layers*, existen multitud de clientes que utilizan la API de Leaflet, por ejemplo:

- El visualizador del nodo nacional de información sobre biodiversidad para España de **GBIF**⁴⁹ (*Global Biodiversity Information Facility*), que muestra una gran cantidad de datos sobre distribución de especies. Un visualizador multilingüe, usable y rápido, con una potente interfaz de búsqueda que permite un buen número de opciones. El visualizador utiliza software de Leaflet, Carto y servicios de cartografía de *OpenStreetMap*⁵⁰. El resultado puede verse en la figura 16.14.

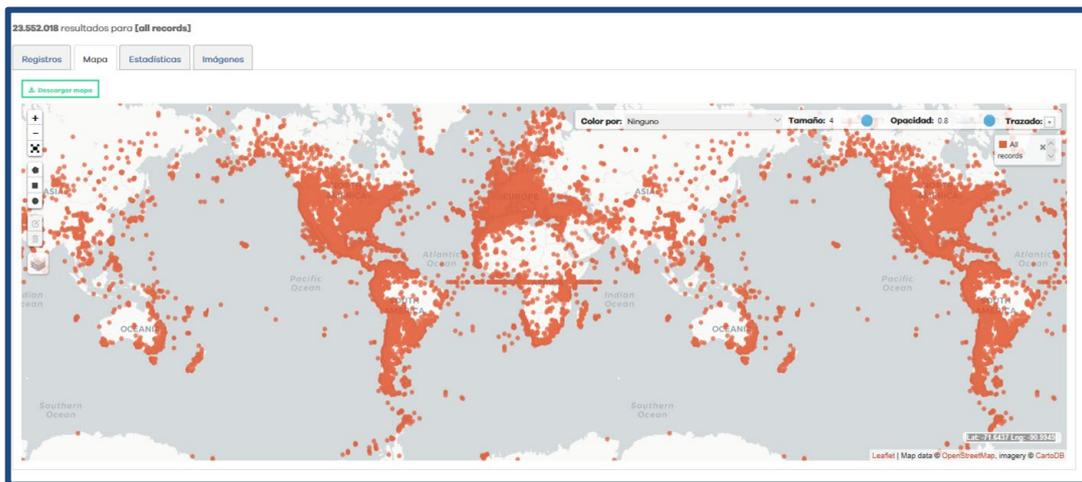


Figura 16.14. Visualizador del nodo nacional de información sobre biodiversidad para España de GBIF. (https://registros.gbif.es/occurrences/search?#tab_mapView)

- El Visualizador de **Escenarios de Cambio Climático, de la Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático**⁵¹, AdapteCCa, que permite acceder a datos y gráficos relativos al clima futuro de España, de proyecciones regionalizadas de cambio climático, sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, realizadas a partir de las proyecciones globales del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático), desarrollado en el marco del PNACC (Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático) y del proyecto LIFE-SHARA. El visualizador utiliza Leaflet, Carto y servicios de cartografía de *OpenStreetMap*. El resultado puede verse en la figura 16.15.

⁴⁹ <http://www.gbif.org/>

⁵⁰ <https://www.openstreetmap.org/>

⁵¹ <https://www.adaptecca.es/>

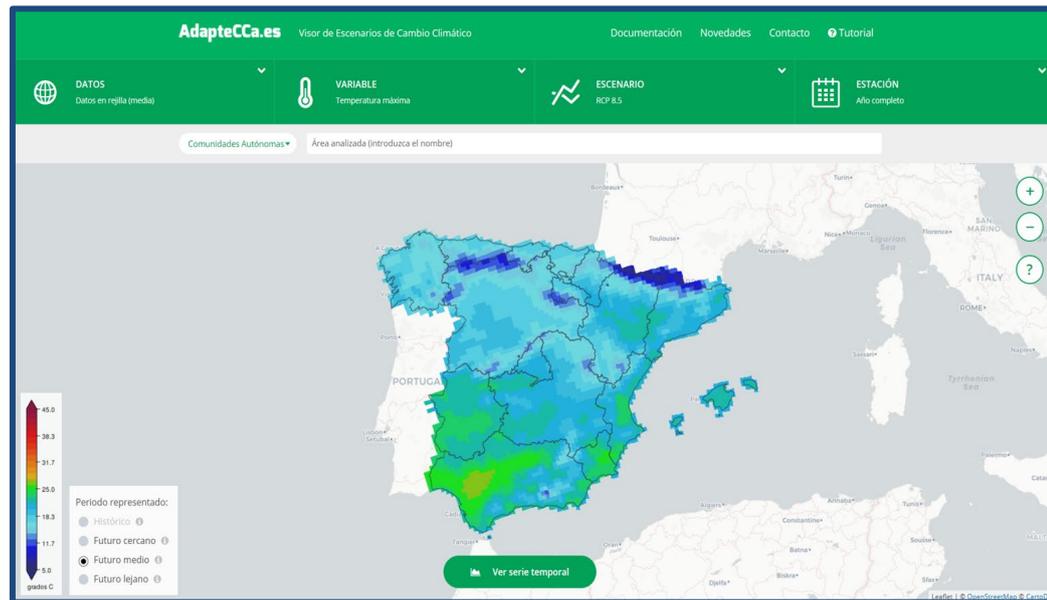


Figura 16.15.- Visualizador de Escenarios de Cambio Climático de la Plataforma AdapteCCa. (<http://escenarios.adaptecca.es>)

- El visualizador del **Casco Histórico Córdoba**, elaborado por la **Delegación de Cultura y Patrimonio Histórico del Ayuntamiento de Córdoba**, donde puede verse la delimitación de los ámbitos del conjunto histórico y zona patrimonio de la humanidad: el conjunto histórico de Córdoba, declarado Bien de Interés Cultural (1985-2003), la zona Mezquita-Catedral declarada patrimonio de la humanidad por la UNESCO (1984) y la zona del entorno de la Mezquita-Catedral declarada patrimonio de la humanidad por la UNESCO (1994). El visualizador ha sido desarrollado por la empresa *GeoAlmagre*⁵² utilizando *Bootstrap 3*⁵³, *Leaflet* y la plantilla de diseño *Bootlea*⁵⁴ y servicios de cartografía de base del IGN, el Catastro, el Callejero Digital de Andalucía Unificado⁵⁵ (CDAU) y *OpenStreetMap*. El resultado puede verse en la figura 16.14.

⁵² <http://www.almagre.es/>

⁵³ <http://getbootstrap.com/>

⁵⁴ <http://bmcbride.github.io/bootleaf/>

⁵⁵ <http://www.callejerodeandalucia.es/>

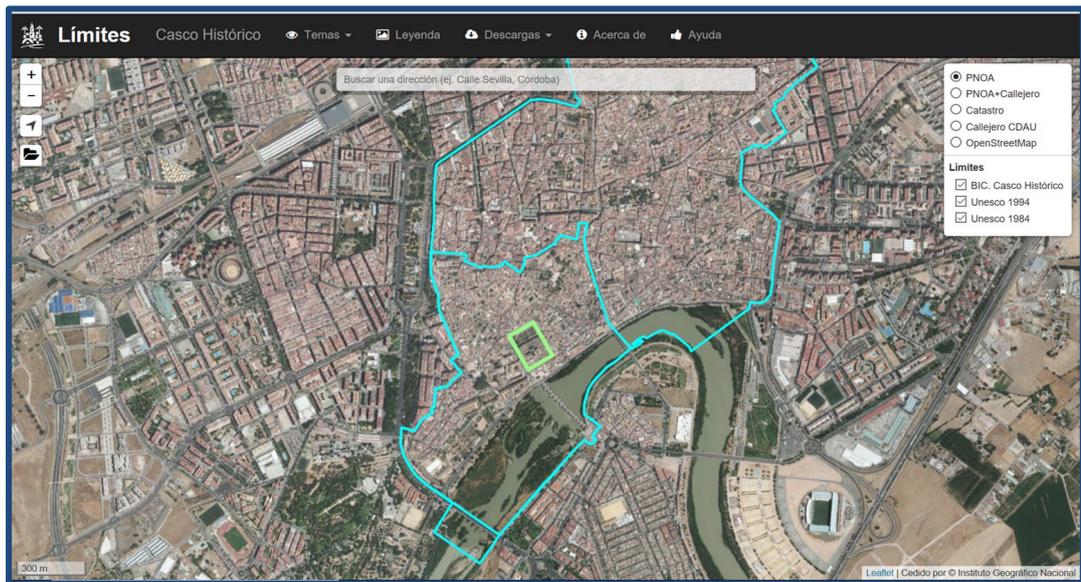


Figura 16.16.- Visor Web del Casco Histórico Córdoba
(<http://www.gmucordoba.es/visorcasco>)

- El Visor TNM, del *USGS*⁵⁶ (*U.S. Geological Survey*), que permite el acceso y descarga de datos topográficos de Estados Unidos «US Topo», tanto históricos como actuales. El visualizador ha sido desarrollado utilizando herramientas de ESRI, Leaflet servicios de cartografía de *The National Map*⁵⁷. El resultado puede verse en la figura 16.17.

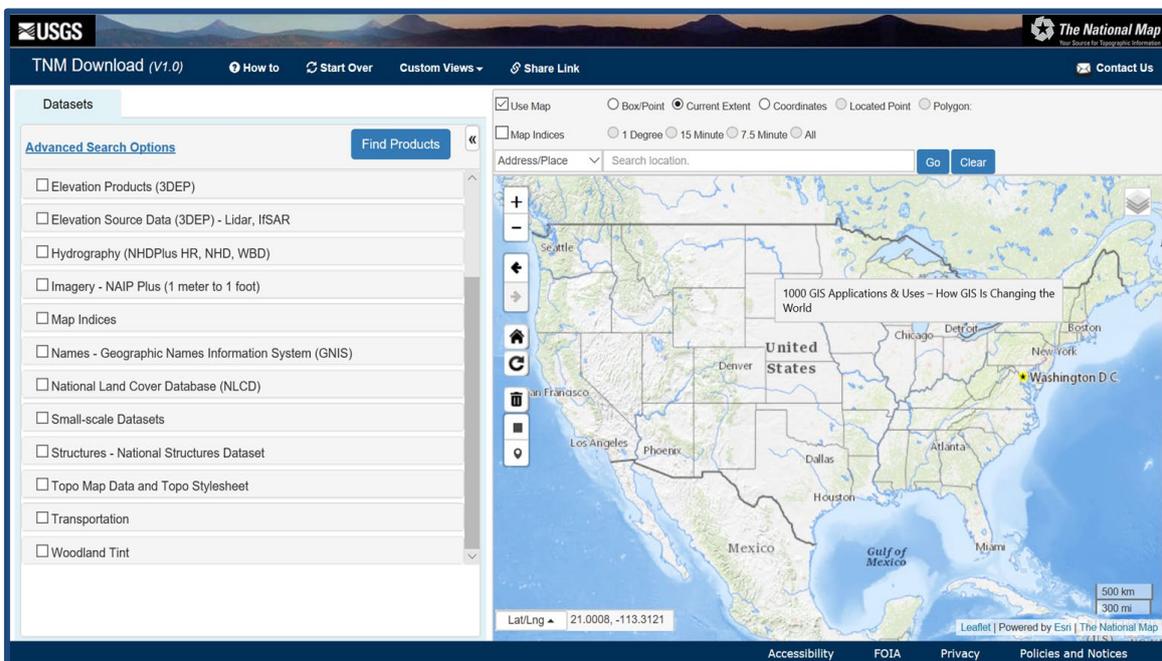


Figura 16.17.- Visualizador de mapas y datos topográficos, Visor TNM, del USGS americano. (<https://viewer.nationalmap.gov/basic/>)

⁵⁶ <https://www.usgs.gov/>

⁵⁷ <https://www.usgs.gov/core-science-systems/national-geospatial-program/national-map>

➤ Ejemplo de código en Leaflet

A continuación, tal y como hicimos con OL, vamos a mostrar un ejemplo sencillo de código que, además de mostrar capacidades elementales del visualizador de Leaflet, permita la visualización de servicios WMS. Expondremos código desarrollado por Patricio Soriano, «Index.html», que proporciona una configuración sencilla para varias capas de servicios de mapas web (WMS) (PNOA, IGN base, Catastro, etc.) de instituciones cartográficas españolas con el plugin Leaflet.Spain.WMS⁵⁸, disponible en la web de Leaflet⁵⁹.

En primer lugar, será necesario crear un fichero HTML para nuestra página web, al que añadir posteriormente los controles que permite Leaflet para desplegar los mapas en la web. Indicaremos en su cabecera la librería JavaScript leaflet.js y la hoja de estilo leaflet.css que indica el código de la librería Leaflet y los estilos a emplear.

Nos aseguramos de que el contenedor de mapa tenga un tamaño definido dentro de la etiqueta <style>.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <title>Leaflet.Spain.WMSProviders</title>
    <meta charset="utf-8" />
    <meta name="viewport" content="initial-scale=1.0, user-
scalable=no" />
    <link rel="stylesheet"
href="http://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/leaflet/0.7.3/le
aflet.css" />
    <script src="http://code.jquery.com/jquery-
1.11.1.min.js"></script>
    <script
src="http://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/leaflet/0.7.3/le
aflet.js"></script>
    <script src="../src/Leaflet.Spain.WMS.js"></script>
    <style>
    body {
      padding: 0;
      margin: 0;
    }
    html, body, #map {
      height: 100%;
      width: 100%;
      padding: 0;
      margin: 0;
    }
  </style>
</head>
```

El siguiente paso es definir la sección que contendrá nuestro visualizador:

```
<body>
  <div id="map"></div>
```

Y el script con las sentencias de Leaflet. En este caso se comienza indicando la variable «map» que contendrá nuestro “mapa” y las capas que se visualizarán. Se

⁵⁸ <https://github.com/sigdeletras/Leaflet.Spain.WMS>

⁵⁹ <https://leafletjs.com/plugins.html>

han definido cinco capas base que serán llamadas desde servicios WMS y una única capa de datos:

```
<script>

var map = L.map('map', {
    zoomControl:true,
    maxZoom:20,
    layers:[Spain_IGNBase]
}).fitBounds([[24.9300000311,-19.6],[46.0700000311,5.6]]);

var baselayers = {

    "PNOA Máx. Actualidad": Spain_PNOA_Ortoimagen,
    "Mapas IGN": Spain_MapasrasterIGN,
    "IGN Base": Spain_IGNBase,
    "MDT Elevaciones": Spain_MDT_Elevaciones,
    "Catastro": Spain_Catastro
};

var overlays = {
    "Unidades administrativas": Spain_UnidadAdministrativa
};
```

También se pueden añadir fácilmente controles como en este caso, la indicación de la escala o la activación de capas:

```
L.control.layers(baselayers,
overlayers,{collapsed:false}).addTo(map);

L.control.scale({options: {position: 'bottomleft',maxWidth:
100,metric: true,imperial: false,updateWhenIdle: false}}).addTo(map);
```

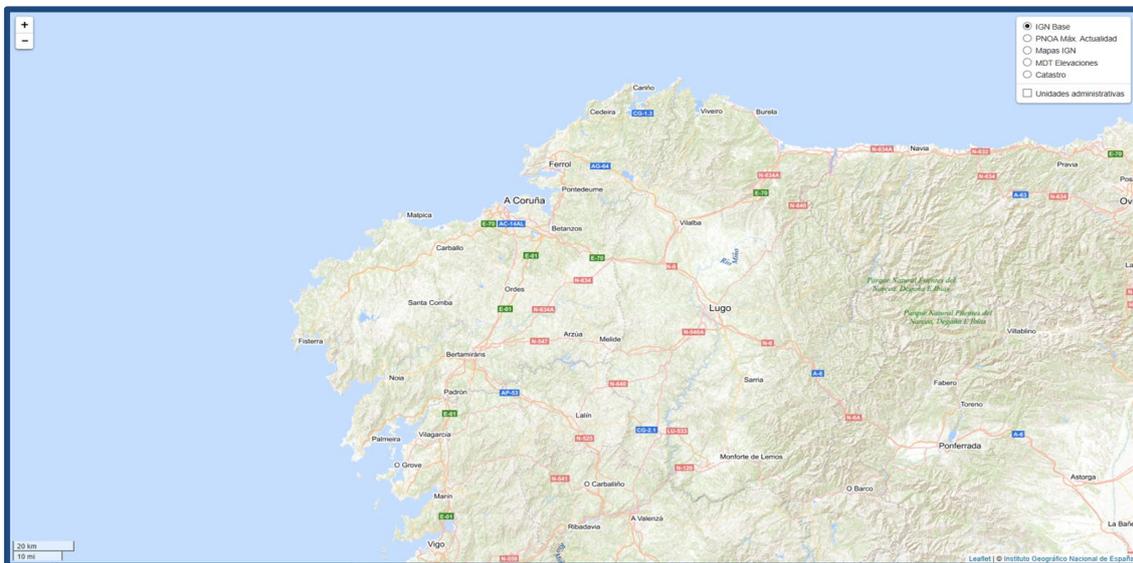


Figura 16.18.- Ejemplo de un visualizador de mapas con Leaflet, con controles de zoom y escala y menú de capas.

16.5. CLIENTES PESADOS

El objetivo de este apartado es mostrar cómo cargar servicios estándar dentro de aplicaciones instaladas en el ordenador del usuario. Estamos pues en el caso de uso de clientes pesados. Como se ha indicado anteriormente esta distinción proviene del hecho de que la aplicación que se utiliza para la visualización no es una aplicación de propósito general, como era un navegador web para el caso de los clientes ligeros, sino que se requiere una herramienta específica propia del ámbito de la información geográfica. Se mostrarán ejemplos de visualización de servicios WMS en GvSIG y QGIS, aunque indudablemente, la mayoría de los programas SIG actuales, tanto propietarios como libres (p.ej. ArcGIS, Geomedia, Kosmo, etc.) incluyen capacidades de añadir clientes WMS.

16.5.1. QGIS

QGIS⁶⁰ es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto bajo licencia GNU - *General Public License*. Fue creado como un proyecto oficial de *Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)*. Corre sobre Linux, Unix, Mac OSX, Windows y Android y soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vector, datos ráster y bases de datos. La versión actual (marzo 2021) es la 3.18. y está desarrollada en C++, Python, Qt.

En relación con la visualización de servicios de mapas, este programa permite, entre otros, los servicios WMS, WMTS, WCS, WFS y WFS-T (se puede encontrar más información en: https://docs.qgis.org/3.16/es/docs/user_manual/)

Se mostrará a continuación un ejemplo de conexión a un servicio WMS al ser el más extendido.

Una vez arrancamos el programa se visualiza la tabla de contenidos a la derecha y la ventana gráfica a la izquierda. Para cargar el servicio en el menú «Capa», se seleccionará «Añadir capas» y «Añadir capa WMS/WMTS», o bien se pulsa sobre el icono que aparece remarcada en la figura 16.19.

⁶⁰ <https://www.qgis.org/en/site/>

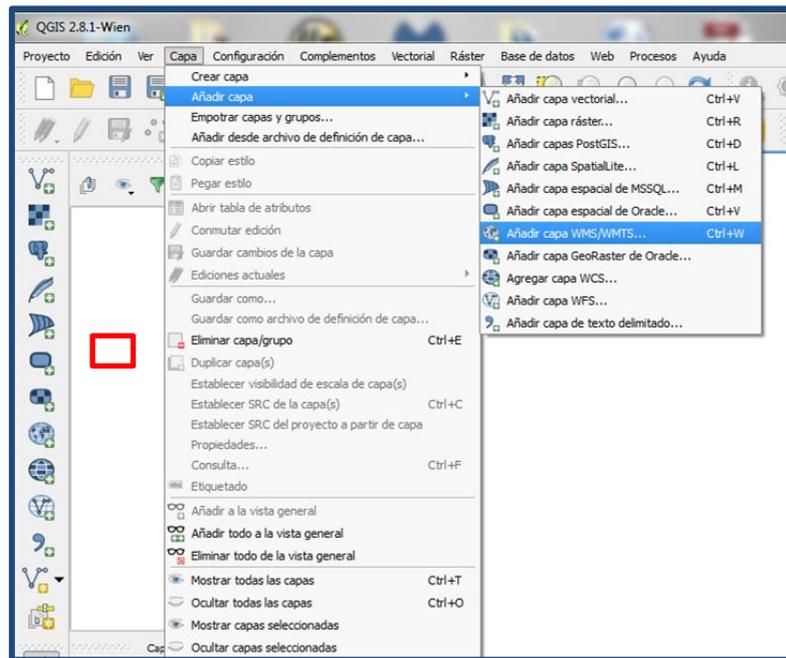


Figura 16.19.- Añadir capa WMS

Aparecerá el cuadro de diálogo correspondiente, figura 16.20. Haremos clic en «Nuevo» para crear una nueva conexión WMS.

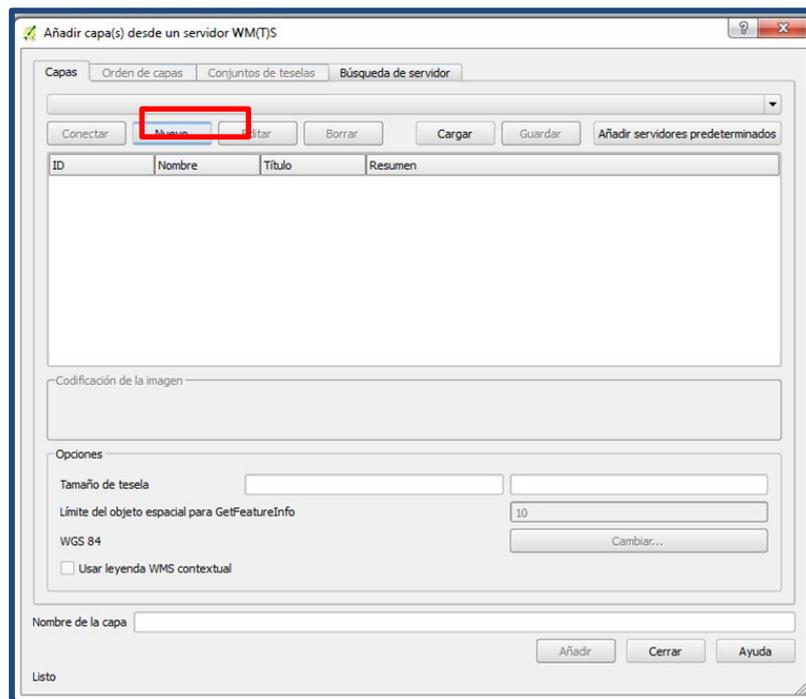


Figura 16.20.- Creación del nuevo acceso al servicio WMS

Aparecerá la siguiente interfaz en la que nos requieren los parámetros de conexión, el nombre del servicio y su URL, estos datos se pueden consultar en la web de la IDE de España: www.idee.es. Para este ejemplo introduciremos los siguientes:

- **Nombre:** Servicio de catastro de España

- **URL:** <http://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx>

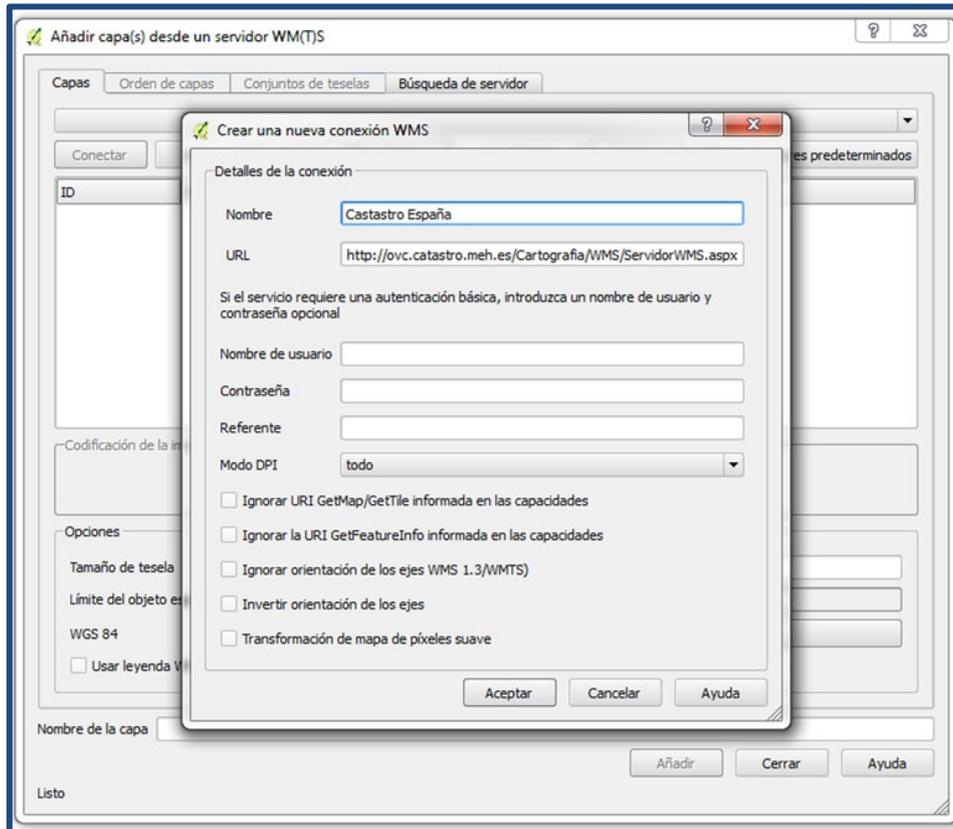


Figura 16.21.- Datos de conexión con el servicio

Al Aceptar la nueva conexión WMS quedará guardada automáticamente, apareciendo disponible en el desplegable de conexión, figura 16.22.

Al hacer clic sobre el botón «Conectar», tras seleccionar la conexión recién creada, aparecerá en la ventana la información disponible para su visualización. En el cuadro inferior se mostrarán las capas disponibles en el servicio. Al seleccionar la/s capa/s que se desee/n cargar nos mostrará cual es el sistema de referencia y coordenadas por defecto, pudiéndose modificar en el botón «Cambiar», figura 16.22.

Para cargar en la interfaz cualquiera de las capas, se selecciona una de entre las disponibles y se pulsa el botón «Añadir». Aparecerá en la tabla de contenidos la capa seleccionada. Podemos mantener presionado las teclas «Ctrl» o «Shift» para añadir más capas de una vez.

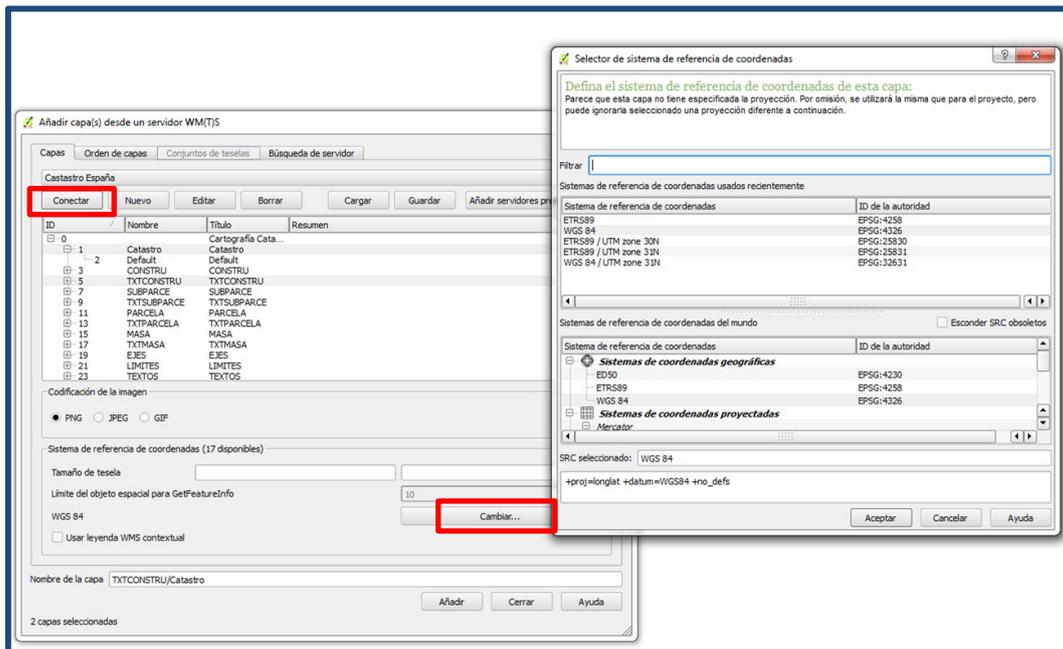


Figura 16.22.- Conexión con el servicio para ver las capas disponibles. Modificación del sistema de referencia de las capas seleccionadas.

Seleccionaremos también el formato de la imagen y esta se mostrará en la ventana gráfica. Se ha de tener en cuenta que para que se vea la información de un servicio debemos disponer una escala de representación en la ventana gráfica de QGIS dentro del rango de escalas de visualización establecidas en el servidor para esos datos. En este caso en principio veremos las provincias, luego los límites municipales y finalmente las parcelas y subparcelas.

Si las capas seleccionables son consultables, se podrá realizar la operación *GetFeatureInfo*, al hacer clic con el ratón en cada una de las parcelas, en el caso mostrado.

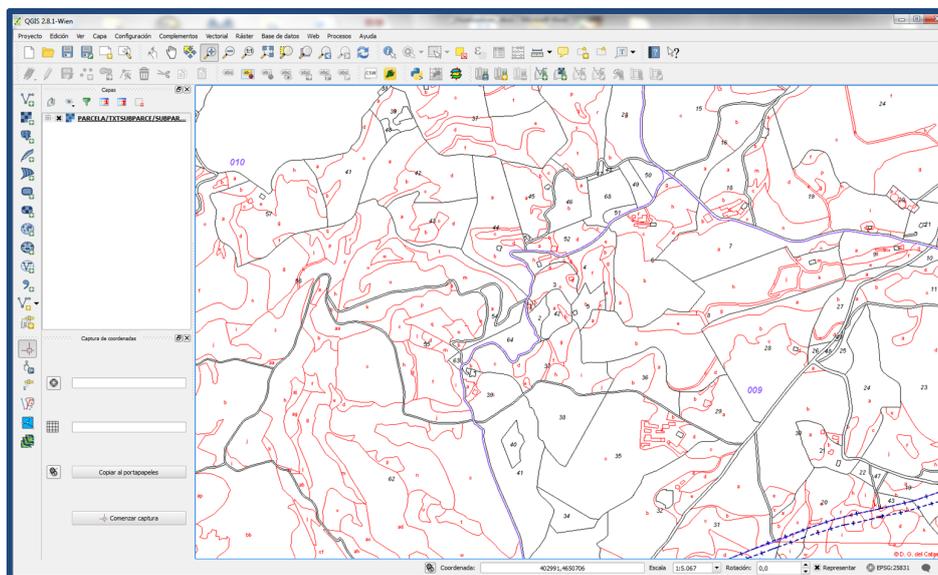


Figura 16.23.- Parcelas catastrales procedentes del servicio WMS.

16.5.2. gvSIG

gvSIG⁶¹ es un programa que nació como un SIG abierto, desarrollado en España con financiación de la Administración Pública (Generalitat Valenciana) y fondos europeos, y hoy en día se ha desarrollado en diferentes productos: Escritorio, Online, Mobile y Roads. La última versión recomendada es la 2.5.1y está disponible en: <http://www.gvsig.com/es/web/guest/productos/gvsig-desktop/descargas>

En relación a la visualización de servicios de mapas, este programa permite, entre otros, los servicios WMS, WFS. A continuación, se mostrará cómo realizar la carga del servicio WMS por ser el más difundido a nivel mundial.

En este ejemplo de cliente pesado se va presentar el proceso de interactivo de creación de una vista y de la carga posterior de un servicio WMS. En este caso la secuencia de pasos a seguir es mayor que en QGIS.

Al arrancar el programa gvSIG se nos mostrará en pantalla una imagen como la que se presenta en la figura 16.24 donde, por defecto aparece abierta la ventana del gestor de proyectos. En esta ventana está por defecto seleccionada la opción de vista (figura superior izquierda destacada con brillo) y se verá como en el cuadro denominado «Vistas» no aparece ningún nombre. Para crear una vista nueva pulsaremos el botón de «Nuevo» que es el único que esté disponible en este momento.



Figura 16.24.- Situación inicial en gvSIG

Tras ello, en la lista aparecerá «Sin título – 0» que es el nombre asignado por defecto a la primera vista que se crea en un proyecto. Eligiendo esta vista (haciendo clic sobre el nombre, que se destacará en azul) se podrá ya elegir el botón cuyo título es «Propiedades» (fig. 16.25) para cambiar aquellas que sea oportuno, según necesidad. El aspecto más crítico puede ser el sistema geodésico y la proyección. En este ejemplo, fig. 16.26, el que aparece es el EPSG25830 que se corresponde con la proyección UTM, huso 30N sobre el Elipsoide GRS80, correspondiente al sistema de referencia oficial ETRS89. En esta ventana también podemos cambiar el nombre de la vista (p.ej. por «Ejemplo cliente pesado»).

⁶¹ <http://www.gvsig.com/es/productos>

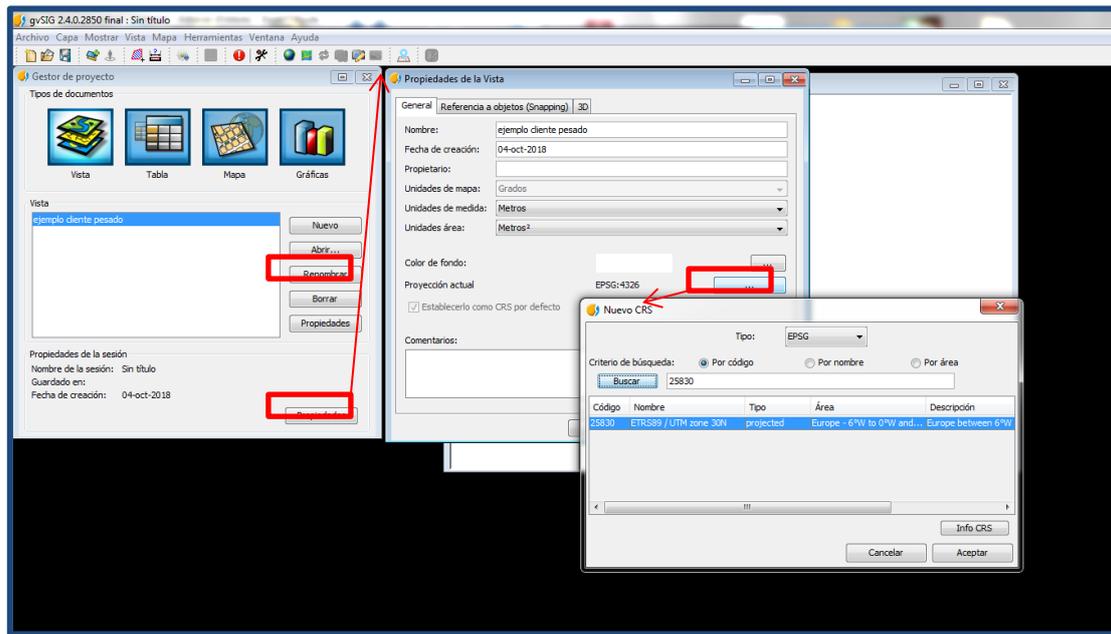


Figura 16.25.- A la izquierda una vista disponible y seleccionada con las posibles opciones de trabajo (Abrir, Renombrar...). A la derecha sus propiedades con la opción de cambiar el sistema de referencia desplegada.

Una vez realizados los cambios de las propiedades, y confirmados, se podrá abrir la vista (botón «ABRIR» de la figura 16.25), con lo que, tras maximizarla, se obtiene una vista vacía como la presentada en la figura 16.26.

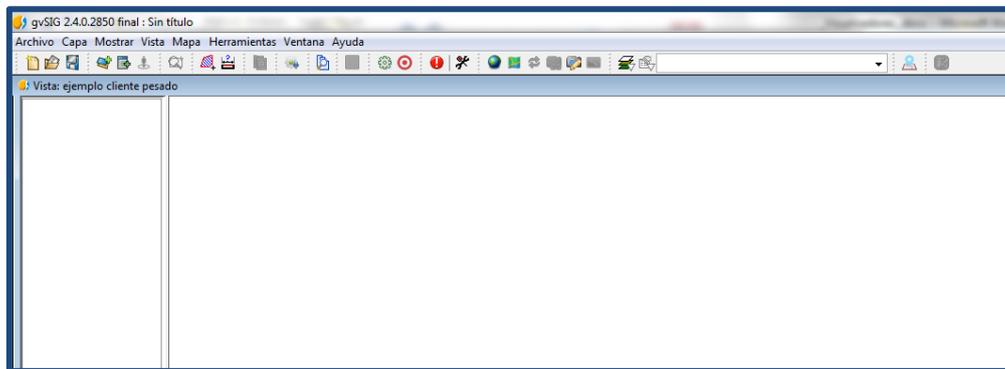


Figura 16.26.- Ejemplo de vista vacía

Estando activa la ventana de Vista (cabecera en azul) podremos acceder al menú desplegable principal, según la siguiente secuencia: Vista>Añadir Capa. Con ello aparecerá la ventana de gestión de «Añadir Capa», donde se podrá seleccionar la pestaña correspondiente a WMS. Como se puede observar en la figura 16.28 también hay pestañas para otros servicios OGC (WMTS, WFS y WCS) y para otros servicios como WebMaps que permite conectarse a mapas de Google o Bing.

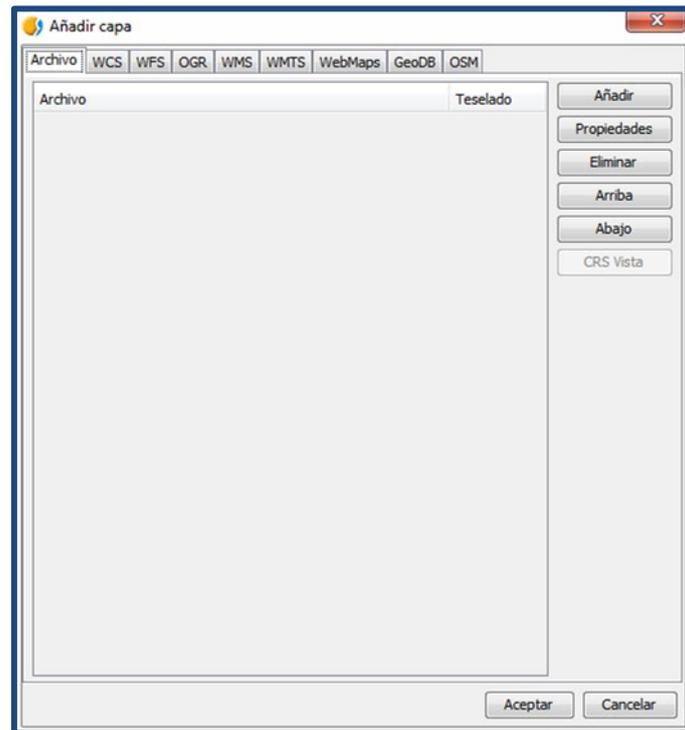


Figura 16.27.- Ventana de añadir capa con la opción WMS seleccionada

Para acceder a un servicio WMS primeramente debemos saber su URL. Para esto el directorio de servicios de la IDEE⁶² es una referencia adecuada. En este ejemplo consideraremos de interés el servicio de visualización WMS del Mapa Base de España⁶³ del SCNE⁶⁴.

```
http://www.ign.es/wms-inspire/ign-
base?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0
```

Los pasos para cargarlos en gvSIG son:

- Ingresar el nombre en la caja de textos que se titula «Servidor» (figura 16.28.a). Pulsar el botón «Conectar».
- Si la conexión es exitosa aparecerá un comentario en la caja de textos de descripción (figura 16. 28.b) indicándose al pie la versión del servicio WMS que se ofrece. En nuestro caso WMS 1.3.0. A continuación pulsaremos el botón de siguiente y aparecerán un conjunto de pestañas por las que se podrá ir pasando e introduciendo los parámetros adecuados.
- La primera pestaña es de información (figura 16. 28.c), para avanzar pulsaremos «Siguiente».

⁶² http://www.idee.es/CatalogoServicios/CatServ/directorio_servicios.html

⁶³ <http://www.ign.es/wms-inspire/ign-base?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0>

⁶⁴ <http://www.scne.es/>

- La pestaña «Capas» presenta la estructura de capas que componen el servicio. Las capas del WMS a cargar aparecen con el icono «[ícono]» a su izquierda. Las capas se pueden elegir individualmente o de manera agrupada. El gestor también permite mantener la estructura de las capas. Se puede elegir una o todas ellas, para ello basta con seleccionarla (se pondrá en azul) y dar al botón de «Añadir». De esta forma la capa seleccionada para al cuadro de elementos seleccionados. Una vez las capas están en el cuadro de selección, se puede cambiar el orden de las mismas seleccionándolas y usando las flechas de la derecha para subirlas o bajarlas (figura 16. 28.d).
- La pestaña «ESTILOS» permite seleccionar una opción del conjunto de opciones de visualización que se han establecido para las capas. En nuestro caso se realiza la selección indicada en la figura 16. 28.e.
- La pestaña «FORMATOS» es la siguiente que se habilita para que seleccionemos nuestra preferencia. En ella se ha de elegir el formato de la imagen que se nos va a servir y el SRS. En nuestro caso se realiza la selección indicada en la figura 16. 28.f.

Tras ir navegando pestaña a pestaña y hacer establecer las opciones pulsaremos el botón «ACEPTAR» obteniendo el resultado que se muestra en la figura 16.29.

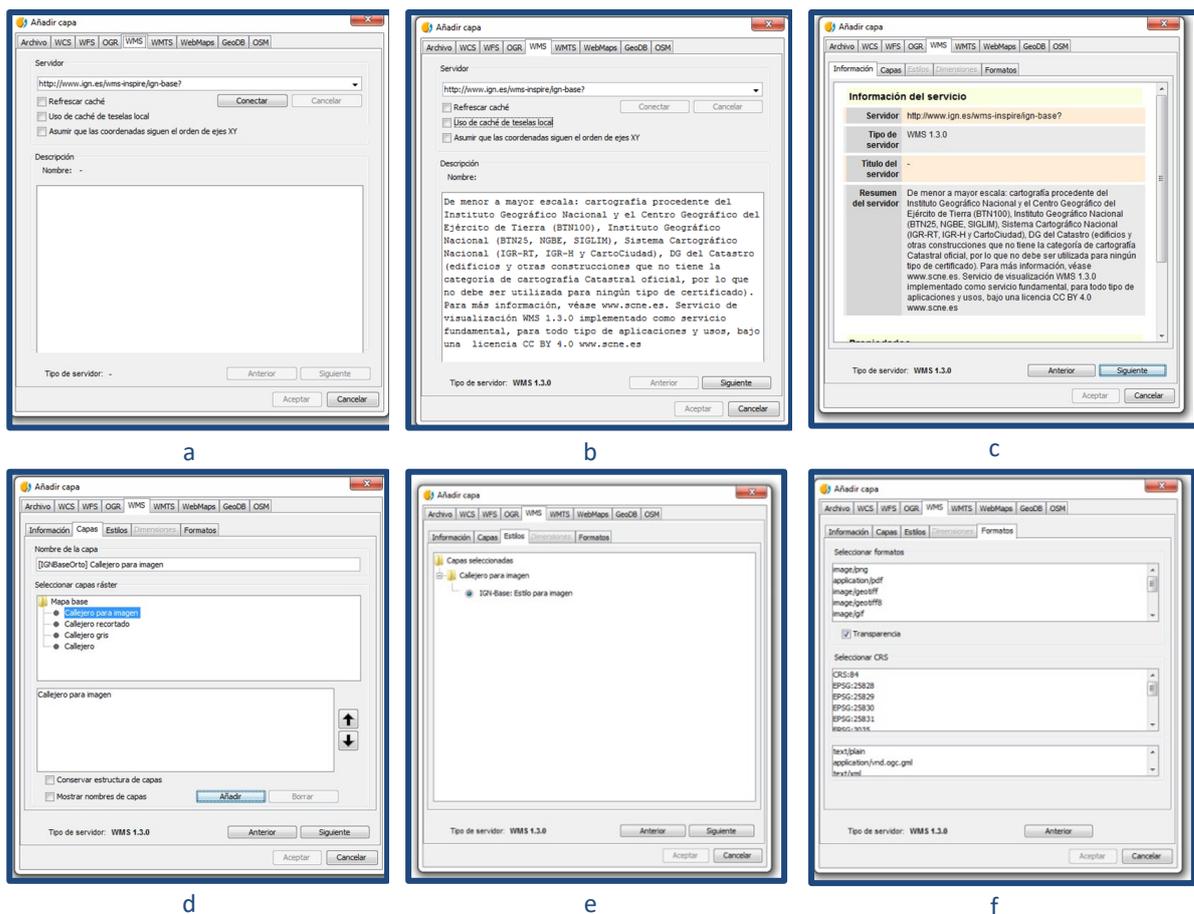


Figura 16. 28.- Secuencia para añadir un servicio WMS en gvSIG

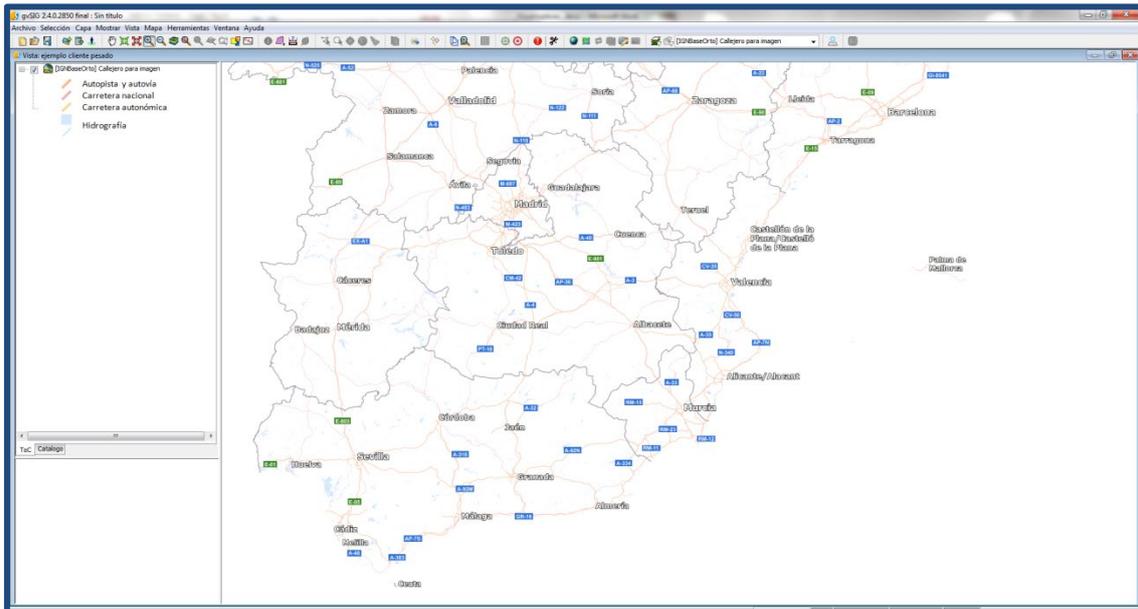


Figura 16.29.- Resultado de cargar en gvSIG el servicio WMS del Mapa Base de España del Sistema Cartográfico Nacional de España⁶⁵.

Una vez se cargan todos los servicios en la herramienta SIG éstos se pueden gestionar, en parte, como capas locales del SIG. Así, se puede cambiar el orden de representación en la vista por medio de su posición en la tabla de contenidos. Para el caso de gvSIG también se puede retocar el nivel de transparencia del ráster (bien de la capa o de valores concretos de píxeles), establecer rangos de escalas de visualización, etc.,

Como se ha comentado para QGIS la visualización estará sujeta al rango de escalas definido para las capas en el servidor de los datos originales, y si el servicio admite *GetFeatureInfo*, incluso realizar consultas.

16.6. CONCLUSIONES

En este capítulo se han mostrado dos opciones basadas en la arquitectura cliente-servidor para visualizar servicios IDE, a través de clientes ligeros y pesados. El uso de clientes ligeros para la visualización de información geográfica permite la integración de servicios de visualización IDE sobre navegadores web, lo que supone una gran oportunidad para la difusión de estos servicios en ámbitos generales. El uso de clientes pesados puede ser de gran interés para aquellas personas que trabajan en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o con globos virtuales y requieran cierto grado de análisis o procesamiento de los datos.

Un visualizador de mapas es una aplicación que permite la visualización, consulta y análisis de información geográfica, fundamentalmente, a través de servicios web implementados según los estándares de la OGC.

⁶⁵ <http://www.scne.es/>

Los visualizadores deberían ser tan generales, flexibles, versátiles, universales, abiertos, usables y seguir los estándares establecidos, de tal manera que la interfaz de comunicación entre el cliente-servidor sea conforme con las especificaciones de OGC. De tal manera que se garantice la interoperabilidad y se maximice el número de desarrolladores y usuarios.

Los clientes ligeros para la visualización de IG procedente de servicios IDE funcionan gracias a la interacción un navegador web en la parte cliente, una API en la parte servidora, un documento HTML o página web contenedora de la visualización y programación JavaScript. A día de hoy existen muchas alternativas que facilitan el desarrollo de estos clientes. Hoy en día, existen muchas opciones como por ejemplo Openlayers, Leaflet, MapBender, MapFish, CARTO.js, Google Maps API, ArcGIS Viewer for Flex, etc. En este capítulo se han tratado Open Layers y Leaflet, ya que, consideramos que son las API para clientes de mapas *open source*, más populares y utilizadas.

Finalmente, respecto a los clientes pesados, también existen hoy en día múltiples alternativas, ya que, la mayoría de los programas SIG actuales, tanto propietarios como libres (p.ej. QGIS, ArcGIS, Geomedia, Kosmo, etc.) incluyen capacidades de añadir clientes WMS. En este capítulo se han mostrado ejemplos de visualización de servicios WMS en gvSIG y QGIS.

La decisión de qué herramienta utilizar, entre las múltiples disponibles hoy en día, deberá tomarse basándose en las funcionalidades disponibles, la posibilidad o no de programación e, incluso, la documentación y la comunidad de desarrolladores y usuarios existente.

16.7. REFERENCIAS

Ariza López, F.J. (2001). Sistemas de Información Geográfica e Internet. Apuntes de IGC, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Jaén.

Ariza López, F.J. (2014). Visualizadores para IDE. En Iniesto, M y Nuñez, A. (2014): Introducción a las Infraestructuras Espaciales. Centro Nacional de Información Geográfica, pp. 353-395.

gvSIG, 2016. Manual de usuario GVSIG 2.3. Conselleria de Infraestructuras y Transporte, Generalitat Valenciana. PDF accesible vía:

<http://downloads.gvsig.org/download/web/es/build/html/downloads/gvsig-2.3.0-doc-1.0.0-es.pdf>

Foote, K.E.; Irvan, A.P. (1997). *WebGIS. NCGIA Core Curriculum in GIScience*. University of California, Santa Barbara.

Fu, P., Sun, J. (2010). *Web GIS: Principles and Applications*. ESRI Press.

Hazard, E. (2011). *OpenLayers 2.10 Beginner's Guide*. Packt Publishing.

Morales, A. (2018). Cómo crear un mapa con Leafle. MappingGIS. Accesible vía: <https://mappinggis.com/2013/06/como-crear-un-mapa-con-leaflet/>

Rodríguez, A. F., Abad, P., Sánchez, A, González, C., Soteres, C., Juanatey, M., Potti, H. y Fernández, X. (2009). Propuestas para aumentar la interoperabilidad de

geoportales y visualizadores. VI Jornadas Técnicas de la IDE de España – JIDEE 2009. Murcia, 4 – 6 / 11 /2009.

[http://www.ideo.es/resources/presentaciones/GTIDEE Murcia 2009/ARTICULO S_JIDEE2009/Articulo-65.pdf](http://www.ideo.es/resources/presentaciones/GTIDEE_Murcia_2009/ARTICULO_S_JIDEE2009/Articulo-65.pdf)

Taylor, G.E.; Fairbairn, D.J.; Parsley, S. (1996). Multimedia and Virtual Reality. NCGIA Core Curriculum in GIScience. University of California, Santa Barbara.

Yeung, A.K. (1999). World Wide Web Basics. NCGIA Core Curriculum in GIScience. University of California, Santa Barbara.

**«Para conocer
un objeto no
debo conocer
sus propiedades
externas,
sino todas sus
propiedades
internas»**

*Alex Ludwig Wittgenstein
(Tractatus logicus-
philosophicus, 1917)*

Web Feature Service (WFS)

*Coll Aliaga, Eloína y Martínez Llario, José Carlos
Universitat Politècnica de València*

Capítulo

17

Contenido

| | | |
|--------|---|-----|
| 17.1. | INTRODUCCIÓN | 491 |
| 17.2. | OPERACIONES DEL SERVICIO WFS..... | 492 |
| 17.3. | TIPOS DE SERVIDORES WFS SEGÚN FUNCIONALIDAD | 492 |
| 17.4. | PARÁMETROS COMUNES A TODAS LAS OPERACIONES..... | 494 |
| 17.5. | OPERACIÓN GETCAPABILITIES..... | 497 |
| | 17.5.1. Parámetros de la operación GetCapabilities | 498 |
| | 17.5.2. Respuesta de la operación GetCapabilities | 499 |
| 17.6. | OPERACIÓN DESCRIBEFEATURETYPE | 505 |
| | 17.6.1. Respuesta de la operación DescribeFeatureType | 506 |
| 17.7. | OPERACIÓN GETFEATURE | 509 |
| | 17.7.1. Expresiones de consultas a medida (ad hoc queries)..... | 509 |
| | 17.7.2. Expresiones de consultas almacenadas (stored queries) | 511 |
| | 17.7.3. Respuesta de la operación GetFeature | 511 |
| | 17.7.4. Otras consultas GetFeature..... | 516 |
| 17.8. | OPERACIÓN GETPROPERTYVALUE..... | 519 |
| | 17.8.1. Uso del parámetro valueReference | 520 |
| | 17.8.2. Respuesta de la operación GetPropertyValue | 520 |
| 17.9. | OPERACIONES DE BLOQUEO..... | 521 |
| | 17.9.1. Operación GetFeatureWithLock..... | 522 |
| | 17.9.2. Operación LockFeature | 524 |
| 17.10. | CONSULTAS ALMACENADAS (STORED QUERIES)..... | 524 |
| | 17.10.1. Operación ListStoredQueries..... | 525 |
| | 17.10.2. Respuesta de la operación ListStoredQueries | 525 |
| | 17.10.3. Operación DescribeStoredQueries | 527 |
| | 17.10.4. Respuesta de la operación DescribeStoredQueries..... | 527 |
| | 17.10.5. Operación CreateStoredQuery | 529 |
| | 17.10.6. Respuesta de la operación CreateStoredQuery..... | 531 |
| | 17.10.7. Operación DropStoredQuery | 532 |
| | 17.10.8. Respuesta de la operación CreateStoredQuery..... | 532 |
| 17.11. | TRANSACCIONES (TRANSACTION)..... | 533 |
| 17.12. | CONCLUSIONES..... | 534 |
| 17.13. | REFERENCIAS..... | 534 |

17.1. INTRODUCCIÓN

El **Servicio Web de Objetos Geográficos** (WFS, *Web Feature Service*) supone una nueva concepción en la forma en que se crean, se modifican y se intercambian los objetos geográficos vectoriales a través de Internet. Frente al paradigma de compartir y descargar la información geográfica fichero a fichero –como ocurre, por ejemplo, con el protocolo FTP (*File Transfer Protocol*).

Un servicio WFS ofrece un acceso directo a la información geográfica en su nivel más básico. Es decir, accediendo a los propios datos contenidos en el repositorio de información, ya sea mediante un acceso individual a un **objeto geográfico** determinado, o mediante el acceso a un conjunto de objetos que cumplen una condición determinada, a través de la pertinente solicitud de filtrado, pero siempre en un número limitado.

«**Objeto geográfico**» es la traducción oficial y normalizada del inglés *feature*¹ en el contexto de la familia de normas ISO 19100 de información geográfica. Dicha traducción fue aprobada en el año 2013 por Comité Técnico de Normalización 148 de AENOR titulado «Información Geográfica Digital»

La gran versatilidad de un servicio WFS radica en que se accede a los datos de forma individual, objeto a objeto geográfico. Éstos pueden descargarse, analizarse y combinarse con otros datos, sin que sea preciso acceder y descargar toda la capa que los contiene. Se accede solamente a los objetos geográficos que el usuario desee. Debe prestarse atención a que no es un servicio pensado para la descarga masiva de información, sino para el análisis y edición de objetos geográficos individuales (versión transaccional).

Una diferencia importante entre el *Web Map Service* (WMS) y el *Web Feature Service* (WFS) es que en el primero, el envío y recepción de información geográfica se realiza después de que los datos se hayan simbolizado para formar una imagen digital, que en el contexto de los estándares OGC, se denomina *mapa*. Por su parte, WFS hace uso de los objetos geográficos tal y como son, con sus geometrías y sus atributos, para que el usuario pueda utilizarlos a nivel de primitiva vectorial según sus necesidades.

La utilidad del *Web Feature Service*: permite que los clientes accedan a los objetos geográficos que se solicitan uno a uno o en pequeños grupos, lo que permite realizar análisis complejos en remoto. Además, si el WFS es transaccional (WFS-T), es posible editar esos objetos y guardar la versión modificada en la base de datos o sistema de ficheros sobre el que funciona el servicio.

Resulta una mejora frente a obtener el fichero (o capa) que contiene el conjunto de datos que el usuario solicita, pues se centra en lo que el usuario requiere de forma individual, sin necesidad de acceder al resto de la capa si no es necesario.

¹ Originalmente la palabra *Feature* se tradujo como Fenómeno. Traducción que fue aceptada temporalmente en España y otros países latinoamericanos y que incluso formó parte de la traducción oficial de la norma ISO 19142:2010 publicada por AENOR por lo cual no es extraño aún que en la literatura pueda aparecer la palabra fenómeno. <http://blog-idee.blogspot.com.es/2013/12/del-fenomeno-al-objeto-geografico.html>

La versión del estándar estudiada en este capítulo es la 2.0.0 con algunas notas respecto a la versión 2.0.2 que es simplemente una pequeña actualización.

17.2. OPERACIONES DEL SERVICIO WFS

De la misma manera que el servicio WMS dispone de las operaciones *GetCapabilities*, *GetMap* y *GetFeatureInfo* el servicio WFS también dispone de una serie de operaciones mayor en número, ya que es un servicio más complejo.

Según el estándar WFS 2.0.0 las operaciones son las siguientes:

- Las operaciones de **localización** (*discovery operations*) permiten que el servicio sea interrogado para determinar cuáles son sus capacidades y recuperar el esquema de aplicación que define aquellos tipos de objetos geográficos que se ofrecen. Son las operaciones: *GetCapabilities* y *DescribeFeatureType*.
- Las operaciones de **consulta** (*query operations*) permiten recuperar los objetos geográficos, así como las propiedades a ellos asociadas. Son las operaciones: *GetPropertyValue*, *GetFeature*, *GetFeatureWithLock*.
- Las operaciones de **bloqueo** (*locking operations*) permiten un acceso exclusivo a los objetos geográficos con el propósito de modificarlos o borrarlos. Son las operaciones: *GetFeatureWithLock* y *LockFeature*.
- La operación de **transacción** (*transaction operations*) permite crear, cambiar, reemplazar o borrar objetos geográficos de un contenedor de datos. Es la operación: *Transaction*.

Las operaciones de **consultas almacenadas** (*stored query operations*) permiten que el cliente cree, descargue, liste y describa expresiones parametrizadas de búsqueda, que han sido guardadas por el servidor y que pueden ser invocadas de forma repetida. Estas operaciones no existían en versiones anteriores a WFS 2.0.0. Son las operaciones: *CreateStoredQuery*, *DropStoredQuery*, *ListStoredQueries* y *DescribeStoredQueries*.

17.3. TIPOS DE SERVIDORES WFS SEGÚN FUNCIONALIDAD

No todos los servidores WFS soportan todas las operaciones. Los servicios WFS se clasifican en 4 clases en función de las operaciones que soporten. La única clase obligatoria es “WFS Simple”, las demás clases y por tanto sus operaciones son opcionales.

Tabla 17.1 – Clases de servicios WFS

| Clase de servidor WFS | Operaciones soportadas |
|-----------------------|---|
| WFS Simple | <i>GetCapabilities</i> , <i>DescribeFeatureType</i> , <i>ListStoredQueries</i> , <i>DescribeStoredQueries</i> , <i>GetFeature</i> (solo con la acción <i>StoredQuery</i>). Además el servidor debe ofrecer al menos una consulta almacenada que devuelva un objeto geográfico por su ID. |

| | |
|--------------------------|---|
| WFS Básico | Soporta todas las operaciones de Simple WFS más <i>GetFeature</i> (añade la acción <i>Query</i> y <i>GetPropertyValue</i>). |
| WFS Transaccional | Soporta todas las operaciones de WFS básico e implementa la operación <i>Transaction</i> . |
| WFS de Bloqueo | Soporta todas las operaciones del WFS Transaccional e implementa al menos una de las operaciones <i>GetFeatureWithLock</i> o <i>LockFeature</i> . |

Tabla 17.2. Operaciones del servicio WFS versión 2.0.0

| Operación | Descripción |
|--|--|
| GetCapabilities | Devuelve el documento de capacidades (XML) del servidor que contiene una lista de las operaciones y parámetros admitidos, así como una lista de los conjuntos de datos (<i>FeatureType</i>) disponibles. |
| DescribeFeatureType | Devuelve un esquema XSD con información de un conjunto de datos (<i>FeatureType</i>) y sus atributos. |
| GetFeature | Devuelve los objetos geográficos solicitados, incluyendo geometría y atributos. |
| GetPropertyValue | Permite obtener el valor de un atributo de un objeto geográfico y poder recuperar información sin la necesidad de obtener también su geometría o resto de atributos. |
| GetFeatureWithLock | Esta operación es similar a la <i>GetFeature</i> , excepto que permite indicar a un servicio WFS que intente bloquear las entidades seleccionadas para que no puedan ser editadas. |
| LockFeature | Bloquea un objeto geográfico para que no pueda ser editado. |
| Transaction | Permite editar objetos geográficos (crear, borrar y modificar) mediante una transacción. |
| CreateStoredQuery DropStoredQuery ListStoredQueries DescribeStoredQueries | Respectivamente Crea, Borra, Lista y Describe las consultas almacenadas en el servidor. |

Al igual que otros servicios como el servicio de visualización WMS, se definen dos métodos para codificar las peticiones WFS. El primero emplea XML como lenguaje de codificación. El segundo emplea pares clave-valor (KVP) para codificar los diferentes parámetros de una petición.

Todas las operaciones WFS menos las operaciones *Transaction* y *CreateStoredQuery* se pueden invocar utilizando HTTP GET (codificadas con parámetros KVP). Todas las operaciones soportan HTTP POST (codificadas en XML).

17.4. PARÁMETROS COMUNES A TODAS LAS OPERACIONES

Antes de definir cada una de las operaciones WFS (*GetCapabilities*, *DescribeFeatureType*, etc.) vamos a definir un conjunto de parámetros que se utilizan de forma común en más de una operación.

La primera columna de las tablas 17.3, 17.4 y 17.5 muestra el nombre de estos parámetros. En codificación KVP por convención general los nombres de **los parámetros se ponen en mayúsculas en las peticiones HTTP GET**, mientras que si utilizamos codificación XML por ser etiquetas, hay que respetar sus nombres y son los que se indican en las tablas.

De esta forma las tablas 17.3 y 17.4 muestran un conjunto de parámetros que se pueden utilizar en cualquier operación WFS.

Tabla 17.3. Parámetros comunes a todas las peticiones

| Parámetro | O/OP ^a | Descripción |
|--------------------|--|--|
| version | O (menos en la petición GetCapabilities que es opcional) | Versión de la especificación OGC. |
| service=WFS | O | Tipo de servicio. |
| request | O | Nombre de la petición. |
| handle | OP | Solo existe en codificación XML. Permite asociar un nemotécnico a la petición. |

^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional

Tabla 17.4. Parámetros adicionales a todas las peticiones

| Parámetro | O/OP ^a | Descripción |
|--------------------------------------|-------------------|---|
| namespaces | OP | Permite indicar el espacio de nombres y sus prefijos. El formato debe ser <i>xmlns (prefijoespacionombres, url_identificativa)</i> . Si se especifica más de un espacio de nombres, se separan por comas. Este parámetro no está definido si se usa codificación XML, ya que los espacios de nombres se especifican directamente en el código. |
| Parámetros Específicos (VSPs) | OP | Las implementaciones de servidor (GeoServer, Mapserver, etc.) pueden añadir parámetros específicos (llamados VSP), que no forman parte del estándar, y que ayudan a mejorar ciertos procedimientos del estándar. El programa puede elegir mostrar dichos parámetros en el documento de capacidades. |

^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional

En la tabla 17.5 se muestran los llamados **parámetros de presentación estándar** aplicables a **solo** algunas operaciones WFS y que definen el número de objetos gráficos devueltos, su formato de salida, etc.

Tabla 17.5. Parámetros de presentación estándar

| Parámetro (operaciones aplicables) | O/OP ^a | Valor defecto | Descripción |
|--|-------------------|--|--|
| startIndex (<i>GetPropertyValue</i> , <i>GetFeature</i> , <i>GetFeatureWithLock</i>) | OP | 1 | Ante consultas que generan muchos resultados puede resultar conveniente paginar o generar ventanas con las respuestas. Este parámetro indica el ordinal a partir del cual el servidor genera los objetos geográficos de la respuesta a la consulta. |
| count (<i>GetPropertyValue</i> , <i>GetFeature</i> , <i>GetFeatureWithLock</i>) | OP | Si no se especifica devuelve todos los objetos | Limita el número de objetos geográficos que se desean obtener en una consulta (sin tener en cuenta objetos geográficos que puedan estar anidados). El servidor debe advertir del límite de instancias a devolver en una consulta si lo posee. |
| outputFormat (<i>DescribeFeatureType</i> , <i>GetPropertyValue</i> , <i>GetFeature</i> , <i>GetFeatureWithLock</i>) | OP | application/ gml+xml ; versión=3.2 | Define el formato de salida de los objetos geográficos y/o sus atributos de la consulta. Permite otros formatos de salida siempre y cuando aparezcan en el documento de capacidades. |
| resultType (<i>GetPropertyValue</i> , <i>GetFeature</i> , <i>GetFeatureWithLock</i>) | OP | results | Selecciona el tipo de respuesta esperado del servidor Si toma el valor <i>hits</i> devuelve un valor que indica el número total de objetos geográficos encontrados que satisfacen la consulta. Si toma el valor <i>results</i> devuelve los objetos geográficos que cumplen la consulta. |
| ^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional | | | |

Los servidores pueden opcionalmente implementar la capacidad de resolver, bajo demanda, referencias de recursos remotos, por ejemplo URLs (*xlink:href*) como enlaces dentro de un objeto geográfico, y en el caso de soportar esta capacidad lo deben indicar empleando la restricción *ImplementsRemoteResolver* en el documento de capacidades. Los parámetros que definen como se resuelven las referencias a estos recursos remotos se llaman **Parámetros de resolución estándar de referencias** y aparecen en la siguiente tabla.

Ejemplo: si una petición *GetFeature* devuelve un documento GML que contiene un objeto geográfico que representa los límites de una Comunidad Autónoma, puede que en ese mismo objeto haya referencias a otros objetos geográficos que forman las provincias de la Comunidad. En ese caso, esas referencias (rutas URL locales o externas) se pueden resolver de forma que en el GML aparezca incrustado directamente el código GML de dichas provincias.

Tabla 17. 6. Parámetros de resolución estándar de referencias

| Parámetro (operaciones aplicables) | O/OP ^a | Valor defecto | Descripción |
|---------------------------------------|-------------------|---------------|--|
| resolve | OP | None | Selecciona el modo de resolver las referencias a |

| | | | |
|--|----|----------------------|---|
| (<i>GetPropertyValue</i> , <i>GetFeature</i> , <i>GetFeatureWithLock</i>) | | | <p>recursos. Los posibles valores son:</p> <p>Local: la operación debe resolver sólo referencias locales.</p> <p>Remote: la operación deber resolver sólo referencias de recursos remotos.</p> <p>All: la operación debe resolver todas las referencias de recursos.</p> <p>None: significa que la operación no debe resolver ninguna referencia a recursos.</p> <p>El servidor indica en las capacidades cuales de los modos de resolución soporta.</p> |
| resolveDepth (<i>GetPropertyValue</i> , <i>GetFeature</i> , <i>GetFeatureWithLock</i>) | OP | * | <p>Define el máximo nivel de profundidad para la resolución de referencias a recursos. El rango de valores válidos para este parámetro consiste en enteros no negativos más el símbolo "**". El servidor debe ignorar cualquier valor especificado para el parámetro <i>resolveDepth</i>, si el valor del parámetro <i>resolve</i> es <i>none</i>.</p> <p>Si el valor de <i>resolveDepth</i> es '0', el servidor no debe resolver las referencias a recursos.</p> <p>Si es '1' el servidor debe resolver las referencias a recursos inmediatas e incluirá su valor en el documento de respuesta.</p> <p>Si es '**' el servidor debe resolver todas las referencias a recursos inmediatas así como las anidadas.</p> |
| resolveTimeout (<i>GetPropertyValue</i> , <i>GetFeature</i> , <i>GetFeatureWithLock</i>) | OP | Depende del servidor | <p>Limita el tiempo de espera a la respuesta del servidor cuando ha de resolver referencias a recursos. Indica el tiempo de expiración en segundos.</p> <p>Si no se especifica ningún valor para el parámetro <i>resolveTimeout</i>, el tiempo de espera de un servidor dependerá de la implementación y debe indicarse en el archivo de capacidades empleando la restricción <i>ResolveTimeoutDefault</i>.</p> <p>Si el valor del parámetro <i>resolve</i> es <i>none</i>, el servidor debe ignorar cualquier valor especificado para el parámetro <i>resolveTimeout</i>,</p> |
| <p>^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional</p> | | | |

Por último, existen dos parámetros específicos para la operación *Transaction*: *srsName* e *inputFormat* (solo en codificación XML), ya que para la operación *transaction* no se especifica codificación KVP. Aunque no se va a realizar ningún ejemplo en este capítulo de estos parámetros, la tabla 17.7 muestra un resumen de ellos.

Tabla 17.7. Parámetros XML de la entrada estándar

| Parámetro (operaciones aplicables) | O/OP ^a | Valor por defecto | Descripción |
|--|-------------------|---|---|
| srsName (<i>Transaction</i>) | OP | Elemento <i>wfs:DefaultCRS</i> del documento de capacidades | Sistema de referencia de las entidades de entrada de la operación insertar, actualizar y reemplazar. |
| inputFormat (<i>Transaction</i>) | O | "application/gml+xml; version=3.2" | Indica la codificación de la entidad geográfica de entrada en la operación de inserción, actualización o reemplazo. El servidor puede permitir otros formatos de entrada distintos a GML 3.2, incluidas versiones anteriores de GML, siempre |

| | | | |
|---|--|--|--|
| | | | que se indique en el documento de capacidades. |
| ^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional | | | |

17.5. OPERACIÓN GETCAPABILITIES

La operación *GetCapabilities* devuelve un fichero XML (documento de capacidades) con información general e información específica del servicio WFS, como por ejemplo el autor o puntos de contacto del servicio, los sistemas de referencia que soporta, los formatos de salida de la imagen, los objetos geográficos que contiene y qué operaciones soporta para cada tipo de entidad.

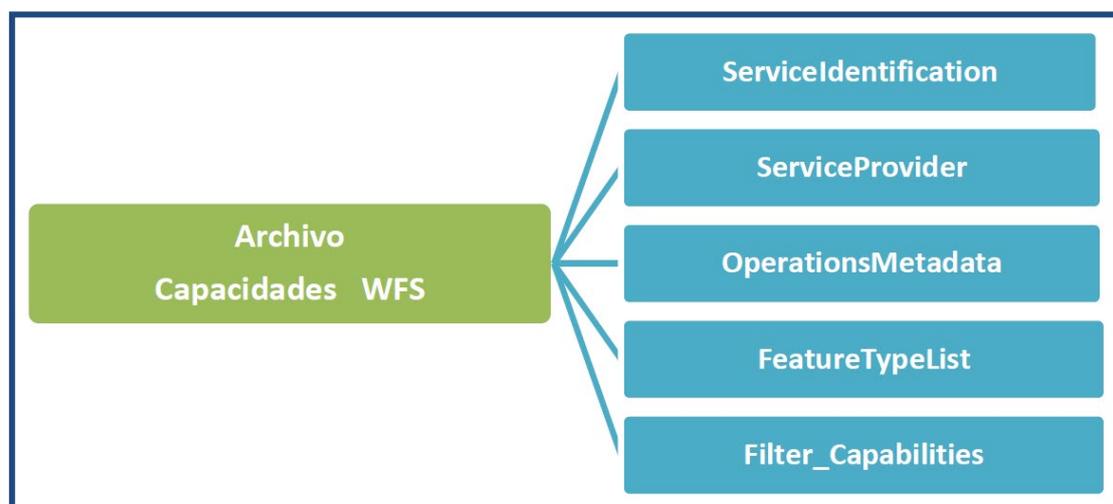


Figura 17.1. Diagrama del documento de capacidades WFS (fuente: IGN).

El contenido de la respuesta del fichero XML se estructura en los siguientes bloques:

- Identificación del servicio** (*ServiceIdentification*). Esta sección contiene la información básica relativa al título, resumen, palabras clave, tasas aplicables, etc. El elemento *ServiceType* indica la versión de WFS soportada.
- Identificación del proveedor del servicio** (*ServiceProvider*). Proporciona los datos de contacto de la institución/compañía que gestiona el servidor WFS, incluyendo teléfonos, sitio web, email, etc.
- Metadatos de las operaciones** (*OperationsMetadata*). Lista las operaciones que son reconocidas por el servidor y los parámetros de cada una de ellas. No es necesario que todas ellas estén en uso en ese momento.
- Lista con los tipos de objetos geográficos** (*FeatureTypeList*). Se muestran los tipos de objeto geográfico existentes. Se realiza mediante una lista con la forma *namespace:featuretype*. También se describen los Sistemas de Referencia de Coordenadas (CRS) por defecto, junto con las coordenadas de los límites de zona (*Bounding Box*) para cada CRS.
- Filtros disponibles** (*Filter_Capabilities*). Esta sección lista los filtros disponibles para solicitar datos. Entre ellos, los operadores espaciales

(*SpatialOperators*) o de comparación (*ComparisonOperators*).

17.5.1. Parámetros de la operación *GetCapabilities*

El estándar WFS indica que los servidores han de soportar la invocación de esta operación mediante el método GET codificando los parámetros en formato KVP y opcionalmente implementar el método POST con codificación XML.

El protocolo WFS se apoya a su vez en otro estándar del OGC para definir algunos parámetros que son compartidos por otros protocolos como WMS, WCS, etc. En este caso la versión 2.0.0 del protocolo WFS se apoya en la versión 1.1.0 del estándar “*OGC Web Services Common Specification*”.

Tabla 17.8. Principales parámetros de la operación *GetCapabilities*

| Parámetros más importantes | O/OP ^a | Descripción |
|--------------------------------|-------------------|---|
| version=2.0.0 | OP | Versión de la especificación. |
| service=WFS | O | Tipo de servicio. |
| request=GetCapabilities | O | Nombre de la operación. |
| acceptFormats | OP | Sirve para especificar el formato de salida del documento de capacidades. Si no se especifica o no está soportado por el servidor, se devuelve el documento de capacidades en formato “text/xml”. |
| sections | OP | Sirve para seleccionar la sección o secciones que se quieren obtener: <i>ServiceIdentification, ServiceProvider, OperationsMetadata, Contents, All, FeatureTypeList, Filter_Capabilities</i> Si no se especifica o no está soportado por el servidor, la petición devuelve el documento de capacidades entero. |
| updateSequence | OP | Cada vez que se realiza un cambio en el documento de capacidades el número <i>updateSequence</i> se incrementa. Mediante este parámetro se puede seleccionar la versión de un documento de capacidades en concreto. Si no se especifica o no está soportado por el servidor, se devuelve el documento de capacidades último. |

^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional

Ejemplo. Para realizar una operación *GetCapabilities* a un servicio de descarga, WFS, el cliente puede lanzar la siguiente operación en codificación KVP con un mínimo de parámetros:

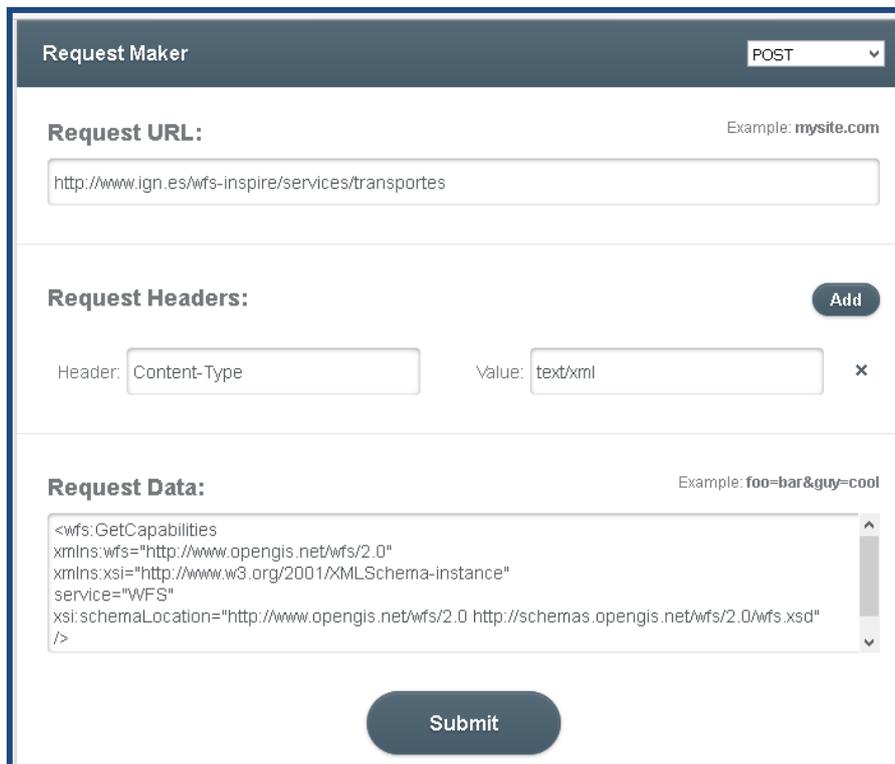
<https://servicios.idee.es/wfs-inspire/transportes?request=GetCapabilities&service=WFS>

Al no especificar al parámetro *Version*, el servidor asumirá que la versión del estándar es la más actual que tenga implementada. En este caso, es la 2.0.

Una petición HTTP POST con unos parámetros mínimos vendría codificada en XML como:

```
<wfs:GetCapabilities
  xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  service="WFS"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0
  http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd"
/>
```

Para realizar una petición POST podemos utilizar algún sitio web que permite realizar este tipo de peticiones como <http://requestmaker.com> o <https://www.hurl.it/>



The image shows a screenshot of the 'Request Maker' web application. At the top right, there is a dropdown menu set to 'POST'. Below this, the 'Request URL:' field contains 'http://www.ign.es/wfs-inspire/services/transportes'. The 'Request Headers:' section has an 'Add' button and one header entry: 'Content-Type' with a value of 'text/xml'. The 'Request Data:' field contains the XML payload: '<wfs:GetCapabilities xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" service="WFS" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0 http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd" />'. A 'Submit' button is located at the bottom center of the form.

Figura 17.2. Petición HTTP Post utilizando requestmaker.com.

17.5.2. Respuesta de la operación GetCapabilities

Como resultado obtendremos el documento XML que seguirá el esquema XML correspondiente a la versión de WFS devuelta por el servidor.

En la primera línea se puede ver como el identificador del espacio de nombres del esquema *xmlns:wfs* nos indica que el estándar utilizado es 2.0.0.

```

    <WFS_Capabilities xmlns="http://www.opengis.net/wfs/2.0" xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0"
    xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/1.1" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
    xmlns:fes="http://www.opengis.net/fes/2.0" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
    xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    version="2.0.0" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0
    http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd">
      <ows:ServiceIdentification>...</ows:ServiceIdentification>
      <ows:ServiceProvider>...</ows:ServiceProvider>
      <ows:OperationsMetadata>...</ows:OperationsMetadata>
      <FeatureTypeList>...</FeatureTypeList>
      <fes:Filter_Capabilities>...</fes:Filter_Capabilities>
    </WFS_Capabilities>
    
```

Figura 17.3. Documento de capacidades WFS 2.0 agrupado

En el documento de la figura 17.3 se puede ver las 5 secciones comentadas en el apartado 1.5: *ServiceIdentification*, *ServiceProvider*, *OperationsMetadata*, *FeatureTypeList*, *Filter_capabilities*.

A continuación se va a describir brevemente cada una de las secciones.

➤ **Sección de identificación del servicio**

```

    <WFS_Capabilities version="2.0.0" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0 http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd">
      <ows:ServiceIdentification>
        <ows:Title>Redes de transporte</ows:Title>
        <ows:Abstract>
          Red e Infraestructuras del Transporte del Sistema Cartográfico Nacional (www.scne.es). La Red de Transporte es una red lineal 3D de cobertura nacional definida y publicada en conformidad con la Directiva INSPIRE. Se compone de cinco modos de transporte: red viaria (que incluye la red de carreteras, red urbana y los caminos), red de transporte por raíl, red de transporte por vías navegables, red de transporte aéreo y red de transporte por cable, además de sus respectivas conexiones intermodales e infraestructuras asociadas. Se ha realizado a partir de la integración de datos de productos del IGN y de fuentes procedentes de la Administración General del Estado y de las Administraciones de determinadas Comunidades Autónomas: Comunitat Valenciana, Comunidades Autónomas de Andalucía, Comunidad Foral de Navarra y Eusko Jaurlaritza/Gobierno Vasco. Tal y como recoge la especificación de datos de Redes de Transporte de Inspire, los siguientes tipos de objetos geográficos no tienen geometría asociada y por tanto no pueden realizarse consultas por encuadre geográfico (BBOX): net:NetworkConnection (Conexión de redes), tn-a:AerodromeCategory (Categoría de aeródromo), tn-a:AerodromeType (Tipo de aeródromo), tn-a:ConditionOfAirFacility (Estado de la instalación aérea), tn-ra:NominalTrackGauge (Ancho de vía nominal), tn-ra:NumberOfTracks (Número de vías), tn-ra:RailwayElectrification (Electrificación de la vía férrea), tn-ra:RailwayLine (Línea ferroviaria), tn-ra:RailwayStationCode (Código de estación ferroviaria), tn-ra:RailwayUse (Uso ferroviario), tn-ro:ERoad (Carretera E), tn-ro:FormOfWay (Forma de vía), tn-ro:FunctionalRoadClass (Clase funcional de la carretera), tn-ro: NumberOfLanes (Número de carriles), tn-ro:Road (Carretera), tn-ro:RoadName (Nombre de carretera), tn-ro:RoadServiceType (Tipo de servicio de carretera), tn-ro:RoadSurfaceCategory (Categoría de superficie de la carretera), tn:AccessRestriction (Restricción de acceso), tn:ConditionOfFacility (Estado de la instalación), tn:MaintenanceAuthority (Autoridad de mantenimiento), tn:OwnerAuthority (Autoridad propietaria), tn:VerticalPosition (Posición vertical). Servicio de descarga Inspire de acceso directo conforme con ISO 19142 Web Feature Service e ISO 19143 Filter Encoding.
        </ows:Abstract>
        <ows:Keywords></ows:Keywords>
        <ows:Keywords></ows:Keywords>
        <ows:ServiceType codeSpace="http://www.opengis.net/wfs/2.0">WFS</ows:ServiceType>
        <ows:ServiceTypeVersion>2.0.0</ows:ServiceTypeVersion>
        <ows:ServiceTypeVersion>1.1.0</ows:ServiceTypeVersion>
        <ows:ServiceTypeVersion>1.0.0</ows:ServiceTypeVersion>
        <ows:Fees>No se aplican condiciones</ows:Fees>
        <ows:AccessConstraints>CC BY 4.0 scne.es</ows:AccessConstraints>
      </ows:ServiceIdentification>
    </WFS_Capabilities>
    
```

Figura 17.4. Sección de identificación del servicio de descarga de Redes de Transporte del SCNE. <https://servicios.idee.es/wfs-inspire/transportes?request=GetCapabilities&service=WFS>

Se puede apreciar la información identificativa del servicio WFS, como el título, el resumen, las palabras clave, las versiones soportadas por el servidor (2.0.0 y 1.1.0), o las restricciones de acceso proporcionada por una licencia estándar CC BY 4.0, que indica el reconocimiento de los datos del Sistema Cartográfico Nacional de España², SCNE.

² <http://www.scne.es>

➤ Sección de identificación del proveedor del servicio

En esta sección aparece la información de la institución/empresa que proporciona el servicio y sus datos de contacto.

```

<ows:ServiceProvider>
  <ows:ProviderName>Infraestructura de Datos Espaciales de España</ows:ProviderName>
  <ows:ProviderSite xlink:href="https://www.idee.es"/>
  -<ows:ServiceContact>
    <ows:PositionName>Punto de contacto</ows:PositionName>
    -<ows:ContactInfo>
      -<ows:Phone>
        <ows:Voice>+34 91 597 96 46</ows:Voice>
        <ows:Facsimile>+34 91 597 97 64</ows:Facsimile>
      </ows:Phone>
      -<ows:Address>
        <ows:DeliveryPoint>C/ General Ibáñez de Ibero, 3</ows:DeliveryPoint>
        <ows:City>Madrid</ows:City>
        <ows:AdministrativeArea>Madrid</ows:AdministrativeArea>
        <ows:PostalCode>28003</ows:PostalCode>
        <ows:Country>España</ows:Country>
        <ows:ElectronicMailAddress>ign@fomento.es</ows:ElectronicMailAddress>
      </ows:Address>
      <ows:OnlineResource xlink:href="https://www.ign.es"/>
    </ows:ContactInfo>
    <ows:Role>Punto de contacto</ows:Role>
  </ows:ServiceContact>
</ows:ServiceProvider>

```

Figura 17.5. Sección de identificación del servicio, el proveedor del servicio WFS.

➤ Sección de Metadatos de las operaciones

En esta sección se muestran las diferentes operaciones soportadas por el servidor WFS, sus parámetros y también las características.

Primero hay elementos *<Operation>* que describen las diferentes operaciones del servicio WFS y qué valores aceptan algunos de sus parámetros. Por ejemplo, la operación *GetCapabilities* es una operación del estándar y acepta el parámetro “Sections” con los valores indicados en *<AllowedValues>*. Las otras operaciones del estándar soportadas por este servicio WFS son: *DescribeFeatureType*, *ListStoredQueries*, *DescribeStoredQueries*, *GetFeature* y *GetPropertyValue*.

A continuación aparecen los parámetros *<Parameter>* donde se definen los valores que pueden tomar algunos parámetros que se utilizan en las operaciones. Por ejemplo, el parámetro *outputFormat* puede tomar los valores *text/xml*; *subtype=gml/3.2.1*, etc.

Seguidamente los elementos *<Constraint>* definen algunas características del servidor WFS. Por ejemplo, la restricción con nombre “*ImplementsTransactionalWFS*” toma un valor por defecto de *FALSE*, lo que indica que este servicio WFS no soporta el WFS transaccional.

Por último, se puede observar un elemento *<ExtendedCapabilities>* que se utiliza para agregar los metadatos de servicio, los idiomas en los que está disponible el documento de capacidades y el identificador del conjunto de datos espacial.

```
<ows:ExtendedCapabilities>
  <inspire_dls:ExtendedCapabilities xsi:schemaLocation="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/common/1.0 http://inspire.ec.europa.eu/schemas/common/1.0/common.xsd
    http://inspire.ec.europa.eu/schemas/inspire_dls/1.0 http://inspire.ec.europa.eu/schemas/inspire_dls/1.0/inspire_dls.xsd">
    <inspire_common:MetadataUrl>
      <inspire_common:URL>
        https://www.ideo.es/csw-inspire-idee/srv/spa/csw?Service=CSW&Request=GetRecordById&Version=2.0.2&id=spainwfs_IGR_Transporte&outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&elementSetName=full
      </inspire_common:URL>
      <inspire_common:MediaType>application/vnd.iso.19139+xml</inspire_common:MediaType>
    </inspire_common:MetadataUrl>
    <inspire_common:SupportedLanguages>
      <inspire_common:DefaultLanguage>
        <inspire_common:Language>spa</inspire_common:Language>
      </inspire_common:DefaultLanguage>
      <inspire_common:SupportedLanguage>
        <inspire_common:Language>eng</inspire_common:Language>
      </inspire_common:SupportedLanguage>
    </inspire_common:SupportedLanguages>
    <inspire_common:ResponseLanguage>
      <inspire_common:Language>spa</inspire_common:Language>
    </inspire_common:ResponseLanguage>
    <inspire_dls:SpatialDataSetIdentifier>
      <inspire_common:Code>igr_transporte</inspire_common:Code>
      <inspire_common:Namespace>SCNE</inspire_common:Namespace>
    </inspire_dls:SpatialDataSetIdentifier>
  </inspire_dls:ExtendedCapabilities>
</ows:ExtendedCapabilities>
```

Figura 17.6. Sección de <ExtendedCapabilities>

En este caso, los metadatos de servicio del WMTS están descritos a través del enlace directo de fichero de metadatos, operación *GetRecordById* del CSW, cuyo identificador del fichero de metadatos es «spainwfs_IGR_Transporte».

https://www.ideo.es/csw-inspire-idee/srv/spa/csw?Service=CSW&Request=GetRecordById&Version=2.0.2&id=spainwfs_IGR_Transporte&outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&elementSetName=full

Y el documento de capacidades está disponible en los siguientes idiomas:

Español:

<https://servicios.ideo.es/wfs-inspire/transportes?request=GetCapabilities&service=WFS>

Inglés, donde es necesario incluir el parámetro «LANGUAGE»:

<https://servicios.ideo.es/wfs-inspire/transportes?request=GetCapabilities&service=WFS&language=eng>

y el identificador y el espacio de nombres del conjunto de datos, «igr_transporte», «SCNE», respectivamente. Ambos definidos en los metadatos del conjunto de datos de redes de transporte del SCNE (<http://www.scne.es>).

```
<inspire_dls:SpatialDataSetIdentifier>
  <inspire_common:Code>igr_transporte</inspire_common:Code>
  <inspire_common:Namespace>SCNE</inspire_common:Namespace>
</inspire_dls:SpatialDataSetIdentifier>
```

Figura 17.7. Detalle de a declaración del identificador y espacio de nombres del conjunto de datos que está accesible a través de los tipos de objetos geográfico del WFS.

```

<ows:OperationsMetadata>
  <ows:Operation name="GetCapabilities">
    <ows:DCP>
      <ows:HTTP>
        <ows:Get xlink:href="http://contenido.ign.es/wfs-inspire/services/transportes?"/>
        <ows:Post xlink:href="http://contenido.ign.es/wfs-inspire/services/transportes?"/>
      </ows:HTTP>
    </ows:DCP>
    <ows:Parameter name="AcceptVersions">
      <ows:AllowedValues>
        <ows:Value>2.0.0</ows:Value>
        <ows:Value>1.1.0</ows:Value>
      </ows:AllowedValues>
    </ows:Parameter>
    <ows:Parameter name="AcceptFormats">
      <ows:AllowedValues>
        <ows:Value>text/xml</ows:Value>
      </ows:AllowedValues>
    </ows:Parameter>
    <ows:Parameter name="Sections">
      <ows:AllowedValues>
        <ows:Value>ServiceIdentification</ows:Value>
        <ows:Value>ServiceProvider</ows:Value>
        <ows:Value>OperationsMetadata</ows:Value>
        <ows:Value>FeatureTypeList</ows:Value>
        <ows:Value>Filter_Capabilities</ows:Value>
      </ows:AllowedValues>
    </ows:Parameter>
  </ows:Operation>
  <ows:Operation name="DescribeFeatureType">...</ows:Operation>
  <ows:Operation name="ListStoredQueries">...</ows:Operation>
  <ows:Operation name="DescribeStoredQueries">...</ows:Operation>
  <ows:Operation name="GetFeature">...</ows:Operation>
  <ows:Operation name="GetPropertyValues">...</ows:Operation>
  <ows:Parameter name="version">...</ows:Parameter>
  <ows:Parameter name="srsName">...</ows:Parameter>
  <ows:Parameter name="outputFormat">
    <ows:AllowedValues>
      <ows:Value>text/xml; subtype=gml/3.2.1</ows:Value>
      <ows:Value>application/gml+xml; version=3.2</ows:Value>
      <ows:Value>text/xml; subtype=gml/3.1.1</ows:Value>
    </ows:AllowedValues>
  </ows:Parameter>
  <ows:Parameter name="resolve">...</ows:Parameter>
  <ows:Constraint name="ImplementsSimpleWFS">...</ows:Constraint>
  <ows:Constraint name="ImplementsBasicWFS">...</ows:Constraint>
  <ows:Constraint name="ImplementsTransactionalWFS">
    <ows:NoValues/>
    <ows:DefaultValue>FALSE</ows:DefaultValue>
  </ows:Constraint>
  <ows:Constraint name="ImplementsLockingWFS">...</ows:Constraint>
  <ows:Constraint name="KVPEncoding">...</ows:Constraint>
  <ows:Constraint name="XMLEncoding">...</ows:Constraint>
  <ows:ExtendedCapabilities xmlns="http://www.deegree.org/services/metadata" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/1.1" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/ows/1.1
  http://schemas.opengis.net/ows/1.1.0/owsOperationsMetadata.xsd">...</ows:ExtendedCapabilities>
</ows:OperationsMetadata>
    
```

Figura 17.8. Sección de identificación del servicio

➤ **Metadatos de los tipos de objetos geográficos**

En esta sección se muestra una lista de los diferentes tipos de objetos geográficos (*FeatureType*) o lo que comúnmente se podría entender por capas cartográficas que contiene el servidor.

Cada elemento <FeatureType> contiene información como el nombre <Name> con el que nos referiremos a dicha capa, su título, los sistemas de referencia soportados y en los cuales el cliente puede pedir los objetos geográficos (*GetFeature*), el formato de descarga de dichos objetos geográficos <OutputFormats>, etc.

El servicio de descarga contiene un total de 11 tipos de objetos geográficos (*FeatureType*). En la siguiente figura, se muestra desplegado el elemento correspondiente al objeto geográfico, Carretera (*tn-ro:Road*).

Las definiciones oficiales de los tipos de objetos geográficos están disponibles en el Reglamento (UE) N° 1089/2010 en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales³ y en cada una de las Especificaciones de Datos de los temas del anexo I, II y III de la Directiva INSPIRE:

```
<FeatureType>
  <Name>tn-ro:Road</Name>
  <Title>Carretera</Title>
  <Abstract>
    Colección de secuencias de enlaces de carretera y/o enlaces de carretera individuales que se caracterizan por uno o más propiedades y/o identificadores temáticos
  </Abstract>
```

Figura 17. 9. Ejemplo de la sección de un tipo de objeto geográfico

➤ Metadatos de sobre las capacidades de los filtros disponibles

Por último, en esta sección y siguiendo la versión 2.0 del estándar *Filter Encoding* también del *Open Geospatial Consortium* se enumeran las capacidades de los filtros aplicables (tanto alfanuméricos como espaciales) a cualquier tipo de consulta realizada sobre el servicio WFS específicamente en las operaciones *GetFeature* o *CreateStoredQuery*.

También se definen las funciones que el servidor tiene definidas y que se pueden utilizar en las consultas como *Area*, *Centroid*, *GeometryFromWKT*, etc.

En la figura 17.10 se puede ver como el servidor WFS dispone de diferentes predicados espaciales como *Intersects*, *Touches*, etc. y varias funciones como *Area*, *Centroid*, etc.

```
<fes:Filter_Capabilities>
  <fes:Conformance>...</fes:Conformance>
  <fes:Id_Capabilities>...</fes:Id_Capabilities>
  <fes:Scalar_Capabilities>...</fes:Scalar_Capabilities>
  <fes:Spatial_Capabilities>
    <fes:GeometryOperands xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
      xmlns:gml32="http://www.opengis.net/gml">...</fes:GeometryOperands>
    <fes:SpatialOperators>
      <fes:SpatialOperator name="BBOX"/>
      <fes:SpatialOperator name="Equals"/>
      <fes:SpatialOperator name="Disjoint"/>
      <fes:SpatialOperator name="Intersects"/>
      <fes:SpatialOperator name="Touches"/>
      <fes:SpatialOperator name="Crosses"/>
      <fes:SpatialOperator name="Within"/>
      <fes:SpatialOperator name="Contains"/>
      <fes:SpatialOperator name="Overlaps"/>
      <fes:SpatialOperator name="Beyond"/>
      <fes:SpatialOperator name="DWithin"/>
    </fes:SpatialOperators>
  </fes:Spatial_Capabilities>
  <fes:Functions>
    <fes:Function name="Area">...</fes:Function>
    <fes:Function name="Area">...</fes:Function>
    <fes:Function name="Centroid">...</fes:Function>
    <fes:Function name="Centroid">...</fes:Function>
    <fes:Function name="ExtraProp">...</fes:Function>
    ...
  </fes:Functions>
</fes:Filter_Capabilities>
```

Figura 17.10. Sección sobre las capacidades de los filtros disponibles

³ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010R1089-20141231&from=EN>

17.6. OPERACIÓN DESCRIBEFEATURETYPE

El propósito de esta operación es obtener información sobre los tipos de objetos geográficos (río, pico, vial...) que ofrece un servicio WFS y devuelve la estructura de cada uno de ellos. En ese sentido, devuelve un esquema XML con los tipos de objetos geográficos ofrecidos por el servidor WFS.

El esquema describe cómo se espera que estén codificados los atributos de los objetos geográficos para poder utilizarlos.

Tabla 17.9. Principales parámetros de la operación *DescribeFeatureType*

| Parámetros más importantes | O/OP ^a | Descripción |
|---|-------------------|--|
| version=2.0.0 | O | Versión de la especificación. |
| service=WFS | O | Tipo de servicio. |
| request=DescribeFeatureType | O | Nombre de la operación. |
| typeName | OP | Lista los nombre de los tipos de fenómeno que se van a describir, separados por comas. Si no se indica ninguno , devuelve la descripción de todos los tipos |
| outputFormat=text/xml; subtype=gml/3.2 | OP | Formato de salida para describir los tipos de los objetos geográficos. Debe indicarse en el documento de capacidades del servicio si soporta otros formatos de salida además del de por defecto (GML3.2). |
| namespace | OP | Permite indicar el espacio de nombres y sus prefijos. El formato debe ser: <i>namespace=xmlns(alias=uri)</i> |

^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional

Ejemplo. Invocación de la operación *DescribeFeatureType* codificando los mínimos parámetros como KVP:

```
http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas?
request=DescribeFeatureType&
version=2.0.0&
service=WFS
```

Una petición HTTP POST con unos parámetros mínimos vendría codificada en XML como:

```
<wfs:DescribeFeatureType
xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0
http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd"
version="2.0.0"
service="WFS" />
```

Si además se conoce previamente el nombre del tipo de objeto geográfico a consultar se puede utilizar el parámetro *typeName* para especificarlo y de esta forma no obtener el listado completo con todos los tipos de objetos geográficos.

Ejemplo. Operación *DescribeFeatureType* al mismo servidor WFS pero preguntando únicamente por la FeatureType "RED_REGENTE"

```
http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas?  
request=DescribeFeatureType&version=2.0.0&service=WFS  
&typeName=RED_REGENTE
```

La petición HTTP POST cambiaría ligeramente con la introducción de este nuevo parámetro:

```
<wfs:DescribeFeatureType  
  xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0"  
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"  
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0  
  http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd"  
  version="2.0.0"  
  service="WFS">  
  <wfs:TypeName>RED_ROI</wfs:TypeName>  
</wfs:DescribeFeatureType>
```

17.6.1. Respuesta de la operación DescribeFeatureType

El documento de respuesta es un documento esquema XML que contiene la gramática que define la estructura de cada tipo de objeto geográfico (*FeatureType*). Es decir, este documento definirá qué atributos tiene cada tipo de objeto geográfico (*FeatureType*), qué campo contiene la geometría y de qué tipo es, así como la cardinalidad de cada atributo, sus valores por defecto, etc.

La petición *DescribeFeatureType* del primer ejemplo realizada al servidor de Redes geodésicas del IGN devuelve el esquema XML.

```

<xsd:schema xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:redes-geodesicas="http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas"
xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0" xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified"
targetNamespace="http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas">
  <xsd:import namespace="http://www.opengis.net/gml/3.2" schemaLocation="http://www.ign.es/wfs/redes-
geodesicas/schemas/gml/3.2.1/gml.xsd"/>
  <xsd:complexType name="RED_ERGNSSType">...</xsd:complexType>
  <xsd:element name="RED_ERGNSS" substitutionGroup="gml:AbstractFeature" type="redes-geodesicas:RED_ERGNSSType"/>
  <xsd:complexType name="RED_REGENTType">
    <xsd:complexContent>
      <xsd:extension base="gml:AbstractFeatureType">
        <xsd:sequence>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="numero" nillable="true" type="xsd:int"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="nombre" nillable="true" type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="resena" nillable="true" type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="hoja" nillable="true" type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="municipio" nillable="true" type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="provincia" nillable="false" type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="geom" nillable="true" type="gml:GeometryPropertyType"/>
        </xsd:sequence>
      </xsd:extension>
    </xsd:complexContent>
  </xsd:complexType>
  <xsd:element name="RED_REGENTE" substitutionGroup="gml:AbstractFeature" type="redes-geodesicas:RED_REGENTType"/>
  <xsd:complexType name="RED_ROIType">...</xsd:complexType>
  <xsd:element name="RED_ROI" substitutionGroup="gml:AbstractFeature" type="redes-geodesicas:RED_ROIType"/>
  <xsd:complexType name="RED_NAPType">...</xsd:complexType>
  <xsd:element name="RED_NAP" substitutionGroup="gml:AbstractFeature" type="redes-geodesicas:RED_NAPType"/>
</xsd:schema>
    
```

Figura 17.11. Respuesta de una petición DescribeFeatureType (*simple features*)

Se visualizan los elementos correspondientes a la *FeatureType* RED_REGENTE. Como se puede apreciar mediante gramática esquema XML se definen los atributos *numero*, *nombre*, *resena*, *hoja*, *municipio* y *provincia* de una *Feature* así como el atributo espacial *geom* que es de tipo *geometry*.

También se describe la cardinalidad de cada atributo mediante *minOccurs* y *maxOccurs*. Como se puede ver que el único atributo obligatorio es *provincia*. Además todos los atributos pueden ser nulos (*nillable="true"*), excepto el atributo *provincia*.

➤ **Objetos Geográficos Complejos**

El ejemplo de la petición *DescribeFeatureType* anterior corresponde a una *FeatureType* compuesta por objetos geográficos sencillos. Un objeto geográfico sencillo es aquel que no contiene propiedades anidadas. Los objetos geográficos complejos sí las tienen y pueden llegar a ser incluso otros objetos geográficos complejos.

Un objeto geográfico complejo necesitaría una colección de objetos relacionados (geográficos o no) de diferentes tipos.

La siguiente tabla muestra algunas características de los objetos geográficos sencillos y complejos.

Tabla 17.10. Características de los objetos geográficos sencillos y complejos

| Objetos geográficos sencillos | Objetos geográficos complejos |
|---|--|
| Las propiedades son tipos sencillos de datos como texto, números enteros o flotantes, geometría, etc. | Las propiedades pueden ser complejas, incluyendo otros objetos complejos como propiedades. |
| Se pueden definir como una vista XML de una tabla sencilla | Se definen como una colección de objetos identificables relacionados. |
| El esquema se crea automáticamente a partir de | El esquema ha sido creado y acordado previamente |

| | |
|--|---|
| la base de datos | por la comunidad |
| Es sencillo de implementar | No es sencillo de implementar, se requiere un fuerte conocimiento de estándares y especificaciones de datos |
| La interoperabilidad viene dada por su simplicidad y personalización | La interoperabilidad viene dada por el uso de estándares |

La aplicación de la directiva INSPIRE en Europa obligó a los países miembros a acordar esquemas de aplicación (modelos de datos) para cada uno de los temas de los anexos (conjuntos de datos). Estos esquemas vienen detallados en las llamadas “especificaciones de datos” de INSPIRE. Por la complejidad de dichos modelos, la interconexión entre objetos geográficos y la agregación de diferentes esquemas se utilizan objetos geográficos complejos para su modelado.

Por esta razón si realizamos una petición *DescribeFeatureType* a un servidor WFS como por ejemplo el correspondiente a las Redes de Transportes del Sistema Cartográfico Nacional⁴ se observa en este caso que el esquema XML que devuelve dicha petición es a su vez una composición (*import*) de otros esquemas XML que ya vienen definidos por las especificaciones de datos de transporte de INSPIRE:

```
https://servicios.idee.es/wfs-inspire/transportes?
REQUEST=DescribeFeatureType&
SERVICE=WFS&
VERSION=2.0.0
```

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no" ?>
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" attributeFormDefault="unqualified"
elementFormDefault="qualified" targetNamespace="urn:x-inspire:specification:gmlas:BaseTypes:3.2">
  <include schemaLocation="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/base/3.2/BaseTypes.xsd"/>
  <import namespace="urn:x-inspire:specification:gmlas:CommonTransportElements:3.0"
schemaLocation="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/tn/3.0/CommonTransportElements.xsd"/>
  <import namespace="urn:x-inspire:specification:gmlas:GeographicalNames:3.0"
schemaLocation="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/gn/3.0/GeographicalNames.xsd"/>
  <import namespace="urn:x-inspire:specification:gmlas:Network:3.2"
schemaLocation="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/net/3.2/Network.xsd"/>
  <import namespace="urn:x-inspire:specification:gmlas:RoadTransportNetwork:3.0"
schemaLocation="http://contenido.ign.es/wfs-
inspire/resources/appschemas/inspire/annex1/RoadTransportNetwork.xsd"/>
</schema>
```

Figura 17.12. Respuesta de una petición DescribeFeatureType (*complex features*)

Para obtener información detallada de los objetos geográficos se deben consultar los demás esquemas (XSD) relacionados con la red de transporte y definidos por INSPIRE que aparecen en dicho listado, como:

<http://inspire.ec.europa.eu/schemas/net/3.2/Network.xsd>

⁴ <http://www.scne.es/>

17.7. OPERACIÓN GETFEATURE

Esta operación solicita un conjunto de objetos geográficos almacenados en un repositorio de datos. Cuando el WFS procesa una petición *GetFeature*, devuelve al cliente un documento que contiene cero o más objetos geográficos que satisfacen la petición especificada. En esencia, esta operación es la encargada de acceder al «código fuente» de los datos, es decir a todos los atributos de cada objeto geográfico. Por ello mismo, se trata de una operación más compleja y poderosa que las anteriores. En esta sección se verán varios ejemplos de cómo se puede usar.

Tabla 17.11. Parámetros de la operación *GetFeature*

| Parámetros más importantes | O/OP ^a | Descripción |
|---|-------------------|--|
| version=2.0.0 | O | Versión de la especificación. |
| service=WFS | O | Tipo de servicio. |
| request= GetFeature | O | Nombre de la operación. |
| namespaces | OP | Permite indicar el espacio de nombres y sus prefijos. El formato debe ser (tabla 4): <i>namespacs+xmlns(alias=uri)</i> |
| [Parámetros de consulta] | O | Estos parámetros se representan en las tablas 12 y 13, ya que se utilizan también en otras operaciones. Se pueden utilizar <i>Adhoc Queries</i> (tabla 12) o <i>Stored Queries</i> (tabla 13). Los parámetros de ambos tipos de consultas son excluyentes. |
| [Parámetros de presentación estándar] | OP | Estos parámetros se representan en la tabla 5, ya que se utilizan también en otras operaciones. |
| [Parámetros de resolución estándar] | OP | Estos parámetros se representan en la tabla 6, ya que se utilizan también en otras operaciones. |
| ^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional | | |

17.7.1. Expresiones de consultas a medida (ad hoc queries)

Existen dos tipos de expresiones de consulta: las **Adhoc Query** (consultas a medida), que no se almacenan en el servidor y solo se conocen en tiempo de ejecución, y las **Stored Query** (consultas almacenadas), almacenadas previamente en el servidor.

Las *Adhoc Queries*, que son consultas que se envían en la misma petición *GetFeatures* para obtener los objetos geográficos que cumplen ciertas condiciones como pueden ser algún valor de sus propiedades, que estén dentro de un determinado ámbito geográfico (BBOX), etc.

Tabla 17.12. Parámetros de una consulta a medida (*ad hoc*)

| Parámetros | O/OP ^a | Descripción |
|-----------------|-------------------|--|
| typeName | O | Lista de nombres de los tipos de objetos geográficos sobre los que realizar la operación (es obligatorio menos cuando el parámetro |

| | | |
|--|----|--|
| | | <i>RESOURCEID</i> es especificado). |
| srsName | OP | <p>Sistema de referencia que debe aplicarse en la geometría de los fenómenos resultantes de la petición. Si no se indica sistema de referencia el servicio devuelve las geometrías en el sistema que posea el servicio por defecto.</p> <p>El servidor debe ser capaz de transformar las geometrías en los distintos sistemas de referencia que soporta.</p> <p>Así mismo, debe ser capaz de comprender el siguiente modelo de definición de CRS:</p> <p style="text-align: center;"><i>urn:ogc:def:objectType:authority:version:<EPSG_code></i>.</p> <p>Ejemplo: srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG::32631"</p> <p>La versión 2.0.2 del estándar WFS cambia este formato a:</p> <p>srsName="http://www.opengis.net/def/crs/epsg/0/32631"</p> |
| FILTER | OP | <p>Describe un conjunto de características sobre las que operar. Se debe establecer un filtro por cada tipo de objeto geográfico listado en <i>typeNames</i>.</p> <p>En peticiones HTTP <i>GET</i> se utilizan los parámetros <i>FILTER</i>, <i>RESOURCEID</i> o <i>BBOX</i>.</p> <p>En peticiones XML se utiliza el elemento <i>fes:Filter</i></p> <p>Ver estándar <i>OpenGIS Filter Encoding 2.0 Encoding</i>.</p> |
| FILTER_LANGUAGE | OP | <p>Indica el lenguaje que se emplea para codificar la expresión (valor del parámetro <i>FILTER</i>). El valor por defecto es <i>urn:ogc:def:query Language:OGC-FES :Filter</i></p> |
| RESOURCEID | OP | <p>Indica los identificadores de los objetos geográficos que se quieren obtener. Mutuamente excluyente con <i>FILTER</i> y <i>BBOX</i>.</p> |
| BBOX | OP | <p>Solicitud mediante rectángulo envolvente. Mutuamente excluyente con <i>RESOURCEID</i> y <i>FILTER</i>.</p> |
| SORTBY | OP | <p>Indica los nombres de las propiedades cuyos valores se van a utilizar para ordenar el resultado de la consulta. Se puede indicar si el orden es ascendente o descendente, valor <i>ASC</i> o <i>DESC</i> (Valor por defecto: orden descendente <i>DESC</i>).</p> <p>Ejemplo: <i>SORTBY=Apellido ASC, Nota DESC</i></p> |
| [cláusula de proyección] | | <p>Cada objeto geográfico generado por un WFS debe incluir todas las propiedades obligatorias de cada tipo de objeto geográfico según la descripción de su esquema, pero puede incluir también una selección de otras propiedades (no obligatorias) del esquema. Los parámetros de la cláusula de proyección sirven para enumerar cuales de estas propiedades no obligatorias se quieren incluir en la respuesta.</p> <p>Para ver los parámetros de la cláusula de proyección consultar la especificación WFS 2.0.0, apartado 7.9.2.4.5.</p> |
| aliases | OP | <p>Especifica un nombre alternativo a cada uno de los tipos de objeto geográfico. Puede utilizarse en las expresiones de consulta.</p> |
| <p>^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional</p> | | |

Como se ve en la tabla 17.11, el parámetro de expresiones de consulta es obligatorio, lo que significa que se deben utilizar los parámetros obligatorios de la siguiente tabla donde aparecen los parámetros de expresiones más importantes.

Las consultas a medida (*ad hoc*) se pueden utilizar en las operaciones *GetFeature*, *GetPropertyValue*, *GetFeatureWithLock* y *LockFeature*.

El único parámetro obligatorio es *typeNames* que sirve para especificar una lista del tipos de objetos geográficos (*FeatureType*) sobre el que realizar las consultas.

17.7.2. Expresiones de consultas almacenadas (stored queries)

Las consultas almacenadas o *Stored Queries* se estudiarán en profundidad más adelante en el apartado dedicado a este tipo de consultas y las operaciones WFS relacionadas: *ListStoredQueries*, *DescribeStoredQueries*, *CreateStoredQuery* y *DropStoredQuery*.

Las consultas almacenadas están almacenadas en el servidor y por lo tanto ya han sido codificadas, de forma que para utilizarlas en una petición (*GetFeature*, *GetPropertyValue*, *GetFeatureWithLock* y *LockFeature*) solo es necesario conocer su identificador y los parámetros de entrada que toma.

Tabla 17.13. Parámetros KVP de una consulta almacenada (*stored query*)

| Parámetros | O/OP ^a | Descripción |
|---|-------------------|---|
| STOREDQUERY_ID | O | Identificador de la <i>Stored Query</i> (consulta almacenada) que se desea invocar. Solo para Para peticiones HTTP POST se utiliza el atributo id del elemento <code><wfs:StoredQuery></code> |
| Parámetro_consulta = valor | OP | Cada parámetro de una consulta almacenada debe codificarse en KVP. Las consultas almacenadas no deben tener parámetros que entren en conflicto con los nombres de los parámetros del servicio WFS. Para peticiones HTTP POST se utiliza el elemento <code><wfs:Parameter></code> |
| ^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional | | |

Todos los WFS deben de implementar al menos una consulta almacenada con el identificador “*urn:ogc:def:query:OGC-WFS::GetFeatureById*”. En la versión del estándar WFS 2.0.2, los identificadores de las consultas son de la forma “*http://www.opengis.net/def/query/OGC-WFS/0/GetFeatureById*”

17.7.3. Respuesta de la operación GetFeature

En los ejemplos de este apartado se utilizan consultas a medida (*ad hoc queries*). Para ver ejemplos de peticiones *GetFeature* utilizando consultas almacenadas consultar el apartado 1.10 dedicado a este tipo de consultas.

Petición *GetFeature* utilizando consultas a medida donde se solicitan los tipos de objetos geográficos a través del parámetro *typeName*. Además, vamos a utilizar el parámetro opcional *count* para indicar el número de objetos geográficos que se deben de devolver (parámetros de presentación estándar).

```

http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas?
REQUEST=GetFeature&
SERVICE=WFS&
VERSION=2.0.0&
TYPENAMES=RED_ROI&
COUNT=3
    
```

La figura 17.13 muestra un archivo GML con toda la información del objeto geográfico solicitado con información de identificación, coordenadas de la geometría, nombre y valor de las propiedades, etc. Este mismo fichero GML puede ser abierto con cualquier SIG Desktop para su visualización.

```
▼ <wfs:FeatureCollection xmlns:redes-geodesicas="http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0"
  numberMatched="10114" numberReturned="3" timeStamp="2017-01-19T15:27:50.786Z"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/gml/3.2 http://www.ign.es/wfs/redes-
  geodesicas/schemas/gml/3.2.1/gml.xsd http://www.opengis.net/wfs/2.0
  http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas/schemas/wfs/2.0/wfs.xsd
  http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas/redes-
  geodesicas/wfs?service=WFS&version=2.0.0&request=DescribeFeatureType&typeName=redes-
  geodesicas%3ARED_ROI">
  ▼ <wfs:boundedBy>
    ▼ <gml:Envelope>
      <gml:lowerCorner>41.1092731205556 -5.79562600083333</gml:lowerCorner>
      <gml:upperCorner>43.0467500930556 1.14331553722222</gml:upperCorner>
    </gml:Envelope>
  </wfs:boundedBy>
  ▶ <wfs:member>...</wfs:member>
  ▶ <wfs:member>...</wfs:member>
  ▼ <wfs:member>
    ▼ <redes-geodesicas:RED_ROI gml:id="RED_ROI.fid-1a454d91_159b749d2ea_7206">
      ▼ <gml:boundedBy>
        ▼ <gml:Envelope srsDimension="2" srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG::4258">
          <gml:lowerCorner>43.0467500930556 -4.00251184388889</gml:lowerCorner>
          <gml:upperCorner>43.0467500930556 -4.00251184388889</gml:upperCorner>
        </gml:Envelope>
      </gml:boundedBy>
      <redes-geodesicas:numero>8352</redes-geodesicas:numero>
      <redes-geodesicas:nombre>Otero</redes-geodesicas:nombre>
      ▼ <redes-geodesicas:resena>
        ftp://ftp.geodesia.ign.es/Red_Geodesica/Hoja0083/008352.pdf
      </redes-geodesicas:resena>
      <redes-geodesicas:hoja>83</redes-geodesicas:hoja>
      <redes-geodesicas:municipio>San Miguel de Aguayo</redes-geodesicas:municipio>
      <redes-geodesicas:provincia>Cantabria</redes-geodesicas:provincia>
      ▼ <redes-geodesicas:geom>
        ▼ <gml:Point srsDimension="2" srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG::4258">
          <gml:pos>43.0467500930556 -4.00251184388889</gml:pos>
        </gml:Point>
      </redes-geodesicas:geom>
    </redes-geodesicas:RED_ROI>
  </wfs:member>
</wfs:FeatureCollection>
```

Figura 17.13. Respuesta de una petición GetFeature

En este otro ejemplo, se envía una solicitud para obtener todos los vértices geodésicos entre los paralelos 38 y 39 entre las latitudes 0 y 2 (parámetro BBOX) de la Red de Orden Inferior en el servicio de redes geodésicas del Instituto Geográfico Nacional, los resultados se solicitan en proyección UTM huso 30 (parámetro srsName).

```
http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas?REQUEST=GetFeature&
SERVICE=WFS&
VERSION=2.0.0&
TYPENAMES=RED_ROI&
srsName=urn:ogc:def:crs:EPSG::25830&
BBOX=38,0,39,2
```

En el encabezamiento del documento GML se observa el número de objetos geográficos que cumplen el filtro solicitado, en este caso no hay ningún filtro, luego aparecerán todos los objetos geográficos de ese tipo que tiene el WFS, (*numberMatched=10114*) y el número de objetos devueltos (*numberReturned=3*). Las implementaciones del servicio WFS pueden imponer límites en el número de objetos que se pueden obtener como resultado de una consulta. Este límite pretende evitar sobrecargas en el servicio por usos abusivos.

En el primer cuadro resaltado de la figura 17.13, aparece la localización del esquema XSD asociado al XML devuelto, que en realidad es una petición *DescribeFeatureType* al mismo servidor, ya que por definición esta petición es el esquema en sí mismo.

En el segundo cuadro resaltado se observa desplegado uno de los 3 objetos geográficos devueltos. Se puede ver su identificador único (*gml:id*) que se podrá utilizar con el parámetro RESOURCEID para solicitar este mismo objeto geográfico, sus propiedades (*numero, nombre, resena, hoja, municipio, provincia*), su geometría (propiedad *geom*) con sus coordenadas, etc.

El siguiente ejemplo es una solicitud del objeto geográfico denominado "Teide" del Nomenclátor Geográfico Básico de España usando el parámetro FILTER para realizar una consulta *adhoc* que selecciona aquellos objetos geográficos cuya propiedad *SpellingOfName* toma el valor de Teide.

Adicionalmente también se utiliza el parámetro *namespaces* aunque no es necesario especificarlo ya que es el espacio de nombres por defecto.

```
http://www.ign.es/wfs-inspire/ngbe?REQUEST=GetFeature&
SERVICE=WFS&
VERSION=2.0.0&
COUNT=10&
TYPENAMES=gn:NamedPlace&
NAMESPACES=xmlns(gn,http://inspire.ec.europa.eu/schemas/gn/4.
0)&
FILTER=<Filter
  xmlns:gn="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/gn/4.0"><Pr
  opertyIsEqualTo><ValueReference>gn:name/gn:GeographicalNa
  me/gn:spelling/gn:SpellingOfName/gn:text</ValueReference>
  <Literal>Teide</Literal></PropertyIsEqualTo></Filter>
```

Al estar la propiedad *gn:text* a varios niveles de profundidad se utiliza *XPath* para establecer la ruta:

```
gn:name/gn:GeographicalName/gn:spelling/gn:SpellingOfName/gn:t
ext
```

```

    <wfs:FeatureCollection xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
    xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0 http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd
    http://www.opengis.net/gml/3.2 http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml.xsd
    http://inspire.ec.europa.eu/schemas/gn/4.0 http://www.ign.es/wfs-inspire/ngbe?
    SERVICE=WFS&VERSION=2.0.0&REQUEST=DescribeFeatureType&OUTPUTFORMAT=application%2Fgml%2Bxml%3B+version%3D3.
    timeStamp="2017-01-19T16:33:20Z" numberMatched="1" numberReturned="1">
    <wfs:boundedBy>...</wfs:boundedBy>
    <wfs:member>
    <gn:NamedPlace xmlns:gn="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/gn/4.0" gml:id="GN_NAMEDPLACE_2638544">
    <gn:beginLifespanVersion>2015-12-17T00:00:00</gn:beginLifespanVersion>
    <gn:endLifespanVersion nilReason="unknown"/>
    <gn:geometry>...</gn:geometry>
    <gn:inspireId>...</gn:inspireId>
    <gn:localType>...</gn:localType>
    <gn:name>
    <gn:GeographicalName>
    <gn:language>spa</gn:language>
    <gn:nativeness xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
    xlink:href="http://inspire.ec.europa.eu/codelist/NativenessValue/endonym"/>
    <gn:nameStatus nilReason="unknown"/>
    <gn:sourceOfName>NGCE</gn:sourceOfName>
    <gn:pronunciation nilReason="Unpopulated">...</gn:pronunciation>
    <gn:spelling>
    <gn:SpellingOfName>
    <gn:text>Teide</gn:text>
    <gn:script>Latn</gn:script>
    </gn:SpellingOfName>
    </gn:spelling>
    <gn:grammaticalNumber nilReason="Unpopulated"/>
    </gn:GeographicalName>
    </gn:name>
    <gn:relatedSpatialObject nilReason="Unknown"/>
    <gn:type xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
    xlink:href="http://inspire.ec.europa.eu/codelist/NamedPlaceTypeValue/landform"/>
    </gn:NamedPlace>
    </wfs:member>
    </wfs:FeatureCollection>
    
```

Figura 17.14. Respuesta de una petición GetFeature (FILTER)

Para finalizar los ejemplos de la operación *GetFeature* se generará un WFS que utiliza objetos geográficos complejos. De esta forma se estudiarán los parámetros de resolución estándar (tabla 17.6) para obtener incluso los objetos geográficos que componen estos objetos complejos.

Ejemplo de petición *GetFeature* al servidor de Cartociudad. En este caso se utiliza el parámetro *RESOURCEID* que identifica a un objeto geográfico de forma unívoca mediante su *gml:id*. Al utilizar este parámetro no es necesario utilizar *typenames* aunque se ha incluido en la petición para hacer más claro el proceso.

```

    http://www.cartociudad.es/wfs-inspire/direcciones?
    REQUEST=GetFeature&
    SERVICE=WFS&
    VERSION=2.0.0&
    TYPENAMES=ad:AdminUnitName&
    RESOURCEID=AD_ADMINUNITNAME_PRO_000000000013
    
```

La figura 17.15 muestra el resultado de la consulta. En ella, el cuadro resalta la propiedad *<ad:situatedWithin>* del objeto geográfico devuelto (topónimo de la provincia Ciudad Real) que incluye un enlace a otro objeto geográfico relacionado. Este enlace (elemento *xlink:href*) es a su vez otra petición *GetFeature*.

```

    <ad:AdminUnitName xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xmlns:ad="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/ad/4.0" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
    xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0 http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd
    http://www.opengis.net/gml/3.2 http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml.xsd
    http://inspire.ec.europa.eu/schemas/ad/4.0 http://www.cartociudad.es/wfs-inspire/services/direcciones?
    SERVICE=WFS&VERSION=2.0.0&REQUEST=DescribeFeatureType&OUTPUTFORMAT=application%2Fgml%2Bxml%3B+version%3D3.2"
    gml:id="AD_ADMINUNITNAME_PRO_000000000013">
    <ad:situatedWithin xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:href="http://www.cartociudad.es/wfs-
    inspire/services/direcciones?SERVICE=WFS&VERSION=2.0.0&REQUEST=GetFeature&
    OUTPUTFORMAT=application%2Fgml%2Bxml%3B+version%3D3.2& STOREDQUERY_ID=urn:ogc:def:query:OGC-
    WFS::GetFeatureById&ID=AD_ADMINUNITNAME_COM_000000000008#AD_ADMINUNITNAME_COM_000000000008"/>
    <ad:name>
    <gn:GeographicalName xmlns:gn="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/gn/4.0">
    <gn:spelling>
    <gn:SpellingOfName>
    <gn:text>Ciudad Real</gn:text>
    </gn:SpellingOfName>
    </gn:spelling>
    </gn:GeographicalName>
    </ad:name>
    <ad:level xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
    xlink:href="http://inspire.ec.europa.eu/codelist/AdministrativeHierarchyLevel/3rdOrder"/>
    </ad:AdminUnitName>
    
```

Figura 17.15. Respuesta de una petición GetFeature (objeto complejo)

Sería interesante que en lugar de poner el enlace a la petición *GetFeature* el servidor incrustara el código *gml* del objeto geográfico relacionado. Para ello, se utilizarán los parámetros de resolución estándar (tabla 17.6) en la siguiente petición:

```

    http://www.cartociudad.es/wfs-inspire/direcciones?
    REQUEST=GetFeature&
    SERVICE=WFS&
    VERSION=2.0.0&
    TYPENAMES=ad:AdminUnitName&
    RESOURCEID=AD_ADMINUNITNAME_PRO_000000000013&
    RESOLVE=All&
    resolveDepth=1
    
```

Se han utilizado los parámetros *resolve* (igual a *All* para indicar que resuelva todas las referencias a otros objetos) y *resolveDepth* (con valor 1 para que solo resuelve un nivel de profundidad de objetos).

La figura 17.15 muestra el resultado. En ella se puede apreciar como aparece incrustado el código *gml* del objeto «Castilla – La Mancha», pero este a su vez incluye otra referencia a otro objeto. Si se hubiera utilizado *resolveDepth* con un valor de 2 (*resolveDepth=** resuelve cualquier nivel), entonces también se hubiera resultado dicha referencia.

Si al resolver las referencias a los recursos se necesitan incluir nuevos objetos como es el caso de este ejemplo, el documento de respuesta utilizará para ello un elemento *<wfs:additionalObjects>*.

```

    <wfs:member>
      <ad:AdminUnitName xmlns:ad="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/ad/4.0"
        gml:id="AD_ADMINUNITNAME_PRO_000000000013">
        <ad:situatedWithin xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:href="#AD_ADMINUNITNAME_COM_000000000008"/>
        <ad:name>
          <gn:GeographicalName xmlns:gn="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/gn/4.0">
            <gn:spelling>
              <gn:SpellingOfName>
                <gn:text>Ciudad Real</gn:text>
              </gn:SpellingOfName>
            </gn:spelling>
          </gn:GeographicalName>
        </ad:name>
        <ad:level xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
          xlink:href="http://inspire.ec.europa.eu/codelist/AdministrativeHierarchyLevel/3rdOrder"/>
        </ad:AdminUnitName>
      </wfs:member>
    <wfs:additionalObjects>
      <wfs:SimpleFeatureCollection>
        <wfs:member>
          <ad:AdminUnitName xmlns:ad="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/ad/4.0"
            gml:id="AD_ADMINUNITNAME_COM_000000000008">
            <ad:situatedWithin xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:href="http://www.cartociudad.es/wfs-
              inspire/services/direcciones?SERVICE=WFS&VERSION=2.0.0&REQUEST=GetFeature&
              OUTPUTFORMAT=application%2Fgml%2Bxml%3B+version%3D3.2& STOREDQUERY_ID=urn:ogc:def:query:OGC-
              WFS::GetFeatureById&ID=AD_ADMINUNITNAME_PAI_0000000000832#AD_ADMINUNITNAME_PAI_0000000000832"/>
            <ad:name>
              <gn:GeographicalName xmlns:gn="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/gn/4.0">
                <gn:spelling>
                  <gn:SpellingOfName>
                    <gn:text>Castilla - La Mancha</gn:text>
                  </gn:SpellingOfName>
                </gn:spelling>
              </gn:GeographicalName>
            </ad:name>
            <ad:level xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
              xlink:href="http://inspire.ec.europa.eu/codelist/AdministrativeHierarchyLevel/2ndOrder"/>
            </ad:AdminUnitName>
          </wfs:member>
        </wfs:SimpleFeatureCollection>
      </wfs:additionalObjects>
    </wfs:FeatureCollection>
  
```

Figura 17.16. Respuesta de una petición GetFeature (*resolveDepth*)

17.7.4. Otras consultas GetFeature

Se han utilizado peticiones *GetFeature* utilizando consultas a medida (ad hoc). En cuanto al otro tipo de consultas (consultas almacenadas o *Stored Queries*) se presentarán más adelante en el apartado dedicado a las operaciones WFS de consultas almacenadas: *CreateStoredQuery*, *DropStoredQuery*, *ListStoredQueries* y *DescribeStoredQueries*.

- **Parámetro *SORTBY*:** Obtiene los 10 primeros vértices (ordenados alfabéticamente por el campo *nombre* en orden ascendente) de la red de orden inferior (ROI).

```

http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas?REQUEST=GetFeature&
SERVICE=WFS&
VERSION=2.0.0&
TYPENAMES=RED_ROI&
SORTBY=nombre ASC&
COUNT=10&
  
```

- **Parámetro *STARTINDEX* y *outputFormat*:** Obtiene el vértice de la red de orden inferior (ROI) cuyo nombre ordenado alfabéticamente es el segundo empezando por el final). Además lo obtiene en formato *JSON* (en el documento

de capacidades, en el parámetro `outputFormat` se enumeran los formatos soportados por el servidor).

```
http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas?  
REQUEST=GetFeature&  
SERVICE=WFS&  
VERSION=2.0.0&  
TYPENAMES=RED_ROI&  
SORTBY=nombre DES&  
STARTINDEX=2&  
count=1&  
&outputFormat=json
```

```
{  
  "type": "FeatureCollection",  
  "features": [  
    {  
      "type": "Feature",  
      "id": "RED_ROI.fid--92e7c13_159bbb0dec3_-c77",  
      "geometry": { "type": "Point", "coordinates": [ 37.8543504927778, -2.7385968911111 ] },  
      "geometry_name": "geom",  
      "properties": {  
        "numero": " 92931",  
        "nombre": "Zurdica",  
        "resena": "ftp://ftp.geodesia.ign.es/Red_Geodesica/Hoja0929/092931.pdf",  
        "hoja": "950",  
        "municipio": "Castril",  
        "provincia": "Granada",  
        "bbox": [ 37.8543504927778, -2.7385968911111, 37.8543504927778, -2.7385968911111 ] }  
      }  
    ],  
  "crs": { "type": "EPSG", "properties": { "code": "4258" } },  
  "bbox": [ 37.8543504927778, -2.7385968911111, 37.8543504927778, -2.7385968911111 ]  
}
```

Figura 17.17. Respuesta de una petición GetFeature en json (*outputFormat*)

- **Parámetro *resultType***: Por defecto este parámetro devuelve el código GML de los objetos solicitados, pero si toma el valor *Hits* únicamente devolverá el número de objetos encontrados, 27 en este caso.

```
http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas?REQUEST=GetFeature&  
SERVICE=WFS&  
VERSION=2.0.0&  
TYPENAMES=RED_ROI&  
BBOX=38,0,39,2&  
resultType=Hits
```

```
<wfs:FeatureCollection xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/1.1"  
xmlns:fes="http://www.opengis.net/fes/2.0" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"  
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"  
xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0" numberMatched="27" numberReturned="0" timeStamp="2017-01-  
20T12:04:44.741Z" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0  
http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd"/>
```

Figura 17.18. Respuesta de una petición GetFeature (Hits)

Es muy interesante revisar el ejemplo sobre objetos geográficos complejos y cómo realizar una petición *GetFeature* mediante XML aplicando filtros a propiedades anidadas mediante expresiones *XPath*. Apartado B.3.9.

Se pueden consultar más ejemplos en el propio documento de la especificación *OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard*, en el apartado B.8.4.

Otros ejemplos de aplicación de filtros en consultas *adhoc* de peticiones HTTP Get se pueden ver en http://mapserver.org/ogc/filter_encoding.html

Peticiones HTTP POST. Petición similar al primer ejemplo HTTP GET:

```
<GetFeature
  version="2.0.0"
  service="WFS"
  count="3"
  xmlns="http://www.opengis.net/wfs/2.0"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0
http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd">
  <Query typeNames="RED_ROI"/>
</GetFeature>
```

Petición similar al segundo ejemplo HTTP GET, pero además se ordenan los resultados por el nombre del municipio:

```
<GetFeature
  version="2.0.0"
  service="WFS"
  xmlns="http://www.opengis.net/wfs/2.0"
  xmlns:fes="http://www.opengis.net/fes/2.0"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  xmlns:redes="http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="
  http://www.opengis.net/wfs/2.0
  http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd
  http://www.opengis.net/gml/3.2http://schemas.opengis.net/gm
  l/3.2.1/gml.xsd">
  <Query typeNames="redes:RED_ROI"
  srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG::25830">
    <fes:Filter><fes:Not><fes:Disjoint>

    <fes:ValueReference>redes:geom</fes:ValueReference>
      <gml:Envelope
srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG::4326">
        <gml:lowerCorner>38 0</gml:lowerCorner>
        <gml:upperCorner>39 2</gml:upperCorner>
      </gml:Envelope>
    </fes:Disjoint></fes:Not></fes:Filter>
    <fes:SortBy>
      <fes:SortProperty>

    <fes:ValueReference>redes:municipio</fes:ValueReference>
      <fes:SortOrder>ASC</fes:SortOrder>
    </fes:SortProperty>
  </fes:SortBy>
  </Query>
</GetFeature>
```

17.8. OPERACIÓN GETPROPERTYVALUE

Permite obtener el valor de una propiedad de un objeto geográfico o parte del valor en el caso de objetos geográficos complejos de una selección de objetos geográficos realizada mediante una expresión Query.

La diferencia con *GetFeature* es que en la operación *GetPropertyValue* no se obtiene el *GML* del objeto geográfico, sino los valores de las propiedades que se solicitan, es por tanto un listado de valores.

Los parámetros de la operación *GetPropertyValue* son similares a la operación *GetFeature*, ya que es también una petición de objetos geográficos según una determinada consulta. Además se dispone de los parámetros *valueReference* para especificar qué propiedades se desean obtener y *resolvePath* que modifica el comportamiento del parámetro *resolve* ya estudiado.

Tabla 17.14. Parámetros de la operación *GetPropertyValue*

| Parámetros más importantes | O/OP ^a | Descripción |
|---|-------------------|--|
| version=2.0.0 | O | Versión de la especificación. |
| service=WFS | O | Tipo de servicio. |
| request= GetPropertyValue | O | Nombre de la operación. |
| namespaces | OP | Igual que petición <i>GetFeature</i> . Tabla 11. |
| [Parámetros de consulta] | O | Igual que petición <i>GetFeature</i> . Tabla 11. |
| [Parámetros de presentación estándar] | OP | Igual que petición <i>GetFeature</i> . Tabla 11. |
| [Parámetros de resolución estándar] | OP | Igual que petición <i>GetFeature</i> . Tabla 11. |
| valueReference | O | Es una expresión <i>XPath</i> (ver ISO 19143:2010, 7.4.4) que permite referenciar los valores de las propiedades de objetos geográficos. La respuesta es un nodo texto o una lista de nodos que indican el valor del nodo solicitado. Si el valor sea una referencia a un recurso remoto se puede usar la función <i>valueOf()</i> |
| resolvePath | OP | Modifica el comportamiento del parámetro <i>resolve</i> de los parámetros de resolución estándar. Cuando su valor es <i>local</i> , <i>remote</i> o <i>all</i> , permite resolver las referencias a recursos hasta el nivel de profundidad especificado en <i>ResolveDepth</i> . Este parámetro no existe en codificación KVP |

^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional

17.8.1. Uso del parámetro `valueReference`

Como ejemplo del uso del parámetro `valueReference` y la función `valueOf` se muestra el siguiente código GML del objeto `<myns:Person>` el cual consta de varias propiedades anidadas y referencia a otros objetos.

- Un valor de **`valueReference="lastName"`** obtendrá la propiedad de apellido del objeto `person` en el documento de respuesta.
- Un valor de **`valueReference="myns:mailAddress/myns:Address/myns:city"`** obtendrá el nombre de la ciudad de la persona en el documento de respuesta.
- Un valor de **`valueReference="valueOf(myns:location)"`** obtendrá el objeto `location` que representa la localización donde vive la persona y que es una referencia a otro objeto.

```
<myns:Person gml:id="p4467"
  <gml:identifier
    codespace=http://www.canadaSIN.com>424679360</gml:identifier>
  <myns:lastName>Smith</myns:lastName>
  <myns:firstName>Mary</myns:firstName>
  <myns:spouse xlink:href="#p4456"/>
  <myns:location xlink:href="#p101"/>
  <myns:mailAddress>
    <myns:Address gml:id="a201">
      <myns:streetName>Avda del Cid</myns:streetName>
      <myns:streetNumber>4</myns:streetNumber>
      <myns:city>Valencia</myns:city>
    </myns:Address>
  </myns:mailAddress>
  <myns:phone>416-123-4567</myns:phone>
  <myns:livesIn xlink:href="#h32"/>
</myns:isDriving
```

17.8.2. Respuesta de la operación `GetPropertyValue`

Petición `GetPropertyValue` al WFS de unidades administrativas del IGN, de la propiedad `au:name` (nodo). La búsqueda se acota con el parámetro `BBOX` (consulta *ad hoc*).

```
http://www.ign.es/wfs-inspire/unidades-administrativas?
request=GetPropertyValue&
service=WFS&
version=2.0.0&
Typenames=au:AdministrativeUnit&
valueReference=au:name&
namespaces=xmlns(au,http://inspire.ec.europa.eu/schemas/au/4
.0)&
BBOX=39,0,40,1
```

En la figura 17.19 se muestra la respuesta y se puede observar cómo se obtienen los nodos enteros de *au:name* y como se ha utilizado el parámetro *namespaces* para definir el espacio de nombres del nodo buscado.

```
▼ <wfs:ValueCollection xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0
  http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd http://www.opengis.net/gml/3.2
  http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml.xsd http://inspire.ec.europa.eu/schemas/au/4.0
  http://www.ign.es/wfs-inspire/unidades-administrativas?
  SERVICE=WFS&VERSION=2.0.0&REQUEST=DescribeFeatureType&OUTPUTFORMAT=application%2Fgml%2Bxml
  timeStamp="2017-01-23T10:52:46Z" numberMatched="5" numberReturned="5">
  ▼ <wfs:member>
    ▼ <au:name xmlns:au="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/au/4.0">
      ▼ <gn:GeographicalName xmlns:gn="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/gn/4.0">
        ▼ <gn:spelling>
          ▼ <gn:SpellingOfName>
            <gn:text>España</gn:text>
            </gn:SpellingOfName>
          </gn:spelling>
        </gn:GeographicalName>
      </au:name>
    </wfs:member>
    ▶ <wfs:member>...</wfs:member>
    ▶ <wfs:member>...</wfs:member>
    ▶ <wfs:member>...</wfs:member>
    ▶ <wfs:member>...</wfs:member>
  </wfs:ValueCollection>
```

Figura 17.19. Respuesta de una petición *GetPropertyValue*

Si se deseara obtener solo el valor de *gn:text* entonces habría que modificar los dos parámetros siguientes de la petición anterior. En el parámetro *namespaces* ha sido necesario agregar varios espacios de nombres.

```
..&valueReference=
au:name/gn:GeographicalName/gn:spelling/gn:SpellingOfName/g
n:text&
namespaces=xmlns (au,http://inspire.ec.europa.eu/schemas/au/
4.0) ,
xmlns (gn,http://inspire.ec.europa.eu/schemas/gn/4.0) &..
```

Más ejemplos KVP sobre operaciones *GetPropertyValue* se pueden ver en el apartado B.8.3 de la especificación *OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard*.

17.9. OPERACIONES DE BLOQUEO

Las conexiones web por definición son sin estado y como consecuencia inmediata plantea el siguiente problema:

Imaginemos que un cliente obtiene un objeto geográfico. Este objeto es modificado por el cliente y enviado de nuevo al WFS utilizando para ello una operación de transacción (*Transaction request*). Durante este proceso **nada asegura** que otro

cliente pueda haber actualizado el mismo objeto geográfico en la base de datos y como consecuencia aparecerá un problema de consistencia.

Una forma de evitar que esto suceda es obligar a que el acceso a los datos sea **exclusivo**, es decir, mientras una transacción está accediendo a un objeto geográfico, ninguna otra transacción pueda modificar el mismo objeto. Esto se puede conseguir por medio de los llamados bloqueos (*locks*) que controlan el acceso a los datos.

La operación encargada de bloquear los objetos geográficos hasta que acabe la transacción se llama *LockFeature*. Hay otra operación que se llama *GetFeatureWithLock* que combina la funcionalidad de una petición *GetFeature* más una petición *LockFeature*.

17.9.1. Operación *GetFeatureWithLock*

Esta operación es similar a la operación *GetFeature*, excepto que en la respuesta a una operación *GetFeatureWithLock*, el WFS no sólo genera un documento de respuesta similar al de la operación *GetFeature*, sino que también bloquea los objetos geográficos obtenidos en la misma; presumiblemente para actualizar estos objetos geográficos mediante una operación *Transaction* posterior. La siguiente tabla muestra los parámetros de una petición *GetFeatureWithLock*, que son todos los parámetros de una petición *GetFeature* más los parámetros *expiry* y *lockAction*.

Tabla 17.15. Parámetros de la operación *LockFeature*

| Parámetros más importantes | O/OP ^a | Descripción |
|--|-------------------|---|
| version=2.0.0 | O | Versión de la especificación. |
| service=WFS | O | Tipo de servicio. |
| request= <i>GetFeatureWithLock</i> | O | Nombre de la operación. |
| namespaces | OP | Igual que petición <i>GetFeature</i> . Tabla 11. |
| [Parámetros de consulta] | O | Igual que petición <i>GetFeature</i> . Tabla 11. |
| [Parámetros de presentación estándar] | OP | Igual que petición <i>GetFeature</i> . Tabla 11. Nota: El parámetro <i>resultType</i> solo acepta el valor <i>results</i> (valor por defecto). Si se especifica el valor <i>Hits</i> se obtendrá una excepción. |
| [Parámetros de resolución estándar] | OP | Igual que petición <i>GetFeature</i> . Tabla 11. |
| expiry | OP | Indica el tiempo de bloqueo del objeto geográfico (en segundos). Valor por defecto: 300 s. |
| lockAction | OP | Especifica cómo se efectúa el bloqueo. ALL indica que deben bloquearse todos los elementos, si no lo consigue, no se bloqueará ninguno. SOME intenta obtener tantos bloqueos de objeto geográfico como sea posible. Valor por defecto : ALL |

^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional

Ejemplo HTTP POST similar al ejemplo *GetFeature* del apartado anterior. Trata de obtener y bloquear los objetos geográficos contenidos en el BBOX (38,0,39,1). Aparecen resaltadas aquellas líneas nuevas con los parámetros adicionales de la petición *GetFeatureLock*.

```
<GetFeatureWithLock
  version="2.0.0"
  service="WFS"
  lockAction="SOME"
  expiry="30"
  xmlns="http://www.opengis.net/wfs/2.0"
  xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0"
  xmlns:fes="http://www.opengis.net/fes/2.0"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  xmlns:redes="http://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0
http://schemas.opengis.net/wfs/2.0.0/wfs.xsd">
  <Query typeName="redes:RED_ROI">
    <fes:Filter><fes:Not><fes:Disjoint>

    <fes:ValueReference>redes:geom</fes:ValueReference>
      <gml:Envelope
srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG::4326">
        <gml:lowerCorner>38 0</gml:lowerCorner>
        <gml:upperCorner>39 1</gml:upperCorner>
      </gml:Envelope>
    </fes:Disjoint></fes:Not>
  </fes:Filter>
</Query>
</GetFeatureWithLock>
```

Al no soportar el WFS del ejemplo el bloqueo de los objetos, devuelve un código XML con una excepción que indica la imposibilidad de obtener dicho bloqueo.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ows:ExceptionReport version="2.0.0"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/ows/1.1
http://www.ign.es/wfs/redes-
geodesicas/schemas/ows/1.1.0/owsAll.xsd"
  xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/1.1"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <ows:Exceptionexception
    Code="OperationProcessingFailed" locator="GeoServer">
  <ows:ExceptionText>Could not aquire locks for:
    [RED_ROI.fid-1a454d91_159cc08b2e0_21af,RED_ROI.fid-
    1a454d91_159cc08b2e0_21b0, RED_ROI.fid-
    1a454d91_159cc08b2e0_21b1,RED_ROI.fid-1a454d91_159cc08b2e0_21b2,
    RED_ROI.fid-1a454d91_159cc08b2e0_21b3,RED_ROI.fid-
    1a454d91_159cc08b2e0_21b4, RED_ROI.fid-
    1a454d91_159cc08b2e0_21b5]</ows:ExceptionText>
  </ows:Exception>
</ows:ExceptionReport>
```

17.9.2. Operación LockFeature

Esta operación es similar a la operación *GetFeatureWithLock* pero únicamente bloquea los objetos sin devolverlos. Por ello, carece de los parámetros de presentación y resolución estándar que sí tiene la petición *GetFeatureWithLock*. Incluye un parámetro adicional que es *lockID*.

Tabla 17.16. Parámetros de la operación *LockFeature*

| Parámetros más importantes | O/OP ^a | Descripción |
|--------------------------------|-------------------|---|
| version= 2.0.0 | O | Versión de la especificación. |
| service= WFS | O | Tipo de servicio. |
| request= LockFeature | O | Nombre de la operación. |
| namespaces | OP | Igual que petición <i>GetFeature</i> . Tabla 11. |
| [Parámetros de consulta] | O | Igual que petición <i>GetFeature</i> . Tabla 11. |
| expiry | OP | Indica el tiempo de bloqueo del objeto geográfico (en segundos). Valor por defecto: 300 s. |
| lockAction | OP | Especifica cómo se efectúa el bloqueo. ALL indica que deben bloquearse todos los elementos, si no lo consigue, no se bloqueará ninguno. SOME intenta obtener tantos bloqueos de objeto geográfico como sea posible. Valor por defecto : ALL |
| lockId | OP | Especifica el identificador de un bloque existente con la finalidad de reiniciar la caducidad (<i>expiry</i>) de dicho bloque. |

^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional

El ejemplo HTTP POST de la petición *GetFeatureWithLock* funcionaría perfectamente simplemente cambiando el nombre de la operación por *LockFeature*.

El resultado de esta operación (y también de una operación *GetFeatureWithLock*) incluye el identificador de bloqueo (atributo *lockId*), valor que más adelante se puede utilizar para reiniciar la caducidad (*expiry*) con una petición *LockFeature* con este cuerpo XML:

```
<wfs:LockFeature lockId="1013" expiry="600"/>
```

17.10. CONSULTAS ALMACENADAS (STORED QUERIES)

Las operaciones *Stored Query* (consultas almacenadas) permiten al cliente crear, eliminar, listar y describir expresiones de consulta almacenadas en el servidor y que se pueden invocar reiteradamente. Estas operaciones son *ListStoredQueries*, *DescribeStoredQueries*, *CreateStoredQuery* y *DropStoredQuery*.

Todos los servidores deben poseer como mínimo las operaciones *ListStoredQueries* y *DescribeStoredQueries* y ofrecer como mínimo la consulta almacenada *GetFeatureById*.

Los servidores que soporten la característica *Manage Stored Queries* (restricción en la sección *OperationsMetadata* del documento de capacidades) deben implementar las operaciones *CreateStoredQuery* y *DropStoredQuery*

17.10.1. Operación *ListStoredQueries*

Esta operación obtiene una lista de las consultas almacenadas del WFS. La respuesta de una operación *ListStoredQuery* es un documento XML que proporciona la siguiente información para cada una de las consultas que tiene almacenadas (cada consulta es un elemento XML llamado *wfs:StoredQuery*):

Todos los servidores deben ofrecer como mínimo la consulta almacenada *GetFeatureById*.

Tabla 17.17. Parámetros de la operación *ListStoredQueries*

| Parámetros más importantes | O/OP ^a | Descripción |
|---|-------------------|-------------------------------|
| <code>version=2.0.0</code> | O | Versión de la especificación. |
| <code>service=WFS</code> | O | Tipo de servicio. |
| <code>request=ListStoredQueries</code> | O | Nombre de la operación. |
| ^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional | | |

17.10.2. Respuesta de la operación *ListStoredQueries*

La respuesta de una operación *ListStoredQuery* proporciona la siguiente información para cada una de las consultas que tiene almacenadas:

- *StoredQuery (atributo Id)*: identificador único que se asigna a la consulta almacenada.
- *Title*: nombre asignado a la consulta.
- *ReturnFeatureType*: lista de los tipos de elementos que devuelve la consulta.

Ejemplo: Obtener las consultas almacenadas del servidor de unidades administrativas del IGN.

```
http://www.ign.es/wfs-inspire/unidades-administrativas?
  request=ListStoredQueries&
  service=WFS&
  version=2.0.0
```

La misma petición HTTP Post con codificación XML sería:

```
<ListStoredQueries
  xmlns="http://www.opengis.net/wfs/2.0"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0
    http://schemas.opengis.net/wfs/2.0.0/wfs.xsd"
  service="WFS" version="2.0.0"/>
```

La figura 17.20, muestra el documento XML devuelto en este caso, donde aparecen dos consultas almacenadas:

The image shows a screenshot of an XML document returned by a WFS service. The root element is <ListStoredQueriesResponse>, which contains two <StoredQuery> elements. Each <StoredQuery> has a title and a list of <ReturnFeatureType> elements. The first <StoredQuery> has the id "urn:ogc:def:query:OGC-WFS::GetFeatureById" and a title "GetFeatureById". Its <ReturnFeatureType> elements are: au:AdministrativeBoundary, au:AdministrativeUnit, au:Condominium, and gn:NamedPlace. The second <StoredQuery> has the id "urn:ogc:def:query:OGC-WFS::GetFeatureByType" and a title "GetFeatureByType". Its <ReturnFeatureType> elements are: au:AdministrativeBoundary, au:AdministrativeUnit, au:Condominium, and gn:NamedPlace. The XML is color-coded with green for tags and red for attributes.

Figura 17.20. Respuesta de una petición ListStoredQueries

Se observa en la consulta que es obligatorio implementar el identificador igual a “*urn:ogc:def:query:OGC-WFS::GetFeatureById*”. Esta consulta puede devolver hasta 4 tipos de objetos geográficos diferentes (*au:AdministrativeBoundary*, *au:AdministrativeUnit*, *au:Condominium* y *gn:NamedPlace*).

Nota: En la versión 2.0.2 del estándar WFS los identificadores de las consultas utilizan otro formato. El identificar de esta misma consulta en la versión 2.0.2 sería: <http://www.opengis.net/def/query/OGC-WFS/0/GetFeatureById>.

La forma de proceder para comprender y ejecutar una consulta almacenada de un WFS es:

- Averiguar las consultas almacenadas que tiene el WFS.
- Obtener el identificador de la consulta que interesa.
- Obtener más información de la consulta con una petición *DescribeStoredQuery* a partir del identificador: parámetros que toma de entrada, tipo de los parámetros, etc.
- Ejecutar la consulta utilizando el parámetro **StoredQuery_Id** (tabla 17.13) en una petición *GetFeature*, *GetPropertyValue*, *GetFeatureWithLock* o *LockFeature*.

17.10.3. Operación *DescribeStoredQueries*

La operación *DescribeStoreQueries* es utilizada para obtener una descripción detallada de cada una de las consultas predefinidas disponibles en el servidor. En la petición se puede solicitar información sobre todas las consultas o sobre una determinada

Tabla 17.18. Parámetros de la operación *DescribeStoredQueries*

| Parámetros más importantes | O/OP ^a | Descripción |
|--|-------------------|--|
| <code>version=2.0.0</code> | O | Versión de la especificación. |
| <code>service=WFS</code> | O | Tipo de servicio. |
| <code>request=DescribeStoredQueries</code> | O | Nombre de la operación. |
| <code>STOREDQUERY_ID</code> | OP | Listado, separado por comas, de los identificadores de las consultas almacenadas que se desea obtener su descripción. Si no se indica ninguno, devuelve todas las consultas disponibles en el servicio. |

^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional

17.10.4. Respuesta de la operación *DescribeStoredQueries*

La respuesta contiene la descripción de las consultas almacenadas. Se utiliza el elemento *StoredQueryDescription* para describir cada consulta (ver la tabla 19).

El siguiente ejemplo obtiene la descripción detallada de la consulta **GetFeatureById** almacenada del servidor de unidades administrativas del IGN (si no se especifica el parámetro `STOREDQUERY_ID` entonces se obtiene la descripción de todas las consultas).

```
http://www.ign.es/wfs-inspire/unidades-administrativas?
request=DescribeStoredQueries&
service=WFS&
version=2.0.0&
STOREDQUERY_ID=urn:ogc:def:query:OGC-WFS::GetFeatureById
```

La misma petición HTTP POST con codificación XML sería:

```
<DescribeStoredQueries
  xmlns="http://www.opengis.net/wfs/2.0"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0
    http://schemas.opengis.net/wfs/2.0.0/wfs.xsd"
  service="WFS" version="2.0.0">
  <StoredQueryId>
    urn:ogc:def:query:OGC-WFS::GetFeatureById
  </StoredQueryId>
</DescribeStoredQueries>
```

La figura 17.21 muestra el resultado de la petición. Se puede ver en el *abstract* que esta consulta devuelve un objeto cuyo identificador es igual al especificado en el parámetro ID. Además se aprecia que esta consulta solo tiene un parámetro (elemento *<Parameter>*) que se llama “ID” y es de tipo texto.

```

▼ <DescribeStoredQueriesResponse xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns="http://www.opengis.net/wfs/2.0" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0
  http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd">
  ▼ <StoredQueryDescription id="urn:ogc:def:query:OGC-WFS::GetFeatureById">
    <Title>GetFeatureById</Title>
    ▼ <Abstract>
      Returns the single feature whose value is equal to the specified value of the ID
      argument
    </Abstract>
    <Parameter xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" name="ID" type="xsd:string"/>
    <QueryExpressionText xmlns:au="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/au/4.0"
      xmlns:gn="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/gn/4.0"
      returnFeatureTypes="au:AdministrativeBoundary au:AdministrativeUnit au:Condominium
      gn:NamedPlace" language="urn:ogc:def:queryLanguage:OGC-WFS::WFS_QueryExpression"
      isPrivate="true"/>
    </StoredQueryDescription>
  </DescribeStoredQueriesResponse>
  
```

Figura 17.21. Respuesta de una petición DescribeStoredQueries

Tabla 17.19. Elemento *<StoredQueryDescription>*

| Parámetros | Multiplicidad | Descripción |
|----------------------------|---------------|--|
| title | 0..* | Nombre para identificar la consulta. Se pueden especificar los títulos en uno o más idiomas, Indicando el idioma utilizado mediante el atributo <i>xml:lang</i> , el valor por defecto es “en”. |
| abstract | 0..* | Una descripción que proporciona más información sobre la <i>consulta</i> . Puede especificarse en múltiples idiomas (atributo <i>xml:lang</i>). |
| metadata | 0..* | Proporciona más información acerca de la consulta mediante el elemento <i>ows:Metadata</i> (descrito en OGC 06-121r9 [7]). |
| id | 1 | Identificador único (utilizado para invocar la <i>consulta</i>) |
| parameter | 0..* | Las consultas pueden utilizar cero o más argumentos (información de entrada) y, cada uno de esos argumentos se define mediante los siguientes 5 parámetros: - Title, abstract, metadata (0..1) mencionados arriba. - name (1): es el nombre asignado al argumento. - type (1): define el tipo de información permitido para el valor del argumento, puede ser simple o compleja. |
| queryExpressionText | 0..* | Se utiliza para enumerar las expresiones que se ejecutan cuando se invoca a la <i>consulta</i> almacenada Cada elemento <i>wfs:QueryExpressionText</i> define qué tipo de objetos geográficos devuelve, el lenguaje de consulta que se ha utilizado para implementar la consulta y si el código de la consulta es visible o no (<i>public</i> o <i>private</i>) Dentro de las expresiones de la consulta, la notación <i>\$(argument_name)</i> indica dónde se incorporan los valores de entrada dentro de la rutina que se va a ejecutar. |

Con la información obtenida de la consulta almacenada *GetFeatureById*, se puede componer una petición *GetFeature* que utilice esta consulta.

Los parámetros de la consulta (solo uno en este caso, que es el parámetro ID) se escribirán en la URL de una petición HTTP GET como si fuera un parámetro más. Además, se añade el parámetro STOREDQUERY_ID (tabla 13) para realizar la petición:

```
http://www.ign.es/wfs-inspire/unidades-administrativas?  
request=GetFeature&  
service=WFS&  
version=2.0.0&  
storedquery_id=urn:ogc:def:query:OGC-WFS::GetFeatureById&  
ID=AU_ADMINISTRATIVEBOUNDARY_M34091717013M98999999005T0044
```

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>  
<au:AdministrativeBoundary xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"  
  xmlns:au="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/au/4.0" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"  
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0 http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd  
  http://www.opengis.net/gml/3.2 http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml.xsd http://inspire.ec.europa.eu/schemas/au/4.0  
  http://www.ign.es/wfs-inspire/unidades-administrativas?  
  SERVICE=WFS&VERSION=2.0.0&REQUEST=DescribeFeatureType&OUTPUTFORMAT=application%2Fgml%2Bxml%3B+version%3D3.2"  
  gml:id="AU_ADMINISTRATIVEBOUNDARY_M34091717013M98999999005T0044">  
  <gml:identifier codeSpace="http://www.opengis.net/gml/3.2">M34091717013M98999999005T0044</gml:identifier>  
  <au:geometry>  
  <!--  
    Inlined geometry 'AU_ADMINISTRATIVEBOUNDARY_M34091717013M98999999005T0044_AU_GEOMETRY'  
  -->  
  <gml:LineString gml:id="AU_ADMINISTRATIVEBOUNDARY_M34091717013M98999999005T0044_AU_GEOMETRY"  
    srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG::4258">...</gml:LineString>  
  </au:geometry>  
  <au:inspireId>...</au:inspireId>  
  <au:country>  
    <gmd:Country xmlns:gmd="http://www.isotc211.org/2005/gmd">ES</gmd:Country>  
  </au:country>  
  <au:nationalLevel xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"  
    xlink:href="http://inspire.ec.europa.eu/codelist/AdministrativeHierarchyLevel/4thOrder"/>  
  <au:beginLifespanVersion>2009-07-06T00:00:00</au:beginLifespanVersion>  
  <au:admUnit xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:href="http://www.ign.es/wfs-inspire/unidades-  
  administrativas?  
  SERVICE=WFS&VERSION=2.0.0&REQUEST=GetFeature&OUTPUTFORMAT=application%2Fgml%2Bxml%3B+version%3D3.2&STOREDQUERY_ID=urn  
  WFS::GetFeatureById&ID=AU_ADMINISTRATIVEUNIT_34091717013#AU_ADMINISTRATIVEUNIT_34091717013"/>  
</au:AdministrativeBoundary>
```

Figura 17.22. Respuesta de una petición GetFeature (con consultas almacenadas)

17.10.5. Operación CreateStoredQuery

Las consultas almacenadas en el servidor no tienen por qué crearse mediante la operación *CreateStoredQuery*, pueden existir consultas preconfiguradas en el servidor. Lo que se pretende con las consultas preconfiguradas es ofrecer interfaces de consulta sencillos detrás de los cuales se esconden consultas complejas.

La operación *CreateStoredQuery* no permite peticiones KVP mediante HTTP GET y debe ser codificada en XML.

El elemento raíz XML de la petición será el elemento *<CreateStoredQuery>*.

La consulta se define mediante el elemento *StoredQueryDefinition* que es del mismo tipo que el elemento *StoredQueryDescription* (ver tabla 19). El elemento *StoredQueryDefinition* contiene la definición de la consulta almacenada.

En una misma petición *CreateStoredQuery* se pueden crear múltiples consultas almacenadas utilizando varios elementos *StoredQueryDefinition*.

En el ejemplo siguiente se va a crear una consulta almacenada que selecciona directamente el valor especificado de la propiedad TIPO_V_DES de la *featureType* "jcmll:caminos".

El objetivo es poder utilizar dicha consulta almacenada de la siguiente forma, por ejemplo con una petición *GetFeature*:

```
http://www.algunservidor.com/wfs?  
  servive=WFS&  
  request=GetFeature&  
  version=2.0.0&  
  STOREDQUERY_ID=urn:StoredQueries:TipoCaminos&  
  tipocamino=Senda&  
  count=10
```

La petición devolverá el GML de todos los objetos geográficos que sean caminos de tipo senda. La ventaja es que el usuario no hace falta que tenga conocimiento de que *featureType* hay que utilizar (propiedad *typeName*s de una consulta *adhoc*) o qué propiedad contiene los tipos de caminos.

En la petición se ha utilizado la consulta almacenada con identificador *urn:StoredQueries:TipoCaminos* y además hay un parámetro extra que se llama *tipocamino* y cuyo valor "Senda" es el tipo de vía de comunicación que estamos solicitando.

La figura 17.23 muestra el código XML de la petición HTTP POST *CreateStoredQuery* que crea esta consulta almacenada.

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>  
2 <wfs:CreateStoredQuery  
3   xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0"  
4   xmlns:fes="http://www.opengis.org/fes/2.0"  
5   xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"  
6   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"  
7   xmlns:jcmll="http://www.upv.es/jcmll/curso"  
8   xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0  
9     http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd"  
10  service="WFS" version="2.0.0">  
11   <wfs:StoredQueryDefinition id="urn:StoredQueries:TipoCaminos">  
12     <wfs>Title>Caminos segun el tipo</wfs>Title>  
13     <wfs:Abstract>  
14       Encuentra los caminos segun el tipo especificado.  
15       Los valores permitidos son: camino,senda,pista  
16     </wfs:Abstract>  
17     <wfs:Parameter name="tipocamino" type="xsi:string"/>  
18     <wfs:QueryExpressionText returnFeatureTypes="jcmll:caminos" language=  
19       "urn:ogc:def:queryLanguage:OGC-WFS::WFS_QueryExpression" isPrivate="false">  
20       <wfs:Query typeName="jcmll:caminos">  
21         <fes:Filter>  
22           <fes:PropertyIsEqualTo>  
23             <fes:ValueReference>TIPO_V_DES</fes:ValueReference>  
24             <fes:Literal>${tipocamino}</fes:Literal>  
25           </fes:PropertyIsEqualTo>  
26         </fes:Filter>  
27       </wfs:Query>  
28     </wfs:QueryExpressionText>  
29   </wfs:StoredQueryDefinition>  
30 </wfs:CreateStoredQuery>
```

Figura 17.23. Código XML de definición de una consulta almacenada (CreateStoredQuery)

En la línea 11 se define el identificador de la consulta almacenada con el atributo *id* del elemento *StoredQueryDefinition*.

La línea 17 define con el elemento *Parameter* un nuevo parámetro con el nombre *tipocamino* de tipo texto, que es el parámetro extra que hemos utilizado en la petición HTTP GET.

Las líneas 18-28 definen la consulta almacenada con el elemento *QueryExpressionText*. El filtro de la expresión de consulta sigue el estándar *Filter Encoding 2.0* al igual que los ejemplos de las consultas *adhoc*.

La línea 24 mediante el formato *\${nombre-del-parámetro}* utiliza el valor que el cliente ha introducido en la petición para ese parámetro. En el ejemplo con el parámetro *tipocamino*.

17.10.6. Respuesta de la operación CreateStoredQuery

La respuesta contiene un único atributo llamado «status». Si el atributo *status* toma el valor *OK* indica que la consulta se ha creado correctamente. En caso contrario se genera una excepción.

```
<wfs:CreateStoredQueryResponse
  xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0"
  status="OK"/>
```

Si realizamos una petición *DescribeStoredQueries* a la consulta recién creada se obtiene la respuesta de la figura 17.24.

```
http://www.algunservidor.com/wfs?service=WFS&version=2.0.0&
request=DescribeStoredQueries&
storedquery_id=urn:StoredQueries:TipoCaminos
```

```
▼<wfs:DescribeStoredQueriesResponse xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:fes="http://www.opengis.net/fes/2.0" xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/1.1"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0
http://localhost:8080/geoserver/schemas/wfs/2.0/wfs.xsd">
▼<wfs:StoredQueryDescription id="urn:StoredQueries:TipoCaminos">
  <wfs:Title xml:lang="en">Caminos segun el tipo</wfs:Title>
  ▼<wfs:Abstract xml:lang="en">
    Encuentra los caminos segun el tipo especificado. Los valores permitidos son:
    camino,senda,pista
  </wfs:Abstract>
  <wfs:Parameter name="tipocamino" type="xsi:string"/>
  ▼<wfs:QueryExpressionText isPrivate="false" language="urn:ogc:def:queryLanguage:OGC-
WFS::WFS_QueryExpression" returnFeatureTypes="jcml:caminos">
  ▼<wfs:Query wfs:typeNames="jcml:caminos">
    ▼<fes:Filter>
      ▼<fes:PropertyIsEqualTo>
        <fes:ValueReference>TIPO_V_DES</fes:ValueReference>
        <fes:Literal>${tipocamino}</fes:Literal>
      </fes:PropertyIsEqualTo>
    </fes:Filter>
  </wfs:Query>
  </wfs:QueryExpressionText>
</wfs:StoredQueryDescription>
</wfs:DescribeStoredQueriesResponse>
```

Figura 17.24. Respuesta DescribeStoredQueries de la consulta almacenada creada

17.10.7. Operación *DropStoredQuery*

Esta operación permite eliminar una consulta almacenada en el servidor.

Tabla 17.20. Parámetros de la operación *DropStoredQuery*

| Parámetros más importantes | O/OP ^a | Descripción |
|--------------------------------|-------------------|---|
| version=2.0.0 | O | Versión de la especificación. |
| service=WFS | O | Tipo de servicio. |
| request=DropStoredQuery | O | Nombre de la operación. |
| STOREDQUERY_ID | O | Listado, separado por comas, de los identificadores de las consultas almacenadas que se desea eliminar. |

^a O = Parámetro obligatorio, OP = Parámetro opcional

17.10.8. Respuesta de la operación *CreateStoredQuery*

El siguiente texto muestra como eliminar la consulta creada en el apartado anterior cuyo identificador es *urn:StoredQueries:TipoCaminos*, la petición HTTP GET sería:

```
http://www.algunservidor.com/wfs?  
service=WFS&  
version=2.0.0&  
request=DropStoredQuery&  
storedquery_id=urn:ogc:def:query:OGC-WFS::TipoCaminos
```

La petición HTTP POST:

```
<wfs:DropStoredQuery  
  xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0"  
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"  
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs/2.0  
    http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd"  
  version="2.0.0"service="WFS"  
  id="urn:StoredQueries:TipoCaminos"/>
```

La respuesta contiene un único atributo llamado *status*. Si el atributo *status* toma el valor *OK* indica que la consulta se ha creado correctamente. En caso contrario se genera una excepción.

```
<wfs:DropStoredQueryResponse  
  xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0"  
  status="OK"/>
```

17.11. TRANSACCIONES (TRANSACTION)

Esta operación permite editar los objetos geográficos del servidor WFS para poder añadir, modificar o borrar elementos. Cada transacción consiste en cero o más operaciones *Insert*, *Update* o *Delete*.

- **Crear** (*insert*): se utiliza para crear nuevas instancias de objetos. La instancia de objeto geográfico se describe mediante un esquema válido respecto al generado por la operación *DescribeFeatureType*.
- **Actualizar** (*Update*) describe una operación de actualización sobre un conjunto de objetos geográficos de un solo tipo. Contiene los elementos *Property* y *Filter*.
- **Eliminar** (*Delete*) se usa para indicar que varias instancias de un tipo de objeto deben ser borradas. El elemento *Filter* restringe el ámbito de la operación de borrado.

Terminada la transformación, el WFS genera un documento XML de respuesta indicando que el proceso se ha realizado.

La operación *Transaction* se puede complementar con las operaciones *LockFeature* y *GetFeatureWithLock*. Se utilizan para bloquear los objetos geográficos y poder ejecutar posteriormente una operación *Transaction*, de esta forma se puede controlar el caso de que dos usuarios editen los mismos objetos al mismo tiempo.

Los objetos geográficos se representan mediante *GML*. Si el almacén de datos no posee las entidades en este formato, es responsabilidad del servicio realizar la transformación al formato interno de almacenamiento.

Ejemplo HTTP POST. A continuación se muestra un ejemplo de transacción *update*, donde se actualiza la propiedad *populationType* de un conjunto de fenómenos. Se identifican los objetos geográficos mediante los identificadores: BuiltUpA_1M.1013, BuiltUpA_1M.34, BuiltUpA_1M.24256

```
<?xml version="1.0" ?>
<wfs:Transaction
  xmlns="http://www.someserver.com/myns"
  xmlns:fes="http://www.opengis.net/fes/2.0"
  xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs/2.0"
  xsi:schemaLocation="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance
    http://schemas.opengis.net/wfs/2.0/wfs.xsd"
  version="2.0.0"
  service="WFS">
  <wfs:Update typeName="BuiltUpA_1M">
    <wfs:Property>
      <wfs:ValueReference>populationType</wfs:ValueReference>
      <wfs:Value>CITY</wfs:Value>
    </wfs:Property>
    <fes:Filter>
      <fes:ResourceId rid="BuiltUpA_1M.1013"/>
      <fes:ResourceId rid="BuiltUpA_1M.34"/>
      <fes:ResourceId rid="BuiltUpA_1M.24256"/>
    </fes:Filter>
  </wfs:Update>
</wfs:Transaction>
```

La operación **Transaction** permite que se pueda realizar una conexión WFS y **editar los objetos geográficos de forma online** desde un SIG de escritorio como gvSIG o QGIS o desde un cliente web.

Para más información sobre la operación Transaction, así como el estudio de los parámetros y codificación XML ver el apartado 15 del documento “*OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard*”.

17.12. CONCLUSIONES

El estándar WFS permite a los clientes obtener los objetos geográficos de naturaleza vectorial (la geometría y sus propiedades) en formato GML (o incluso en otros formatos como JSON, KML, SHAPE-FILE, etc. si la implementación del software de servidor lo permite).

El obtener los objetos geográficos es muy útil, ya que es posible cargar las capas en un SIG de escritorio y poder realizar un análisis espacial completo con los datos. Como inconveniente decir que el intercambio de datos no es lo suficientemente ágil como para permitir trabajar con conexiones bajo demanda y es necesario utilizar algún sistema de cache en el cliente.

El estándar no solo permite la descarga de un tipo de objetos geográficos determinados (capas), sino que permite realizar cualquier consulta al servidor tanto mediante consultas a medida (*ad hoc*) utilizando el estándar *Filter Encoding*, como utilizando las consultas almacenadas predefinidas (o creadas anteriormente por el cliente) en el servidor.

Por último, el estándar soporta un sistema de transacciones con bloqueo de objetos geográficos, permitiendo de esta manera crear, borrar y actualizar objetos geográficos de forma remota de forma sencilla y manteniendo la consistencia.

17.13. REFERENCIAS

Reglamento modificado (CE) N° 976/2009 en lo que se refiere a los servicios de red. Accesible vía: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2009R0976:20101228:ES:PDF>

Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services. Versión 3.1. Initial Operating Capability Task Force for Network Services. Accesible vía: <http://inspire.ec.europa.eu/documents/technical-guidance-implementation-inspire-download-services>

Reglamento (UE) N° 1089/2010 en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales. Accesible vía: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010R1089-20141231&from=EN>

Complex Features. Documentación oficial de Geoserver. Geoserver. Accesible vía: <http://docs.geoserver.org/stable/en/user/data/app-schema/complex-features.html>

OGC 06-121r3, OGC Web Services Common Specification. Open Geospatial Consortium. Accesible vía: <https://www.ogc.org/standards/common>

OGC 07-036. OpenGIS Geography Markup Language (GML) Encoding Standard. Open Geospatial Consortium. Accesible vía: <https://www.ogc.org/standards/gml>

OGC 09-025r1 and ISO/DIS 19142. OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard. Open Geospatial Consortium. Accesible via: <https://www.ogc.org/standards/wfs>

OGC 09-026r1 and ISO 19143:201. OpenGIS Filter Encoding 2.0 Encoding Standard. Open Geospatial Consortium. Accesible vía: <https://www.ogc.org/standards/filter>

*«Y levantando a los techos
de los edificios, por arte
diabólica, lo hojaldrado, se
descubrió la carne del
pastelón de Madrid como
entonces estaba,
patentemente,
que por el mucho calor
estuvo estaba con menos
celosías, y tanta variedad
de sabandijas racionales
en esta arca del mundo,
que la del diluvio,
comparada con ella, fue de
capas y gorras»*

*Luis Vélez de Guevara (El diablo
cojuelo, 1641)*

Servicio Web de Coberturas (WCS)

Iniesto Alba, María J.

Universidade de Santiago de Compostela

Capítulo

18

Contenido

| | |
|--|-----|
| 18.1. INTRODUCCIÓN..... | 539 |
| 18.2. ¿QUÉ ES UNA COBERTURA? | 539 |
| 18.3. SERVICIO DE COBERTURAS OGC..... | 545 |
| 18.4. OPERACIONES WCS - OGC..... | 547 |
| 18.5. OPERACIÓN GETCAPABILITIES..... | 549 |
| 18.5.1. Petición GetCapabilities..... | 549 |
| 18.5.2. Respuesta GetCapabilities..... | 550 |
| 18.6. OPERACIÓN DESCRIBECOVERAGE..... | 556 |
| 18.6.1. Petición DescribeCoverage..... | 556 |
| 18.6.2. Respuesta DescribeCoverage | 557 |
| 18.7. OPERACIÓN GETCOVERAGE | 564 |
| 18.7.1. Petición GetCoverage..... | 565 |
| 18.7.2. Respuesta GetCoverage | 567 |
| 18.8. EL SERVICIO DE COBERTURAS INSPIRE..... | 570 |
| 18.9. FUENTES DE DATOS DE COBERTURAS | 579 |
| 18.10. CONCLUSIONES..... | 582 |
| 18.11. REFERENCIAS | 583 |

18.1. INTRODUCCIÓN

El servicio web de coberturas, WCS, (*Web Coverage Service*) es un servicio de descargas que permite la obtención de datos geoespaciales en forma de «coberturas» a través de internet, esto es, una representación digital de fenómenos geográficos con variación espacio/temporal.

Atendiendo a distintos estándares y reglas de implementación: ISO, OGC e Inspire, las coberturas se utilizan para describir las características de los fenómenos del mundo real que varían en el espacio y/o el tiempo, con una distribución continua. En la práctica, la representación en forma de coberturas abarca cuadrículas regulares e irregulares, nubes de puntos y mallas en general. Así, por ejemplo, proporcionan datos de cobertura una imagen de satélite, una fotografía aérea o un modelo digital del terreno.

Las coberturas desempeñan un papel importante en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los servicios geoespaciales, para el procesamiento y el intercambio de datos geográficos, que permiten la realización de múltiples operaciones de análisis, modelado y simulación, de utilidad para cualquier tipo de actividad científica, empresarial, de gestión o planificación, y cualquier actividad relacionada con el espacio geográfico.

Los servicios WCS y WCPS (Servicio Web de Procesamiento de Coberturas) proporcionan un modelo abstracto y una definición de servicio interoperable para navegar, acceder, agregar y procesar coberturas. Dentro de los servicios de descargas de una IDE, un WCS es un servicio que permite la descarga de datos geográficos en forma de «coberturas», es decir, generalizando mucho, el equivalente al servicio WFS pero para datos ráster.

En este capítulo analizaremos los servicios de descarga WCS, basándonos en los estándares OGC y los requisitos INSPIRE.

18.2. ¿QUÉ ES UNA COBERTURA?

Una cobertura es la representación digital de algún fenómeno espacio-temporal. La norma ISO 19123 define una cobertura como una característica (fenómeno espacial) que actúa según una determinada función, para devolver una colección de valores (atributos dentro de su rango) para cualquier posición directa, es decir, para cada ubicación definida dentro de su dominio espacial, temporal o espacio/temporal.

Por tanto, una cobertura se caracteriza por su «dominio» (extensión espacial y/o temporal) y su «rango», una colección que representa los valores de cobertura en cada ubicación definida dentro de su rango. Los dominios espaciales típicos son conjuntos de puntos (como ubicaciones de sensores), conjuntos de curvas (por ejemplo, isolíneas o isobáras), redes regulares de píxeles o cuadrículas y puntos (por ejemplo, ortoimágenes o modelos de elevación), redes irregulares de triángulos (TIN) (como, modelos digitales del terreno) o conjunto de polígonos de Thiessen (para analizar los datos distribuidos espacialmente).

En general, las coberturas puede ser de tipo multidimensional, por ejemplo, datos de sensores 1-D, como una serie temporal de valores de temperatura; 2-D, como imágenes de aéreas o de satélite; 3-D, como series temporales de imágenes (x,y,t), voxel o modelos geocientíficos (x,y,z), por ejemplo, tomogramas de datos geofísicos; y, 4-D, como datos atmosféricos y oceánicos (x/y/z/t) utilizados para simulación de fenómenos (*OGC GML Application Schema for Coverages*¹).

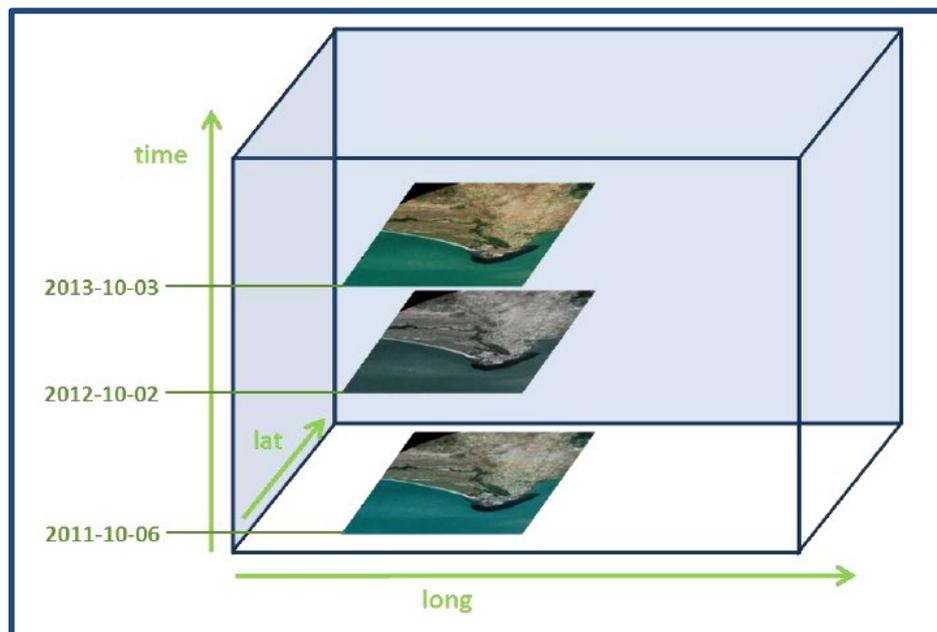


Figura 18.1: Ejemplo de series temporales de imágenes para coberturas.

Fuente: *Defence Geospatial Information Working Group (DGIWG), 2017.*

Defence Profile of OGC's Web Coverage Service 2.0

(<http://www.dgiwg.org/dgiwg/>)

El estándar *OGC Abstract Topic 6 [OGC 07-011]*, que es idéntico a la norma ISO 19123:2005, define un modelo abstracto de coberturas. Este modelo de cobertura abstracta establece que las instancias de cobertura pueden codificarse utilizando el estándar OGC GML 3.2.1, según el Esquema de Aplicación de Coberturas [OGC 09-146r1] (*Application Schema - Coverages*), a menudo denominado GMLCOV, que a su vez se basa en el estándar GML 3.2 (*OGC Geography Markup Language (GML) Encoding Standard [OGC 07-036]*²). Sin embargo, este modelo abstracto no es interoperable per se, es decir, serían posibles muchas implementaciones diferentes de coberturas que se ajusten a este modelo y que no sean interoperables. Así, para describir las coberturas de manera más flexible, interoperable y armonizada fue definido el esquema de aplicación para coberturas versión 1.0.1. «CIS 1.0» [OGC 09-146r2] (*OGC® Implementation Schema for Coverages CIS 1.0 [OGC 09-146r2]*) con mejoras respecto al tipo de datos de cobertura GML 3.2.1 del anterior esquema de aplicación (OGC 09-146r1, actualmente en desuso) que, además, establece el empleo

¹ <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>

² *OGC Geography Markup Language (GML) Encoding Standard [OGC 07-036]*

de codificaciones de formato diferentes de GML. Este tipo de cobertura «mejorada» es utilizada, por ejemplo, por el Servicio WCS versión 2.0 y superiores.

Actualmente, está disponible la versión CIS 1.1 del esquema de implementación de coberturas ([Coverage Implementation Schema "CIS" 1.1. \[09-146r6\]](#)), que amplía GMLCOV/CIS 1.0, como una extensión compatible con versiones anteriores, es decir, cualquier cobertura válida de CIS 1.0 también es válida en CIS 1.1. Esta nueva versión del esquema de implementación añade más tipos de cobertura, en concreto, más cuadrículas, y opciones de codificación. CIS 1.1 añade definiciones completas para todos los tipos posibles de cuadrículas irregulares, que no se habían especificado en la versión anterior. Así, incorpora y generaliza los conceptos de cobertura establecidos en GML 3.3. También complementa la representación de coberturas GML con las clases de codificación de formato JSON, RDF y otras codificaciones adicionales. CIS 1.1. también contempla la división de coberturas, por ejemplo, para una representación interpolada en el tiempo, y la interpolación, pares geometría/valor. Además, usa el estándar *SWE (Sensor Web Enablement) Common [OGC 08-094]*, para la descripción de la estructura del valor del rango.

De acuerdo con GMLCOV, una cobertura se define según una clase `AbstractCoverage`, considerada como un subtipo de «*Feature*», que consta, como se especifica en GML 3.2.1, de un identificador (`id`), una función que describe cómo se calculan los valores de rango en las posiciones directas de la cobertura (`GML::`

`CoverageFunction`) y una extensión o recuadro geográfico envolvente (`CIS::EnvelopeByAxis`) que indica la mínima *bounding box* de la cobertura.

Además, una cobertura abstracta consta de los siguientes componentes (Fig. 18.2):

- un componente `DomainSet` que describe el dominio de la cobertura: el conjunto de "posiciones directas", es decir, las ubicaciones para las que se almacenan valores en la cobertura.
- un componente `RangeSet` que contiene el conjunto de valores en que consiste la cobertura, cada uno asociado con una posición directa, a menudo denominados píxeles o voxels.
- un elemento `RangeType`, tipo de rango, que describe la estructura de datos del conjunto de rango de la cobertura, es decir, una definición del tipo de valores de rango establecidos (en el caso de imágenes generalmente denominadas «tipo de datos de píxel»). El tipo de rango a menudo consiste en uno o más campos (también conocidos como bandas, canales o variables). Para la descripción de la estructura del valor del rango, se usa el estándar *SWE Common [OGC 08-094] DataRecord*.
- Un componente de metadatos donde se puede agregar metadatos específicos de la aplicación o cualquier tipo de metadato, permitiendo extensiones individuales.

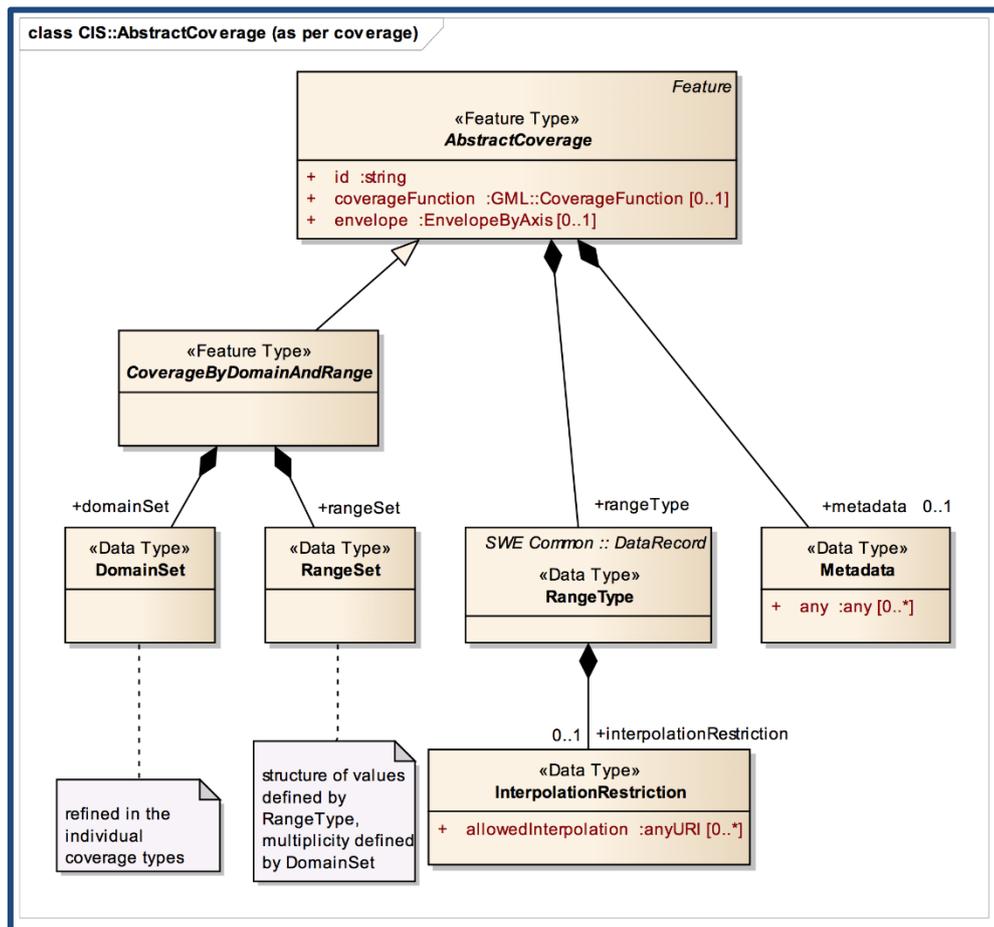


Figura 18.2: Esquema que muestra la estructura de una cobertura abstracta.

Fuente: OGC, 2017 ([Coverage Implementation Schema "CIS" 1.1. \[09-146r6\]](#))

Según el modelo abstracto de coberturas, éstas pueden ser de los siguientes tipos (Fig. 18.3):

- **MultiPointCoverage** (ISO 19123: CV_DiscretePointCoverage): una colección o conjunto de valores asociados con puntos geométricos distribuidos arbitrariamente en el espacio/tiempo.
- **MultiCurveCoverage** (ISO 19123: CV_DiscreteCurveCoverage): el dominio se divide en una colección de curvas ubicadas en el espacio/tiempo. La función de la cobertura asigna cada curva a un valor dentro del rango establecido.
- **MultiSurfaceCoverage** (ISO 19123: CV_DiscreteSurfaceCoverage): el dominio se divide en una colección de superficies ubicadas en el espacio/tiempo. La función de la cobertura asocia cada superficie a un valor en el rango establecido.
- **MultiSolidCoverage** (ISO 19123: CV_DiscreteSolidCoverage): el dominio se divide en una colección de sólidos ubicados en el espacio/tiempo. La función de la cobertura asigna cada sólido a un valor en el rango establecido.

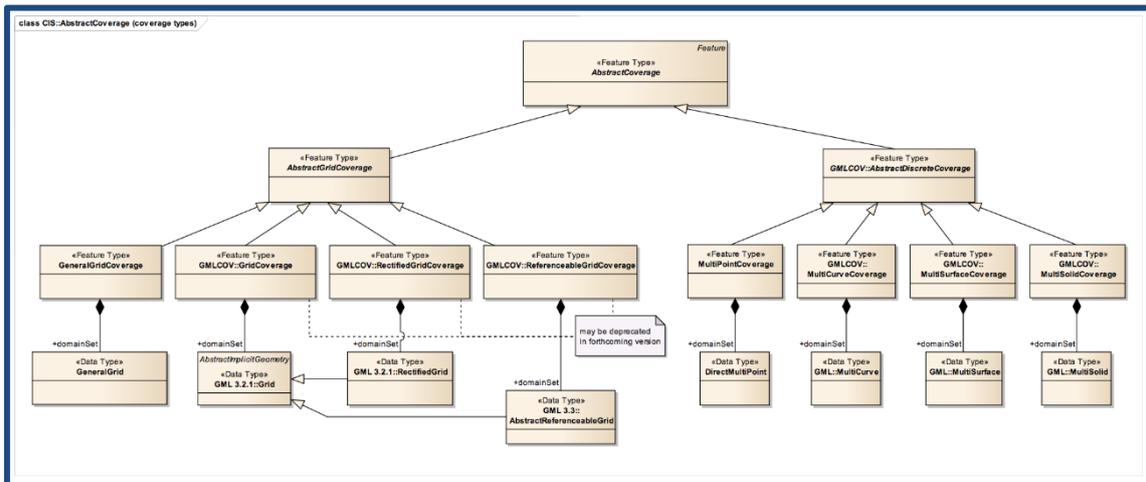


Figura 18.3: Esquema que muestra jerárquicamente los tipos de coberturas. Fuente: OGC, 2017 ([Coverage Implementation Schema "CIS" 1.1. \[09-146r6\]](#))

- **GridCoverage** (ISO 19123: CV_DiscreteGridPointCoverage): una cobertura de puntos discretos en la que el dominio es una cuadrícula geométrica regular (igualmente espaciada o equidistante) que no tiene referencia espacial. Este tipo de coberturas es similar a MultiPointCoverage, excepto por el hecho de utilizar un objeto `gml:Grid` para describir el dominio.
- **RectifiedGridCoverage** (ISO 19123: CV_DiscreteGridPointCoverage): una cobertura de puntos discretos basada en una cuadrícula rectificada. Una cuadrícula para la que existe una transformación afín entre las coordenadas de la cuadrícula y las coordenadas de un sistema de referencia de coordenadas. Este tipo de cobertura es similar a al tipo GridCoverage, excepto por los puntos de la cuadrícula que, en este caso, sí están referenciados geoméricamente (Fig. 18.4-izquierda).
- **ReferenceableGridCoverage** (añadida a GML por el cambio [OGC 07-112r3]): cobertura cuyo dominio consiste en una cuadrícula referenciable. Una cuadrícula asociada con una transformación que se puede usar para convertir valores de coordenadas de cuadrícula en valores de coordenadas referenciadas en un sistema de referencia de coordenadas, es decir, una cuadrícula que no es necesariamente regular o equidistante (por ejemplo, cuadriláteros -*Quadrilateral grid coverage*- o hexágonos -*Hexagonal grid coverage*) (Fig. 18.4-centro y derecha).

Además, se definen casos especiales que pueden ser modelados en forma de coberturas como:

- **Thiessen polygon coverage**: un conjunto de polígonos de Thiessen, que se utiliza para analizar datos distribuidos espacialmente.
- **TIN coverage**: una red irregular de triángulos (TIN), que fundamentalmente es utilizada para modelos de terreno.

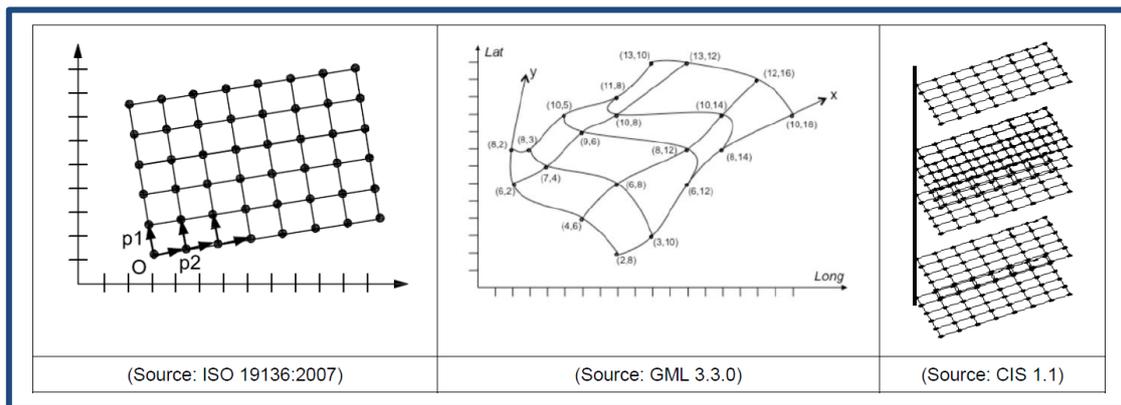


Figura 18.4: Ejemplos de cobertura tipo RectifiedGridCoverage, una cuadrícula rectificada (izquierda) y de tipo ReferenceableGridCoverage, una cuadrícula referenciable (centro) y una serie temporal de ortoimágenes (derecha). Fuente: INSPIRE, 2016 (*Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services using Web Coverage Services (WCS)*)

Las coberturas se representan mediante una serie binaria o ASCII, especificada por algún formato de datos (codificación). Aunque la codificación se rige por normas específicas, las coberturas se pueden codificar en cualquier formato, ya que, su estructura lógica es independiente, por tanto, se pueden codificar en formato de cobertura GML, como en cualquiera otro formato de datos adecuado, entre otros: GeoTIFF, NetCDF (*Network Common Data Form*), HDF-EOS (*Hierarchical Data Format - Earth Observing System*), JSON (*JavaScript Object Notation*), RDF (*Resource Description Framework*), NITF (*National Imagery Transmission Format*) o GMLJP2 (*GML in JPEG 2000*).

Además, las coberturas se pueden representar mediante un solo documento (o archivo) o mediante un conjunto de documentos organizados jerárquicamente, cada uno de los cuales se puede codificar individualmente, ya que, algunos de estos formatos de codificación no son capaces de incorporar todos los componentes que forman una cobertura. Para ello, el modelo de cobertura prevé una codificación MIME multiparte (Fig. 18.5.) donde el primer componente codifica la descripción de la cobertura (extensión del dominio, tipo de rango, metadatos) y la segunda parte consiste en el conjunto de rango que está codificado en algún formato binario compacto como NetCDF o JPEG2000.

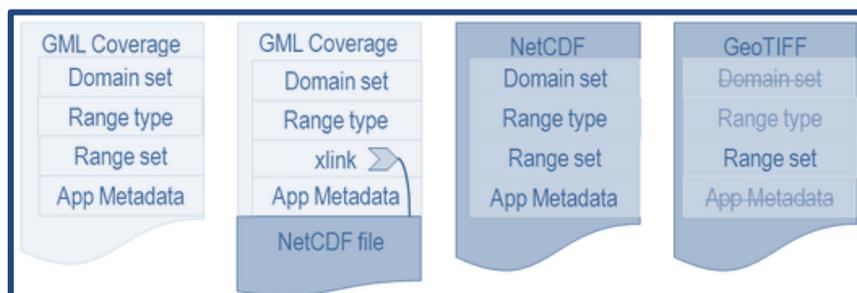


Figura 18.5: Esquema de diferentes codificaciones de cobertura. Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/Coverage_data

Las coberturas son independientes de las definiciones de servicio y, por lo tanto, se puede acceder a ellas a través de una variedad de tipos de servicios estandarizados basados en la web, como el servicio WCS que tratamos en este capítulo, u otros servicios de OGC como WFS, WCPS, WPS, etc. La estructura de cobertura puede servir a una amplia gama de dominios de aplicación de cobertura, contribuyendo así a la armonización e interoperabilidad entre estos.

Por último, cabe señalar que la Directiva INSPIRE también se basa para la definición de los datos geográficos en forma de coberturas en los estándares de OGC y la norma ISO 19123, pero adaptados para mejorar la armonización entre los temas INSPIRE representados en coberturas (de sus Anexos II y III).

18.3. SERVICIO DE COBERTURAS OGC

El servicio web de coberturas, WCS, es un servicio que permite descargas de coberturas. Un WCS, como el resto de los estándares definidos por OGC, soporta la comunicación electrónica a través de Internet y está basado en la arquitectura cliente-servidor.

El estándar WCS de OGC establece cómo debe implementarse un servicio de coberturas abierto e interoperable y, como ya sabemos, otro estándar define un modelo abstracto de coberturas.

Como el servicio de visualización de mapas, *Web Map Service (WMS)*, o el servicio de descargas, *Web Feature Service (WFS)*, WCS permite al cliente seleccionar y visualizar parte de la información que posee el servidor, basándose en diferentes criterios como, por ejemplo, las restricciones espaciales.

Sin embargo, a diferencia del servicio de mapas, el servicio de coberturas proporciona los datos con su semántica original (define peticiones con una sintaxis adecuada para obtener esos datos y devuelve la información junto con su descripción detallada), es decir, permite el acceso no sólo a la imagen en sí, tal y como hace un WMS, sino también a sus valores o propiedades (por ejemplo, a los valores de altitud de un modelo digital de elevaciones, o la cantidad de lluvia para cada píxel de un mapa de precipitaciones), lo que permitirá que los datos puedan ser interpretados, extrapolados,... y tratados en operaciones de análisis y modelado, y no sólo representados de forma estática.

La diferencia principal con un WFS, que devuelve fenómenos geoespaciales discretos, es que WCS proporciona coberturas que reflejan fenómenos geográficos continuos y que relacionan el dominio de variación espacio-temporal con un rango de propiedades (probablemente, multidimensional).

El OGC define los estándares de implementación de un servicio WCS y las especificaciones abstractas, que detallan la estructura de la interfaz del servicio, el esquema de implementación de coberturas, junto con perfiles de aplicación y codificación.

Al igual que con otros estándares, los documentos de especificaciones han ido evolucionado con el tiempo. En este caso, desde la primera versión 1.0.0 hasta la actual 2.1 aprobada recientemente, en junio de 2018 (*OGC Web Coverage Service*

(WCS) 2.1 Interface Standard – Core). En la web de OGC³ están disponibles las distintas versiones de las normas, tanto del modelo de servicio WCS, como del modelo de datos de cobertura, con indicación de las que están activas, las que ha entrado en desuso y los documentos de apoyo (no estándares):

Las versiones de la serie «2» presentan algunas diferencias características respecto a las primeras versiones del servicio, que facilitan el intercambio de coberturas entre servicios OGC, lo que lleva a una mayor interoperabilidad y armonización entre los estándares OGC. Así, el servicio WCS:

- se basa en el modelo de cobertura GML, *GML Application Schema for Coverages [OGC 09-146r2]*, que va más allá de las mallas regulares, para admitir otros tipos de cobertura como, por ejemplo, mallas irregulares, curvilíneas, nubes de puntos, coberturas de superficie; mallas generales.
- tiene una sintaxis (esquema XML) y una semántica (*Schematron*) clara y formalmente especificada, lo que facilita la comprensión y la implementación;
- está armonizado con otros servicios *OGC OWS-Common*, tales como, SOS, WMS, WCPS y WPS;
- es comprobable (*testable*): la conformidad de los datos y servicios de cobertura puede verificarse a nivel de píxel, es decir, el contenido de los píxeles está sujeto a pruebas de conformidad;
- es claro y modular, consiste en un pequeño núcleo obligatorio y un conjunto estructurado de extensiones opcionales.

De acuerdo con esto, el estándar se ha dividido en un documento núcleo y sus extensiones. En el documento núcleo se definen únicamente los requisitos básicos que debe seguir cualquier implementación de un interfaz WCS, mientras que en las extensiones se definen los requisitos adicionales como, por ejemplo, la codificación de las respuestas. Algunas de estas extensiones son necesarias para obtener una implementación completa de este tipo de interfaz (IDEE, 2013). Podemos encontrar (Fig. 18.6):

- **Extensiones de servicio:** subconjuntos de rangos, escalado, Sistemas de referencia de coordenadas (CRS), interpolación, transacción y procesamiento.
- **Extensiones de codificación de formato:** GeoTIFF
- **Extensiones de Protocolo:** KVP/Get, XML/POST y XML/SOAP; y
- **Perfiles de aplicación** de observación de la Tierra (EO-WCS), aunque también se está trabajando en el perfil MetOcean (MetOcean-WCS).

³ <http://www.opengeospatial.org/standards/wcs>.

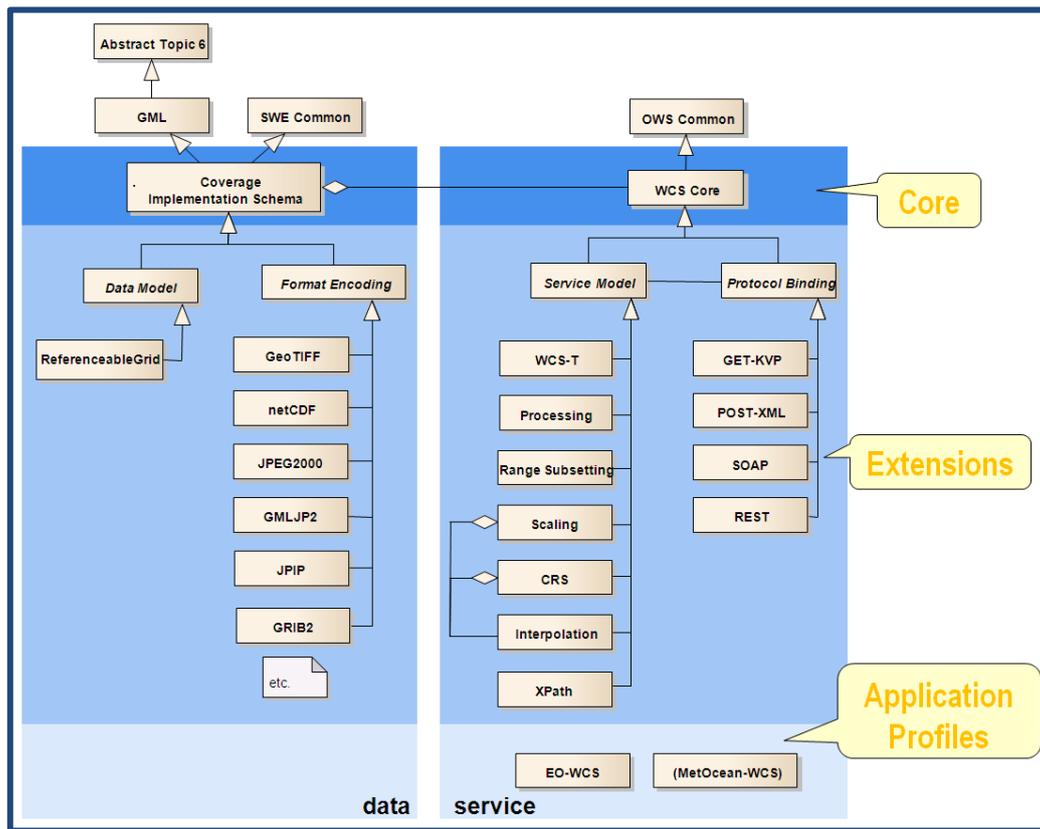


Figura 18.6: Esquema general de un servicio WCS y de datos de cobertura de OGC (<https://www.opengeospatial.org/standards/wcs>)

La última versión disponible del núcleo del estándar es la 2.1. (*OGC® Web Coverage Service (WCS) Interface Standard - Core, version 2.1*), este modelo de servicio de WCS Core es idéntico a la versión anterior WCS 2.0, pero ampliando su oferta con coberturas CIS 1.1. En particular, la sintaxis y semántica de las peticiones, permanece sin cambios para la versión WCS 2.1 [OGC 17-089r1], de tal manera que ofrezca los servicios establecidos en WCS Core 2.0 [OGC 09-110r4], tanto en coberturas CIS 1.0 [OGC 09-146r2] como en CIS 1.1 [OGC 09-146r6]. Simplemente, se agrega la sintaxis que permite diferenciar entre las estructuras CIS 1.0 y CIS 1.1.

18.4. OPERACIONES WCS - OGC

Las especificaciones WCS del estándar de OGC definen tres operaciones obligatorias que puede solicitar un cliente y son implementadas por parte del servidor. Estas operaciones deben soportar, al menos, un protocolo de comunicación de los definidos en las extensiones de este estándar (KVP, POST y SOAP), es decir, las solicitudes y respuestas pueden hacerse de tres maneras diferentes:

1. GET / KVP: para enviar solicitudes en protocolo HTTP GET con codificación KVP (par clave-valor) y recibir metadatos en XML y datos de cobertura binarios.

2. POST / XML: protocolo HTTP POST con codificación XML para transferir datos XML y datos de cobertura binarios.
3. SOAP / XML: protocolo SOAP con codificación XML para transferir datos XML y datos de cobertura binarios.

Estas operaciones son:

- **GetCapabilities:** operación que permite a un cliente solicitar los metadatos del servicio, es decir, el servidor devuelve un documento XML que describe las capacidades específicas del WCS solicitado, incluyendo, por lo general, una breve descripción de las coberturas disponibles.
- **DescribeCoverage:** operación que permite a un cliente solicitar los metadatos de los datos servidos, es decir, una descripción completa de una o más coberturas suministradas por un servidor WCS. El servidor responde con un documento XML que describe exhaustivamente los datos de las coberturas identificadas.
- **GetCoverage:** operación que permite a un cliente solicitar una cobertura o parte de ella con los parámetros geoespaciales y dimensionales que desee. El servidor extrae los datos de respuesta de la cobertura solicitada y los codifica en el formato de cobertura seleccionado.

Normalmente, durante una secuencia de peticiones WCS, un cliente realizará, en primer lugar, una petición «GetCapabilities» al servidor para obtener una lista actualizada de los datos disponibles. En segundo lugar, realizará una petición «DescribeCoverage» para averiguar más detalles sobre una o más coberturas concretas de las que ofrece el servidor. Y, finalmente, si desea obtener una cobertura, o una parte de dicha cobertura, hará una solicitud «GetCoverage» (Fig. 18.7).

El documento de capacidades devuelto tras una petición «GetCapabilities», indicará qué tipo de codificación POST soporta el servidor WCS.

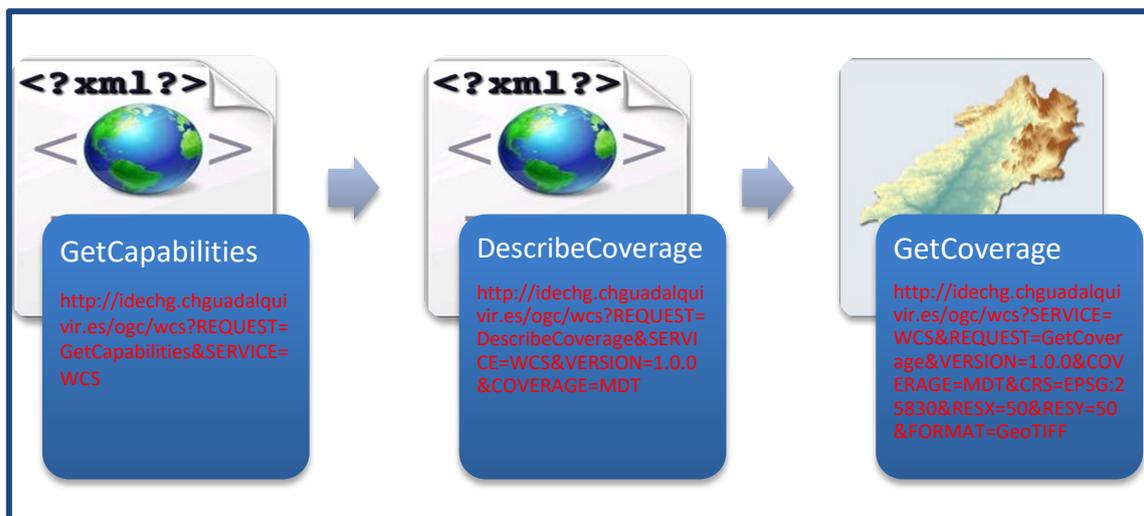


Figura 18.7: Secuencia de operaciones realizadas para solicitar datos de cobertura a través de un servicio WCS.

En los siguientes apartados se definen los parámetros de cada una de estas operaciones con ejemplos de aplicación de cada una de ellas, en distintas versiones del estándar.

18.5. OPERACIÓN GETCAPABILITIES

La operación *GetCapabilities* permite obtener el documento XML de capacidades o metadatos del servicio, donde se describen las características del propio servicio y, generalmente, se incluye una breve descripción de las coberturas que ofrece. Cuando el documento XML no contenga la descripción de las coberturas que posee el WCS, la información debe estar disponible en una fuente aparte, como por ejemplo un catálogo de imágenes.

18.5.1. Petición GetCapabilities

Los parámetros de una petición *GetCapabilities* se resumen en la siguiente tabla (parámetros para una solicitud *GetCapabilities* según la última versión del estándar, WCS 2.1, que son iguales a la versión WCS 2.0):

Tabla 18.1 – Parámetros de una operación *GetCapabilities* (WCS 2.1)

| Parámetros | Obligatoriedad | Descripción |
|-------------------------|----------------|--|
| SERVICE=WCS | Obligatorio | Tipo de servicio al que va dirigida la petición. |
| REQUEST=GetCapabilities | Obligatorio | Nombre de la operación. |
| ACCEPTVERSION | Opcional | Versiones de la especificación OGC que acepta el cliente, separadas por comas y en orden de preferencia. |
| SECTIONS=Contents | Opcional | Sección(es) del documento de <i>Capabilities</i> que se desea sean devueltos en el documento de metadatos del servicio. <ul style="list-style-type: none"> • /WCS_Capabilities/Service • /WCS_Capabilities/Capability • /WCS_Capabilities/ContentMetadata |
| UPDATESEQUENCE | Opcional | Versión del documento de metadatos del servicio cuyo valor se incrementa cuando se realizan cambios en el documento completo (Versión del <i>Capabilities</i>). |
| ACCEPTFORMATS=text/xml | Opcional | Secuencia de formatos de respuesta solicitados por el cliente (cero o más), separados por comas y por orden de preferencia. |
| ACCEPTLANGUAGES | Opcional | Idiomas de respuesta contemplados |

Un ejemplo de petición *GetCapabilities* al servicio WCS de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía, desarrollado por la Red de Información Ambiental de la Junta de Andalucía, utilizando el protocolo HTTP GET sería:

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_WCS_mdt?request=GetCapabilities&service=WCS

18.5.2. Respuesta GetCapabilities

El Documento XML de capacidades devuelto por el servidor tiene un elemento principal, «WCS_Capabilities» que tiene dos atributos: «version» que indica la versión del servicio WCS y «xsi:schemaLocation» que proporciona información de ubicación del esquema XML seguido. Además de una serie de secciones con información del servicio, que a continuación detallaremos (Figura 18.8).

La respuesta GetCapabilities de la versión WCS 2.1 es igual a la propuesta en la versión WCS 2.0 aunque, como ya se indicó, también informa sobre las coberturas de CIS 1.1 (Esquema de Implementación de Cobertura (CIS) OGC).

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
- <wcs:Capabilities version="2.0.1" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs/2.0
http://schemas.opengis.net/wcs/2.0/wcsAll.xsd" xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0"
xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0"
xmlns:wcs="http://www.opengis.net/wcs/2.0">
+ <ows:ServiceIdentification>
+ <ows:ServiceProvider>
+ <ows:OperationsMetadata>
+ <wcs:ServiceMetadata>
+ <wcs:Contents>
</wcs:Capabilities>
```

Figura 18.8: Ejemplo de documento XML *Capabilities* devuelto por el servidor como respuesta a la petición Getcapabilities al servicio WCS de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía desarrollado por la Red de Información Ambiental de la Junta de Andalucía (http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_WCS_mdt)

➤ Documento XML de capacidades del servicio WCS

El contenido del documento XML, como respuesta a una operación GetCapabilities del servicio WCS, está distribuido en secciones (Figura 18.9):

- Las secciones de metadatos del servicio (Identificación, proveedor, operaciones, extensiones, metadatos...) Aquellos metadatos ofrecidos por el servidor del WCS que han sido definidos en el componente «serviceMetadata» del estándar *OWS Common* [OGC 06-121r9], y
- una sección opcional de contenidos «Contents» en la que se proporciona la información acerca de las coberturas que ofrece el servicio.

La sección «**Identificación del servicio**» (*ServiceIdentification*) contiene metadatos básicos sobre el servicio WCS y los perfiles implementados (Fig. 18.10). El contenido y la organización de esta sección deben ser los mismos para todos los

servicios web de OGC, tal y como quedan definidos en el documento *OWS Common* [OGC 06-121r9].

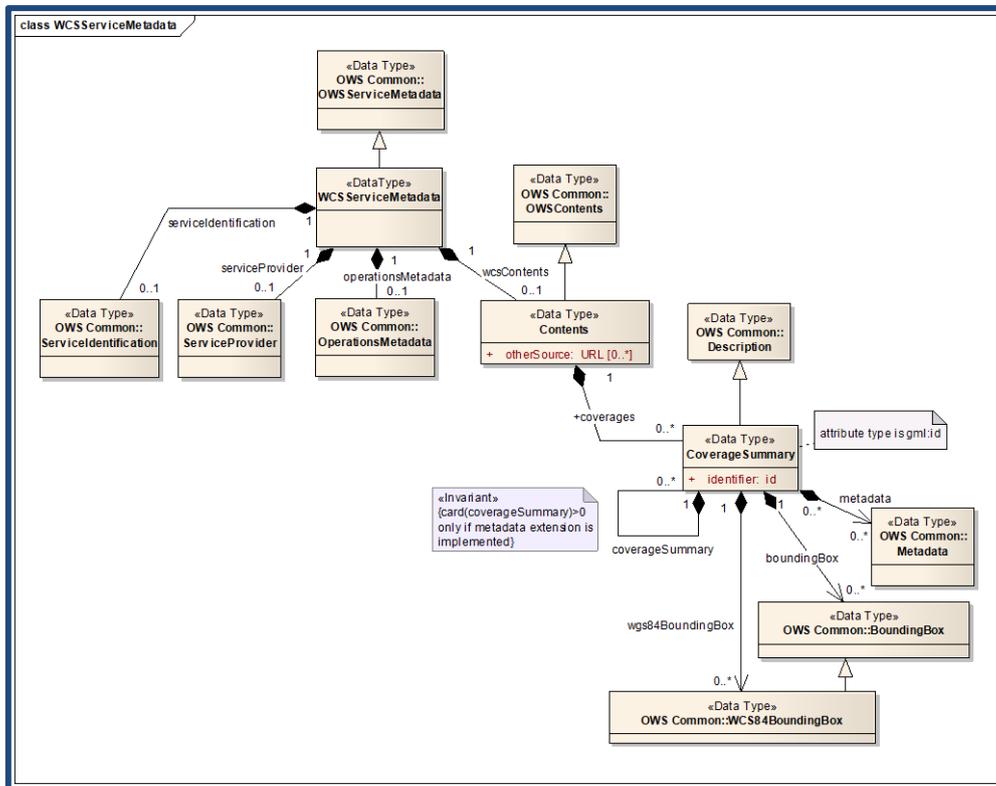


Figura 18.9: Diagrama de clases UML de metadatos de un servicio WCS. Fuente: OGC, 2012.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<wcs:Capabilities version="2.0.1" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs/2.0 http://schemas.opengis.net/wcs/2.0/wcsAll.xsd"
  xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0" xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0" xmlns:wcs="http://www.opengis.net/wcs/2.0">
  <ows:ServiceIdentification>
    <ows>Title>REDIAM. WCS Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía</ows>Title>
    <ows:Abstract>Nodo de la Red de Información Ambiental de Andalucía. Junta de Andalucía. Servicio WCS del Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía de 10 m de resolución generado a partir de los vuelos realizados en 2010 (cuadrantes Sureste (SE) Suroeste (SW)) y 2011 (cuadrantes Noreste (NE) y Noroeste (NW)). También se muestra el Modelo Digital de Elevaciones de Andalucía de 100 m generado a partir de MDE por cuadrantes (resolución 10x10 y 5x5m) remuestreados procedentes de los proyectos de producción de Ortofotos regionales de Andalucía y del PNOA. Integrado en la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía, siguiendo las directrices del Sistema Cartográfico de Andalucía.</ows:Abstract>
    <ows:Keywords>
      <ows:Keyword>WCS</ows:Keyword>
      <ows:Keyword>MDT</ows:Keyword>
    </ows:Keywords>
    <ows:ServiceType codeSpace="OGC">OGC WCS</ows:ServiceType>
    <ows:ServiceTypeVersion>2.0.1</ows:ServiceTypeVersion>
    <ows:Profile>http://www.opengis.net/spec/WCS/2.0/conf/core</ows:Profile>
    <ows:Profile>http://www.opengis.net/spec/WCS_protocol-binding_get-kvp/1.0/conf/get-kvp</ows:Profile>
    <ows:Profile>http://www.opengis.net/spec/WCS_protocol-binding_post-xml/1.0/conf/post-xml</ows:Profile>
    <ows:Profile>http://www.opengis.net/spec/GMLCOV/1.0/conf/gml-coverage</ows:Profile>
    <ows:Profile>http://www.opengis.net/spec/GMLCOV/1.0/conf/multipart</ows:Profile>
    <ows:Profile>http://www.opengis.net/spec/GMLCOV/1.0/conf/special-format</ows:Profile>
    <ows:Profile>http://www.opengis.net/spec/GMLCOV_geotiff-coverages/1.0/conf/geotiff-coverage</ows:Profile>
    <ows:Profile>http://www.opengis.net/spec/WCS_geotiff-coverages/1.0/conf/geotiff-coverage</ows:Profile>
    <ows:Profile>http://www.opengis.net/spec/WCS_service-model_crs-predefined/1.0/conf/crs-predefined</ows:Profile>
    <ows:Profile>http://www.opengis.net/spec/WCS_service-model_scaling+interpolation/1.0/conf/scaling+interpolation</ows:Profile>
    <ows:Profile>http://www.opengis.net/spec/WCS_service-model_band-subsetting/1.0/conf/band-subsetting</ows:Profile>
    <ows:Fees>Gratuito</ows:Fees>
    <ows:AccessConstraints>Este servicio se puede usar de modo libre y gratuito siempre que se mencione a los autores y propietarios de la información</ows:AccessConstraints>
  </ows:ServiceIdentification>
```

Figura 18.10. Ejemplo de sección «ServiceIdentification» del documento XML de metadatos del servicio devuelto por el servidor como respuesta a la petición *GetCapabilities* al servicio WCS de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía (http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_WCS_mdt).

La sección «**Proveedor del servicio**» (*ServiceProvider*) contiene metadatos sobre la organización que proporciona el servicio. Al igual que con la sección anterior, el contenido y la organización de esta sección deben ser los mismos para todos los *OWS Common*.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
- <wcs:Capabilities version="2.0.1" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs/2.0 http://schemas.opengis.net/wcs/2.0/wcsAll.xsd"
  xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0" xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0" xmlns:wcs="http://www.opengis.net/wcs/2.0">
+ <ows:ServiceIdentification>
- <ows:ServiceProvider>
  <ows:ProviderName>Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía</ows:ProviderName>
  <ows:ProviderSite xlink:href="http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_WCS_mdt"
    xlink:type="simple"/>
- <ows:ServiceContact>
  <ows:IndividualName>--</ows:IndividualName>
  <ows:PositionName>Servicio de Información y Análisis Ambiental</ows:PositionName>
- <ows:ContactInfo>
  - <ows:Phone>
    <ows:Voice>+34955003400</ows:Voice>
    <ows:Facsimile>--</ows:Facsimile>
  </ows:Phone>
  - <ows:Address>
    <ows:DeliveryPoint>Avda. Manuel Siurot,50</ows:DeliveryPoint>
    <ows:City>Sevilla</ows:City>
    <ows:AdministrativeArea>Sevilla</ows:AdministrativeArea>
    <ows:PostalCode>41071</ows:PostalCode>
    <ows:Country>Spain</ows:Country>
    <ows:ElectronicMailAddress/>
    <!--WARNING: Optional metadata "ows_contactelectronicmailaddress" was missing for ows:ElectronicMailAddress-->
  </ows:Address>
  <ows:OnlineResource xlink:href="http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_WCS_mdt"
    xlink:type="simple"/>
  <ows:HoursOfService>--</ows:HoursOfService>
  <ows:ContactInstructions>--</ows:ContactInstructions>
  </ows:ContactInfo>
  <ows:Role>--</ows:Role>
  </ows:ServiceContact>
</ows:ServiceProvider>
```

Figura 18.11: Ejemplo de sección «ServiceProvider» del documento XML de metadatos del servicio devuelto por el servidor como respuesta a la petición Getcapabilities al servicio WCS de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía.

La sección «**Metadatos de Operaciones**» (*OperationsMetadata*) contiene metadatos sobre las operaciones proporcionadas por el servicio e implementadas por el servidor, incluidas las URL para realizar las solicitudes de las operaciones. El contenido básico y la organización de esta sección serán los mismos para todos los OWS, pero los servicios individuales pueden agregar elementos y/o cambiar la opcionalidad de los elementos opcionales (Fig. 18.12).

La sección «**Metadatos de Servicio**» (*ServiceMetadata*) informa de los formatos de coberturas disponibles y, en algunos casos, la lista de sistemas de referencia de coordenadas de salida para una re-proyección (Fig. 18.13).

La sección «**Contenidos**» (*Contents*) proporciona detalles sobre las coberturas ofrecidas por el servicio. Aunque el contenido y la organización de esta sección deben especificarse en el propio documento del estándar del servicio, su estructura se deriva de la definición de contenidos del documento *OWS Common* [OGC 06-121r9]. En el caso del servicio WCS 2.0 (*OGC® WCS 2.0 Interface Standard- Core: Corrigendum*), la sección incluye uno o varios parámetros *<CoverageSummary>* con dos componentes adicionales: *<coberturaId>* para el identificador de la cobertura y *<coverageSubtype>* para describir de forma inequívoca el tipo de cobertura (Fig. 18.14).

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
- <wcs:Capabilities version="2.0.1" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs/2.0 http://schemas.opengis.net/wcs/2.0/wcsAll.xsd"
  xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0" xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0" xmlns:wcs="http://www.opengis.net/wcs/2.0">
+ <ows:ServiceIdentification>
+ <ows:ServiceProvider>
- <ows:OperationsMetadata>
- <ows:Operation name="GetCapabilities">
  - <ows:DCP>
    - <ows:HTTP>
      <ows:Get xlink:href="http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_WCS_mdt?" xlink:type="simple"/>
      - <ows:Post xlink:href="http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_WCS_mdt?" xlink:type="simple">
        - <ows:Constraint name="PostEncoding">
          - <ows:AllowedValues>
            <ows:Value>XML</ows:Value>
          </ows:AllowedValues>
        </ows:Constraint>
      </ows:Post>
    </ows:HTTP>
  </ows:DCP>
</ows:Operation>
- <ows:Operation name="DescribeCoverage">
  - <ows:DCP>
    - <ows:HTTP>
      <ows:Get xlink:href="http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_WCS_mdt?" xlink:type="simple"/>
      - <ows:Post xlink:href="http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_WCS_mdt?" xlink:type="simple">
        - <ows:Constraint name="PostEncoding">
          - <ows:AllowedValues>
            <ows:Value>XML</ows:Value>
          </ows:AllowedValues>
        </ows:Constraint>
      </ows:Post>
    </ows:HTTP>
  </ows:DCP>
</ows:Operation>
- <ows:Operation name="GetCoverage">
  - <ows:DCP>
    - <ows:HTTP>
      <ows:Get xlink:href="http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_WCS_mdt?" xlink:type="simple"/>
      - <ows:Post xlink:href="http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_WCS_mdt?" xlink:type="simple">
        - <ows:Constraint name="PostEncoding">
          - <ows:AllowedValues>
            <ows:Value>XML</ows:Value>
          </ows:AllowedValues>
        </ows:Constraint>
      </ows:Post>
    </ows:HTTP>
  </ows:DCP>
</ows:Operation>
</ows:OperationsMetadata>
```

Figura 18.12: Ejemplo de sección «OperationsMetadata» del documento XML de capacidades del servicio WCS de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
- <wcs:Capabilities version="2.0.1" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs/2.0 http://schemas.opengis.net/wcs/2.0/wcsAll.xsd"
  xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0" xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0" xmlns:wcs="http://www.opengis.net/wcs/2.0">
+ <ows:ServiceIdentification>
+ <ows:ServiceProvider>
+ <ows:OperationsMetadata>
- <wcs:ServiceMetadata>
  <wcs:formatSupported>image/png</wcs:formatSupported>
  <wcs:formatSupported>image/jpeg</wcs:formatSupported>
</wcs:ServiceMetadata>
+ <wcs:Contents>
</wcs:Capabilities>
```

Figura 18.13: Ejemplo de sección «ServiceMetadata» del documento XML de capacidades del servicio WCS de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
- <wcs:Capabilities version="2.0.1" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs/2.0 http://schemas.opengis.net/wcs/2.0/wcsAll.xsd"
  xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0" xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0" xmlns:wcs="http://www.opengis.net/wcs/2.0">
+ <ows:ServiceIdentification>
+ <ows:ServiceProvider>
+ <ows:OperationsMetadata>
+ <wcs:ServiceMetadata>
- <wcs:Contents>
  - <wcs:CoverageSummary>
    <wcs:CoverageId>mdt_10</wcs:CoverageId>
    <wcs:CoverageSubtype>RectifiedGridCoverage</wcs:CoverageSubtype>
  </wcs:CoverageSummary>
  - <wcs:CoverageSummary>
    <wcs:CoverageId>mdt_100</wcs:CoverageId>
    <wcs:CoverageSubtype>RectifiedGridCoverage</wcs:CoverageSubtype>
  </wcs:CoverageSummary>
</wcs:Contents>
</wcs:Capabilities>
```

Figura 18.14: Ejemplo de sección «Contents» del documento XML de capacidades del servicio WCS de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía.

Por último, conviene indicar que todavía pueden encontrarse algunos servicios en versiones anteriores del estándar, como la 1.0.0, en cuyo caso el documento de respuesta a la operación GetCapabilities es diferente al de las versiones WCS 2.0 y, la actual, 2.1.

El documento XML de respuesta a una petición GetCapabilities a un servicio WCS 1.0.0 consta de tres secciones (Figura 18.15):

- **<Service>** que contiene los metadatos que proporcionan una descripción mínima del servicio y que son compartidos con otros servicios OGC, incluye los parámetros: nombre, etiqueta, responsable y otros parámetros específicos de vendedor o proveedor del servicio.
- **<Capability>** describe las peticiones que admite el servicio y el formato en que se devuelven las excepciones (errores).

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <WCS_Capabilities xmlns="http://www.opengis.net/wcs" version="1.0.0" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs
http://schemas.opengis.net/wcs/1.0.0/wcsCapabilities.xsd" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
- <Service>
  <name>AtlasPrex</name>
  <label>AtlasPrex</label>
  - <responsibleParty>
    <organisationName/>
    - <contactInfo>
      <phone></phone>
      <address></address>
      <onlineResource xlink:href="http://atlas.itacyl.es/arcgis/services/Atlas/MapServer/WCSServer"/>
    </contactInfo>
    </responsibleParty>
    <fees>None</fees>
    <accessConstraints>NONE</accessConstraints>
  </Service>
- <Capability>
  - <Request>
    - <GetCapabilities>
      - <DCPType>
        - <HTTP>
          - <Get>
            <OnlineResource xlink:type="simple"
xlink:href="http://atlas.itacyl.es/arcgis/services/Atlas/MapServer/WCSServer"/>
          </Get>
        </HTTP>
      </DCPType>
    - <DCPType>
      - <HTTP>
        - <Post>
          <OnlineResource xlink:type="simple"
xlink:href="http://atlas.itacyl.es/arcgis/services/Atlas/MapServer/WCSServer"/>
        </Post>
      </HTTP>
    </DCPType>
  </Request>
  + <DescribeCoverage>
  + <GetCoverage>
  </Exception>
  - <Exception>
    <Format>application/vnd.ogc.se_xml</Format>
  </Exception>
</Capability>
+ <ContentMetadata>
</WCS_Capabilities>
```

Figura 18.15. Ejemplo del documento XML de respuesta a la operación GetCapabilities: <http://atlas.itacyl.es/arcgis/services/Atlas/MapServer/WCSServer?request=GetCapabilities&service=WCS>, realizada al servicio WCS del Atlas Agroclimático de Castilla y León, con las secciones <service> y <capabilities> desplegadas.

- **<ContentMetadata>**. Esta sección puede tener atributos XLink (metadataLink) que dan acceso a metadatos estándares y detallados que se usan para referirse a otras fuentes de datos, como un servicio de catálogo de imágenes. Además, puede tener varias sub-secciones de tipo

<CoverageOfferingBrief> que están compuestas de elementos de metadatos de las coberturas ofrecidas por el servicio (Fig. 18.16):

- <description>: descripción
- <name>: identificador único o nombre de la cobertura
- <label>: etiqueta legible con el nombre de la cobertura
- <lonLatEnvelope>: área que enmarca los datos disponibles
- <keywords>: lista de palabras clave.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <WCS_Capabilities xmlns="http://www.opengis.net/wcs" version="1.0.0" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs
http://schemas.opengis.net/wcs/1.0.0/wcsCapabilities.xsd" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
+ <Service>
+ <Capability>
- <ContentMetadata>
- <CoverageOfferingBrief>
  <description>[metros;0;0;0;0;12] La altitud es la distancia vertical de un punto de la superficie terrestre respecto al nivel
  medio del mar.//DATOS FUENTE: Modelo Digital del Terreno (MDT) del ITACyL, procedente del Plan Nacional de
  Ortofotografía Aérea (PNOA).</description>
  <name>1</name>
  <label>Altitud_1</label>
  + <lonLatEnvelope srsName="WGS84(DD)">
  </CoverageOfferingBrief>
- <CoverageOfferingBrief>
  <description>[UGM/km2;1;UGM;1.00e-6;1;12]Las Unidades de Ganado Mayor (UGM) por kilómetro cuadrado se han
  calculado multiplicando el número de cabezas de las especies avícolas por los factores de ponderación reflejados en la
  tabla de la publicación impresa. Se incluyen todos los animales indicados en el cuadros anexo de la publicación
  impresa.//DATOS FUENTE: Registro de Explotaciones Ganaderas de Castilla y León (REGA). Datos de mayo de 2014.
  Dirección General de Producción Agropecuaria y Desarrollo Rural.//PROCESADO ESPACIAL:Cálculo de densidad en un
  radio de búsqueda de 10 kilómetros mediante la función Kernel de suavizado de superficie. La imagen resultante tiene
  una resolución de 250 metros de pixel.</description>
  <name>2</name>
  <label>Ganadería avícola_2</label>
  - <lonLatEnvelope srsName="WGS84(DD)">
    <gml:pos dimension="2">-7.1200710840421628 40.036487145875412</gml:pos>
    <gml:pos dimension="2">-1.7416757529003153 43.255515558059038</gml:pos>
  </lonLatEnvelope>
  </CoverageOfferingBrief>
- <CoverageOfferingBrief>
  <description>[UGM/km2;1;UGM;1.00e-6;1;12]Las Unidades de Ganado Mayor (UGM) por kilómetro cuadrado se han
  calculado multiplicando el número de cabezas de la especie cunícola por los factores de ponderación reflejados en la
  tabla de la publicación impresa. Se incluyen todos los animales indicados en el cuadro anexo de la publicación
  impresa. //DATOS FUENTE: Registro de Explotaciones Ganaderas de Castilla y León (REGA). Datos de mayo de 2014.
  Dirección General de Producción Agropecuaria y Desarrollo Rural.//PROCESADO ESPACIAL:Cálculo de densidad en un
  radio de búsqueda de 10 kilómetros mediante la función Kernel de suavizado de superficie. La imagen resultante tiene
  una resolución de 250 metros de pixel.</description>
  <name>3</name>
  <label>Ganadería cunícola_3</label>
  - <lonLatEnvelope srsName="WGS84(DD)">
    <gml:pos dimension="2">-7.1200710840421628 40.036487145875412</gml:pos>
    <gml:pos dimension="2">-1.7416757529003153 43.255515558059038</gml:pos>
  </lonLatEnvelope>
  </CoverageOfferingBrief>
- <CoverageOfferingBrief>
  <description>[UGM/km2;1;UGM;1.00e-6;1;12]Las Unidades de Ganado Mayor (UGM) por kilómetro cuadrado se han
  calculado multiplicando el número de cabezas de la especie equino por los factores de ponderación reflejados en la
  tabla de la publicación impresa. Se incluyen todas las categorías de animales indicados en el cuadro anexo de la
```

Figura 18.16. Recorte del documento XML de respuesta a la operación GetCapabilities (<http://atlas.itacyl.es/arcgis/services/Atlas/MapServer/WCS/Server?request=GetCapabilities&service=WCS>) realizada al servicio WCS del Atlas Agroclimático de Castilla y León con la sección <ContentMetadata> desplegada.

➤ Excepciones GetCapabilities

En el caso de que un servidor WCS encuentre un error al atender una operación GetCapabilities, devolverá un mensaje de excepción con un breve informe donde se indica el tipo de error, por ejemplo: «MissingParameterValue» cuando no se ha incluido en la solicitud el valor de un parámetro (indicándonos el nombre del parámetro) o «InvalidParameterValue» si la solicitud de operación contiene un valor de parámetro que no es válido (indicando el nombre del parámetro con valor incorrecto). Las excepciones son definidas de acuerdo a como se establece en la Subcláusula 7.4.1 del documento *OGC Web Services Common Standard* [OGC 06-121r9]).

18.6. OPERACIÓN DESCRIBECOVERAGE

La operación *DescribeCoverage* es una operación obligatoria que permite a un cliente realizar una consulta para obtener la descripción completa de una o más coberturas a cargo de un determinado servidor WCS. El servidor responde con un documento XML que describe exhaustivamente las coberturas identificadas. Esta operación es la misma en las últimas versiones del estándar, simplemente, la respuesta *DescribeCoverage* de WCS 2.1 adapta la estructura para ajustarse a las coberturas CIS 1.1.

18.6.1. Petición *DescribeCoverage*

Una petición *DescribeCoverage* está compuesta de los parámetros que se incluyen en la siguiente tabla:

Tabla 18.2 – Parámetros de una petición *DescribeCoverage*

| Parámetros | Obligatoriedad | Descripción |
|--|----------------|--|
| SERVICE=WCS | Obligatorio | Tipo de servicio al que va dirigida la petición |
| REQUEST= DescribeCoverage | Obligatorio | Nombre de la operación |
| VERSION= version | Obligatorio | Versión de la especificación OGC |
| COVERAGEID=identifier1, identifier2, ... | Obligatorio | Lista de los identificadores de las coberturas que se desea sean descritas. Deben estar entre los nombres de los elementos <i>CoverageOfferingBrief</i> de la respuesta <i>GetCapabilities</i> |
| EXTENSION | Opcional | Cualquier información complementaria enviada desde el cliente al servidor |

Un ejemplo de petición *DescribeCoverage*, utilizando el protocolo HTTP GET, al servicio WCS de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía⁴, utilizado en el apartado anterior, en este caso para solicitar la descripción detallada de los datos de la cobertura «mdt_10», sería:

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_WCS_mdt?request=DescribeCoverage&service=WCS&VERSION=2.0.1&COVERAGEid=mdt_10

Otro ejemplo de petición *DescribeCoverage*, en este caso, al servicio WCS de Modelos Digitales del Terreno de España⁵ (1000, 200, 25 y 5 m) del SCNE⁶, para solicitar la descripción detallada de varias coberturas (como los datos del MDT con paso de malla 1000, 500, 200 y 25, en proyección UTM huso 30), sería:

⁴ http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_WCS_mdt

⁵ <http://servicios.idee.es/wcs-inspire/mdt?version=2.0.1>

⁶ <http://www.scne.es/>

http://servicios.idee.es/wcs-inspire/mdt?REQUEST=DescribeCoverage&SERVICE=WCS&VERSION=2.0.1&COVERAGEid=Elevacion25830_1000,Elevacion25830_500,Elevacion25830_200,Elevacion25830_25

18.6.2. Respuesta DescribeCoverage

La respuesta a *DescribeCoverage* será un documento XML con una o varias secciones principales `<CoverageDescription>`, que contendrán elementos que describen la(s) cobertura(s) solicitada(s). El documento está compuesto de las secciones (parámetros) que se incluyen en la siguiente tabla:

Tabla 18.3 – Parámetros de una respuesta DescribeCoverage

| Elementos WCS 1.1.0 (V1) | Elementos WCS 2.0/2.1 (V2) | Obligatoriedad | Descripción |
|--------------------------|----------------------------|----------------|--|
| CoverageOffering | CoverageDescription | Obligatorio | V1. Identificador único de la cobertura y etiqueta legible con el nombre, incluye: las etiquetas <i>Description</i> , <i>name</i> y <i>label</i> , indicación del sistema de referencia y <i>bounding box</i> que encierra los datos disponibles (<i>lonLatEnvelope srsName</i>) y palabras clave (<i>keywords</i>). V2. Sección <code><boundedBy></code> recoge los elementos <code><Envelope></code> que incluyen la dimensión, CRS y extensión de la cobertura, así como, el elemento <code><coverageId></code> que muestra el identificador único de la cobertura descrita. |
| domainset | domainset | Obligatorio | V1. Descripción del dominio de la cobertura. V2. Localizaciones de la cobertura disponibles en el espacio y/o el tiempo |
| rangeSet | range type | Obligatorio | V1. rangeSet: Valores disponibles de cobertura V2. rangeType: Descripción de la estructura del rango de valores de esa cobertura |
| supportedFormats | service parameters | Obligatorio | V1. supportedFormats: Formatos soportados por el WCS V2. ServiceParameters: Parámetros específicos del servicio WCS. Incluye información específica acerca de la cobertura y de las funcionalidades o Servicios individuales que ofrece el servidor sobre una cobertura en particular |
| supportedInterpolations | coverage function | Opcional | V1. supportedInterpolations: Métodos de interpolación soportados por el WCS V2. coveragefunction: Función para describir cómo se pueden obtener los valores en las localizaciones de la cobertura |

| | | | |
|--------------|----------|----------|--|
| supportedCRS | --- | Opcional | Sistemas de referencia admitidos por el servicio |
| metadata | metadata | Opcional | Metadatos de la cobertura |

Un ejemplo de la respuesta a la petición *DescribeCoverage* realizada al servicio WCS de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía, utilizado anteriormente, para solicitar la descripción detallada de los datos de la cobertura mdt_10, sería el siguiente documento XML (Figura 18.17):

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
- <wcs:CoverageDescriptions xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs/2.0
http://schemas.opengis.net/wcs/2.0/wcsAll.xsd" xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0"
xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0"
xmlns:wcs="http://www.opengis.net/wcs/2.0">
- <wcs:CoverageDescription gml:id="mdt_10">
+ <gml:boundedBy>
<wcs:CoverageId>mdt_10</wcs:CoverageId>
+ <gml:domainSet>
+ <gmlcov:rangeType>
- <wcs:ServiceParameters>
<wcs:CoverageSubtype>RectifiedGridCoverage</wcs:CoverageSubtype>
<wcs:nativeFormat/>
</wcs:ServiceParameters>
</wcs:CoverageDescription>
</wcs:CoverageDescriptions>
```

Figura 18.17. Ejemplo del documento XML de metadatos como respuesta a la petición *DescribeCoverage* al servicio WCS de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía, para solicitar la descripción detallada de los datos de la cobertura mdt_10.

La sección **<boundedBy>** recoge el elemento **<coverageId>** que muestra el identificador único de la cobertura descrita y, puede incluir también, los elementos **<Envelope>** que incluyen la dimensión, CRS y extensión de la cobertura.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
- <wcs:CoverageDescriptions xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs/2.0
http://schemas.opengis.net/wcs/2.0/wcsAll.xsd" xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0"
xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0"
xmlns:wcs="http://www.opengis.net/wcs/2.0">
- <wcs:CoverageDescription gml:id="mdt_10">
- <gml:boundedBy>
- <gml:Envelope srsDimension="2" uomLabels="m m" axisLabels="x y"
srsName="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/25830">
<gml:lowerCorner>101087 3989031</gml:lowerCorner>
<gml:upperCorner>621618 4289074</gml:upperCorner>
</gml:Envelope>
</gml:boundedBy>
<wcs:CoverageId>mdt_10</wcs:CoverageId>
+ <gml:domainSet>
+ <gmlcov:rangeType>
- <wcs:ServiceParameters>
<wcs:CoverageSubtype>RectifiedGridCoverage</wcs:CoverageSubtype>
<wcs:nativeFormat/>
</wcs:ServiceParameters>
</wcs:CoverageDescription>
</wcs:CoverageDescriptions>
```

Figura 18.18. Ejemplo de sección «boundedBy» del documento XML de respuesta a la petición *DescribeCoverage*, para solicitar la descripción detallada de los datos de la cobertura mdt_10, al servicio WCS de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía.

La sección **<domainSet>** proporciona una definición del dominio espacial y/o temporal de la información que contiene la cobertura. Si se establece un sistema de

referencia, éste debe ser el mismo que el especificado para la sección <boundedBy>.

Como hemos indicado, la respuesta *DescribeCoverage* de WCS 2.1 es idéntica a WCS 2.0 para las coberturas de CIS 1.0; siendo en esta sección de descripción de la extensión del dominio de la cobertura donde se incluye las variantes añadidas en CIS 1.1.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
- <wcs:CoverageDescriptions xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs/2.0
http://schemas.opengis.net/wcs/2.0/wcsAll.xsd" xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0"
xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0"
xmlns:wcs="http://www.opengis.net/wcs/2.0">
- <wcs:CoverageDescription gml:id="mdt_10">
+ <gml:boundedBy>
  <wcs:CoverageId>mdt_10</wcs:CoverageId>
- <gml:domainSet>
  - <gml:RectifiedGrid gml:id="grid_mdt_10" dimension="2">
    - <gml:limits>
      - <gml:GridEnvelope>
        <gml:low>0 0</gml:low>
        <gml:high>52052 30003</gml:high>
      </gml:GridEnvelope>
    </gml:limits>
    <gml:axisLabels>x y</gml:axisLabels>
  - <gml:origin>
    - <gml:Point gml:id="grid_origin_mdt_10"
      srsName="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/25830">
        <gml:pos>101087.000000 4289074.000000</gml:pos>
      </gml:Point>
    </gml:origin>
    <gml:offsetVector srsName="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/25830">10.000000
      0</gml:offsetVector>
    <gml:offsetVector srsName="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/25830">0
      -10.000000</gml:offsetVector>
    </gml:RectifiedGrid>
  </gml:domainSet>
+ <gmlcov:rangeType>
+ <wcs:ServiceParameters>
</wcs:CoverageDescription>
</wcs:CoverageDescriptions>
```

Figura 18.19. Ejemplo de sección «domainSet» del documento XML de respuesta a la petición DescribeCoverage, para solicitar la descripción detallada de los datos de la cobertura mdt_10, al servicio WCS de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía.

La sección <rangeType> define el rango de valores y el tipo de propiedades (categorías, medidas, etc.) asignadas a cada localización en el dominio.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
- <wcs:CoverageDescriptions xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs/2.0
http://schemas.opengis.net/wcs/2.0/wcsAll.xsd"
  xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0"
  xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0"
  xmlns:wcs="http://www.opengis.net/wcs/2.0">
- <wcs:CoverageDescription gml:id="mdt_10">
+ <gml:boundedBy>
  <wcs:CoverageId>mdt_10</wcs:CoverageId>
+ <gml:domainSet>
- <gmlcov:rangeType>
  - <swe:DataRecord>
    - <swe:field name="band">
      - <swe:Quantity>
        <swe:nilValues/>
        <swe:uom code="W.m-2.Sr-1"/>
      - <swe:constraint>
        - <swe:AllowedValues>
          <swe:Interval>-3.4028e+38 3.4028e+38</swe:Interval>
          <swe:significantFigures>12</swe:significantFigures>
        </swe:AllowedValues>
        </swe:constraint>
      </swe:Quantity>
    </swe:field>
  </swe:DataRecord>
</gmlcov:rangeType>
- <wcs:ServiceParameters>
  <wcs:CoverageSubtype>RectifiedGridCoverage</wcs:CoverageSubtype>
  <wcs:nativeFormat/>
</wcs:ServiceParameters>
</wcs:CoverageDescription>
</wcs:CoverageDescriptions>
```

Figura 18.20. Ejemplo de sección «rangeType» del documento XML de respuesta a la petición *DescribeCoverage*, para solicitar la descripción detalladas de los datos de la cobertura mdt_10, al servicio WCS de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía.

Por último, la sección **<serviceParameters>**, indica parámetros específicos del servicio para la cobertura descrita.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
- <wcs:CoverageDescriptions xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs/2.0
http://schemas.opengis.net/wcs/2.0/wcsAll.xsd" xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0"
  xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0"
  xmlns:wcs="http://www.opengis.net/wcs/2.0">
- <wcs:CoverageDescription gml:id="mdt_10">
+ <gml:boundedBy>
  <wcs:CoverageId>mdt_10</wcs:CoverageId>
+ <gml:domainSet>
+ <gmlcov:rangeType>
- <wcs:ServiceParameters>
  <wcs:CoverageSubtype>RectifiedGridCoverage</wcs:CoverageSubtype>
  <wcs:nativeFormat/>
</wcs:ServiceParameters>
</wcs:CoverageDescription>
</wcs:CoverageDescriptions>
```

Figura 18.21. Ejemplo de sección «serviceParameters» del documento XML de respuesta a la petición *DescribeCoverage*, para solicitar la descripción detalladas de los datos de la cobertura mdt_10, al servicio WCS de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de Andalucía.

Otro ejemplo de respuesta, en este caso, a la petición *DescribeCoverage* al servicio WCS de Modelos Digitales del Terreno de España (1000, 200, 25 y 5 m) de la IDEE (<http://servicios.idee.es/wcs-inspire/mdt?version=2.0.1>), realizada en el apartado anterior, en que solicitábamos la descripción detallada de varias coberturas (los datos del MDT con paso de malla 1000, 500, 200 y 25, en proyección UTM huso 30), será un documento XML con varias secciones **<CoverageDescription>**, una por cada cobertura solicitada, que contendrá los elementos que las describen detalladamente (Figura 18.22).

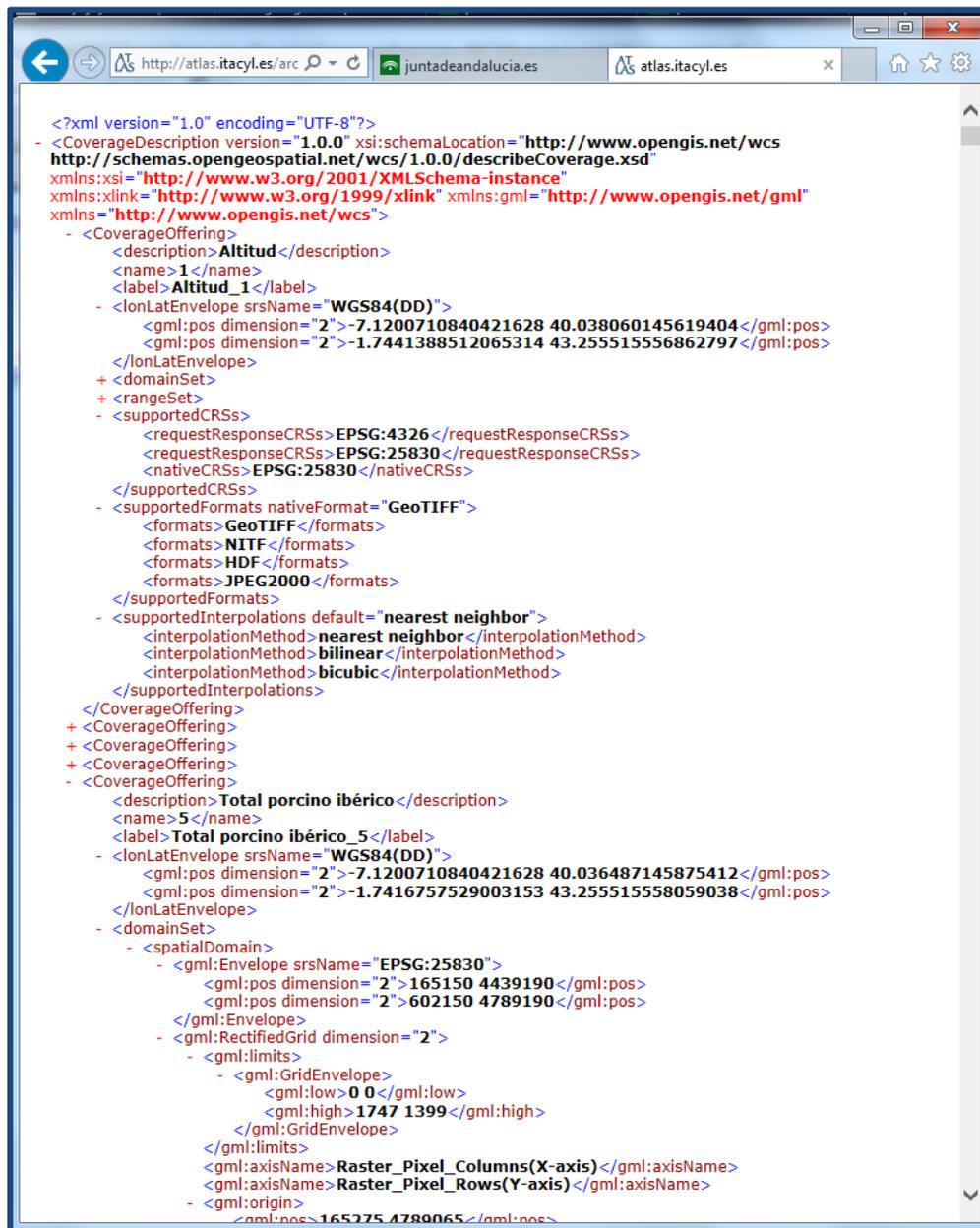
```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
- <wcs:CoverageDescriptions xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs/2.0 http://schemas.opengis.net/wcs/2.0/wcsAll.xsd"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0" xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0"
  xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:wcs="http://www.opengis.net/wcs/2.0">
+ <wcs:CoverageDescription gml:id="Elevacion25830_1000">
+ <wcs:CoverageDescription gml:id="Elevacion25830_500">
+ <wcs:CoverageDescription gml:id="Elevacion25830_200">
- <wcs:CoverageDescription gml:id="Elevacion25830_25">
  + <gml:boundedBy>
    <wcs:CoverageId>Elevacion25830_25</wcs:CoverageId>
  + <gml:domainSet>
  + <gmlcov:rangeType>
  + <wcs:ServiceParameters>
</wcs:CoverageDescription>
</wcs:CoverageDescriptions>
```

Figura 18.22. Ejemplo del documento XML de metadatos del servicio, devuelto por el servidor, como respuesta a la petición «DescribeCoverage» al servicio WCS de Modelos Digitales del Terreno de España de la IDEE, solicitando la descripción detallada de las coberturas con datos del MDT con paso de malla 1000, 500, 200 y 25, en proyección UTM huso 30.

En el caso de que tengamos un servicio WCS en la versión 1.0.0, en la que, como hemos indicado, todavía podemos encontrar algunos servicios, la descripción detallada de una o varias coberturas, como respuesta a una petición DescribeCoverage, será un documento XML con una o varias secciones

<http://atlas.itacyl.es/arcgis/services/Atlas/MapServer/WCSServer?request=DescribeCoverage&version=1.0.0&service=WCS&coverageid=1,2,3,4,5>

«CoverageOffering» con la información de las coberturas solicitadas. En este caso utilizaremos como ejemplo, la respuesta a la siguiente petición DescribeCoverage realizada al servicio WCS del Atlas Agroclimático de Castilla y León, utilizado ya como ejemplo en el apartado 18.5.2 (Respuesta GetCapabilities) de este libro.



```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <CoverageDescription version="1.0.0" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs
http://schemas.opengis.net/wcs/1.0.0/DescribeCoverage.xsd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns="http://www.opengis.net/wcs">
- <CoverageOffering>
  <description>Altitud</description>
  <name>1</name>
  <label>Altitud_1</label>
  - <lonLatEnvelope srsName="WGS84(DD)">
    <gml:pos dimension="2">-7.1200710840421628 40.038060145619404</gml:pos>
    <gml:pos dimension="2">-1.7441388512065314 43.255515556862797</gml:pos>
  </lonLatEnvelope>
  + <domainSet>
  + <rangeSet>
  - <supportedCRSs>
    <requestResponseCRSs>EPSG:4326</requestResponseCRSs>
    <requestResponseCRSs>EPSG:25830</requestResponseCRSs>
    <nativeCRSs>EPSG:25830</nativeCRSs>
  </supportedCRSs>
  - <supportedFormats nativeFormat="GeoTIFF">
    <formats>GeoTIFF</formats>
    <formats>NITF</formats>
    <formats>HDF</formats>
    <formats>JPEG2000</formats>
  </supportedFormats>
  - <supportedInterpolations default="nearest neighbor">
    <interpolationMethod>nearest neighbor</interpolationMethod>
    <interpolationMethod>bilinear</interpolationMethod>
    <interpolationMethod>bicubic</interpolationMethod>
  </supportedInterpolations>
</CoverageOffering>
+ <CoverageOffering>
+ <CoverageOffering>
+ <CoverageOffering>
- <CoverageOffering>
  <description>Total porcino ibérico</description>
  <name>5</name>
  <label>Total porcino ibérico_5</label>
  - <lonLatEnvelope srsName="WGS84(DD)">
    <gml:pos dimension="2">-7.1200710840421628 40.036487145875412</gml:pos>
    <gml:pos dimension="2">-1.7416757529003153 43.255515558059038</gml:pos>
  </lonLatEnvelope>
  - <domainSet>
    - <spatialDomain>
      - <gml:Envelope srsName="EPSG:25830">
        <gml:pos dimension="2">165150 4439190</gml:pos>
        <gml:pos dimension="2">602150 4789190</gml:pos>
      </gml:Envelope>
      - <gml:RectifiedGrid dimension="2">
        - <gml:limits>
          - <gml:GridEnvelope>
            <gml:low>0 0</gml:low>
            <gml:high>1747 1399</gml:high>
          </gml:GridEnvelope>
        </gml:limits>
        <gml:axisName>Raster_Pixel_Columns(X-axis)</gml:axisName>
        <gml:axisName>Raster_Pixel_Rows(Y-axis)</gml:axisName>
      - <gml:origin>
        <gml:pos>165275 4789065</gml:pos>
```

Figura 18.23. Ejemplo documento XML de respuesta a la operación «DescribeCoverage» devuelto por el servidor WCS del Atlas Agroclimático de Castilla y León con las secciones CoverageOffering, de las coberturas 1 y 5 desplegadas.

El contenido CoverageOffering, incluye una descripción, el nombre y una etiqueta legible con el identificador único de la cobertura (*Description, name y label, respectivamente*) y las sub-secciones: lonLatEnvelope srsName, domainSet, rangeSet, supportedCRSs, supportedFormats y supportedInterpolations, que se describen a continuación (Fig. 18.23).

- La sub-sección <lonLatEnvelope srsName> informa del sistema de referencia y la bounding box que encierra los datos disponibles (gml:pos dimension).

- **<DomainSet>** define el dominio espacio-temporal de una cobertura. Incluirá:
 - Un **<spatialDomain>** que describe la localización espacial que puede solicitarse para una cobertura. Un servidor debe describir el dominio espacial por sus bordes, usando uno o más elementos `gml:Envelope` (*bounding box*), para definir el rectángulo envolvente por dos puntos en el espacio o dos posiciones en el espacio y dos en el tiempo. Este rectángulo envolvente podría simplemente duplicar la información del `<lonLatEnvelope>` de *CoverageOfferingBrief*, pero su intención es describir localizaciones con mayor detalle (por ejemplo, varios CRS diferentes, o varias áreas rectangulares en lugar de una *bounding box* total). Además, un servidor puede describir la estructura de rejilla interna de una cobertura, utilizando una «*Grid*» (o *RectifiedGrid*) además de un *Envelope*. Este elemento puede ayudar a un cliente a evaluar la idoneidad de los datos ráster para su uso y a formular peticiones de cobertura de la rejilla en el sistema de coordenadas de referencia interno de la rejilla. Finalmente, un servidor puede describir el dominio espacial por medio de un polígono «*Polygon*», que representa el polígono(s) cubierto(s) por el dominio espacial. Esto es particularmente útil para las áreas que no están bien aproximados por un `gml:Envelope` (como franjas de imágenes de satélite o islas).
 - Un **<temporalDomain>** que describe los instantes o intervalos de tiempo para los que pueden solicitarse las coberturas. Los tiempos deberían ordenarse desde el más antiguo al más moderno. Incluye el periodo de tiempo (*timePeriod*) con la posición inicial y final (*beginPosition* y *endPosition*, respectivamente) y la resolución temporal (*timeResolution*).
- **<RangeSet>** define el rango de valores y el tipo de propiedades (categorías, medidas o valores) asignadas a cada localización en el dominio. Tiene un elemento *RangeSet* con tres atributos (*semantic*, *refSys*, *refSysLabel*) y seis elementos: *metadataLink*, *description*, *name*, *label*, *axisDescription* y *nullValues*, que indica los valores o intervalos para los que están disponibles los datos y define los valores nulos.
- **<SupportedCRSs>** incluye la lista(s) de identificadores de los Sistemas de Referencia de Coordenadas (CRS) soportados en las operaciones de peticiones y respuestas al servidor.
- **<SupportedFormats>**: Indica el formato de salida en el que puede solicitarse la cobertura. Los formatos se identifican por una cadena de tipo MIME.
- Por último, la sub-sección **<supportedInterpolations>**, indica los métodos de interpolación que utiliza el servidor para interpolar los valores de la cobertura sobre el dominio espacial disponible, cuando una petición solicita remuestrear, transformar o generalizar. Usa elementos

<InterpolationMethod> para definir los métodos de interpolación de entre los siguientes: vecino más próximo (*nearest neighbor*) (*por defecto*), Bilineal (*bilinear*), bicúbico (*bicubic*), *lost area*, baricentro (*barycentric*) o ninguno (*none*).

➤ Excepciones DescribeCoverage

En el caso de que un servidor WCS encuentre un error al atender una operación DescribeCoverage devolverá, al igual que con los errores en las peticiones GetCapabilities, un mensaje de excepción con un breve informe donde se indica el tipo de error y/o el nombre del parámetro con valor incorrecto. Las excepciones estarán definidas de acuerdo a como se establece en la Subcláusula 7.4.1 del documento *OGC Web Services Common Standard* [OGC 06-121r9]).

18.7. OPERACIÓN GETCOVERAGE

Una petición *GetCoverage* permite obtener una cobertura o parte de ella, solicitando a un servicio WCS que procese una cobertura concreta seleccionada de entre todas las ofrecidas por el servicio, para obtener como resultado la cobertura deseada.

El estándar WCS define una operación de subconjunto de dominio, «*domain subsetting*», que ofrece todos los datos de una cobertura dentro de un rectángulo especificado (*bounding box*). Esta operación se subdivide en dos operaciones: *trimming* (recorte) y *slicing* (corte o rebanada por un punto/plano) sobre el dominio de la cobertura (Fig. 18.24).

- Una operación *trimming* identifica una dimensión y un límite inferior y superior (que deben estar dentro del dominio de la cobertura) y devuelve una cobertura cuyo dominio, en la dimensión especificada, se reduce a estos nuevos límites más estrechos. Por tanto, una operación de recorte reduce la extensión de una cobertura preservando el número de dimensiones.
- Una operación *slicing* recibe una dimensión y unas coordenadas (que deben estar dentro del dominio de la cobertura) y realiza un corte a través de la cobertura en la posición especificada, reduciendo la dimensionalidad en uno, para devolver una cobertura que es una porción de la cobertura ofrecida. La operación de “*Slice*” reduce las dimensiones, por ejemplo, de 3D a 2D o de 2D a 1D.

Las operaciones *trimming* y *slicing* se pueden combinar de forma arbitraria en una misma solicitud de *GetCoverage*, así puede realizarse una de estas operaciones, o combinaciones de ambas, y en tantas dimensiones como se desee. Además, pueden solicitarse en otros sistemas de referencia de coordenadas (CRS), en un CRS que no sea el correspondiente a los datos de origen (re-proyección).

Sin embargo, se debe tener cuidado al realizar una solicitud *GetCoverage* e indicar un formato de salida, ya que éste debe ser capaz de manejar la dimensionalidad y el tipo de rango de la cobertura resultante. Por ejemplo, el recorte (*trimming*) en un cubo 3D (voxel 3D), que también será 3D, se puede entregar en NetCDF, pero no en

JPEG. Por otro lado, un corte (*slicing*) del cubo en dos dimensiones (o porción 2-D), sí se puede entregar en JPEG.

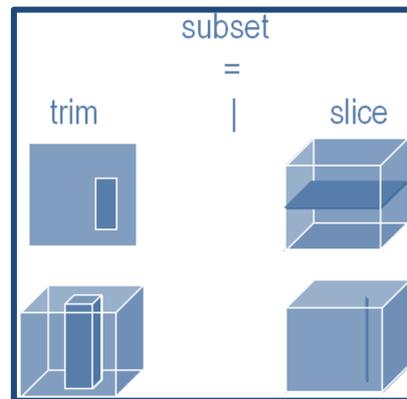


Figura 18.24. -Ejemplo de operación trimming y slicing

Así, la petición *GetCoverage* permite a un cliente solicitar una cobertura, parte de ella, o el valor del atributo asociado a dicha cobertura en una o varias posiciones geográficas.

18.7.1. Petición *GetCoverage*

La solicitud de una cobertura mediante la operación *GetCoverage* se define en el documento del núcleo del estándar y, como sabemos, por razones de modularidad, algunas funcionalidades se han separado en extensiones. El documento núcleo define la operación *GetCoverage* para coberturas de tipo punto, que en el caso del formato GML serían de coberturas de tipo *GridCoverage*, *RectifiedGridCoverage*, *ReferenceableGridCoverage* y *MultiPointCoverage*. El resto de coberturas se definen en extensiones de este documento núcleo.

La mayoría de los servicios implementados hasta ahora se encuentran en versiones anteriores del estándar como: 1.0.0, 1.1.1 o 2.0.1. La solicitud de *GetCoverage* en la versión WCS 2.1 es idéntica a su definición en WCS 2.0, sin embargo, se pueden consultar más tipos de cobertura, ya que, se amplía la versión WCS 2.0 (solo compatible con CIS 1.0) para permitir coberturas CIS 1.1, la extensión *Referenceable Grid Coverage* y GML 3.3.

Una implementación de WCS completa debe admitir al menos un formato (GML sería formato de respuesta base predeterminado) y una extensión de protocolo. Cualquier formato de cobertura es aceptable, siempre que, de una manera adecuada, pueda transmitir el dominio y el rango de la cobertura solicitada. Sin embargo, para garantizar la interoperabilidad, clientes y servidores deben utilizar formatos definidos en los perfiles de codificación WCS adoptadas por OGC. Los siguientes formatos son ejemplos que han sido usados para transmitir coberturas: GML, GeoTiff, HDF-EOS, DTED, NITF, CF-netCDF.

El cliente realiza la petición *GetCoverage* al servidor una vez que conoce en detalle las características de la cobertura solicitada. Debido a que esta operación permite obtener una cobertura o parte de ella, es necesario indicar alguna, e incluso todas, las características básicas que definen el subconjunto de datos requerido, es decir,

el dominio, el rango de valores, el tipo de remuestreo, el formato de datos y la forma de entrega del resultado. Para ello es necesario conocer primero cuál es la definición del tipo de coberturas que posee el servicio mediante la operación DescribeCoverage.

Una petición GetCoverage estará compuesta de los parámetros que se incluyen en la siguiente tabla:

Tabla 18.4 – Parámetros de una petición GetCoverage

| Parámetro WCS 1.0 | Parámetro WCS 2.0/2.1 | Obligatoriedad | Descripción |
|-------------------|-----------------------|--|--|
| SERVICE | SERVICE | Obligatorio | Tipo de servicio al que va dirigida la petición (SERVICE=WCS) |
| REQUEST | REQUEST | Obligatorio | Nombre de la operación (REQUEST=GetCoverage) |
| VERSION | VERSION | Obligatorio | Versión de la especificación OGC |
| COVERAGEID | COVERAGEID | Obligatorio | Lista de los identificadores de las coberturas que se desea sean descritas. Deben estar entre los nombres de los elementos <i>CoverageOfferingBrief</i> de la respuesta <i>GetCapabilities</i> COVERAGEID=identifier1, identifier2, ... |
| FORMAT | FORMAT | Opcional | Formato de salida de la cobertura, dentro de los que ésta posee. |
| BOUNDINGBOX | | Opcional (Obligatorio si no se indica TIMESEQUENCE) | Encuadre que define espacialmente la cobertura solicitada, en el sistema de referencia que se indica mediante su <i>URN</i> (BOUNDINGBOX=coordenadas, urn:ogc:def:crs:EPSG:X) |
| TIMESEQUENCE | | Opcional (Obligatorio si no se indica BOUNDINGBOX) | Solicita un subconjunto de datos correspondientes a instantes o intervalos de tiempo determinados |
| RANGESUBSET | | Opcional | Solicita solamente algunos campos (propiedades) |
| STORE | | Opcional | Especifica si la respuesta debe ser almacenada |
| | SUBSET** | Opcional | Especificaciones del subconjunto de la cobertura, una por cada dimensión |
| | DIMENSION | Opcional | Dimensión de los datos |
| | EXTENSION | Opcional | Cualquier información auxiliar para ser enviada desde el cliente al servidor |
| | TRIMLOW | Opcional (Obligatorio si se realiza una operación <i>Trim</i>) | Límite inferior para la operación <i>trim</i> (debe indicarse al menos un límite para la operación <i>trim</i>) |
| | TRIMHIGH | (Obligatorio si se realiza una operación <i>trim</i>) | Límite superior para la operación <i>trimming</i> (debe indicarse al menos un límite para la operación <i>trim</i>). |

| Parámetro WCS 1.0 | Parámetro WCS 2.0/2.1 | Obligatoriedad | Descripción |
|---|-----------------------|---|---|
| | SLICEPOINT | Opcional (Obligatorio si se realiza una operación <i>Slice</i>) | Punto de corte para la operación <i>slice</i> |
| GRIDBASECRS* | | Opcional. | Identifica el sistema de referencia base, para el <i>GridCRS</i> de salida deseado (GRIDBASECRS=urn:ogc:def:crs:EPSGX) |
| GRIDTYPE* | | | Identifica el método de generación de la malla, en el sistema de referencia base (GRIDTYPE=urn:ogc:def:method:WCS:1.1:2dGridIn2dCrS) |
| GRIDCS* | | | Identifica el Sistema Cartesiano 2D o 3D utilizado por el <i>GridCRS</i> (GRIDCS=urn:ogc:def:cs:OGC:0.0:Grid2dSquareCS) |
| GRIDORIGIN* | | | Coordenadas del origen de la malla, en el sistema de referencia base del <i>GridCRS</i> deseado |
| GRIDOFFSETS* | | | Separación entre los puntos adyacentes de la malla, en el sistema de referencia base |
| *Parámetros pertenecientes a la estructura de datos <i>GridCRS</i> . Se utilizan para solicitar los datos de salida en otro Sistema de Referencia de Coordenadas (CRS), distinto al que posee la cobertura almacenada | | | |
| ** La versión 2.0 y posteriores dispone del parámetro <i>subset</i> gracias al cual se puede especificar el subconjunto de la cobertura original que se desea obtener. | | | |

18.7.2. Respuesta *GetCoverage*

La respuesta a una petición *GetCoverage* correcta será una cobertura formada por las propiedades seleccionadas y codificadas en el formato seleccionado.

Por defecto, todos los componentes de la cobertura solicitada mediante esta operación son devueltos directamente en la respuesta. Opcionalmente, el servicio puede tener implementada la posibilidad de almacenar los componentes de la cobertura como un recurso accesible vía web, en cuyo caso, la respuesta incluiría la referencia URL a dicho recurso, siempre y cuando se haya incluido en la petición que los resultados deben ser almacenados.

A continuación, mostramos varios ejemplos de petición/respuesta de una operación *GetCoverage* a un servicio WCS. En este caso hemos elegido el servicio WCS de Modelos Digitales del Terreno de España (1000, 200, 25 y 5 m) perteneciente a la IDEE (<http://servicios.idee.es/wcs-inspire/mdt?version=2.0.1>), ya que nos permite solicitar datos de cobertura también en formato ASCII.

- Solicitud de parte de la cobertura de elevaciones en formato imagen (image/png) con resolución espacial 200x200 en el sistema de referencia ETRS89, proyección UTM huso 30 (Elevacion25830_200):

[http://servicios.idee.es/wcs-inspire/mdt?REQUEST=getcoverage&SERVICE=WCS&VERSION=2.0.1&COVERAGERid=Elevacion25830_200&format=image/png&crs=EPSG:25830&SUBSET=x\(500,2000\)&SUBSET=y\(2500,4000\)](http://servicios.idee.es/wcs-inspire/mdt?REQUEST=getcoverage&SERVICE=WCS&VERSION=2.0.1&COVERAGERid=Elevacion25830_200&format=image/png&crs=EPSG:25830&SUBSET=x(500,2000)&SUBSET=y(2500,4000))

La respuesta la imagen correspondiente a la zona seleccionada del mdt (Fig. 18.25).

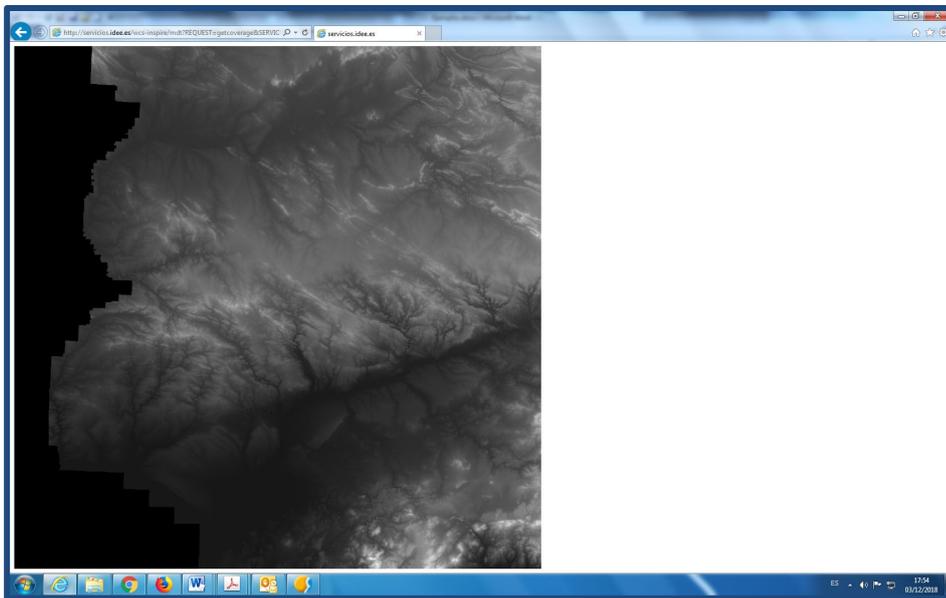


Fig18.25. Cobertura de respuesta a la petición *GetCoverage* al servicio WCS de Modelos Digitales del Terreno de España (1000, 200, 25 y 5 m) perteneciente al SCNE.

- Solicitud parte de una cobertura de elevaciones en formato ArcGrid (application/asc), con resolución espacial 200x200 en el sistema de referencia ETRS89, proyección UTM huso 30 (Elevacion25830_200):

[servicios.idee.es/wcs-inspire/mdt?REQUEST=getcoverage&SERVICE=WCS&VERSION=2.0.1&COVERAGERid=Elevacion25830_200&format=application/asc&crs=EPSG:25830&SUBSET=x\(1100,1105\)&SUBSET=y\(1100,1110\)](http://servicios.idee.es/wcs-inspire/mdt?REQUEST=getcoverage&SERVICE=WCS&VERSION=2.0.1&COVERAGERid=Elevacion25830_200&format=application/asc&crs=EPSG:25830&SUBSET=x(1100,1105)&SUBSET=y(1100,1110))

La respuesta será un documento de texto en formato ArcGrid donde se incluye los valores de elevación para la zona seleccionada (Fig. 18.26).

```

--wcs
Content-Type: application/asc
Content-Description: coverage data
Content-Transfer-Encoding: binary
Content-ID: coverage/out.asc
Content-Disposition: INLINE; filename=out.asc

ncols      6
nrows     11
xllcorner  200300.000000000000
yllcorner  4643700.000000000000
cellsize   200.000000000000
0.000 0.000 0.000 782.061 809.251 821.547
0.000 0.000 0.000 831.319 860.762 850.122
724.064 741.170 0.000 862.065 891.662 871.930
750.114 791.856 842.666 865.454 864.965 865.413
745.824 791.575 838.736 852.657 854.640 838.587
748.279 786.816 815.648 838.111 855.531 841.575
758.085 811.769 858.329 873.004 863.133 856.440
784.485 808.450 848.683 883.718 885.873 858.366
744.207 775.534 823.912 874.896 907.829 893.460
756.134 749.994 803.805 856.211 902.560 927.556
776.341 774.885 784.911 831.471 877.678 925.263

--wcs
Content-Type: application/octet-stream
Content-Description: coverage data
Content-Transfer-Encoding: binary
Content-ID: coverage/out.asc.aux.xml
Content-Disposition: INLINE; filename=out.asc.aux.xml

<PAMDataset>
  <Metadata>
    <MDI key="TIFFTAG_RESOLUTIONUNIT">2</MDI>
    <MDI key="TIFFTAG_XRESOLUTION">72.000000</MDI>
    <MDI key="TIFFTAG_YRESOLUTION">72.000000</MDI>
  </Metadata>
</PAMDataset>

--wcs
Content-Type: application/octet-stream
Content-Description: coverage data
Content-Transfer-Encoding: binary
Content-ID: coverage/out.prj
Content-Disposition: INLINE; filename=out.prj

PROJCS["ETRS89_UTM_zone_30N",GEOGCS["GCS_ETRS89",DATUM["D_ETRS_1989",SPHEROID["GRS_1980",6378137,298.257222101]],PRIMEM["Greenwich",0],UNIT["Degree",0.017453292519943295]],PROJECTION["Transverse_Mercator"],PARAMETER["latitude_of_origin",0],PARAMETER["central_meridian",-3],PARAMETER["scale_factor",0.9996],PARAMETER["false_easting",500000],PARAMETER["false_northing",0],UNIT["Meter",1]]
--wcs--

```

Fig18.26. Cobertura de respuesta a la petición Getcoverage al servicio WCS de Modelos Digitales del Terreno de España (1000, 200, 25 y 5 m) perteneciente al SCNE.

18.8. EL SERVICIO DE COBERTURAS INSPIRE

La [Directiva INSPIRE](#) establece que las organizaciones responsables de cada uno de los temas de información geográfica enumerados en los anexos de la Directiva, deben ofrecer su información de forma integrada e interoperable a través de servicios de datos espaciales. En este sentido, los servicios de descarga basados en servicios web de coberturas cobran gran importancia, ya que, muchos de los temas de datos espaciales de la Directiva (p. ej., ortoimágenes, elevaciones, geología, condiciones atmosféricas, características geográficas oceanográficas, cobertura del suelo o zonas de riesgo natural) incluyen datos que, según las especificaciones de datos INSPIRE, deben estar disponibles en forma de coberturas.

Como ya se indicó en el capítulo 11 de este libro, para dar cumplimiento a la Directiva y garantizar la compatibilidad y posibilidad de utilización de estos servicios en el ámbito de la Comunidad Europea y en un contexto trasfronterizo, el [Reglamento modificado \(CE\) N° 976/2009](#) de Servicios de Red INSPIRE determina los requisitos para el establecimiento y mantenimiento de los servicios previstos en el artículo 11, apartado 1, de la Directiva y los criterios mínimos de calidad que deben cumplir.

Por su parte, la [Directriz técnica para la implementación de servicios de descarga INSPIRE utilizando servicios web de coberturas \(WCS\)](#) constituye la guía de orientación técnica, no vinculante, donde se describen los aspectos detallados de la implementación y las relaciones con las normas, tecnologías y prácticas existentes para respaldar el proceso de implementación técnica, de modo que estos servicios puedan desarrollarse de manera coherente en toda Europa.

Esta directriz técnica, está basada en el modelo abstracto establecido en el Reglamento. Igualmente, existen otras guías técnicas para describir las implementaciones de los requisitos para los servicios de descarga que utilizan otras especificaciones como, por ejemplo, para ATOM (*Atom Syndication Format*) y WFS (*Web Feature Service*). Si bien los datos de cobertura se pueden proporcionar utilizando fuentes Atom o WFS, estas opciones no son adecuadas para muchos conjuntos de datos de cobertura, ya que, las coberturas suelen tener un tamaño de varios Gigabytes (GB), o incluso Terabaytes (TB), para lo que resulta más adecuado usar un servicio WCS.

De acuerdo al citado reglamento de servicios de red (en su Anexo IV, Parte A), los los servicios de descarga deben implementar, como mínimo, las siguientes cuatro operaciones:

- ✓ **Obtener metadatos del servicio de descarga (*Get Download Service Metadata*)**. Operación que proporciona toda la información necesaria sobre el servicio y los conjuntos de datos espaciales disponibles y que describe las capacidades del servicio.
- ✓ **Obtener conjunto de datos espaciales (*Get Spatial Data Set*)**. Operación que permite recuperar un conjunto de datos espaciales.

- ✓ **Describir conjunto de datos espaciales (*Describe Spatial Data Set*).** Operación que devuelve la descripción de todos los tipos de objetos contenidos en el conjunto de datos espaciales.
- ✓ **Conectar con servicio de descarga (*Link Download Service*).** Operación que permite a una autoridad pública, o a un tercero, dar a conocer la disponibilidad de un servicio para la descarga de conjuntos de datos espaciales o, cuando sea practicable, de objetos espaciales, a través del servicio de descarga de un estado miembro, manteniendo la capacidad de descarga en la ubicación de la autoridad pública o del tercero.

Cuando se habla de los servicios de descarga, el Artículo 11 de la Directiva INSPIRE nos dice que permiten la descarga de copias de conjuntos de datos espaciales o partes de dichos conjuntos y, cuando sea posible, se puede acceder a ellos directamente, es decir, que se ofrecen a un cliente/usuario consultar directamente un conjunto de datos espaciales a través de un servicio, de acuerdo con un conjunto específico de criterios de búsqueda, para permitir la recuperación de un conjunto de datos (o parte de un conjunto de datos). En este caso, el Reglamento (en su Anexo IV, Parte B) establece que cuando se proporciona un servicio de descarga de acceso directo se implementarán, además de las operaciones de descarga especificadas anteriormente, las siguientes operaciones:

- ✓ **Obtener objeto espacial (*Get Spatial Object*).** Operación que permite recuperar objetos espaciales mediante una consulta.
- ✓ **Describir tipo de objeto espacial (*Describe Spatial Object Type*).** Operación que devuelve la descripción de los tipos de objetos espaciales especificados.

Además, para la operación «obtener objeto espacial», también establece que se implementarán criterios de búsqueda particulares (Anexo IV, Parte C), como un Identificador Único de Recurso (URI) del conjunto de datos espaciales, atributos clave y dimensión temporal, incluida la fecha de actualización, el rectángulo envolvente (*bounding box*), el tema de los datos espaciales y combinaciones de las anteriores.

Por lo tanto, en la práctica, esto significa que hay dos tipos de Servicios de descarga: aquellos que cumplen con los requisitos funcionales mínimos del Reglamento (Anexo IV, Parte A) y aquellos que cumplen con los requisitos funcionales completos (Anexo IV, Partes A, B y C).

En diciembre de 2016, INSPIRE adoptó el servicio WCS como servicio de descargas de coberturas. La directriz técnica para la implementación de servicios de descarga utilizando WCS muestra cómo las operaciones requeridas por el reglamento para los servicios de descarga se pueden asignar al estándar de OGC *Web Coverage Service* 2.0 y sus extensiones (Tabla 18.5).

Tabla 18.5 – Operaciones de los servicios de descarga WCS INSPIRE y OGC

| Operaciones de un servicio de descarga Inspire | Operaciones de servicio WCS de OGC |
|--|--|
| Obtener metadatos del servicio de descarga (<i>Get Download Service Metadata</i>). | GetCapabilities |
| Obtener conjunto de datos espaciales (<i>Get Spatial Data Set</i>). | GetCoverage |
| Describir conjunto de datos espaciales (<i>Describe Spatial Data Set</i>). | DescribeCoverage |
| Conectar con servicio de descarga (<i>Link Download Service</i>) | ---- |
| Obtener objeto espacial (<i>Get Spatial Object</i>). | ProcessCoverages - OGC Web Coverage Service WCS Interface Standard - Processing Extension, version 2.0 |
| Describir tipo de objeto espacial (<i>Describe Spatial Object Type</i>). | DescribeCoverage |

La directriz define los requisitos y recomendaciones técnicas para la implementación de los Servicios de descarga de datos ráster de INSPIRE, recogidos en el anexo II (elevación, geología, cubierta terrestre y ortoimágenes) y anexo III (suelos, usos del suelo, instalaciones de seguimiento ambiental, zonas de riesgo natural, condiciones atmosféricas, características meteorológicas, características oceanográficas, regiones marinas, hábitats y biotopos, recursos energéticos) de la directiva. Ninguno de los temas de datos espaciales del Anexo I se considera que entren dentro del alcance de los servicios de descarga WCS.

Tabla 18.6: Temas de datos espaciales del Anexo II y III de la Directiva Inspire con datos de cobertura. Fuente: INSPIRE-MIG, 2016

| Anexo | Tema de datos espaciales (abreviatura común) | Tipos de objetos espaciales y de datos que están dentro del alcance de los servicios de descarga WCS |
|-----------|---|--|
| ANEXO II | <i>Elevation (EL)</i> | <i>ElevationGridCoverage</i> <i>ElevationTIN</i> |
| | <i>Geology (GE)</i> | <i>HydrogeologicalObject (HydrogeologicalSurface, PiezometricState)</i> <i>GeophProfile</i> <i>GeophSwath</i> <i>GeophStation</i> |
| | <i>Land cover (LC)</i> | <i>LandCoverGridCoverage</i> |
| | <i>Orthoimagery (OI)</i> | <i>OrthoimageCoverage</i> |
| ANEXO III | <i>Soil (SO)</i> | <i>SoilThemeCoverage</i> <i>SoilThemeDescriptiveCoverage</i> |
| | <i>Land use (LU)</i> | <i>ExistingLandUseGrid</i> |
| | <i>Environmental monitoring facilities (EF)</i> | <i>EnvironmentalMonitoringFacility</i> |
| | <i>Natural risk zones (NZ)</i> | <i>ExposedElementCoverage</i> <i>HazardCoverage</i> <i>ObservedEventCoverage</i> <i>RiskCoverage</i> |

| Anexo | Tema de datos espaciales (abreviatura común) | Tipos de objetos espaciales y de datos que están dentro del alcance de los servicios de descarga WCS |
|-----------|--|---|
| ANEXO III | Atmospheric conditions (AC) | <i>SamplingCoverageObservation (PointObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (PointTimeSeriesObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (MultiPointObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (GridObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (GridSeriesObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (ProfileObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (TrajectoryObservation)</i> |
| | Meteorological geographical features (MF) | <i>SamplingCoverageObservation (PointObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (PointTimeSeriesObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (MultiPointObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (GridObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (GridSeriesObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (ProfileObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (TrajectoryObservation)</i> |
| | Oceanographic geographical features (OF) | <i>SamplingCoverageObservation (PointObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (PointTimeSeriesObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (MultiPointObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (GridObservation)</i> <i>SamplingCoverageObservation (GridSeriesObservation)</i> |
| | Sea regions (SR) | <i>MarineLayer</i> <i>SeaBedArea</i> <i>SeaSurfaceArea</i> |
| | Habitats and biotopes (HB) | <i>Habitat</i> |
| | Energy resources (ER) | <i>RenewableAndWastePotentialCoverage</i> |

La directriz, como otras guías técnicas de INSPIRE, comienza con unos primeros capítulos introductorios, de referencias normativas y técnicas y de definición de términos. Las reglas de implementación específicas de los servicios de descarga comienzan tratarse en el capítulo 4, junto con las clases de conformidad, los requisitos de idioma y de sistemas de referencia de coordenadas.

El Capítulo 5 de la directriz contiene las recomendaciones técnicas para implementar las operaciones de descarga obligatorias indicadas en al anexo IV- parte A del Reglamento, utilizando el núcleo del estándar de interfaz principal de OGC *Web Coverage Service (OGC WCS Core)* y sus extensiones:

➤ **Operación obtener metadatos del servicio de descarga (*Get Download Service Metadata*).**

En un WCS, esta operación se realiza a través de una petición *GetCapabilities*, que permite, como ya se ha indicado, recuperar los metadatos del servicio y las coberturas ofrecidas por un servidor WCS. Los parámetros mínimos para enviar

a un servicio una solicitud `GetCapabilities` son: el parámetro con el tipo de servicio (que siempre será «WCS») y el parámetro con el tipo de solicitud (que siempre será «GetCapabilities»). Además, opcionalmente puede incluirse la versión (o versiones) de la implementación del servicio deseada incluyendo el parámetro «AcceptVersions» y expresar la preferencia por un idioma o idiomas de respuesta incluyendo un parámetro «AcceptLanguages».

A continuación (en el cuadro de texto), podemos ver el ejemplo de la estructura de una solicitud de `GetCapabilities` con indicación de la versión y el lenguaje usando el protocolo `KVP / GET` (Fuente.).

http://myserver.ac.uk/some/folders/ows?service=WCS&request=GetCapabilities&AcceptVersions=2.0.1,2.0.0&AcceptLanguages=sk,en,*

De forma predeterminada, en una solicitud a un WCS donde no se especifica la versión de la implementación del servicio, el servicio debería responder en la última versión del estándar admitida por el servicio. Si se especifican varias versiones, las especificadas primero tienen prioridad sobre las que vienen más adelante.

Cuando en una solicitud a un WCS no se especifica el idioma de la implementación del servicio, de manera predeterminada, el servicio devolverá la respuesta en el idioma por defecto del servidor.

El parámetro de solicitud «AcceptLanguages» utilizado por OGC WCS acepta, como valores de entrada, uno o más códigos de idioma RFC 4646 5 y un carácter especial opcional "*". Este parámetro está diseñado para que pueda ser utilizado en todas las solicitudes de operación, no solo en «GetCapabilities», con la intención de permitir respuestas en varios idiomas en cualquier operación.

La respuesta de `GetCapabilities` es igual a la proporcionada por un servicio OGC WCS 2.0, pero incorpora nuevos elementos de metadatos de servicio INSPIRE que son recogidos bajo el elemento «extended_capabilities», es decir, es necesario que el documento XML de *capabilities* incluya una sección de capacidades extendidas (`ows: ExtendedCapabilities`) y publicar los metadatos de acuerdo con un esquema de la extensión INSPIRE dentro de un elemento `inspire_dls: ExtendedCapabilities`. (El esquema de la extensión INSPIRE y los documentos de ejemplo de ejemplo se pueden encontrar en: http://inspire.ec.europa.eu/schemas/inspire_dls/)

Hay dos opciones posibles para proporcionar los metadatos del servicio a través de una respuesta de `GetCapabilities`. La primera opción es publicar una cantidad mínima de metadatos dentro del servicio, limitada al idioma (o idiomas) admitidos por el servicio, junto con un enlace a un registro de metadatos del servicio de descarga, por ejemplo, en un servicio de catálogo. Este enlace de metadatos debe publicarse utilizando un parámetro `<inspire_common: MetadataUrl>` en la sección de capacidades extendidas (Fig. 18.26). La

segunda opción es publicar todos los elementos de metadatos directamente en el documento de respuesta de capacidades WCS.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <wcs:Capabilities version="2.0.1" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs/2.0
http://schemas.opengis.net/wcs/2.0/wcsAll.xsd" xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0"
xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0"
xmlns:wcs="http://www.opengis.net/wcs/2.0">
+ <ows:ServiceIdentification>
+ <ows:ServiceProvider>
+ <ows:OperationsMetadata>
- <ows:ExtendedCapabilities>
- <inspire_dls:ExtendedCapabilities xsi:schemaLocation="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/common/1.0
http://inspire.ec.europa.eu/schemas/common/1.0/common.xsd
http://inspire.ec.europa.eu/schemas/inspire_dls/
http://inspire.ec.europa.eu/schemas/inspire_dls/1.0/inspire_dls.xsd"
xmlns:inspire_dls="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/inspire_dls/"
xmlns:inspire_common="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/common/1.0">
- <inspire_common:MetadataUrl>
<inspire_common:URL>http://www.ign.es/csw-inspire/srv/spa/csw?
Service=CSW&Request=GetRecordById&Version=2.0.2&outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gm
<inspire_common:MediaType>application/vnd.ogc.csw.GetRecordByIdResponse_xml</inspire_common:MediaType>
</inspire_common:MetadataUrl>
- <inspire_common:SupportedLanguages>
- <inspire_common:DefaultLanguage>
<inspire_common:Language>spa</inspire_common:Language>
</inspire_common:DefaultLanguage>
</inspire_common:SupportedLanguages>
- <inspire_common:ResponseLanguage>
<inspire_common:Language>spa</inspire_common:Language>
</inspire_common:ResponseLanguage>
- <inspire_dls:SpatialDataSetIdentifier>
<inspire_common:Code>MDT</inspire_common:Code>
<inspire_common:Namespace>IGN</inspire_common:Namespace>
</inspire_dls:SpatialDataSetIdentifier>
</inspire_dls:ExtendedCapabilities>
</ows:ExtendedCapabilities>
+ <wcs:ServiceMetadata>
+ <wcs:Contents>
</wcs:Capabilities>
```

Figura 18.27. Ejemplo tipo del documento de respuesta a una solicitud *GetCapabilities* a un servicio de descarga INSPIRE utilizando WCS. Fuente: INSPIRE-MIG, 2016

Respecto a la serie de requisitos de idioma que se deben incorporar los servicios en red para la conformidad con la directiva INSPIRE, incluidas las solicitudes/respuestas a un servicio WCS, en la operación *GetCapabilities*, si una solicitud de cliente especifica un idioma compatible, se ven afectados los campos del documento XML de respuesta *GetCapabilities*: Título (*ows:Title*) y Resumen (*ows:Abstract*) de la sección: *<ows:ServiceIdentification>*.

Si la solicitud del cliente no especifica el parámetro *AcceptLanguages*, o si proporciona un parámetro de idioma desconocido para el servidor, los campos anteriores (Título, Resumen) se proporcionarán en el idioma predeterminado del servicio.

➤ Operación describir el conjunto de datos espaciales (*Describe Spatial Data Set operation*).

En un WCS, la operación describir el conjunto de datos espaciales se proporciona a través de la operación «*DescribeCoverage*». Una petición *DescribeCoverage* envía una lista de uno o más identificadores de cobertura (o identificadores de conjuntos de datos espaciales), de la lista de

identificadores proporcionados en la respuesta *GetCapabilities*, para solicitar una descripción detallada de la cobertura.

Los parámetros mínimos para obtener una descripción del conjunto de datos a través de una solicitud *DescribeCoverage* a un servicio son: el parámetro del tipo de servicio (que siempre será «WCS»); el valor del tipo de solicitud (que siempre será «DescribeCoverage»); el número de versión del servicio en formato x.y.z (que debe ser una de las versiones indicadas en la respuesta de *GetCapabilities*) y que debe ser, al menos, 2.0.0 para que sea compatible con INSPIRE; y, al menos, un identificador de cobertura.

La respuesta será un documento XML con la misma estructura que el proporcionado en una respuesta *DescribeCoverage* de un servicio estándar OGC WCS 2.0.

➤ **Operación de obtención de datos espaciales (*Get Spatial Data Set operation*)**

En un WCS, la operación para obtener un conjunto de datos espaciales se realiza a través de la operación «*GetCoverage*». Una solicitud de *GetCoverage* envía un identificador de cobertura (o identificador del conjunto de datos espaciales) de la lista de identificadores incluidos en la respuesta de *GetCapabilities*, junto con cualquier parámetro de subconjunto de dominio necesario para restringir la respuesta a una *Bounding Box* (o "caja de delimitación"), y la respuesta será la cobertura solicitada.

Los parámetros mínimos para obtener un conjunto de datos (una cobertura) a través de una solicitud y respuesta de *GetCoverage* son: el parámetro de tipo de servicio (que siempre será «WCS»); el parámetro de tipo de solicitud (que siempre será «*GetCoverage*»); el número de versión en formato x.y.z, que será una de las versiones indicadas en la respuesta de *GetCapabilities* y que debe ser, al menos 2.0.0, para que sea compatible con INSPIRE; y, el identificador de la cobertura deseada.

Los datos de cobertura proporcionados en la respuesta a dicha solicitud *GetCoverage* se suministran en el sistema de referencia de coordenadas nativo, que se indica en la respuesta *DescribeCoverage* dentro del parámetro «*srsName*» del «*GML::DomainSet*».

Si bien es común que los servicios web de OGC admitan la re-proyección de los conjuntos de datos, es importante tener en cuenta que no es un requisito para ningún servicio de descarga de INSPIRE proporcionar capacidades de transformación. Simplemente es una recomendación del documento: INSPIRE D2.8.I.1 - Especificación de datos sobre sistemas de referencia de coordenadas ([INSPIRE D2.8.I.1 Data Specification on Coordinate Reference Systems](#)) (Las directrices técnicas documentan que las proyecciones mencionadas en la sección 1.3.2 del Anexo II del Reglamento (UE) nº 1089/2010 de la Comisión están disponibles en los servicios de transformación INSPIRE).

Una solicitud `GetCoverage` también puede incluir uno o más parámetros de subconjunto de dominio («subset») para devolver una parte de la cobertura. Dicha solicitud de subconjunto puede realizarse utilizando cualquiera de los ejes (<gml:axisLabels>) indicados en la respuesta `DescribeCoverage` (`Describe Spatial Data Set`) para la cobertura. La solicitud debe incluir los «axisLabels» indicados.

El capítulo 6 de la Directriz es una orientación técnica para implementar las operaciones de descarga adicionales que se requieren cuando el servicio WCS es un servicio de descarga de acceso directo.

➤ **Operación describir el tipo de objeto espacial**

No es posible asignar completamente la operación «Describir Tipo de Objeto Espacial» (*Describe Spatial Object Type*) a ninguna operación del núcleo de estándar OGC WCS 2.0 o cualquiera de sus extensiones; sin embargo, la operación `DescribeCoverage` proporciona información suficiente para poder construir una solicitud de una operación «Obtener Objeto Espacial».

➤ **Operación de obtener objetos espaciales**

Además de las operaciones básicas de WCS 2.0, para habilitar la operación de obtención de objetos espaciales, también debe estar disponible la Extensión de procesamiento, versión 2.0, del Estándar de Interfaz WCS del servicio de cobertura web de OGC (*OGC Web Coverage Service WCS Interface Standard - Processing Extension, version 2.0*). El soporte para la extensión se indica en la respuesta de `GetCapabilities` mediante la siguiente información de perfil:

```
<ows: Profile>  
http://www.opengis.net/spec/WCS\_service-  
extension\_processing/2.0/conf/processing  
</ ows: Profile>
```

En WCS, la operación para obtener un objeto espacial se realiza a través de la operación «`ProcessCoverages`». Una solicitud *ProcessCoverages* envía un identificador de cobertura, de la lista de identificadores disponibles en la respuesta `GetCapabilities`, junto con cualquier parámetro de subconjunto de dominio necesario para restringir la respuesta a una *Bounding Box* (o "caja de delimitación"). La respuesta a esta operación es la cobertura deseada.

Los parámetros mínimos para obtener un conjunto de datos (una cobertura) a través de una solicitud y respuesta de *ProcessCoverages* son: el valor del parámetro del tipo de servicio que siempre será «WCS»; el valor del parámetro del tipo de solicitud que siempre será «`ProcessCoverages`»; el número de versión en formato x.y.z, que debe ser una de las versiones indicadas en la respuesta de *GetCapabilities* y, que debe ser al menos 2.0.0 para que sea compatible con INSPIRE; y, una cadena de consulta expresada en la sintaxis abstracta de WPCS. Si bien la codificación GET/KVP es compatible con la extensión *ProcessCoverages*, se debe tener en cuenta que puede ser difícil, o incluso imposible, transmitir estructuras de datos grandes

y complejas como las de una cobertura, por eso se recomienda utilizar una codificación POST.

Por último, respecto a la calidad de servicio (QoS) (capítulo 7 de la directriz técnica), el anexo I del Reglamento enumera un conjunto de criterios relacionados con el rendimiento, la capacidad y la disponibilidad de cualquier servicio de red INSPIRE, que se aplicarán para garantizar la calidad de servicio.

➤ **Rendimiento**

Respecto al Rendimiento, en una situación normal que representa periodos sin carga máxima, éste se establece en el 90% del tiempo, es decir, un servicio de descarga debe garantizar que es lo suficientemente eficaz como para garantizar que se produzca una sobrecarga del servicio solo en el 10% de su tiempo de actividad.

El rendimiento, medio según el tiempo para enviar una respuesta a una solicitud a un servicio WCS Inspire, en una situación normal sería:

- Operación obtener metadatos del servicio de descarga (*Get Download Service Metadata*) - *GetCapabilities*. El tiempo para enviar la respuesta a esta solicitud será de 10 segundos como máximo.
- Operación obtener conjunto de datos espaciales (*Get Spatial Data Set*) y para la operación obtener objeto espacial (*Get Spatial Object*) – *GetCoverage* o *ProcessCoverage*. El tiempo para enviar la respuesta inicial, para una sola cobertura, será de 30 segundos como máximo. El servicio de descarga deberá mantener una respuesta sostenida superior a 0,5 megabytes por segundo o superior a 500 objetos espaciales por segundo.
- Operaciones describir conjunto de datos espaciales (*Describe Spatial Data Set*) y describir el tipo de objeto espacial (*Describe Spatial Object Type*) – *DescribeCoverage*. El tiempo para enviar la respuesta inicial, para una sola cobertura, será de 10 segundos como máximo. El servicio de descarga mantendrá una respuesta sostenida mayor que 0,5 megabytes por segundo o de más de 500 descripciones de objetos espaciales por segundo.

➤ **Capacidad**

La Capacidad es el número mínimo de solicitudes simultáneas a un servicio de descarga que se atenderán. De acuerdo con los criterios de calidad del servicio será de 10 solicitudes por segundo, pudiendo limitarse a 50 el número de solicitudes procesadas en paralelo.

La capacidad medida debe cumplir con los requisitos de la normativa (capacidad y rendimiento) para todas las operaciones que proporciona el servicio.

➤ **Disponibilidad**

La disponibilidad es la probabilidad de que un servicio de red esté disponible. Normalmente, se debe esperar que un servicio esté disponible durante el 99% del tiempo, es decir, el servicio debe tener en un año, un período de

interrupción acumulativo de no más de 5256 minutos, esto es un máximo de 3,65 días.

18.9. FUENTES DE DATOS DE COBERTURAS

En este apartado comentaremos algunos de los servicios de descarga y fuentes de datos en forma de coberturas disponibles, tanto a nivel nacional como internacional. Aunque no es objetivo de este capítulo analizar los servidores disponibles que implementan el Servicio de Coberturas Web de OGC e INSPIRE, ni identificar todos los servicios existentes, simplemente indicar alguna formas y catálogos para localizarlos (Todos los catálogos y web citadas han sido visitados en noviembre de 2018).

A nivel nacional, a través del «Directorio de Servicios» del geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España⁷ (IDEE) podemos encontrar una lista de los servicios de descarga WCS⁸ (OGC e INSPIRE) disponibles en España y sus direcciones de acceso.



Figura 18.28. Página web de acceso a los servicios de descarga WCS a nivel estatal, autonómico, local y de países vecinos, a través del «Directorio de Servicios» del geoportal de la IDEE.

Desafortunadamente, son todavía muy pocos los servicios WCS implementado acorde a los requisitos de INSPIRE, en España, sólo se encuentra disponible el servicio de Modelos Digitales del Terreno de paso de malla de 1000, 500, 200, 25 y 5m procedentes de sensores LiDAR aerotransportados del proyecto PNOA-LiDAR del Sistema Cartográfico Nacional⁹. (WCS:

<https://servicios.idee.es/wcs-inspire/mdt?version=2.0.1&request=GetCapabilities&service=WCS>)

⁷ <https://www.idee.es>

⁸ <https://www.idee.es/web/idee/segun-tipo-de-servicio>

⁹ <http://www.scne.es/productos.html>

Los servicios de descarga, WCS, del Modelo Digital del Terreno se pueden incluir en los visualizadores con el fin de poder obtener la cota de un punto o calcular el perfil topográfico. Como por ejemplo en el visualizador del IGN, Iberpix¹⁰.

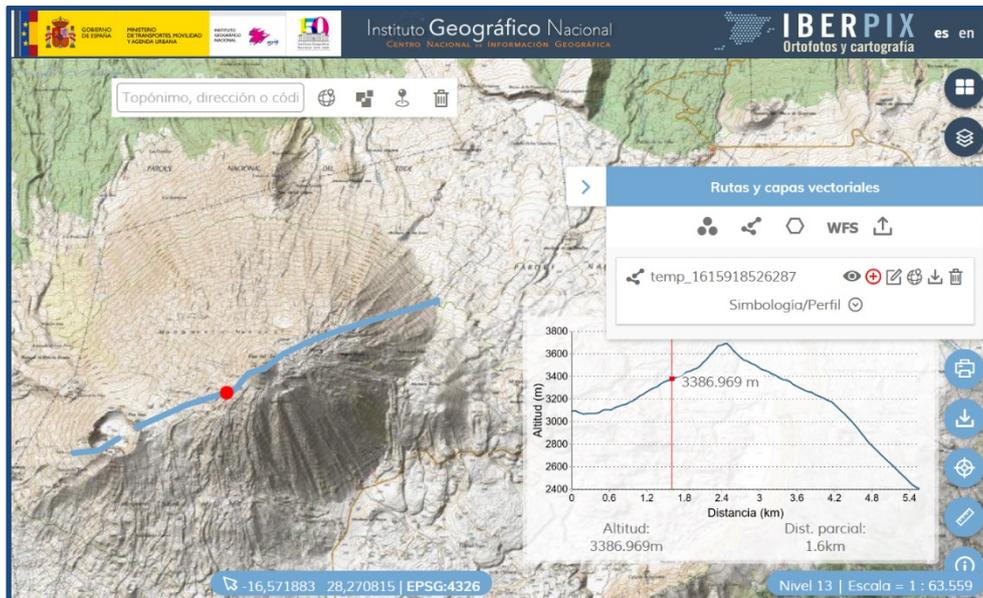


Figura 18.29. Cálculo del perfil topográfico del Teide a partir del WCS del MDT¹¹ del Sistema Cartográfico Nacional en el visualizador de Iberpix. (<http://www.ign.es/iberpix/visor>)

A nivel internacional podemos localizar servicios WCS y datos espaciales en forma de coberturas a través de distintos catálogos, estandarizados o no, que incorporan distintos criterios de búsqueda, lo que nos permite filtrar por «tipo de servicio» o «formato» entre otros criterios espaciales. Por ejemplo, sin irnos muy lejos, a través del servicio de catálogo del Sistema Nacional de Información Geográfica (SNIG) de Portugal, podemos encontrar varios servicios WCS, que dan acceso a distintos datos de Cobertura, de los cuales 5 de ellos son cobertura de temas INSPIRE.

Otros catálogos, a nivel internacional, que nos permiten buscar servicios web de información geográfica, entre ellos los servicios WCS, son:

- el **Geoportal** de ESRI en el que, filtrando por WCS, podemos encontrar 23 registros de servicios (<http://gptogc.esri.com/geoportal/catalog/search/search.page>);
- El **geoportal GEOSS** (<http://www.geoportal.org/>), del Sistema Global de Sistemas de Observación de la Tierra (GEOSS), que facilita la localización de los recursos de la Observación de la Tierra. En este geoportal al realizar una búsqueda para WCS nos ofrece 4297 items, que podemos ir filtrando por

¹⁰ <http://www.ign.es/iberpix/visor/>

¹¹ <https://servicios.idee.es/wcs-inspire/mdt?version=2.0.1&request=GetCapabilities&service=WCS>

palabras clave, formato, fuente, protocolo u organización para encontrar la información o el servicio deseado (Fig. 18.31);

- El **portal Data.gov** de datos abiertos del gobierno de los EE. UU. (<https://www.data.gov/>), donde podemos encontrar datos, herramientas y recursos, entre ellos un catálogo (CSW - <https://catalog.data.gov/dataset>) desde el que podemos localizar datos y servicios de información geográfica a nivel nacional y global. En este caso para una búsqueda simple por WCS encontramos 6471 items de datos geoespaciales, refinando la búsqueda, de acuerdo con las distintas opciones que incorpora, podremos encontrar la información deseada, entre la multitud de servicios de descargas de coberturas implementados por distintas organizaciones federales, estatales, locales y universidades, entre ellas la NASA.

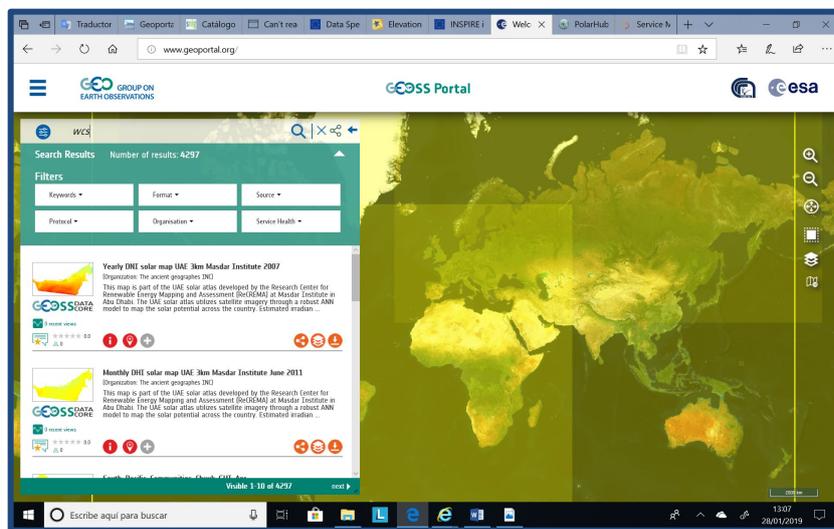


Figura 18.30. Página del geoportal GEOSS con la respuesta a la búsqueda «WCS» desplegada (<http://www.geoportal.org/>)

18.10. CONCLUSIONES

Dentro de los servicios de descargas de una IDE, un WCS (*Web Coverage Service*) es un servicio que permite la descarga a través de internet de datos geográficos en forma de «coberturas», esto es, una representación digital de fenómenos geográficos con variación espacio/temporal. En este capítulo hemos analizado el servicio WCS atendiendo a distintos estándares y reglas de implementación: ISO, OGC e Inspire.

El modelo de coberturas queda definido en el estándar *OGC Abstract Topic 6 [OGC 07-011]*, que es idéntico a la norma ISO 19123:2005, que establece un modelo abstracto de coberturas, mientras que los Esquemas de Aplicación de Coberturas *OGC® Implementation Schema for Coverages CIS 1.0 [OGC 09-146r2]* y *Coverage Implementation Schema "CIS" 1.1. [OGC 09-146r6]* permiten describir las coberturas de manera flexible, interoperable y armonizada.

En la práctica, la representación en forma de coberturas puede ser multidimensional (1-D, 2-D, 3-D y 4-D), en múltiples formatos (GML, Geotiff, NetCDF, JPEG2000, ...) y abarca desde cuadrículas regulares e irregulares (por ejemplo, ortoimágenes o modelos de elevación), puntos y nubes de puntos, conjuntos de curvas (por ejemplo, isolíneas o isobáras), redes irregulares de triángulos (TIN) (como, modelos digitales del terreno) a conjunto de polígonos de Thiessen (para analizar los datos distribuidos espacialmente).

Las coberturas desempeñan un papel importante en los sistemas de información geográfica y los servicios geoespaciales, ya que son muchos los datos espaciales en forma de coberturas disponibles, siendo de utilidad para cualquier tipo de actividad científica, empresarial, de gestión o planificación, o cualquier actividad relacionada con el espacio geográfico.

El OGC define los estándares de implementación de un servicio WCS y las especificaciones abstractas, que detallan la estructura de la interfaz del servicio, el esquema de implementación de coberturas, junto con perfiles de aplicación y codificación. Al igual que con otros estándares, los documentos de especificaciones han ido evolucionado con el tiempo. En este caso, hasta la actual 2.1 aprobada recientemente, en junio de 2018 (*OGC Web Coverage Service (WCS) 2.1 Interface Standard – Core*) (<http://www.opengeospatial.org/standards/wcs>). El estándar se compone de un documento núcleo y sus extensiones. En el documento núcleo se definen únicamente los requisitos básicos que debe seguir cualquier implementación de un interfaz WCS, mientras que en las extensiones (de servicio, de codificación de formato, de protocolo y de aplicación) se definen los requisitos adicionales como, por ejemplo, la codificación de las respuestas.

En diciembre de 2016, la INSPIRE adopta, para la definición de los datos geográficos en forma de coberturas, los estándares de OGC y la norma ISO 19123, pero adaptados para mejorar la armonización entre los temas INSPIRE representados en coberturas de sus Anexos II y III. Para dar cumplimiento a la Directiva y garantizar la compatibilidad y posibilidad de utilización de estos servicios en el ámbito de la Unión Europea y en un contexto trasfronterizo, los servicios WCS Inspire deben ser acordes con el [Reglamento modificado \(CE\) Nº 976/2009](#) de Servicios de Red INSPIRE, que determina los requisitos para el establecimiento y mantenimiento de

los servicios previstos en el artículo 11, apartado 1, de la Directiva y los criterios mínimos de calidad que deben cumplir. Además, para describir los aspectos detallados de la implementación y las relaciones con las normas, tecnologías y prácticas existentes se dispone de la [directriz técnica para la implementación de servicios de descarga INSPIRE utilizando servicios web de coberturas \(WCS\)](#), que constituye la guía de orientación técnica, no vinculante, para respaldar el proceso de implementación técnica de un servicio.

En la actualidad, podemos localizar servicios WCS y datos espaciales en forma de coberturas a través de distintos catálogos, estandarizados o no, que incorporan varios criterios de búsqueda, lo que nos permite filtrar por «tipo de servicio» o «formato» entre otros criterios espaciales. En España, podemos encontrar una lista de los servicios de descarga WCS disponibles (OGC e INSPIRE) y sus direcciones de acceso, a través del «Directorio de Servicios» del geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE). A pesar de la gran cantidad de datos disponibles en forma de coberturas, no son muchos los servicios WCS disponibles, en comparación con el número de WMS y WFS.

18.11. REFERENCIAS

Comisión Europea (2007). Directiva INSPIRE (2007/2/CE), de 14 de marzo de 2007, que establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea. PDF accesible vía: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>

Comisión Europea (2010). Reglamento modificado (CE) N° 976/2009, de 19 de octubre de 2009, por el que se ejecuta la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a los servicios de red, modificado por el Reglamento (UE) n° 1088/2010 de la Comisión de 23 de noviembre de 2010. PDF accesible vía: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2009R0976:20101228:ES:PDF>

DGIWG, 2017. *Defence Profile of OGC's Web Coverage Service 2.0. Defence Geospatial. Version: 1.0.0. Ed. Defence Geospatial Information Working Group (DGIWG)*. PDF accesible vía: <http://www.dgiwg.org/dgiwg/>

IDEE, 2013. Estándar de interfaz - *Web Coverage Service (WCS) Versión 2.0. GTIDEE. Documento: 2013-09-30*. PDF accesible vía: http://external.opengeospatial.org/twiki_public/pub/ILAFpublic/ListaEstandaresOGC/WCS_2.0.pdf

INSPIRE, 2009. *D2.8. I.1 INSPIRE Specification on Coordinate Reference Systems – Guidelines. INSPIRE Thematic Working Group Coordinate Reference Systems and Geographical Grid Systems*. PDF accesible vía: [https://inspire.ec.europa.eu/documents/Data Specifications/INSPIRE Specification n CRS v3.0.pdf](https://inspire.ec.europa.eu/documents/Data%20Specifications/INSPIRE%20Specification%20CRS%20v3.0.pdf)

INSPIRE, 2016. Directriz técnica para la implementación de servicios de descarga utilizando un servicio web de coberturas – Versión 1.0. (*Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services using Web Coverage Services (WCS)*). INSPIRE Maintenance and Implementation Group (MIG). Accesible vía: <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/download-wcs/1.0/corrigenda>

ISO, 2005. ISO 19123-2:2005(en). Geographic information — Schema for coverage geometry and functions. <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:19123:ed-1:v1:en>

ISO, 2018. ISO 19123-2:2018(en). Geographic information — Schema for coverage geometry and functions — Part 2: Coverage implementation schema. <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:19123:-2:ed-1:v1:en>

OGC, 2005. *Web Coverage Service (WCS), Version 1.0.0 (Corrigendum) [OGC 05-076]*. Editor: John D. Evans. Accesible vía: <https://www.ogc.org/standards/wcs>

OGC, 2006. *The OpenGIS® Abstract Specification Topic 6: Schema for coverage geometry and functions. Version: 7.0.0. [OGC 07-011]*. Accesible vía: <https://www.ogc.org/docs/as>

OGC, 2007. *OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Encoding Standard. Version: 3.2.1. [OGC 07-036]*. Accesible vía: <https://www.ogc.org/standards/gml>

OGC, 2010. *OGC Web Services Common Standard. Version: 2.0.0 [OGC 06-121r9]*. Accesible vía: <https://www.ogc.org/standards/common>

OGC, 2012. *OGC® Coverage Implementation Schema ("CIS"), formerly named: GML 3.2.1 Application Schema - Coverages ("GMLCOV") - Version: 1.0.1. [OGC 17-089r1]* Ed. Peter Baumann. <https://www.ogc.org/standards/wcs>

OGC, 2012. *OGC® WCS 2.0 Interface Standard- Core: Corrigendum - Versión 2.0.1 [OGC 09-110r4]*. Accesible vía: <http://www.opengis.net/doc/IS/wcs-core-2.0.1>

OGC, 2012. *OGC® Geography Markup Language (GML) — Extended schemas and encoding rules. Version: 3.3.0 [OGC 10-129r1]*. Accesible vía: <http://www.opengis.net/spec/GML/3.3>

OGC, 2017. *OGC Web Coverage Service (WCS) 2.1 Interface Standard – Core. [OGC 17-089r1]* Accesible vía: <http://docs.openeospatial.org/is/17-089r1/17-089r1.html>

OGC, 2017. *OGC Coverage Implementation Schema "CIS" 1.1. [OGC 09-146r6]*. Ed. Peter Baumann, Eric Hirschorn, Joan Masó. Documento 09-146r6, V 1.1. Accesible vía: <http://docs.openeospatial.org/is/09-146r6/09-146r6.html>

**«El mundo era
tan reciente, que
muchas cosas
carecían de
nombre y para
mencionarlas
había que
señalarlas con el
dedo»**

*Gabriel García Márquez (Cien
años de soledad, 1967)*

ATOM

Iniesto Alba, María J. y Carballo Cruz, P.

Universidade de Santiago de Compostela e Instituto Geográfico Nacional

Capítulo

19

Contenido

| | | |
|---------|--|-----|
| 19.1. | INTRODUCCIÓN | 587 |
| 19.2. | CONJUNTOS DE DATOS GEOGRÁFICOS PREDEFINIDOS | 588 |
| 19.3. | ¿QUÉ ES ATOM <i>Feed</i> ? | 589 |
| 19.4. | IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVICIO DE DESCARGAS ATOM | 590 |
| 19.4.1. | Operaciones | 592 |
| 19.4.2. | Estructura de la Fuente del servicio de descarga (<i>Download Service Feed</i>)..... | 593 |
| 19.4.3. | Entradas en la Fuente del Servicio de Satos | 596 |
| 19.4.4. | Estructura de las fuentes de conjuntos de datos (<i>Dataset Feed</i>) y de entradas a los conjuntos de datos | 598 |
| 19.5. | HERRAMIENTAS DE IMPLEMENTACIÓN Y ACCESO SERVICIOS DE DESCARGAS ATOM..... | 601 |
| 16.5.1. | Herramientas de implementación | 602 |
| 16.5.2. | Clientes de servicios de descargas ATOM..... | 605 |
| 16.5.3. | Herramientas de Validación..... | 606 |
| 19.6. | ACCESO A UN LOS SERVICIOS DE DESCARGA DE DATOS ATOM..... | 607 |
| 19.6.1. | Acceso al servicio de descargas ATOM través de clientes ligeros..... | 607 |
| 19.6.2. | Acceso al servicio de descargas ATOM través de clientes pesados.. | 611 |
| 19.7. | CONCLUSIONES..... | 613 |
| 19.8. | REFERENCIAS | 614 |

19.1. INTRODUCCIÓN

Los servicios de descargas permiten el acceso directo a la información geográfica disponible a través de un nodo IDE, es decir, accediendo a los propios datos contenidos en el repositorio de datos geográficos. Las directrices técnicas para la implementación de servicios de descarga (*Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services*¹) de INSPIRE define, atendiendo a las operaciones que implementan, dos tipos de servicios de descarga:

- Los servicios de descarga directa, que facilitan la consulta y acceso individual a un objeto geográfico, a un conjunto o subconjunto de datos que cumplen una condición determinada a través del correspondiente filtrado y descarga.
- Los servicios de descargas de conjuntos de datos predefinidos, que proporcionan acceso a un conjunto o una parte predefinida de un conjunto de datos, sin permitir consultas o la selección de los datos mediante operaciones de filtrado.

La directriz establece, tal y como se indicó en el capítulo 11 de este libro, como criterios base para implementar servicios de descarga directa el estándar OGC *Web Feature Service 2.0.0 (WFS)* o la norma ISO 19142 *Web Feature Service* y el estándar OGC *Filter Encoding (FE)* o la ISO 19143 *Filter Encoding Specification*; como base para crear servicios de descarga de conjuntos de datos predefinidos, ATOM, el estándar de IETF (*Internet Engineering Task Force*) o, al igual que para la descarga directa, WFS y FE. La directiva también permite satisfacer todos los requerimientos funcionales utilizando ATOM, WFS y FE, es lo que denomina implementación híbrida.

Por otro lado, el Reglamento de servicios de red de INSPIRE describe las cuatro operaciones que, como mínimo, deben ser implementadas por los Servicios de descarga:

- **Obtener metadatos del servicio de descarga (*Get Download Service Metadata*)**, para facilitar toda la información y capacidades del servicio y los conjuntos de datos espaciales disponibles.
- **Obtener un conjunto de datos espaciales (*Get Spatial Dataset*)**, para descargar un conjunto de datos o parte de datos espaciales.
- **Describir los conjuntos de datos espaciales (*Describe Spatial Dataset*)**, para facilitar una descripción de los objetos espaciales contenidos en el conjunto de datos.
- **Enlazar con un servicio de descarga (*Link Download Service*)**, para permitir que una autoridad pública o tercero pueda dar a conocer, desde el propio servicio, la disponibilidad de otro servicio de descarga manteniendo la capacidad de descarga en la ubicación de dicha autoridad o tercero.

¹ <https://inspire.ec.europa.eu/documents/technical-guidance-implementation-inspire-download-services>

En este capítulo haremos referencia únicamente al servicio de descargas de conjuntos de datos predefinidos mediante el estándar de IETF (*Internet Engineering Task Force*), ATOM.

La figura 19.1 muestra la secuencia típica de operaciones realizadas al descargar datos de un servicio de descarga de conjunto de datos predefinido.

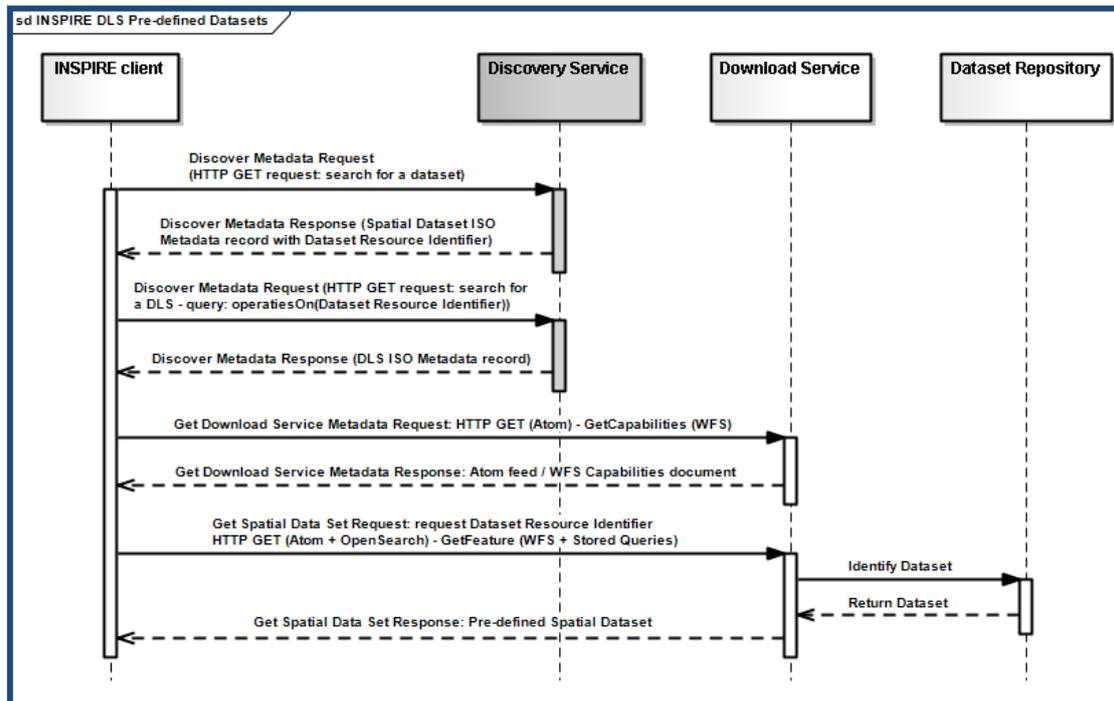


Figura 19.1: diagrama de secuencia simple que muestra la descarga de conjuntos de datos a través de un servicio de descarga predefinido. Fuente: Comisión Europea, 2013 (*Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services*²).

19.2. CONJUNTOS DE DATOS GEOGRÁFICOS PREDEFINIDOS

En general, un conjunto de datos predefinido, o una parte predefinida de un conjunto de datos, puede ser un archivo almacenado en un repositorio de datos, que se puede descargar como una unidad completa sin posibilidad de seleccionar y cambiar el contenido, ya sea la codificación, el Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC), etc. Por ejemplo, un conjunto de datos predefinido podría ser un conjunto de datos que se ajusta a uno de los temas de la Directiva INSPIRE que abarca todo un estado miembro de la Unión Europea, mientras que una parte predefinida del conjunto de datos podría ser un subconjunto del tema, que abarca una subdivisión administrativa de dicho estado.

Además, un conjunto de datos predefinido tiene que cumplir dos condiciones:

1. Tener un registro de metadatos y poder localizarse utilizando un servicio de descubrimiento conforme con INSPIRE.

² <https://inspire.ec.europa.eu/documents/technical-guidance-implementation-inspire-download-services>

2. Los metadatos deben contener un enlace (URL) mediante el cual se puedan descargar el conjunto de datos, o parte del conjunto de datos, mediante una simple solicitud HTTP GET.

Por otro lado, conviene aclarar que «parte predefinida de un conjunto de datos» se refiere solo a las partes lógicas de un conjunto de datos. No se refiere a las partes físicas, es decir, cuando un conjunto de datos grande se ha dividido en varios archivos por razones de limitaciones en el tamaño máximo permitido por el formato del fichero, por razones de acceso, uso y/o intercambio de información.

Por ejemplo, una parte lógica de un conjunto de datos podría ser una red de carreteras para una única división administrativa. Este conjunto de datos parcial tendría su propio registro de metadatos y actuaría efectivamente como un único conjunto de datos. La parte física serían, por ejemplo, los 100 mosaicos en que se ha dividido la red de carreteras por cuestiones más eficientes de almacenamiento. En este último caso, las partes físicas del conjunto de datos lógicos no tendrían registros de metadatos. Por supuesto, puede haber una correspondencia entre las partes lógicas y físicas de un conjunto de datos (Comisión Europea, 2013).

19.3. ¿QUÉ ES ATOM Feed?

El formato de sindicación ATOM *Feed* proporciona un mecanismo simple y ampliamente conocido para publicar información en la web en forma de fuentes (*feeds*). ATOM es un formato de documento basado en XML, que los navegadores identifican y muestran, añadiendo funcionalidad al servicio, y que es compatible con las arquitecturas web existentes y con muchas herramientas de software disponibles.

Las fuentes (*feeds*) o listas, contienen una o más «entradas» (*entry*) de diverso tipo, como textos, imágenes o, en el caso de una IDE, conjuntos de datos espaciales. Cada entrada está formada por un conjunto extensible de elementos con información sobre ellas. Por ejemplo, cada entrada tiene un título, un identificador o un autor, pudiendo contener fuentes adicionales.

El formato ATOM fue desarrollado como una alternativa a RSS (*Really Simple Syndication*), un formato de archivos que posibilita la creación de canales de publicación que son leídos por programas, como lectores de noticias, sin necesidad de acceder a una página web. Actualmente, los lectores RSS más relevantes son Netvibes, Google Reader y RSS Reader.

ATOM se basa en dos protocolos: XML, en el «*Formato de Redifusión ATOM*» que es usado para redifusión o la publicación de información en la web, y HTTP, en el «*Protocolo de Publicación ATOM*» (*APP*), para crear o actualizar recursos en la Web.

El formato de redifusión ATOM fue publicado en 2005 como un estándar propuesto por el [IETF](#) (*Internet Engineering Task Force*, en castellano, Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet) en su publicación [RFC 4287](#), y el protocolo de comunicación se publicó en 2007 como documento [RFC 5023](#).

INSPIRE propone que los servicios de descarga utilicen el formato de redifusión ATOM para acceder a los conjuntos de datos predefinidos de una manera consistente y que se complementen con el estándar [OpenSearch](#), lo que

proporciona el interfaz de servicio para la implementación del mecanismo de búsqueda. *Open Search* permite especificar, mediante un fichero XML, las operaciones y sus parámetros de forma estructurada e interoperable, siendo reconocido por los navegadores más importantes (Mozilla Firefox, Internet Explorer, Microsoft Edge, Opera, Safari y/o Google Chrome).

Las ventajas de ATOM para la descarga de datos son:

- es la alternativa más sencilla para conjuntos de datos predefinidos, ya que, es más fácil de implementar y tecnológicamente implica menos recursos para su desarrollo.
- No necesita de software específico, con un simple editor de textos pueden crearse todas las fuentes. En caso de grandes volúmenes de ficheros será necesario programar la generación de la parte de las fuentes de los conjuntos de datos donde se especifican los vínculos de descargas a partir de la información guardada en la base de datos o similar (López Romero et al., 2013).
- La gran cantidad de ejemplos que se dan en la guía técnica para la implementación de servicios de descarga INSPIRE y la existencia de un servicio de ejemplo en la dirección: <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu> (López Romero et al., 2013).
- La posibilidad de suscribirse a los canales *RSS* del servicio de descargas que ofrecen algunos nodos IDE, ATOM , lo que permite recibir automáticamente los titulares de las novedades y/o modificaciones relacionadas con el servicio y, si interesa su contenido, acceder a la versión completa de la notificación.

Tanto desde el directorio de Servicios³ del geoportal de la IDEE, como desde el Catálogo Oficial de Datos y Servicios INSPIRE⁴, CODSI, se pueden acceder a los servicios ATOM *Feed*.

19.4. IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVICIO DE DESCARGAS ATOM

En este apartado explica la estructura de un servicio ATOM, además de los elementos tanto obligatorios, como recomendados y opcionales adicionales.

Los servicios ATOM se basan en documentos XML bien formados, compuestos por un contenedor y un número cualquiera de elementos de entrada. Se pueden extender sin limitación, como se hace en caso de su aplicación a servicios INSPIRE.

La configuración de un servicio de descarga ATOM, siguiendo las pautas de la guía técnica de INSPIRE, es mucho más compleja que para otros servicios, aunque podemos resumir dicha complejidad en una estructura jerarquía de dos niveles:

- ✓ En primer lugar, la fuente (*feed*) de nivel superior (*Top ATOM Feed*), se configura una fuente única de ATOM que se publica como «fuente del

³ <https://www.idee.es/web/idee/segun-tipo-de-servicio>

⁴ <http://www.idee.es/csw-codsi-idee/srv/spa/catalog.search#/home>

servicio de descarga», en combinación con OpenSearch y que se corresponde con el servicio de descargas (*Download Service Feed*). Es el equivalente de un documento de capacidades de OGC para servicios WFS.

Este *feed* contiene una o más entradas ATOM (*Entry*) que enlazan a otras fuentes ATOM o *sub-feeds* (*Dataset Feed*) y que describen los conjuntos de datos predefinidos (una por cada conjunto de datos predefinidos).

Esta fuente contiene un enlace a un documento de descripción de OpenSearch (*OpenSearch description document*) que proporciona metadatos de operaciones e información sobre las operaciones implementadas por el servicio de descarga.

- ✓ A continuación, en el siguiente nivel, se definen las diferentes «fuentes de conjuntos de datos» (*Dataset Feed*). Cada una de estas fuentes contendrá entradas ATOM con enlaces para descargar el conjunto de datos predefinido (*Dataset*) en diferentes formatos (por ejemplo, en GML, ShapeFile, etc.) y en diferentes sistemas de referencia de coordenadas (CRS). Se proporciona un enlace para cada combinación de formato/CRS. Los *feeds* pueden proporcionarse en varios idiomas.

Los elementos característicos de esa estructura son los enlaces entre sí. Las fuentes, los conjuntos de datos, los metadatos y los documentos OpenSearch deben estar conectados para proporcionar las funcionalidades y operaciones de un servicio de descarga. Básicamente, todos los elementos de un servicio ATOM son documentos XML simples. Todas las fuentes ATOM y las entradas en las fuentes deben cumplir con todos los requisitos de la especificación ATOM, RFC 4287, para cumplir con los requisitos de la guía técnica.

Los *ATOM feeds* se complementan con información de GeoRSS para permitir la integración en herramientas que admiten este formato (por ejemplo, Google Earth), por tanto, toda la información de GeoRSS en las fuentes ATOM se ajustará a la especificación *GeoRSS-Simple*. Además, el documento de OpenSearch, para especificar las operaciones del servicio de descarga en los *ATOM feeds*, se ajustará a la especificación de OpenSearch.

Por otro lado, antes de generar las fuentes ATOM es necesario crear los metadatos del servicio y de las entradas conforme a la norma ISO 19139, ya que, hay una referencia a los mismos dentro de la fuente del servicio y el documento de descripción del servicio.

La figura 19.2 muestra un esquema de la estructura en dos niveles de las fuentes ATOM para un servicio de descarga de conjunto de datos predefinido. La estructura incluye una Fuente del Servicio de Descarga (*Download Service Feed*), en combinación con una descripción OpenSearch, 2 fuentes de Conjuntos de Datos (*Dataset Feed*), 5 Fuentes de conjuntos de Datos predefinidos (*Dataset*) y 3 documentos de metadatos, uno para los metadatos del servicio y dos para los metadatos de las entradas de las fuentes de conjuntos de datos.

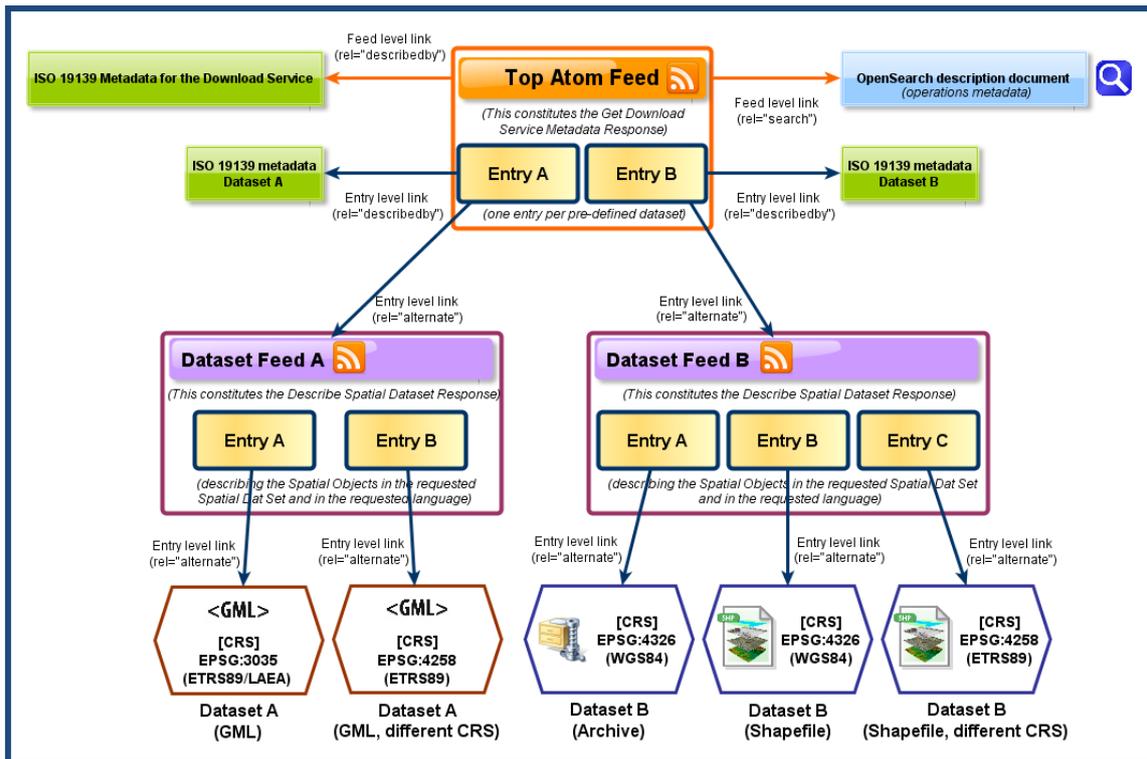


Figura 19.2: Diagrama de secuencia simple que muestra la estructura de las fuentes INSPIRE ATOM para la descarga de conjuntos de datos predefinidos a través de un servicio de descarga. Fuente: Comisión Europea, 2013 (*Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services*).

19.4.1. Operaciones

Como dijimos en el apartado de introducción, el Reglamento de Servicios de Red de INSPIRE postula una serie de operaciones que, como mínimo, deben ser implementadas por los servicios de descarga para cumplir con los requisitos funcionales de la Directiva: obtener metadatos del servicio de descarga (*Get Download Service Metadata*); obtener un conjunto de datos espaciales (*Get Spatial Dataset*); describir los conjuntos de datos espaciales (*Describe Spatial Dataset*); y, enlazar con un servicio de descarga (*Link Download Service*).

La operación de obtener los metadatos del servicio de descarga (*Get Download Service Metadata*) se refiere a la fuente del servicio de descarga (*Download Service Feed*), que desempeña la misma función que un documento de capacidades en OGC WFS.

La fuente del servicio de descarga incluye un enlace al documento de descripción de *OpenSearch* que permite realizar las operaciones: obtener el conjunto de datos espaciales (*Get Spatial Dataset*) y describir el conjunto de datos espaciales (*Describe Spatial Dataset*). La respuesta a la operación *Get Spatial Dataset* es el conjunto de datos predefinido. La respuesta a la operación *Describe Spatial Dataset* es la fuente del conjunto de datos (*Dataset Feed*) que contiene información sobre el conjunto de datos predefinido. Estas funciones se realizan mediante una interfaz *OpenSearch*.

La operación enlazar con un servicio de descarga (*Link Download Service*) se proporciona por una solicitud a un CSW que se refiere directamente a metadatos de servicio.

La siguiente tabla muestra la relación entre las operaciones mínimas para cumplir con los servicios de descarga INSPIRE y su materialización en una implementación de un servicio de descarga de datos predefinidos ATOM.

Tabla 19.1. Tabla de operaciones para servicios de descarga de datos INSPIRE y su materialización en un servicio de descarga ATOM.

| Operación Reglamento INSPIRE | Resultado en un servicio ATOM |
|---|--|
| Obtener metadatos del servicio de descarga (<i>Get Download Service Metadata</i>) | Fuente del servicio de descarga (<i>Download Service Feed</i>) - Enlace al servicio de descargas |
| Obtener un conjunto de datos espaciales (<i>Get Spatial Dataset</i>) | Fuente del conjunto de datos espaciales (<i>Dataset Feed</i>) - <i>Petición (Request) OpenSearch</i> |
| Describir los conjuntos de datos espaciales (<i>Describe Spatial Dataset</i>) | Entradas a conjuntos de datos espaciales (<i>Dataset</i>) - <i>Petición (Request) OpenSearch</i> |
| Enlazar con un servicio de descarga (<i>Link Download Service</i>). | Metadatos del servicio - <i>Petición (Request) CSW</i> |

19.4.2. Estructura de la Fuente del servicio de descarga (*Download Service Feed*)

La fuente del servicio de descarga contiene, en general, los siguientes elementos:

- Información básica sobre el servicio de descarga: título, subtítulo, identificador de la fuente, actualización, derechos de propiedad y autor.
- Enlace a los Metadatos del Servicio.
- Enlace a la descripción de *OpenSearch*
- Enlaces a las fuentes de descarga de datos (*Dataset-Feed(s)*) a través de las entradas (*entry*)

Los elementos característicos de esta estructura son los vínculos entre sí (*link*). Esto se hace mediante el elemento de enlace «*href*», que se puede distinguir por el atributo «*rel*».

La siguiente figura muestra un ejemplo de la fuente del servicio de descargas ATOM del Instituto Geográfico Nacional de España con dos entradas, una a la Base de Datos de Límites Jurisdiccionales de España y otra al Nomenclátor Geográfico Básico de España, como veremos más adelante (Accesible a través del enlace: <http://www.ign.es/atom/ds.es.xml>)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<feed xml:lang="es" xmlns:inspire_dls="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/inspire_dls/1.0" xmlns:georss="http://www.georss.org/georss"
xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom">
<title>Servicio de descarga ATOM del IGN</title>
<subtitle>Servicio ATOM de descarga de conjunto de datos predefinidos que permite la descarga de productos generados por el IGN. El servicio es conforme a
la guía técnica de servicios de descarga de INSPIRE (versión 3.1) y utiliza la tecnología OpenSearch para la consulta de los conjuntos de datos disponibles.
El acceso o conexión a este servicio para obtener las funcionalidades para las que está pensado es gratuito en cualquier caso, siempre que se mencione la
autoría del IGN como propietario del servicio y de su contenido (que puede almacenarse para uso particular) del siguiente modo: «@ Instituto Geográfico
Nacional de España»</subtitle>
<!-- Enlace a los metadatos del servicio de descarga según la ISO 19139 -->
<!-- Enlace href="http://www.ign.es/csw-inspire/srv/spa/csw?
SERVICE=CSW&amp;VERSION=2.0.2&amp;REQUEST=GetRecordById&amp;outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&amp;ElementSetName=full&ID=spainnatom
rel="describedby" type="application/xml"/>-->
<link type="application/xml" rel="describedby" href="http://www.ign.es/atom/spainnatom_download_service_2013.xml"/>
<!-- Vinculo auto-referente a este feed -->
<link title="Este documento" type="application/atom+xml" rel="self" href="http://www.ign.es/atom/ds.es.xml" hreflang="es"/>
<!-- Vinculo al fichero Open Search para el servicio -->
<link title="Descripción del documento opensearch" type="application/opensearchdescription+xml" rel="search"
href="http://www.ign.es/atom/osd/opensearchdescription.xml"/>
<!-- En el caso de que este feed existiese en otros idiomas o formatos se informaría así, prestar atención a como cambian los valores de type y hreflang -->
<!--<link href="http://www.ign.es/atom/ds.en.xml" rel="alternate" type="application/atom+xml" hreflang="en" title="Información del servicio de descarga en inglés"/> -->
<!--<link href="http://www.ign.es/atom/ds.es.html" rel="alternate" type="text/html" hreflang="es" title="Una versión html de este documento"/> -->
<!--<link href="http://www.ign.es/atom/ds.en.html" rel="alternate" type="text/html" hreflang="en" title="Una versión html de este documento en inglés"/> -->
<!-- Como identificador del feed daremos la url del mismo, si por alguna razón la localización de este fichero cambiara el id debería dejarse igual -->
<id>http://www.ign.es/atom/ds.es.xml</id>
<!-- Derechos de propiedad, restricciones de uso, etc -->
<rights>Se permite el acceso a este servicio en cualquier caso siempre que se mencionen la autoría y propiedad del IGN del siguiente modo: «@ Instituto
Geográfico Nacional de España»</rights>
<!-- fecha/hora de la última actualización del feed -->
<updated>2017-03-14T15:00:00Z</updated>
<!-- Información de contacto como mínimo dar nombre de autor y dirección de correo electrónico -->
<author>
<!-- Por cada conjunto predefinido de datos/productos se genera un entry -->
<entry>
<entry>
</feed>
```

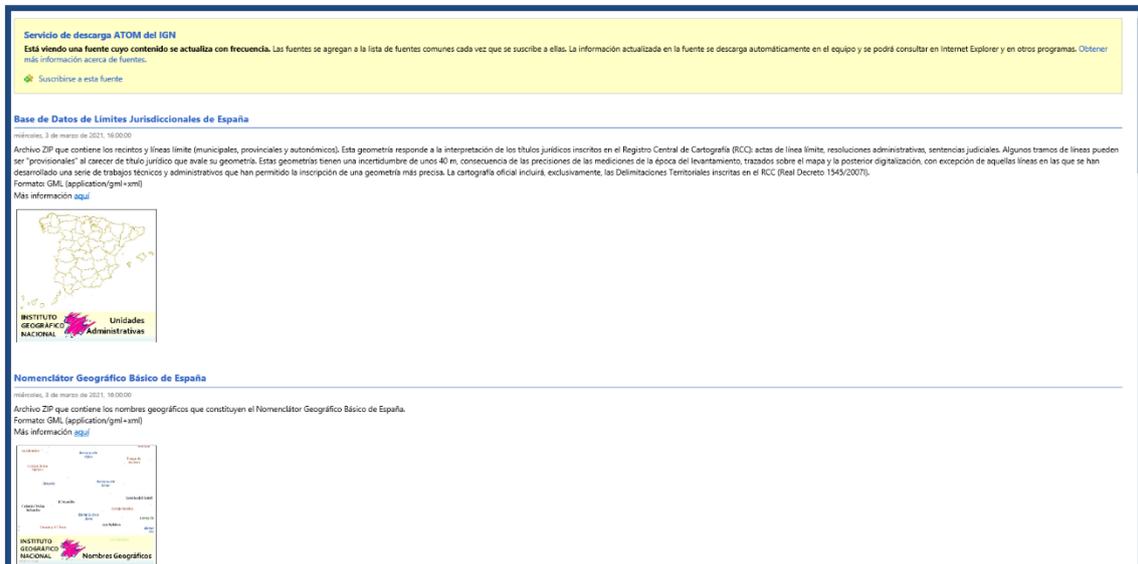


Figura 19.3: Ejemplo de la fuente del servicio de descargas ATOM del Instituto Geográfico Nacional de España (Accesible a través del enlace: <http://www.ign.es/atom/ds.es.xml>) desde dos navegadores diferentes.

Los elementos `<title>` y `<subtitle>` dan el título y descripción del servicio, respectivamente. El elemento de título se utilizará para proporcionar un nombre para la fuente en su conjunto, por lo general, esto se corresponderá con el «Recurso Título» en el correspondiente registro de servicio de metadatos.

El elemento de subtítulo se puede utilizar para proporcionar un subtítulo (que contiene información adicional) para el conjunto de la fuente. Pero normalmente consiste en un breve resumen del recurso, que se corresponderá con el `<Abstract>` en el registro de metadatos.

Los atributos «`href`» de los vínculos `<link>` enlazan:

- a los metadatos del servicio de descarga según la ISO 19139:

```
<link type="application/xml" rel="describedby"
href="http://www.ign.es/atom/spaigntatom_download_service_2013
.xml"/>
```

- hacia la propia fuente del servicio:

```
<link title="Este documento" type="application/atom+xml"
rel="self" href="http://www.ign.es/atom/ds.es.xml"
hreflang="es"/>
```

- y hacia la descripción Opensearch del motor de búsqueda:

```
<link title="Descripción del documento opensearch"
type="application/opensearchdescription+xml" rel="search"
href="http://www.ign.es/atom/osd/opensearchdescription.xml"/>
```

Los atributos se deben fijar teniendo en cuenta las peticiones del servicio de catálogo donde están publicados los Metadatos del servicio y las respectivas URL de la fuente y del documento Opensearch.

El identificador de la *feed*, `<id>`, debe ser único, en el ejemplo se ha utilizado la URL del mismo para cumplir con esta condición y si, por alguna razón, la localización de este fichero cambiara el `<id>` debería dejarse igual.

Los derechos de propiedad, restricciones de uso,... del servicio se identifican con el elemento `<rights>`. La marca del tiempo de la fuente se identifica en el elemento `<update>` y se corresponde con la fecha/hora de la última actualización del *feed*.

El elemento `<author>` recoge la información referente al autor de la fuente y, en el caso de los servicios de la IDEE, suele identificarse únicamente el nombre de organización y `e_mail` de contacto.

En el caso de que la fuente estuviese disponible en otros idiomas, o formatos, se informaría con el atributo `<href>` de los vínculos, `<link>`, que enlazan a los distintos idiomas (prestar atención a cómo cambian los valores de `type` y `hreflang`.)

```
<!--<link href="http://www.ign.es/atom/ds.en.xml"
rel="alternate" type="application/atom+xml" hreflang="en"
title="Información del servicio de descarga en inglés"/> -->

<!--<link href="http://www.ign.es/atom/ds.es.html"
rel="alternate" type="text/html" hreflang="es" title="Una
versión html de este documento"/> -->

<!--<link href="http://www.ign.es/atom/ds.en.html"
rel="alternate" type="text/html" hreflang="en" title="Una
versión html de este documento en inglés"/> -->
```

Finalmente, por cada conjunto predefinido de datos/productos disponibles para la descarga, se genera un elemento `<entry>` como acceso a las fuentes de datos, que detallaremos en el siguiente apartado.

Conviene aclarar que, tal y como indica la guía técnica, solo algunos de los elementos obligatorios de los metadatos de INSPIRE para el servicio de descarga se han asignado a los archivos de fuentes ATOM, como las palabras clave (*Keyword*) o el tipo de servicio de datos (*Spatial Data Service Type*).

19.4.3. Entradas en la Fuente del Servicio de Satos

Las entradas a las fuentes de conjuntos de datos correspondientes, <entry>, necesitan los siguientes elementos:

- Metadatos del conjunto de datos.
- Enlace a los metadatos del conjunto de datos.
- Enlace a la fuente de los conjuntos de datos.
- Extensión geográfica.
- Sistemas de referencia.

La figura 19.4 muestra un ejemplo a través del servicio de descargas ATOM del Instituto Geográfico Nacional de España, en este caso, la Base de Datos de Límites Jurisdiccionales de España (Accesible a través del enlace: <http://www.ign.es/atom/ds.es.xml>)

```

<entry>
  <id>LIJ_25</id>
  <!-- xpath en el fichero/registro de metadatos: //gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/gmd:MD_DataIdentification/gmd:citation/gmd:CI_Citation/gmd:title/gco:CharacterString -->
  <title>Base de Datos de Límites Jurisdiccionales de España</title>
  <!-- Identificador único del recurso del conjunto de datos espacial -->
  <!-- La información debe provenir del CSV-Inspire del IGN y coincidir con el informado en el fichero de metadatos_LimitesLimite.xml del CSD del CHIG xpath en el fichero/registro de metadatos: //gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/gmd:MD_DataIdentification/gmd:citation/gmd:CI_Citation/gmd:identifier/gmd:RS_Identifier/gmd:code/gco:CharacterString -->
  <inspire_ds_spatial_catalog_identifier_code>BDLE-Inspire_ds_spatial_catalog_identifier_code</inspire_ds_spatial_catalog_identifier_code>
  <!-- xpath en el fichero/registro de metadatos: //gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/gmd:MD_DataIdentification/gmd:citation/gmd:CI_Citation/gmd:identifier/gmd:RS_Identifier/gmd:code/gco:CharacterString -->
  <inspire_ds_spatial_catalog_identifier_namespace>IGN</inspire_ds_spatial_catalog_identifier_namespace>
  <!-- Vínculo al registro de metadatos del conjunto de datos, al menos en necesario acceso los B -->
  <link type="application/xml" rel="describedby" href="http://www.ign.es/csw/inspire/csw/psa/csw/SESERVICE=CSW/VERSION=2.0.2&REQUEST=GetRecordById&outputSchema=http://www.iso211.org/2005/gmd&elementSetName=full&ID=spainLIJ2013"/>
  <!-- Vínculo al "Dataset Feed" para este conjunto de datos -->
  <link title="Fuente con la información de descarga del conjunto de datos" type="application/atom+xml" rel="alternate" href="http://www.ign.es/atom/dataset_feeds/lin_lim_mun.es.xml" hreflang="es"/>
  <!-- Como identificación del fuente del conjunto de datos, al menos, si por alguna razón la localización de este fichero cambia o si el archivo cambia -->
  <id>http://www.ign.es/atom/dataset_feeds/lin_lim_mun.es.xml</id>
  <!-- Derechos de propiedad, restricciones de uso, etc. xpath en el fichero/registro de metadatos: //gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/gmd:MD_DataIdentification/gmd:resourceConstraints/gmd:MD_LegalConstraints/gmd:useLimitation/gco:CharacterString ## en vez del texto de licencia de cada producto se utiliza el texto de la licencia común para todos los productos del centro de descargas del CHIG ## -->
  <rights type="html">
    <![CDATA[
      <a href="http://www.ign.es/recursos/licencia/Condiciones_licenciaBdo_LIJN.pdf">Ver condiciones</a>
    ]]>
  </rights>
  <!-- Fecha/hora de la última actualización de esta entrada en el feed -->
  <update>2018-08-14T15:00:00Z</update>
  <!-- Resumen -->
  <!-- El primer div es la descripción del dataset basada en la descripción del producto xpath en el fichero/registro de metadatos: //gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/gmd:MD_DataIdentification/gmd:abstract/gco:CharacterString El segundo div: 1- Hace referencia a los formatos en los que está disponible el dataset (si los ficheros están comprimidos el formato especificado será el de los ficheros dentro del comprimido) xpath en el fichero/registro de metadatos: //gmd:MD_Metadata/gmd:distributionInfo/gmd:MD_Distribution/gmd:distributionFormat/gmd:MD_Format/gmd:name/gco:CharacterString ## en vez de los formatos de los metadatos informamos de GML 2- Incluye un enlace al "Dataset Feed" tener en cuenta un vínculo a los metadatos -->
  <summary type="html">
    <![CDATA[
      <div>
        <div>Archivo ZIP que contiene los recintos y las líneas límite municipales, provinciales y autonómicas inscritas en la Base de Datos de Límites Jurisdiccionales de España (BDLE). Sistema geodésico de referencia: ETRS89 para Península y Baleares y REGCAN5, compatible con WGS84, para Canarias. Esta geometría de las líneas límite tiene, en
        </div>
        <div>Formatos: GML (apocatabo.gml.xml)</div>
        <div>Más información <a href="http://www.ign.es/csw/inspire-ide/inspire/psa/catalog_search#/metadatos/spainLIJ2013" target="_blank">aquí</a></div>
        <div>
          
        </div>
      </div>
    ]]>
  </summary>
  <!-- Geometría: bounding box del conjunto de datos definido en esta entrada expresado según Geotiff-Simple polygon. Debe ser lat lon. xpath en el fichero/registro de metadatos: //gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/gmd:MD_DataIdentification/gmd:extent/gmd:EX_Extent/gmd:geographicElement/gmd:EX_GeographicBoundingBox/gco:DecimalPointIn the following order: LeftBottom LeftUpper RightUpper RightBottom LeftBottom -->
  <gco:Polygon>27.60 -19.44 60 -19.44 60 4.30 27.60 4.30 27.60 -19</gco:Polygon>
  <!-- CRS en las unidades de conjunto de datos está geográficas. El punto mínimo del recurso de cada una de las ufi xpath en el fichero/registro de metadatos: //gmd:MD_Metadata/gmd:referenceSystemInfo/gmd:MD_ReferenceSystem/gmd:referenceSystemIdentifier/gmd:RS_Identifier/gmd:code/gco:CharacterString -->
  <category label="ETRS89" term="http://www.opengis.net/def/crs/EPSG/0/4328"/>
</entry>
</feed>
  
```

Figura 19.4: Ejemplo de entrada a la fuente de un conjunto de datos del servicio de descargas ATOM del Instituto Geográfico Nacional de España (Accesible a través del enlace: <http://www.ign.es/atom/ds.es.xml>)

En la fuente del servicio aparecen tantas entradas como conjuntos de datos estén disponibles. Cada entrada tiene a su vez una serie de elemento hijo como: título: <title>, identificador: <Id>, parámetro temporal: <Update>, derechos de propiedad y restricciones de uso: <rights> y <autor> si fuera diferente al de la fuente del servicio.

Para indicar los metadatos del conjunto de datos se utilizaron los contenidos en el «xpath» en el fichero/registro de metadatos:

```

//gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/gmd:MD_DataIdentif
ication/gmd:citation/gmd:CI_Citation/gmd:title/gco:Characte
rString -->
  
```

```

//gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/gmd:MD_DataIdentif
ication/gmd:citation/gmd:CI_Citation/gmd:identifier/gmd:RS_
Identifier/gmd:code/gco:CharacterString -->
<inspire_dls:spatial_dataset_identifier_code>BDLJE</inspire_dls:s
patial_dataset_identifier_code>

//gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/gmd:MD_DataIdentif
ication/gmd:citation/gmd:CI_Citation/gmd:identifier/gmd:RS_
Identifier/gmd:codeSpace/gco:CharacterString -->
<inspire_dls:spatial_dataset_identifier_namespace>IGN</inspire_d
ls:spatial_dataset_identifier_namespace>

```

Para el enlace a los metadatos del conjunto de datos, se utilizaron los atributos «href» de los vínculos <link>:

```

<link type="application/xml" rel="describedby"
href="http://www.ign.es/csw-
inspire/srv/spa/csw?SERVICE=CSW&VERSION=2.0.2&REQUEST=GetRe
cordById&outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&Elem
entSetName=full&ID=spaignLLM2013"/>

```

Y para el enlace con la fuente del conjunto de datos (*Dataset Feed*):

```

<link title="Fuente con la información de descarga del
conjunto de datos" type="application/atom+xml"
rel="alternate"
href="http://www.ign.es/atom/dataset_feeds/lin_lim_mun.es.x
ml" hreflang="es"/>

```

Además, incorpora una breve descripción del conjunto de datos, contenido en el elemento <summary>. El contenido de este elemento puede facilitarse en formato HTML, de manera que la mayoría de los navegadores lo presenten de la misma forma. Además de dar una breve descripción del conjunto de datos, se incluyen vínculos HTML a las fuentes de los conjuntos de datos y a los registros de metadatos y se indican los formatos disponibles. De este modo, se enriquecerá el contenido del elemento *summary* por un lado y, por otro, se conseguirá homogeneizar la presentación de las fuentes en distintos navegadores y suplir ciertas deficiencias a la hora de navegar desde la fuente del servicio a las fuentes de los conjuntos de datos (López Romero, et al. 2013).

```

<!-- Resumen -->
<!-- El primer div es la descripción del dataset basada en la descripción del producto xpath en el fichero/registro de metadatos:
//gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/gmd:MD_DataIdentification/gmd:abstract/gco:CharacterString El segundo div: 1.- Hace referencia a los formatos en los que está disponible el dataset (si los ficheros están comprimidos
el formato especificado será el de los ficheros dentro del comprimido) xpath en el fichero/registro de metadatos:
//gmd:MD_Metadata/gmd:distributionInfo/gmd:MD_Distribution/gmd:distributionFormat/gmd:MD_Format/gmd:name/gco:CharacterString ## en vez de los formatos de los metadatos informamos de GML 2.- Incluye un enlace al
"Dataset feed" El tercer div incluye un vínculo a los metadatos -->
<summary type="html">
- <![CDATA[
<div>
<div>Archivo ZIP que contiene los recintos y las líneas límite municipales, provinciales y autonómicas inscritas en la Base de Datos de Límites Jurisdiccionales de España (BDLJE), Sistema geodésico de referencia: ETRS89 para
<div>Formato: GML (application/gml+xml)</div>
<div>Más información <span><a href="http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/catalog.search#/metadatos/spaignLLM2013" target="_blank">aquí</a></span></div>

</div>
]]>
</summary>

```

Figura 19.5: Ejemplo del elemento <summary> de la entrada a la fuente de un conjunto de datos del servicio de descargas ATOM del Instituto Geográfico Nacional de España (Accesible a través del enlace: <http://www.ign.es/atom/ds.es.xml>)

La extensión geográfica del conjunto de datos (*bounding box*) es definido en esta entrada según un elemento *GeoRss-Simple* de polígono: `<georss:polygon>`. Debe ser una envolvente de los mismos, que puede elaborarse a partir de los límites geográficos (latitud, longitud) reflejados en el fichero/registro de metadatos:

```
//gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/gmd:MD_DataIdentif
ication/gmd:extent/gmd:EX_Extent/gmd:geographicElement/gmd:
EX_GeographicBoundingBox/*/gco:Decimal puntos en el
siguiente orden LeftBottom LeftUpper RightUpper RightBottom
LeftBottom -->
<georss:polygon>27.60 -19 44.60 -19 44.60 4.30 27.60 4.30
27.60 -19</georss:polygon>
```

Los sistemas de referencia (CRS), en los que el conjunto de datos está disponible, se reflejan a través de la etiqueta `<category>`. La etiqueta se puede extraer del recurso de cada una de las url `xpath: //GeodeticCRS/name xpath` en el fichero/registro de metadatos:

```
//gmd:MD_Metadata/gmd:referenceSystemInfo/gmd:MD_ReferenceS
ystem/gmd:referenceSystemIdentifier/gmd:RS_Identifier/gmd:c
ode/gco:CharacterString -->
<category label="ETRS89"
term="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/4258"/>
```

19.4.4. Estructura de las fuentes de conjuntos de datos (*Dataset Feed*) y de entradas a los conjuntos de datos

La información sobre la ubicación de los conjuntos de datos, es decir, los ficheros, formatos y sistemas de referencia en los que están disponibles los conjuntos de datos predefinidos, se encuentra en las «fuentes de conjuntos de datos» (*Dataset Feed*).

Las fuentes de conjuntos de datos, como todos los documentos de un servicio ATOM tienen estructuras XML simples.

Las fuentes de conjuntos de datos necesitan los siguientes elementos:

- Información básica sobre la fuente del conjunto de datos: título, identificador de la fuente, actualización, derechos de propiedad y autor.
- Enlace a la propia fuente del conjunto de datos.
- Enlace a la fuente del servicio.
- Enlaces de descarga para los conjuntos de datos predefinidos (*Dataset*) a través de las entradas (*entry*).

La generación de los elementos título: `<title>`, identificador de la fuente: `<Id>`, actualización: `<Update>`, derechos de propiedad y restricciones de uso: `<rights>` y `<autor>` se realiza de manera similar a como se crearon para la definición de la fuente del servicio de descarga.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <feed xmlns:lang="es" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:georss="http://www.georss.org/georss" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom">
  <!-- Título del feed -->
  <title>Base de Datos de Límites Jurisdiccionales de España</title>
  <!-- Vinculo auto-referente a este feed -->
  <!-- Las rutas no son definitivas pueden cambiar una vez que se ponga en producción el servicio -->
  <link title="Este documento" hreflang="es" type="application/atom+xml" rel="self" href="http://www.ign.es/atom/dataset_feeds/lin_lim_mun.es.xml"/>
  <!-- En el caso de que este feed existiese en otros idiomas se informará así, prestar atención a como cambian los valores de hreflang -->
  <!-- <link href="http://www.ign.es/atom/dataset_feeds/nombrefichero.en.xml" rel="alternate" type="application/atom+xml" hreflang="en" title="Una versión del documento en inglés"/> -->
  <!-- Vinculo al feed del servicio -->
  <link title="Fuente del servicio de descarga" hreflang="es" type="application/atom+xml" rel="up" href="http://www.ign.es/atom/ds.es.xml"/>
  <!-- Como identificador del feed daremos la url del mismo, si por alguna razón la localización de este fichero cambiara el id debería dejarse igual -->
  <id>http://www.ign.es/atom/dataset_feeds/lin_lim_mun.es.xml</id>
  <!-- Derechos de propiedad, restricciones de uso, etc -->
  <rights type="html">
  - <![CDATA[
  - <a href="http://www.ign.es/resources/licencia/Condiciones_licencia_Uso_IGN.pdf">Ver condiciones</a>
  ]]>
  </rights>
  <!-- Última actualización de la fuente -->
  <updated>2018-08-14T15:00:00Z</updated>
  <!-- Tipos de objetos espaciales del registro de INSPIRE contenido en el conjunto de datos -->
  <link title="Límite administrativo" type="text/html" rel="describedby" href="http://inspire.ec.europa.eu/featureconcept/AdministrativeBoundary"/>
  <link title="Unidad administrativa" type="text/html" rel="describedby" href="http://inspire.ec.europa.eu/featureconcept/AdministrativeUnit"/>
  <!-- Información de contacto como mínimo dar nombre de autor y dirección de correo electrónico -->
  <author>
  <name>Instituto Geográfico Nacional</name>
  <email>ign@fomento.es</email>
  </author>
  <!-- Una entrada por cada sistema de referencia y formato -->
  + <entry>
  </feed>

```

Figura 19.6: Ejemplo de una fuente de conjuntos de datos disponibles a través del servicio de descargas ATOM IGN, la Base de Datos de Límites Jurisdiccionales de España (Accesible a través del enlace: http://www.ign.es/atom/dataset_feeds/lin_lim_mun.es.xml)

La figura 19.6, siguiendo con el ejemplo anterior, muestra un ejemplo de una de las fuentes de conjuntos de datos disponibles a través del servicio de descargas ATOM del Instituto Geográfico Nacional de España, la Base de Datos de Límites Jurisdiccionales de España (Accesible a través del enlace: http://www.ign.es/atom/dataset_feeds/lin_lim_mun.es.xml)

El enlace a la propia fuente (o vínculo auto-referente a este *feed*) y el enlace a la fuente del servicio se realizan también de manera similar a como se realizan para definir las fuentes del servicio, mediante elementos `<link>`:

```

<!-- Vinculo auto-referente a este feed -->
<!-- Las rutas no son definitivas pueden cambiar una vez
que se ponga en producción el servicio -->
<link title="Este documento" hreflang="es"
type="application/atom+xml" rel="self"
href="http://www.ign.es/atom/dataset_feeds/lin_lim_mun.es.xml"/>
<!-- Vinculo al feed del servicio -->
<link title="Fuente del servicio de descarga" hreflang="es"
type="application/atom+xml" rel="up"
href="http://www.ign.es/atom/ds.es.xml"/>

```

Para informar de los tipos de objetos espaciales contenidos en los conjuntos de datos se utilizan enlaces, `<link>`, con atributos «`href`» que hacen referencia a los temas o tipos de objetos existentes en el diccionario de fenómenos del registro de INSPIRE:

```

<link title="Límite administrativo" type="text/html"
rel="describedby"
href="http://inspire.ec.europa.eu/featureconcept/AdministrativeBoundary"/>

<link title="Unidad administrativa" type="text/html"
rel="describedby"
href="http://inspire.ec.europa.eu/featureconcept/AdministrativeUnit"/>

```

Para el acceso a los conjuntos de datos espaciales se generan una o más entradas, para cada una de las combinaciones de formatos de archivo y sistemas de referencia disponibles (Fig. 19.7).

En cada entrada se especifican los siguientes elementos del conjunto de datos:

- Un sistema de referencia (CRS), indicado por la etiqueta `<category>`, igual que se hace en las entradas de las fuentes del servicio de descarga:

```
<category label="ETRS89"
term="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/4258"/>
```

- Un elemento título con el nombre del conjunto de datos, con indicación del formato y CRS: `<title>Límites Jurisdiccionales de España | application/gml+xml | ETRS89</title>`
- Un marcador temporal que indica la fecha y hora de actualización de los datos: `<updated>2018-08-14T15:00:00Z</updated>`

```
<entry>
  <!-- CRS -->
  <category label="ETRS89" term="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/4258"/>
  <title>Límites Jurisdiccionales de España | application/gml+xml | ETRS89</title>
  <updated>2018-08-14T15:00:00Z</updated>
  <!-- Como identificador daremos la url del feed seguida del código EPSG del sistema de referencia y el formato -->
  <id>http://www.ign.es/atom/dataset_feeds/lin_lim_mun_4258_gml</id>
  <!-- Indicar la localización del fichero -->
  <content> Este conjunto de datos consiste en once archivos GML: cuatro para Unidades Administrativas (AdministrativeUnit) y siete para Límites Administrativos (AdministrativeBoundary). Cada archivo .gml contiene como máximo 10000 entidades. Las entidades de unidades administrativas son de tipo superficial y están divididas en países (1stOrder), comunidades autónomas (2ndOrder), provincias (3rdOrder) y líneas de municipios (4thOrder).</content>
  <link title="AdministrativeUnit 1stOrder" hreflang="es" type="application/gml+xml" rel="section"
  href="http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/atom/au/AU_AdministrativeUnit_1stOrder0.gml" bbox="27 -19 44 5"/>
  <link title="AdministrativeUnit 2ndOrder" hreflang="es" type="application/gml+xml" rel="section"
  href="http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/atom/au/AU_AdministrativeUnit_2ndOrder0.gml" bbox="27 -19 44 5"/>
  <link title="AdministrativeUnit 3rdOrder" hreflang="es" type="application/gml+xml" rel="section"
  href="http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/atom/au/AU_AdministrativeUnit_3rdOrder0.gml" bbox="27 -19 44 5"/>
  <link title="AdministrativeUnit 4thOrder" hreflang="es" type="application/gml+xml" rel="section"
  href="http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/atom/au/AU_AdministrativeUnit_4thOrder0.gml" bbox="27 -19 44 5"/>
  <link title="AdministrativeBoundary 1stOrder" hreflang="es" type="application/gml+xml" rel="section"
  href="http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/atom/au/AU_AdministrativeBoundary_1stOrder0.gml" bbox="27 -19 44 5"/>
  <link title="AdministrativeBoundary 2ndOrder" hreflang="es" type="application/gml+xml" rel="section"
  href="http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/atom/au/AU_AdministrativeBoundary_2ndOrder0.gml" bbox="27 -19 44 5"/>
  <link title="AdministrativeBoundary 3rdOrder" hreflang="es" type="application/gml+xml" rel="section"
  href="http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/atom/au/AU_AdministrativeBoundary_3rdOrder0.gml" bbox="27 -19 44 5"/>
  <link title="AdministrativeBoundary 4thOrder (1)" hreflang="es" type="application/gml+xml" rel="section"
  href="http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/atom/au/AU_AdministrativeBoundary_4thOrder0.gml" bbox="27 -19 44 5"/>
  <link title="AdministrativeBoundary 4thOrder (2)" hreflang="es" type="application/gml+xml" rel="section"
  href="http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/atom/au/AU_AdministrativeBoundary_4thOrder10000.gml" bbox="27 -19 44 5"/>
  <link title="AdministrativeBoundary 4thOrder (3)" hreflang="es" type="application/gml+xml" rel="section"
  href="http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/atom/au/AU_AdministrativeBoundary_4thOrder20000.gml" bbox="27 -19 44 5"/>
  <link title="AdministrativeBoundary 4thOrder (4)" hreflang="es" type="application/gml+xml" rel="section"
  href="http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/atom/au/AU_AdministrativeBoundary_4thOrder30000.gml" bbox="27 -19 44 5"/>
  <summary type="html"
  <![CDATA[
    <div>
      <div>Archivo ZIP que contiene los recintos y las líneas límite municipales, provinciales y autonómicas inscritas en la Base de Datos de Límites Jurisdiccionales de España (BDLJE). Sistema geodésico de referencia:
      <div><a href="http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/atom/au/lineas_limite_gml.zip"> Descargar </a></div>
      
    </div>
  ]]]>
  </summary>
  <georss:polygon>27.60 -19 44.60 -19 44.60 4.30 27.60 4.30 27.60 -19</georss:polygon>
</entry>
```

Figura 19.7: Ejemplo de una entrada a un conjunto de datos disponible a través del servicio de descargas ATOM IGN, los archivos de los Límites Jurisdiccionales de España (Accesible a través del enlace: http://www.ign.es/atom/dataset_feeds/lin_lim_mun.es.xml)

- Un identificador (`id`) que se genera enlazando a la localización de los ficheros en el servicio del IGN, en este caso indicando la URL de la *feed* seguida del código EPSG del sistema de referencia y el formato de los ficheros de descarga:

```
<id>http://www.ign.es/atom/dataset_feeds/lin_lim_mun_4258_gml</id>
```

- Un elemento `<content>` que indica la forma en que se distribuyen el conjunto de datos en el caso de que haya varios ficheros por conjunto de datos:

```
<content>Este conjunto de datos consiste en once archivos GML: cuatro para Unidades Administrativas (AdministrativeUnit) y siete para Límites Administrativos (AdministrativeBoundary). Cada archivo .gml contiene como máximo 10000 entidades. Las entidades de unidades
```

administrativas son de tipo superficial y están divididas en países (1stOrder), comunidades autónomas (2ndOrder), provincias (3rdOrder) y municipios (4thOrder). Las entidades de límites administrativos son de tipo lineal y están divididas en líneas de frontera (1stOrder), líneas de comunidades autónomas (2ndOrder), líneas de provincias (3rdOrder) y líneas de municipios (4thOrder).</content>

- Los vínculos para la descarga de los ficheros mediante un elemento tipo <link>:

```
<link title="AdministrativeUnit 1stOrder" hreflang="es"
type="application/gml+xml" rel="section"
href="http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/doc
umentos/atom/au/au_AdministrativeUnit_1stOrder0.gml"
bbox="27 -19 44 5"/>
```

- Un resumen en formato HTML, contenido en el elemento <summary>, con información del conjunto de datos. Además de una breve descripción del conjunto de datos, se incluyen vínculos HTML a los archivos de datos.
- Un elemento <georss:polygon> con la extensión geográfica del archivo de los datos: <georss:polygon>27.60 -19 44.60 -19 44.60 4.30 27.60 4.30 27.60 -19</georss:polygon>

19.5. HERRAMIENTAS DE IMPLEMENTACIÓN Y ACCESO SERVICIOS DE DESCARGAS ATOM

Hay varias herramientas de software que permiten trabajar con ATOM *Feeds*. Rohrbach (2014) analiza distintas herramientas y determina que estas soluciones de software tienen diferencias conceptuales y funcionales, por lo que realiza una clasificación según criterios de funcionalidad. Las funciones relevantes de las herramientas de software identificadas son las siguientes: generación, publicación, visualización y descarga de fuentes ATOM. Otro criterio a seguir sería la clasificación en licencias libres, por lo tanto, de código abierto, o licencias propietario.

No es objetivo de este capítulo hacer un análisis exhaustivo de las mismas, simplemente, citaremos algunas de las soluciones y las clasificaremos según los criterios que se establecen a continuación y resaltando algunas de sus características o posibles ventajas:

- Herramientas de implementación que agrupan las clases de generación y publicación.
- Clientes de servicio de descarga de ATOM que permiten la visualización y descarga de fuentes ATOM y conjuntos de datos predefinidos
- Herramientas de validación que permiten comprobar la conformidad con unas determinadas directrices técnicas de los datos, metadatos y fuentes de un servicio de descargas ATOM.

16.5.1. Herramientas de implementación

Las herramientas de implementación permiten la generación y publicación de servicios de descargas basados en ATOM, aunque la mayoría de ellas también permite la visualización de fuentes ATOM y la descarga de conjuntos de datos predefinidos, según lo establecido los servicios de descarga de INSPIRE.

Por un lado, podemos encontrar herramientas de código abierto y licencias libre como: ATOMFeedGenerator, Mapbender o Geonetwork. Y por otro, herramientas propietario como ARcGIS y FME.

- **ATOMFeedGenerator**, una aplicación web Java desarrollada para el proyecto MDI-DE (Infraestructura de Datos Marinos de Alemania). La aplicación y documentación sobre la misma se encuentra disponible a través de la URL: <https://www.mdi-de.org/downloads/atomFeedGenerator.2.0.zip>, en el repositorio web: <https://github.com/MDI-DE/ATOMFeedGenerator> y a través de la página web de INSPIRE: <https://inspire-reference.jrc.ec.europa.eu/tools/atomfeedgenerator>

Una vez que la aplicación se implementa en Tomcat, es posible generar ATOM Feeds predefinidos por INSPIRE a partir de los metadatos del servicio de catálogo (CSW). El hándicap de ATOMFeedGenerator es que se creó para un proyecto concreto con unas necesidades y características específicas, por lo que no tiene una sencilla portabilidad a otros ámbitos.

The screenshot shows a web browser window displaying the MDI-NI Atom Feed Generator interface. The page title is "Verfügbare INSPIRE pre-defined Atom Datensätze:". Below the title, there is a search bar and a table listing available datasets. The table has columns for "Detail", "Titel des Datensatzes", "Projektion (EPSG-Code)", "Ausgabeformat", "Datenoriginator", and "Vollkatalog". Below the table, there is a section titled "Verfügbare INSPIRE pre-defined Atom Download Service Feeds:" with a list of links for various datasets, including "Schweinswalfassungen im Nds. Wattenmeer", "Eiderentenbestände im Nds. Wattenmeer", "Kegelrobbenbestände im Nds. Wattenmeer", "Kegelrobbenschwänze im Nds. Wattenmeer", "Miasmusbeil-Haarnadelbestände im Nds. Wattenmeer", "Zwischenfische/Vogelartenkundliches Dauerflächen-Monitoring im Nds. Wattenmeer", "BioToTHAP1 Biotoptypen (TMAP) im Nds. Wattenmeer", "RTMAP1 Befliegung Nds. Wattenmeeres (TMAP 2003) - Küstenvogel", and "RTMAP1 Befliegung des Nds. Wattenmeeres im Rahmen des Miasmusbeilmonitorings".

Figura 19.8: Captura de pantalla del Servicio de descargas ATOM generado con ATOMFeedGenerator (<http://mdi.niedersachsen.de/atomFeed/>)

- **Mapbender** es un proyecto oficial de OSGeo (*Open Source Geospatial Foundation*). Un entorno de gestión de contenidos para servicios de datos geoespaciales y aplicaciones para cartografía.

Mapbender es independiente de la plataforma, está escrito en PHP y JavaScript, se basa en los entornos Symfony, JQuery y OpenLayers, con *interfaces web* tanto para usuarios, como para administradores. Se integra fácilmente en cualquier arquitectura existente y sitios web, por ello, a menudo se utiliza como software para geoportales (Rohrbach, A., 2014).

Con Mapbender se pueden generar servicios OGC predefinidos. En términos de INSPIRE, permite generar servicios de descarga de datos predefinidos automáticamente, “*on-the-fly*” y crear fuentes de ATOM de forma dinámica, a partir de metadatos ISO o a partir de una serie de scripts PHP.

Un script crea los metadatos de servicio (http://trac.osgeo.org/mapbender/browser/trunk/mapbender/http/php/mod_inspireATOMFeedISOMetadata.php) y otro genera las fuentes ATOM y el documento de descripción de OpenSearch (http://trac.osgeo.org/mapbender/browser/trunk/mapbender/http/php/mod_inspireDownloadFeed.php). Uno de los elementos más interesantes de la implementación de INSPIRE con Mapbender es que el «Cliente de *ATOM Feed* del Servicio de descarga de INSPIRE» también se puede utilizar de forma independiente. Se trata de una aplicación web basada en HTML que proporciona funcionalidad para la visualización de las fuentes y la descarga de los conjuntos de datos predefinidos.

- **GeoNetwork opensource** puede proporcionar un servicio de descarga INSPIRE basado en ATOM/OpenSearch, siguiendo las directrices técnicas para los servicios de descarga. Para ello, GeoNetwork puede trabajar en modo interno y generar archivos ATOM dinámicamente a partir del contenido de metadatos y, en modo externo, para ingerir archivos ATOM que están vinculados a registros de metadatos de un servicio. Actualmente solo el modo externo es totalmente compatible (<https://www.geonetwork-opensource.org/manuals/trunk/eng/users/tutorials/inspire/download-atom.html> y <https://github.com/geonetwork/core-geonetwork/wiki/Inspire-Download-Service-As-ATOM>)

Para publicar los metadatos de un servicio como un servicio ATOM de descarga, tendremos: `atom.predefined.service`, que transforma los metadatos de un servicio en un «servicio de descarga» de ATOM, y `atom.predefined.dataset`, que transforma los metadatos de datos en una «fuente de datos» ATOM. Las fuentes ATOM predefinidas hacen que un administrador del catálogo pueda publicar como ATOM solo un subconjunto de los datos disponibles.

- **ArcGIS** es, quizás, el principal Sistemas de Información Geográfica (SIG) propietario en el mundo. Fue desarrollado por la empresa ESRI, en USA. Además de las funcionalidades propias de un SIG, ArcGIS proporciona una solución IDE para la implementación de INSPIRE: *ArcGIS for INSPIRE*, que extiende las funcionalidades de ArcGIS Server al ámbito de INSPIRE. (<http://enterprise.arcgis.com/es/inspire/latest/inspire-services/create-the-inspire-predefined-dataset-download-service.htm>).

ArcGIS puede crear un servicio ATOM de descarga de conjuntos de datos predefinidos de INSPIRE basándose la guía técnica para la implementación de servicios de descarga de INSPIRE, versión 3.1.

Para proporcionar el conjunto de datos predefinidos de INSPIRE *ATOM-Feeds* es necesario un *Service-Feed* existente. Eso significa que el software no puede generar nuevos *feeds*, ya deben estar disponibles, pero puede usar fuentes existentes para proporcionar servicios de descarga conformes a INSPIRE. Después de la publicación, se puede acceder a las fuentes a través de la una URL o directamente a través del documento OpenSearch.

- **FME** (*Feature Manipulation Engine*) es una herramienta espacial ETL (Extraer, Transformar y Cargar), desarrollada por la compañía Safe Software Inc. de Canadá. FME admite el acceso, el procesamiento y la salida de múltiples formatos (GML, SHP, DXF y GeoRSS).

FME está disponible como aplicación de escritorio y servidor. Debido a la interfaz de usuario fácil e intuitiva se ha convertido en una poderosa herramienta dentro de las infraestructuras de datos espaciales.

La principal función de FME es la armonización y transformación de datos. Sin embargo, debido al soporte existente de XML, *GeoRSS Feeds* y solicitudes de CSW, también es posible generar *ATOM Feeds* basados en metadatos de servicio.

FME dispone de una extensión: *INSPIRE Solution Pack for FME*, un paquete de soluciones INSPIRE para FME que simplifica la transformación de los datos en los modelos de datos de Esri GDB de ArcGIS para INSPIRE, así como la creación de *feeds* INSPIRE GML y ATOM, lo que supone una gran ventaja (<https://www.conterra.de/en/produkte/fme-spatial-etl/inspire-solution-pack/beschreibung>).

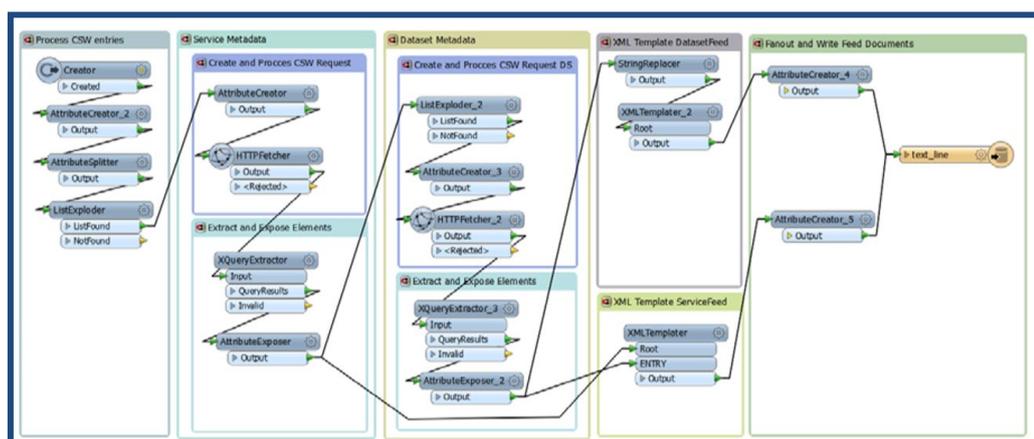


Figura 19.9: Espacio de trabajo para la generación de un servicio de descargas ATOM. INSPIRE Solution Pack 2.0. Fuente: con terra GmbH, 2011. (http://inspire.ec.europa.eu/events/conferences/inspire_2014/pdfs/workshops/16_06_14.00/91/Con_Terra-Insipre_Solution_Pack_For_Fme.pdf)

Otra ventaja es la combinación de ArcGIS para INSPIRE e *INSPIRE Solution Pack* para FME para la implementación de los Servicios de descarga, ya que

se puede realizar todo el flujo de trabajo desde la transformación de datos hasta la publicación de los servicios de descarga interoperables. Ambas soluciones de software pueden tener limitaciones al trabajar con fuentes ATOM, pero juntas pueden cubrir todo el flujo de trabajo.

16.5.2. Clientes de servicios de descargas ATOM

Para el acceso a los servicios de descarga ATOM existen clientes, tanto ligeros como pesados, que nos permiten visualizar las fuentes ATOM y descargar los conjuntos de datos predefinidos.

➤ Clientes ligeros

Un método simple para presentar fuentes ATOM son los navegadores comunes de internet o *browsers*, dado que las fuentes están en formato XML.

Todos los navegadores pueden interpretar XML, pero el estilo de presentación de las fuentes ATOM puede ser muy diferente, tal y como se puede observar en el apartado 19.6.1 con los navegadores Microsoft Edge, Mozilla Firefox e Internet Explorer.

Los navegadores podrán clasificarse en dos grupos, en función de cómo realizan la visualización de las fuentes y la descarga de los conjuntos de datos.

El primer grupo, no utiliza ningún método de presentación para la visualización de las fuentes, por ejemplo, hojas de estilo. El documento XML se muestra tal cual, sólo código, y no es posible acceder directamente a los datos, ni a las fuentes de los conjuntos de datos disponibles, para ello es necesario ir localizando las correspondientes URL en el código XML. A este grupo pertenecen los navegadores: Google Chrome, Opera y Microsoft Edge.

Por otro lado, habría un segundo grupo que permite visualizar las fuentes ATOM en un entorno estéticamente más agradable, donde se suele mostrar una vista previa de los datos, descripciones o resúmenes de las fuentes e hipervínculos a los conjuntos de datos, para su descarga. Pertenecen a este grupo: Mozilla Firefox, Internet Explorer y Safari. Todos tienen una disposición de los elementos similar, aunque Safari e Internet Explorer también incluyen un menú de navegación en el lado derecho.

Otro cliente ligero es Google Maps. Al insertar el enlace a la fuente de un servicio ATOM en el formulario de búsqueda, presenta la extensión en el mapa. Para ello es necesario que existan elementos GeoRSS o GML en la fuente.

Google Maps puede manejar una gran cantidad de datos, sin embargo, no puede acceder a los *feeds* de entrada a los conjuntos de datos del servicio, ya que, al no identificar los elementos de enlace. Por el mismo motivo, tampoco es posible realizar una descarga de datos desde la interfaz de usuario de Google Maps. Por tanto, es simplemente una herramienta para visualizar la extensión de un conjunto de datos en el mapa.

➤ Clientes Pesados

Otro tipo de herramientas para trabajar con fuentes ATOM son los clientes pesados, que pueden ser parte de las aplicaciones pertenecientes a proyectos o

herramienta de implementación como: ATOMFeedGenerator, Mapbender, FME o ArcGIS for INSPIRE, ya citadas anteriormente. O bien, SIG de escritorio que permiten la visualización y descarga de datos a través de servicios ATOM, como ArcGIS o QGIS, una alternativa para ArcGIS de código abierto.

QGIS es un SIG de escritorio, multiplataforma, que proporciona capacidades de visualización, edición y análisis de datos. Las características de QGIS son, por un lado, la integración de otros paquetes de código abierto como PostGIS, GRASS y MapServer. Por otro lado, es posible ampliar la funcionalidad mediante complementos escritos en Python y C++.

Para trabajar con QGIS como cliente de visualización y descarga de un servicio de descargas ATOM, se suelen utilizar complementos específicos que permiten trabajar con fuentes ATOM. En el apartado 19.6.2, se explicará cómo trabajar con estos componentes a través del cliente de la D.G. del Catastro: *Spanish Inspire Catastral Downloader*. Otro cliente es el complemento *ATOM-Feed Client* (<https://www.weichand.de/2012/06/20/inspire-pre-defined-atom-download-service-client-for-qgis/>). El único problema de estos clientes es su compatibilidad con otras versiones de GIS y, esto, en una herramienta tan dinámica representa un verdadero hándicap.

16.5.3. Herramientas de Validación

Para que una IDE tenga una estructura consistente, se deben cumplir una serie de requisitos con respecto a la implementación técnica. En el caso de la Comunidad Europea, el uso transfronterizo y la amplia extensión geográfica requieren datos y servicios interoperables. Hay varias aplicaciones web disponibles para analizar la conformidad de los metadatos, los conjuntos de datos y los servicios web (de visualización, de localización y de descarga).

En el caso de los servicios de descarga ATOM, a nivel europeo, la principal herramienta disponible es el Validador INSPIRE, si bien, las propias herramientas de implementación de servicios suelen tener opciones de validación de los metadatos y las fuentes ATOM. Además, existen algunas herramientas desarrolladas desde los nodos IDE nacionales, como el validador GDI-DE Testsuite de Alemania.

El propósito del validador INSPIRE es ayudar a los proveedores de datos, proveedores de servicios y coordinadores nacionales, a verificar si los conjuntos de datos, servicios de red y metadatos cumplen con los requisitos definidos en las Directrices Técnicas de INSPIRE. El validador proporciona informes de prueba detallados para ayudar a los implementadores a comprender cómo están funcionando sus datos, servicios, metadatos o soluciones de software, o dónde pueden ser necesarias mejoras (<http://inspire-sandbox.jrc.ec.europa.eu/validator/>).

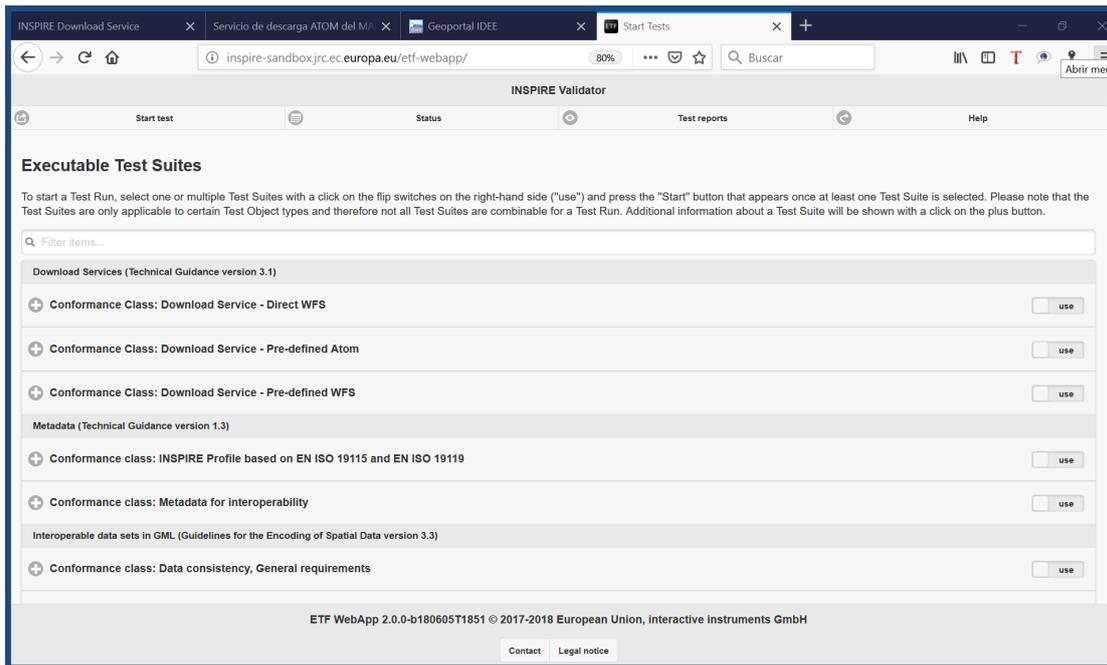


Figura 19.10: Recorte de la pantalla del Validador de INSPIRE (<http://inspire-sandbox.jrc.ec.europa.eu/etf-webapp/>)

El validador se basa en los conjuntos de pruebas abstractas y ejecutables acordadas entre los Estados miembros y la Comisión, a través del Grupo de mantenimiento e implementación INSPIRE.

Actualmente, el validador INSPIRE realiza el análisis de conformidad de:

- GML de los temas del anexo I
- Metadatos v 1.3
- Servicios de descarga: WFS y ATOM.

19.6. ACCESO A UN LOS SERVICIOS DE DESCARGA DE DATOS ATOM

El acceso a los servicios de descargas de datos predefinidos con ATOM, pueden realizarse, tal y como se ha indicado en el apartado anterior y, como con otros muchos servicios, a través de clientes ligeros o pesados.

19.6.1. Acceso al servicio de descargas ATOM través de clientes ligeros

El acceso a través de clientes ligeros se realiza con un navegador o *browser*, es quizás uno de los métodos más utilizados y sencillo en este tipo de servicios, si bien, debemos tener en cuenta que no todos los navegadores permiten el acceso al servicio mediante un entorno de página que incorpora hipervínculos para la

descarga, además de opciones de filtrado de texto y ordenación por fecha y título. Esto es debido, fundamentalmente, a que el navegador reconozca o no las hojas de estilo y las aplique al documento XML. Internet Explorer y Mozilla Firefox si aplican hojas de estilo, sin embargo esto no sucede con Google Chrome o Microsoft Edge. Los pasos a seguir son simples:

1. **Acceso al servicio.** Se escribe la dirección URL del servicio en el navegador, para visualizar la fuente del servicio de descargas ATOM (*Download Service Feed*). En este momento se desplegará en el navegador el documento XML del servicio.

En las siguientes figuras de muestra un ejemplo de la fuente del servicio de descargas ATOM del Instituto Geográfico Nacional de España, cuya URL es: <http://www.ign.es/atom/ds.es.xml>.

La figura 19.11 muestra el acceso a la fuente del servicio de descargas ATOM del Instituto Geográfico Nacional desplegado en el navegador Microsoft Edge. En este caso se muestra simplemente el archivo XML de la fuente.

Al aplicar una hoja de estilo se despliega una página con diferentes secciones, menús e hipervínculos. La sección superior muestra un menú para suscribirse al canal RSS del Servicio de descarga ATOM del IGN, la siguiente sección muestra el título y subtítulo de la fuente del servicio. A continuación se muestran las entradas a las fuentes de conjuntos de datos mostrando los elementos: *title*, *update* y *summary*. Además, se insertan hipervínculos a los contenidos en el elemento *title*, facilitando la navegación y la descarga de los conjuntos de datos.

```

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" xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom" xmlns:georss="http://www.georss.org/georss" xmlns:inspire_dis="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/inspire_dis/1.0" xml:lang="es">
<title>Servicio de descarga ATOM del IGN</title>
<subitle>
Servicio ATOM de descarga de conjunto de datos predefinidos que permite la descarga de productos generados por el IGN. El servicio es conforme a la guía técnica de servicios de descarga de INSPIRE (versión 3.1) y utiliza la
tecnología OpenSearch para la consulta de los conjuntos de datos disponibles. El acceso o conexión a este servicio para obtener las funcionalidades para las que está pensado es gratuito en cualquier caso, siempre que se mencione
la autoridad del IGN como propietario del servicio y de su contenido (que puede almacenarse para uso particular) del siguiente modo: © Instituto Geográfico Nacional de España
</subitle>
<!--
Enlace a los metadatos del servicio de descarga según la ISO 19139
-->
<!--
<link href="http://www.ign.es/csu/inspire/srv/spa/csu/SERVICE-CS&amp;VERSION=2.0.2&amp;REQUEST=GetRecordById&amp;outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&amp;ElementSetName=full&amp;ID=spaignaton_download_service_2013" rel="
-->
<!--
<link href="http://www.ign.es/atom/spaignaton_download_service_2013.xml" rel="describedby" type="application/xml"/>
-->
<!-- Vínculo auto-referente a este feed -->
<!-- Vínculo al fichero Open Search para el servicio -->
<!--
<link rel="search" href="http://www.ign.es/atom/osd/opensearchdescription.xml" type="application/opensearchdescription+xml" title="Descripción del documento opensearch"/>
-->
<!--
En el caso de que este feed existiese en otros idiomas o formatos se informaría así, prestar atención a como cambian los valores de type y hreflang
-->
<!--
<link href="http://www.ign.es/atom/ds.en.xml" rel="alternate" type="application/atom+xml" hreflang="en" title="Información del servicio de descarga en inglés"/>
-->
<!--
<link href="http://www.ign.es/atom/ds.es.html" rel="alternate" type="text/html" hreflang="es" title="Una versión html de este documento"/>
-->
<!--
<link href="http://www.ign.es/atom/ds.en.html" rel="alternate" type="text/html" hreflang="en" title="Una versión html de este documento en inglés"/>
-->
<!--
Como identificador del feed daremos la url del mismo, si por alguna razón la localización de este fichero cambiara el id debería dejarse igual
-->
<id>http://www.ign.es/atom/ds.es.xml</id>
<!--
Derechos de propiedad, restricciones de uso, etc -->
<rights>
Se permite el acceso a este servicio en cualquier caso siempre que se mencionen la autoridad y propiedad del IGN del siguiente modo: © Instituto Geográfico Nacional de España
</rights>
<!--
Fecha/hora de la última actualización del feed -->
<updated>2017-03-14T15:00:00Z</updated>
<!--
Información de contacto como mínimo dar nombre de autor y dirección de correo electrónico
-->
<author>
<name>Instituto Geográfico Nacional</name>
<email>sig@fomento.es</email>
</author>
<!--
Por cada conjunto predefinido de datos/productos se genera un entry
-->
<entry...></entry>
<entry...></entry>
</feed>

```

Figura 19.11: Recorte de la fuente del servicio de descargas ATOM del IGN utilizando el navegador Microsoft Edge (<http://www.ign.es/atom/ds.es.xml>).

La figura 19.12 muestra el mismo servicio utilizando el navegador Internet Explorer. En este caso, vemos como también se aplica una hoja de estilo y se despliega una página con diferentes secciones, menús e hipervínculos. La sección superior muestra el título y subtítulo de la fuente del servicio, con

una serie de hipervínculos para obtener más información sobre la fuente o para subscribirse al canal RSS del servicio de descarga ATOM del IGN. La siguiente sección muestra las entradas a las fuentes de conjuntos de datos presentando los elementos: *title*, *update* y *summary*. Además, ofrece la posibilidad seleccionar el número de fuentes mostradas, en caso de que sean numerosas, de ordenarlas por fecha y título y de filtrar por categorías. Sin embargo, no se insertan hipervínculos a los contenidos en el elemento *title*, tendríamos que acceder a la opción «Más información [aquí](#)» situada debajo de la información de cada fuente de conjunto de datos, para acceder a los metadatos de la fuente del conjunto de datos disponibles en el catálogo de metadatos de la IDEE y, desde allí, acceder a la fuente y al conjunto de datos, lo que dificulta la descarga de los datos.

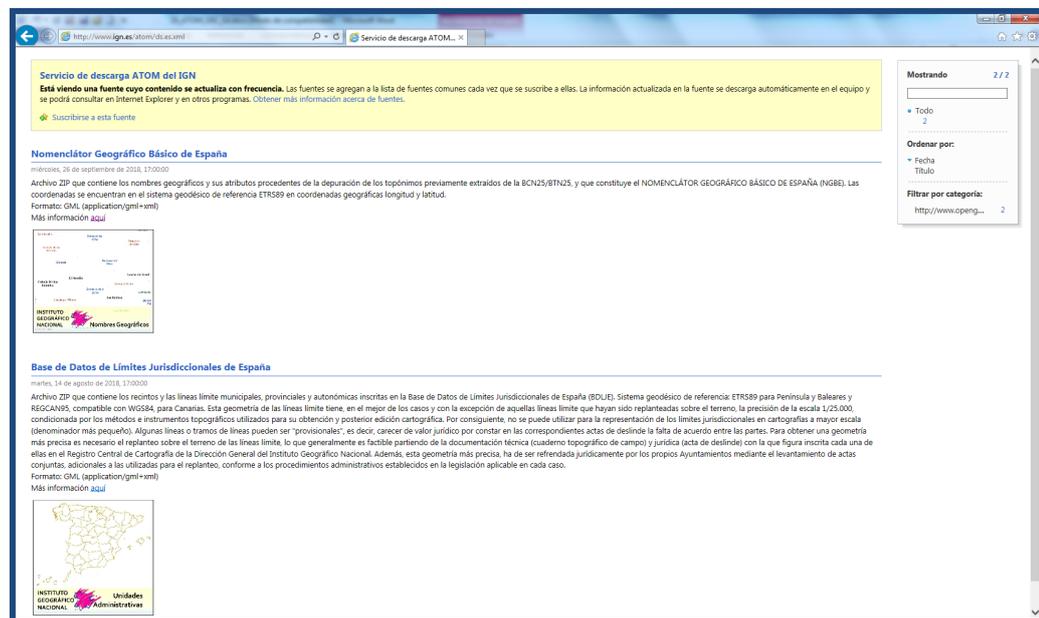


Figura 19.12: Recorte de la fuente del servicio de descargas ATOM del IGN utilizando el navegador Internet Explorer. (<http://www.ign.es/atom/ds.es.xml>)

2. **Descarga directa de los datos.** Se pincha sobre cada una de las entradas de información para descargar el archivo con formato GML INSPIRE o el archivo comprimido (ZIP) con los GML y los metadatos de los datos. De los navegadores utilizados en los ejemplos anteriores, sólo se pueda acceder directamente con el navegador Mozilla Firefox (Fig. 19.13). Con otros navegadores será necesario acceder a la fuente del conjunto de datos y desde ésta a los datos.
3. **Acceso a la fuente del conjunto de datos.** Este paso sólo será necesario cuando no se pueda acceder directamente al conjunto de datos deseado, como sucede con Mozilla Firefox o Internet Explorer. En este caso se accederá, en primer lugar a la fuente de datos para posteriormente acceder a la descarga de los datos.

En el caso de que el navegador no utilice una hoja de estilo, se localizará la URL de la fuente de datos, a través del elemento `<Id>`. Escribiremos la dirección URL en el navegador, para visualizar la fuente del conjunto de

datos del servicio de descargas ATOM deseada (*Dataset Feed*). Siguiendo con el ejemplo anterior: http://www.ign.es/atom/dataset-feeds/lin_lim_mun.es.xml.

Si el navegador utiliza una hoja de estilo, a través del hipervínculo que da acceso a la fuente de datos, se podrá desplegar directamente ésta o bien, enlazar con el servicio de catálogo para desplegar los datos y desde ella acceder después a las correspondientes URL de los datos (Fig. 9.14). Esta es la forma de operar, si utilizamos Internet Explorer.

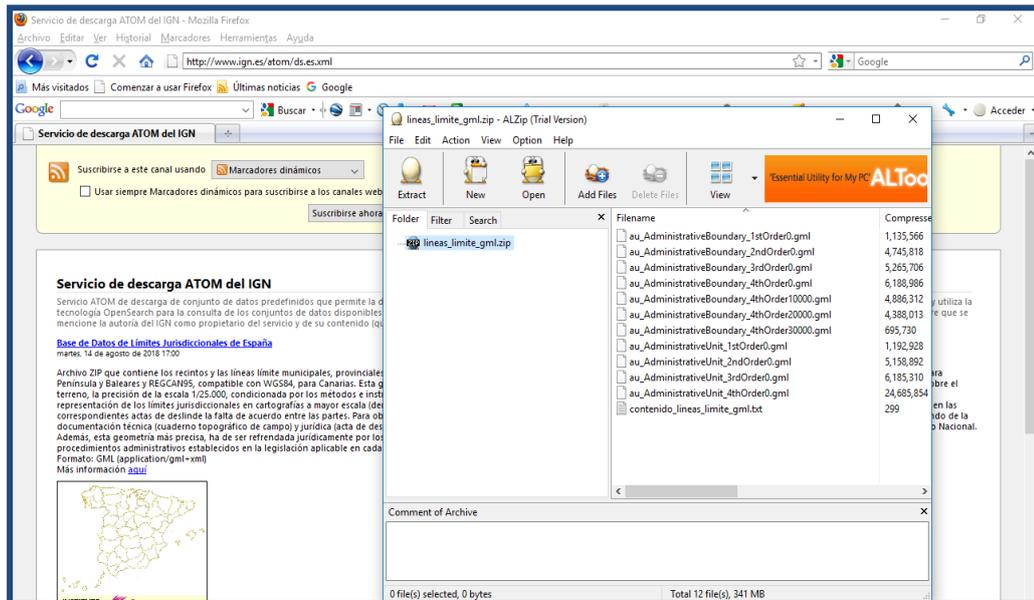


Figura 19.13: Descargas directa del archivo .zip del conjunto de datos a través del servicio ATOM del IGN con el navegador Mozilla Firefox.



Figura 19.14: Ejemplo de acceso a la fuente de los conjuntos de datos del servicio de descargas ATOM del IGN a través del catálogo de la IDEE⁵.

⁵ <http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/catalog.search#/home>

4. **Descarga de los datos a través del enlace a distintas URL.** Finalmente, se accederá a los datos o conjuntos de datos deseados escribiendo las correspondientes URL disponibles en el documento XML de la fuente como un atributo «href» del elemento <link>. Por ejemplo, para las líneas límite de las unidades administrativas de primer orden, disponibles a través del servicio ATOM del IGN:

```
<link title="AdministrativeUnit 1stOrder"
type="application/gml+xml" rel="section"
href="http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/atom/au/au_AdministrativeUnit_1stOrder0.gml" hreflang="es" bbox="27 -19 44 5"/>
```

Siendo la URL del servicio de descarga del ejemplo:

http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/documentos/atom/au/au_AdministrativeUnit_1stOrder0.gml

19.6.2. Acceso al servicio de descargas ATOM través de clientes pesados

Como se ha indicado en el apartado 16.5.2. existen varios clientes pesados, es decir, varias herramientas de software SIG que permiten el acceso y descarga de datos a través de servicios ATOM, como los citados ArcGIS y QGIS.

En esta sección utilizaremos como cliente de referencia QGIS⁶, ya que, es una de las herramientas SIG, libres y de código abierto, más usadas. Aunque QGIS dispone, por defecto, de muchas funcionalidades y procesos, éstas pueden ampliarse mediante la instalación de *plugins*⁷ o complementos creados por la comunidad QGIS. Además de los *plugins* de acceso público, hay otros desarrollados a medida por instituciones, empresas y profesionales para proyectos o necesidades concretas.

En este sentido encontramos el complemento para QGIS «*Spanish Inspire Catastral Downloader*» para la descarga de los conjuntos de datos catastrales mediante un servicio ATOM INSPIRE que permite la descarga de los tres conjuntos de datos: Parcelas Catastrales, Edificios y Direcciones. Cada conjunto de datos es distribuido en un fichero en formato ZIP que contiene los datos de cada objeto en ficheros GML, según las especificaciones definidas para los conjuntos de datos INSPIRE de la D.G. del Catastro, más un fichero XML con los metadatos de los datos descargados (D.G. del Catastro, 2016). Se descargan por municipios.

El complemento «*Spanish Inspire Catastral Downloader*» puede ser instalado desde el menú: Complementos > Administrar e instalar complementos de QGIS (Fig. 19.15).

⁶ <http://www.qgis.org/es/site/>

⁷ <https://plugins.qgis.org/plugins/>

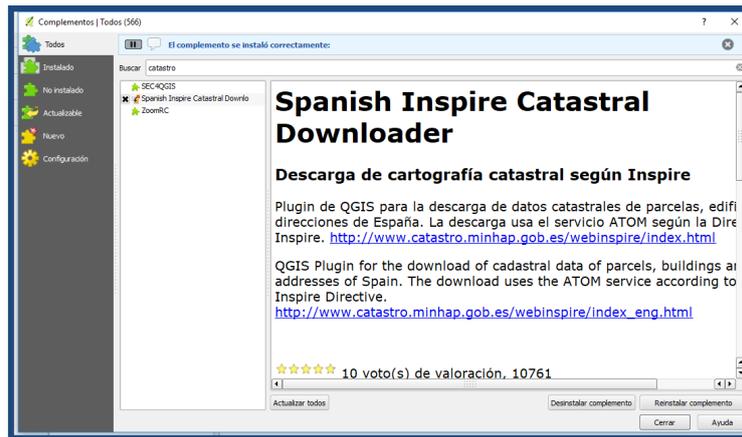


Figura 19.15: Menú para instalar complementos en QGIS.

Tras su instalación el *plugin* puede ser ejecutado desde la barra de herramientas o bien desde el menú *Complementos*>*Descarga Catastro Inspire*.

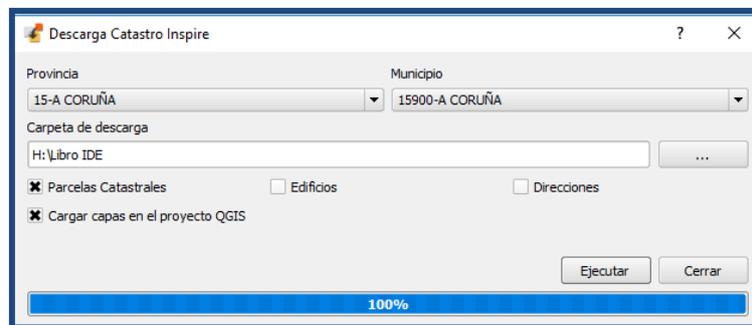


Figura 19.16: Menú para seleccionar el conjunto de datos de «parcelas catastrales» que se quiere descargar del servicio de descargas ATOM de la D.G. del Catastro de España, utilizando el complemento *Spanish Inspire Catastral Downloader* instalado en QGIS.

Una vez ejecutado el complemento se debe seleccionar la provincia, el municipio, indicar la ruta local de descarga y el conjunto de datos a descargar: parcelas catastrales, edificios y/o direcciones. Si se desea añadir las capas GML descargadas al proyecto QGIS activo se debe marcar la casilla correspondiente (Fig. 19.16).

Al terminar la ejecución del proceso de descarga se dispondrá del archivo: «A.ES.SDGC.CP.02001.zip», que contiene los siguientes datos:

- Fichero de metadatos de los datos descargados:



A.ES.SDGC.CP.MD..15900.xml

- Fichero Fichero GML de Parcela Catastral:



A.ES.SDGC.CP.15900.cadastralparcel.gml

- Fichero GML de Zona:



A.ES.SDGC.CP.15900.cadastralzoning.gml

En la siguiente figura se muestran, desplegados en QGIS, los datos descargados a través del servicio de descargas ATOM de la D.G. del Catastro de España, utilizando el complemento *Spanish Inspire Catastral Downloader*.

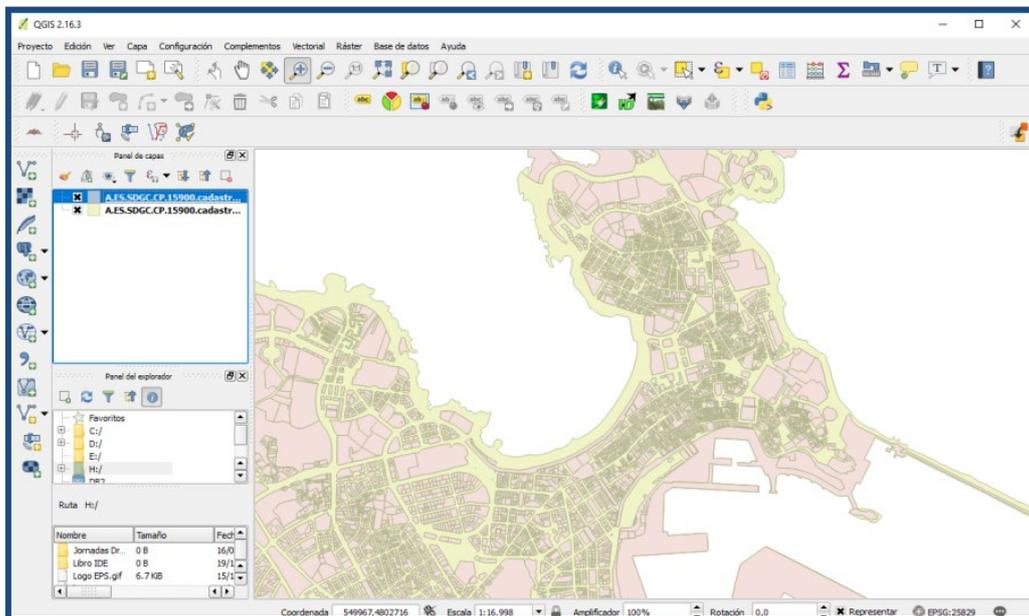


Figura 19.17: Captura de pantalla con un ejemplo de los datos de las parcelas catastrales (en formato GML) desplegados en QGIS y descargados a través del servicio de descargas ATOM de la D.G. del Catastro de España, utilizando el complemento *Spanish Inspire Catastral Downloader*.

19.7. CONCLUSIONES

La guía técnica para la implementación de servicios de descarga de INSPIRE define los servicios de descargas de conjuntos de datos predefinidos. Aquellos que proporcionan acceso a un conjunto o una parte predefinida de un conjunto de datos, sin permitir consultas o la selección de los datos mediante operaciones de filtrado. Y establece el estándar de IETF: ATOM, como base para crear servicios de descarga de conjuntos de datos predefinidos.

El formato de sindicación ATOM proporciona un mecanismo simple y ampliamente conocido para publicar información en la web en forma de fuentes (*feeds*). ATOM es un formato de documento basado en XML, que los navegadores identifican y muestran, añadiendo funcionalidad al servicio, y que es compatible con las arquitecturas web existentes y con muchas herramientas de software disponibles.

Las fuentes (*feeds*), o listas, contienen en el ámbito de la información geográfica, una o más «entradas» (*entry*) a los conjuntos de datos espaciales. Cada entrada está formada por un conjunto extensible de elementos con información sobre la entrada. Por ejemplo, cada entrada tiene un título y también, pueden contener, fuentes adicionales.

Para la configuración de un servicio de descarga ATOM, siguiendo las pautas de la guía técnica de INSPIRE, se necesita, en primer lugar, configurar una única fuente de ATOM que se corresponda con el servicio de descargas, «fuente del servicio de

descarga (*Download Service Feed*)», en combinación con un documento OpenSearch. Sería equivalente a un documento de capacidades de OGC para servicios WFS. A continuación, se definen las diferentes «fuentes de conjuntos de datos» (*Dataset Feed*), cada una de las cuales contendrá entradas ATOM con enlaces para descargar el conjunto de datos predefinido (*Dataset*) en diferentes formatos (por ejemplo, en GML, ShapeFile, etc.) y en diferentes sistemas de referencia de coordenadas (CRS) o idiomas. Se proporcionará un enlace para cada combinación de formato/CRS/idioma. Los elementos característicos de esa estructura son los enlaces. Las fuentes, los conjuntos de datos, los metadatos y los documentos OpenSearch deben estar conectados para proporcionar las funcionalidades y operaciones de un servicio de descarga.

En la actualidad existen varias herramientas de software que permiten trabajar con *ATOM Feeds*, con diferencias conceptuales y funcionales. Se necesitan, por un lado, herramientas de implementación para la generación y publicación del servicio de descarga y las fuentes ATOM correspondientes, como FME, Mapbender o *ArcGIS for INSPIRE*. También, se necesitan clientes de servicio de descarga de ATOM, que permitan la visualización y descarga de las fuentes ATOM y los conjuntos de datos predefinidos, en este sentido, pueden utilizarse navegadores o clientes ligeros, o aplicaciones específicas o SIG, como QGIS, para el que se han desarrollado varios complementos de ATOM. Por último, se necesitan herramientas de validación que permiten comprobar la conformidad con unas determinadas directrices técnicas de los datos, metadatos y fuentes de un servicio de descargas ATOM.

19.8. REFERENCIAS

Comisión Europea (2007). DIRECTIVA 2007/2/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE). Diario Oficial de la Unión Europea, 25.4.2007, L108/1 – L108/14. PDF accesible vía: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>

Comisión Europea (2009). REGLAMENTO (CE) N o 976/2009 DE LA COMISIÓN de 19 de octubre de 2009 por el que se ejecuta la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a los servicios de red (DO L 274 de 20.10.2009, p. 9). PDF accesible vía: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2009R0976:20101228:ES:PDF>

Comisión Europea (2013). *Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services. Versión 3.1. Initial Operating Capability Task Force for Network Services*: <http://inspire.ec.europa.eu/documents/technical-guidance-implementation-inspire-download-services>

D.G. Catastro, 2016. Servicios de descarga ATOM del conjunto de datos de inspire. Versión 1.0. PDF accesible vía: <http://www.catastro.minhap.gob.es/webinspire/documentos/inspire-ATOM.pdf>

RFC 4287 - Nottingham, M. y Sayre, R. (2005). *The ATOM Syndication Format. Request for Comments: 4287. Internet Engineering Task Force (IETF)*. Accesible vía: <https://tools.ietf.org/html/rfc4287>

López Romero, E., González García, J., Abad Power, P., Pavo López, M.F. y García Díaz, D. (2013). El servicio de descarga Inspire basado en ATOM y OpenSearch del Centro Nacional de Información Geográfica. IV Jornadas Ibéricas de Infraestructura de Datos Espaciales -JIIDE 2013 Toledo (13-14-15/11/2013). PDF accesible vía: http://www.ideo.es/resources/presentaciones/JIIDE13/jueves/26_CNIG_ATOM.pdf

Rohrbach, A. (2014). *ATOM-FEEDS FOR INSPIRE - Perspectives and Solutions for INSPIRE Download Services in NRW. Masterthesis in Geoinformatics. WWU Münster - Institute for Geoinformatics, Münster*. PDF accesible vía: https://www.geoportal.nrw/sites/default/files/Masterthesis_Rohrbach.pdf

«Sabrás, Sancho, que los españoles y los que se embarcan en Cádiz para las Indias Orientales, una de las señales que tienen para entender que han pasado la línea equinoccial que te he dicho es que a todos los que van en el navío se les mueren los piojos, sin que les quede ninguno; así puedes, Sancho, pasear una mano por un muslo y si topares cosa viva, saldremos desta duda; y si no, pasado habemos»

Miguel de Cervantes (El ingenioso hidalgo Don Quijote de la Mancha, 1605)

Servicio de Procesamiento en la Web

*Alcarria Garrido, Ramón Pablo y Manso Callejo, Miguel Ángel
Universidad Politécnica de Madrid*

Capítulo

20

Contenido

| | | |
|---------|--|-----|
| 20.1. | INTRODUCCIÓN | 619 |
| 20.2. | OPERACIÓN GETCAPABILITIES..... | 620 |
| 20.3. | OPERACIÓN DESCRIBEPROCESS..... | 623 |
| 20.4. | OPERACIÓN <i>EXECUTE</i> | 626 |
| 20.5. | OPERACIONES ASÍNCRONAS..... | 628 |
| 20.5.1. | Operación <i>GetStatus</i> | 628 |
| 20.5.2. | Operación <i>GetResult</i> | 629 |
| 20.5.3. | Operación <i>Dismiss</i> | 630 |
| 20.6. | CLIENTES WPS Y PRUEBAS DE PETICIONES | 631 |
| 20.6.1. | WPS - Última versión (2.0.0) | 631 |
| 20.6.2. | WPS - Versiones previas | 633 |
| 20.7. | CONCLUSIONES..... | 636 |
| 20.8. | REFERENCIAS | 637 |

20.1. INTRODUCCIÓN

Web Processing Service (WPS) es una especificación del OGC (versión actual OGC® WPS 2.0 Interface Standard 2.0) que define una interfaz estandarizada para facilitar el acceso mediante servicios web a servicios de procesamiento simples o complejos. WPS permite la ejecución de procesos¹ geoespaciales de computación (geoprocesos), y la obtención de metadatos que describen su propósito y funcionalidad. Típicamente, estos procesos combinan información ráster, vectorial y datos de coberturas con algoritmos para producir nueva información.

Un WPS puede ser configurado para ofrecer cualquier tipo de funcionalidad SIG a los clientes a través de la red, incluido el acceso a cálculos pre-programados y/o modelos de computación (geoprocesos) que operan con datos referenciados espacialmente. Además, un WPS puede ofrecer cálculos tan sencillos como restar un conjunto de números referenciados espacialmente de otros (como por ejemplo la determinación de la diferencia en los casos de gripe entre dos temporadas diferentes), o tan complicados como un modelo global de cambio climático.

La interfaz del servicio WPS permite identificar las entradas del proceso, iniciar el procesamiento de los datos y gestionar los resultados para que puedan ser utilizados por los clientes. Dicha interfaz estandariza la forma de describir las entradas, salidas, procesos, así como el modo de solicitar la ejecución de los mismos y el modo de manejar la información de salida. El protocolo definido por WPS soporta la ejecución de procesos de forma síncrona y asíncrona. La ejecución síncrona se utiliza para escenarios que requieran un procesamiento simple y rápido, donde el resultado del procesamiento se obtiene de forma inmediata. El procesamiento asíncrono se adapta bien a escenarios complejos, en los que el resultado de los procesos puede llevar un tiempo considerable.

La versión 2.0.0 de este estándar ha sido publicado en marzo de 2015, e introduce algunas mejoras en la descripción de los procesos, análisis de rendimiento de los procesos o *profiling*, monitorización del estado de la ejecución, invocación de procesos síncronos y asíncronos y flexibilidad en las invocaciones, que pueden realizarse a través de *REST* y *SOAP*. La Figura 1 muestra un modelo conceptual de servidor de WPS.

Según la figura un Servidor WPS proporciona **procesos**, como por ejemplo una operación de Buffer. Mediante el WPS se pueden crear **trabajos**, que se definen como una instancia de un proceso en ejecución. Los trabajos son gestionados mediante una operación de **control de trabajos**, que proporciona funcionalidades como balanceo de carga, informe de errores, registro, etc. Los trabajos utilizan **datos** de entrada y generan datos de salida. Finalmente, el **estado** de un trabajo nos permite conocer si ha terminado, se encuentra en ejecución o ha ocurrido algún problema.

Ejemplo de WPS versión 2.0.0

http://zoo-project.org/cgi-bin/zoo_loader.cgi?request=GetCapabilities&service=WPS&version=2.0.0

¹ Según el documento OGC 14-065 de WPS 2.0, OGC® WPS 2.0 Interface Standard, un *Proceso* es cualquier algoritmo, cálculo o modelo que, o bien genera nuevos datos o transforma unos datos de entrada en datos de salida.

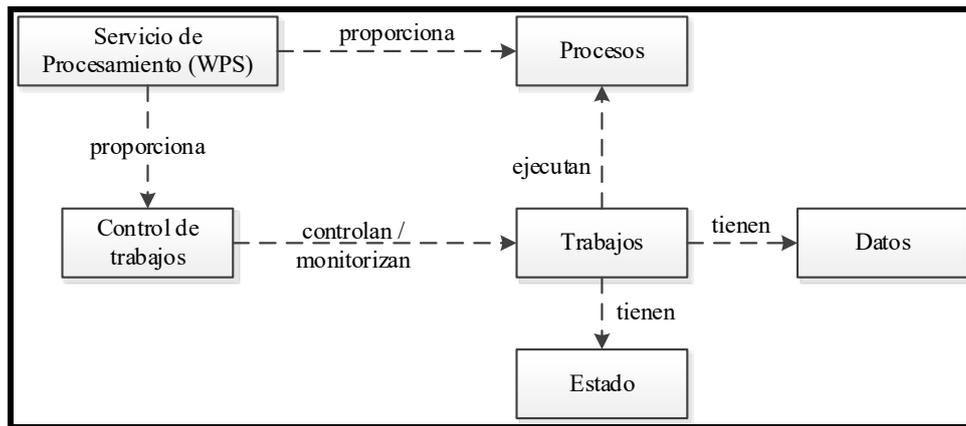


Figura 20.1.– Modelo conceptual de servidor WPS

Una interfaz WPS define las siguientes operaciones que puede solicitar un cliente y que de forma obligatoria debe implementar el servidor WPS. Estas operaciones son: *GetCapabilities*, *DescribeProcess*, *Execute*, *GetStatus* y *GetResult*.

20.2. OPERACIÓN GETCAPABILITIES

Esta operación permite a los usuarios consultar las funcionalidades que proporciona el servicio. La operación devolverá los nombres de los procesos implementados por el servicio WPS así como una descripción general de éstos. Adicionalmente se permite una negociación de la versión de la especificación a usar.

Tabla 20.1: Parámetros de la operación GetCapabilities.

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|--------------------------------|--|--------------------|
| Request=GetCapabilities | Nombre de la operación que se realiza en la petición. | Obligatorio |
| Service=WPS | Tipo de servicio sobre el cual se realiza la petición: WPS. | Obligatorio |
| AcceptVersions | Versión de la especificación del OGC. Las actuales son 1.0.0. y 2.0 | <i>Opcional</i> |
| language | Indica el idioma en el que se desea recibir la respuesta. La referencia al idioma debe utilizar los códigos RFC4646 ² . | <i>Opcional</i> |
| Extension | Elemento contenedor de otras especificaciones | <i>Opcional</i> |

² Para saber más sobre la codificación RFC 4646 ver el siguiente enlace <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4646.txt> y guardar la página como un documento de texto (lo mejor sería un documento Word ya que con la extensión “.txt” no conserva el formato)

Como respuesta a una petición *GetCapabilities* se obtendrá un documento XML en el que además de una breve descripción de los procesos aparecen los metadatos del servicio.

Los servicios WPS deben atender obligatoriamente las peticiones realizadas con el método GET del protocolo HTTP y soportar opcionalmente las solicitudes POST del mismo protocolo.

Como respuesta a una petición *GetCapabilities* se obtiene un documento de capacidades en XML que contiene los parámetros y las siguientes secciones:

Parámetros:

- **Service:** contiene el identificador del servicio. Su valor será WPS.
- **Version:** indica la versión de la especificación
- **UpdateSecuence:** indica la versión del documento de metadatos del servicio, debe incrementarse con cada cambio del documento.
- **lang:** identifica el idioma. Se utiliza un código de RFC 4646.

Secciones:

- **ServiceIdentification:** proporciona información sobre el propio servicio.

```
<ows:ServiceIdentification>
  <ows:Title>MyWebProcessingService</ows:Title>
  <ows:Abstract>A Demo Service offering typical GIS distance
transform processes</ows:Abstract>
  <ows:Keywords>
    <ows:Keyword>Geoprocessing</ows:Keyword>
    <ows:Keyword>Toolbox</ows:Keyword>
    <ows:Keyword>Distance transform</ows:Keyword>
  </ows:Keywords>
  <ows:ServiceType>WPS</ows:ServiceType>
  <ows:ServiceTypeVersion>2.0.0</ows:ServiceTypeVersion>
  <ows:Fees>NONE</ows:Fees>
  <ows:AccessConstraints>NONE</ows:AccessConstraints>
</ows:ServiceIdentification>
```

- **ServiceProvider:** proporciona información sobre la organización que gestiona el servicio.

```

<ows:ServiceProvider>
  <ows:ProviderName>TU Dresden</ows:ProviderName>
  <ows:ProviderSite xlink:href="http://tu-dresden.de/geo/gis" />
  <ows:ServiceContact>
    <ows:IndividualName>Matthias Mueller</ows:IndividualName>
    <ows:ContactInfo>
      <ows:Address>
        <ows:ElectronicMailAddress>
          matthias_mueller@tu-dresden.de

```

- **OperationsMetadata:** proporciona información sobre las operaciones especificadas que ofrece éste servicio, incluyendo las correspondientes URLs.

En esta sección deben describirse al menos las tres operaciones obligatorias de un servicio WPS: *GetCapabilities*, *DescribeProcess* y *Execute*. Si además el WPS soporta el uso de funciones asíncronas, debe implementar las funciones *GetStatus* y *GetResult*.

```

<ows:OperationsMetadata>
  <ows:Operation name="GetCapabilities">...</ows:Operation>
  <ows:Operation name="DescribeProcess">...</ows:Operation>
  <ows:Operation name="Execute">...</ows:Operation>
  <ows:Operation name="GetStatus">...</ows:Operation>

```

- **ProcessSummary:** proporciona una breve descripción de los procesos ofrecidos por este servicio. En la descripción del proceso no se incluirán los parámetros de entrada ni de salida.

```

<wps:ProcessSummary jobControlOptions="sync-execute async-execute dismiss">
  <ows:Title>Euclidean Distance</ows:Title>
  <ows:Identifier>http://my.site/distance-transform/euclidean-
  distance</ows:Identifier>
</wps:ProcessSummary>
<wps:ProcessSummary jobControlOptions="sync-execute async-execute dismiss"
  processVersion="1.4.0">

```

ProcessSummary debe contener al menos las propiedades de Título (*Title*) e Identificación (*Identifier*), el resto de propiedades (*Abstract*, *Keywords*, *Metadata*, *processModel*, *jobControlOptions* y *outputTransmission*) son opcionales.

- **Languages:** indica los idiomas soportados por el servicio. Esta sección estará formada por dos subsecciones:
 - **Default:** identifica el idioma utilizado por defecto cuando en la petición no especifique ninguno. El lenguaje se identificará mediante los códigos definidos en el documento RFC 4646.
 - **Supported:** ofrece una lista de todos los idiomas soportados por el servicio identificándolos por su codificación RFC 4646.

```
<wps:Languages>
  <wps:Default>
    <ows:Language>en-CA</ows:Language>
  </wps:Default>
  <wps:Supported>
    <ows:Language>en-CA</ows:Language>
  </wps:Supported>
</wps:Languages>
```

- **WSDL:** es un elemento opcional cuya función es indicar la ubicación de un documento XML que describe el servicio mediante la especificación WSDL.

```
<wps:WSDL xlink:href="http://foo.bar/wps?WSDL"/>
```

20.3. OPERACIÓN DESCRIBEPROCESS

La operación *DescribeProcess* proporciona información detallada sobre los servicios que pueden ser ejecutados por la correspondiente instancia del servicio WPS.

La respuesta a una petición *DescribeProcess* contendrá, además de la descripción de los procesos, información sobre los datos de entrada, los formatos soportados y los posibles datos de salida.

Tabla 20.2: parámetros de la operación DescribeProcess.

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|--------------------------------|--|--------------------|
| Request=DescribeProcess | Nombre de la operación que se realiza en la petición. | Obligatorio |
| Service=WPS | Tipo de servicio sobre el cual se realiza la petición: WPS. | Obligatorio |
| Version³ | Versión de la especificación del OGC. | Obligatorio |
| language | Indica el idioma en el que se desea recibir la respuesta. La referencia al lenguaje debe utilizar los códigos RFC4646. Debe ser un idioma que figure en el elemento <i>Languages</i> del documento de capacidades. | <i>Opcional</i> |
| Identifier | Indica 1 ó más identificadores. Especifica los procesos de los que se solicita la descripción. El valor de este parámetro será el obtenido en la sección "ProcessOfferings" del documento de | Obligatorio |

³ La versión de la que trata este documento es la 2.0.0, aunque se mostrarán ejemplos de la versión 0.4.0 al no estar todavía implementada en los servidores WPS.

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|-----------|-------------------------|----------------|
| | metadatos del servicio. | |

Ejemplo

http://zoo-project.org/cgi-bin/zoo_loader.cgi?request=DescribeProcess&service=WPS&version=2.0.0&identifier=longProcess WPS versión 2.0.0 [Noviembre de 2016]

Como respuesta a la petición el servicio debe proporcionar un documento XML que contiene una única sección, **ProcessOfferings**, que contiene una breve descripción de los procesos ofrecidos por este servicio. La sección *ProcessOfferings* contiene una lista de **ProcessOffering**, y que describe a su vez una serie de parámetros.

```
<wps:ProcessOfferings xmlns:wps="http://www.opengis.net/wps/2.0"
xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wps/2.0 ../wps.xsd">
    <wps:ProcessOffering jobControlOptions="sync-execute async-execute
dismiss" outputTransmission="value reference">...</wps:ProcessOffering>
</wps:ProcessOfferings>
```

Cada *ProcessOffering* puede a su vez contener un proceso *Process*. Los parámetros contenidos en la sección *Process* son los siguientes:

- **Identifier:** es un parámetro obligatorio, e indica el identificador unívoco o nombre asignado a un proceso, que será único para este servidor.
- **Title:** es un parámetro obligatorio que indica el título de un proceso, normalmente disponible para ser mostrado a los usuarios.
- **Abstract:** este parámetro es opcional. Ofrece una breve descripción del proceso sobre el que se ha solicitado la petición,
- **Profile:** este es un parámetro opcional que indica el perfil que cumple cada proceso WPS.
- **ProcessVersion:** es un parámetro obligatorio que indica la versión completa del proceso (no de la especificación WPS)
- **WSDL:** es un parámetro opcional que indica la ubicación de un documento WSDL que describe todas las operaciones y procesos ofrecidos por el servicio.

- **Metadata:** es un parámetro opcional que contiene una lista de atributos para definir información adicional de un proceso, como el nombre genérico o la documentación del proceso.
- **Input:** es un parámetro opcional y que se repetirá en el documento tantas veces como número de datos de entrada requiera el proceso. Ofrece una lista de los datos de entrada del proceso que son necesarios y opcionales. También ofrece una serie de atributos como *Title*, *Abstract*, *Identifier*, *Metadata*, referidos al dato de entrada. Los datos de entrada pueden tener tres formatos distintos:
 - **Datos complejos.** Estos datos pueden ser proporcionados a través de los parámetros de la operación *Execute* o mediante una dirección URL accesible.
 - **Datos literales.** Indican que la entrada debe ser un valor literal que se enviará en la solicitud *Execute*.
 - **BoundingBox.** Indica que la entrada será una *BoundingBox* y se proporcionará los sistemas de referencia de coordenadas soportados.

En la siguiente figura se muestra la sección input de una respuesta de *ProcessOfferings*.

```
<wps:Input>
  <ows:Title>Geometry to be buffered</ows:Title>
  <ows:Abstract>Simple Features geometry input in GML or
  GeoJson</ows:Abstract>
  <ows:Identifier>INPUT_GEOMETRY</ows:Identifier>
  <ows:Metadata
  xlink:role="http://www.opengis.net/spec/wps/2.0/def/process/description/docume
  ntation" xlink:href="http://my.wps.server/processes/proximity/Planar-
  Buffer.html#input_geometry"/>
  <wps:ComplexData>
```

- **ProcessOutputs:** es un parámetro obligatorio que ofrece una lista de los datos de salida del proceso. Estos datos de salida pueden darse en los mismos formatos que los de entrada:
 - **Datos complejos (ComplexData)**
 - **Datos literales (LiteralData)**
 - **BoundingBox (BoundingBoxData)**

En la siguiente figura se muestra la sección output de una respuesta de *ProcessOfferings*.

```

<wps:Output>
  <ows:Title>Buffered Geometry</ows:Title>
  <ows:Abstract>Output Geometry in GML or GeoJson</ows:Abstract>
  <ows:Identifier>BUFFERED_GEOMETRY</ows:Identifier>
  <ows:Metadata
xlink:role="http://www.opengis.net/spec/wps/2.0/def/process/description/docume
ntation" xlink:href="http://my.wps.server/processes/proximity/Planar-
Buffer.html#buffered_geometry"/>
  <wps:ComplexData>
    <wps:Format mimeType="text/xml" encoding="UTF-8"
schema="http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/feature.xsd" default="true"/>
    <wps:Format mimeType="application/json" encoding="UTF-8"/>
  </wps:ComplexData>
</wps:Output>

```

- **storeSupported:** es un parámetro opcional que indica si el cliente puede solicitar al servidor que los datos de salida “complejos” sean almacenados en el servidor para ser accedidos vía web. Se trata de un valor booleano cuyo valor por defecto es *false*.
- **statusSupported:** este parámetro es opcional e indica si la respuesta de la operación *Execute* puede adjuntar información del estado del proceso. También es un parámetro booleano cuyo valor por defecto es *false*.

20.4. OPERACIÓN EXECUTE

La operación *Execute* permite que un usuario invoque uno de los procesos implementados en el WPS. Para ello el usuario debe proporcionar los valores de los parámetros de entrada y obtendrá como respuesta los datos de salida generados por el proceso. Todos los servidores WPS deben implementar la operación *Execute* en respuesta a peticiones HTTP POST, utilizando únicamente codificación XML. Opcionalmente el servidor puede soportar peticiones HTTP GET.

A través del enlace siguiente se puede acceder al esquema XML que especifica el contenido y la estructura de una petición *Execute*.

<http://schemas.opengis.net/wps/2.0/wpsExecute.xsd>

A continuación, se muestra un enlace que contiene un mensaje *Execute* de ejemplo:

<http://schemas.opengis.net/wps/2.0/xml-examples/wpsExecuteRequestExample.xml>

Tabla 20.3: parámetros de la operación Execute.

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|------------------------|--|--------------------|
| Request=Execute | Nombre de la operación que se realiza en la petición. | Obligatorio |
| Service=WPS | Tipo de servicio sobre el cual se realiza la petición: WPS. | Obligatorio |
| Version | Versión de la especificación del OGC. | Obligatorio |
| Language | Indica el idioma en el que se desea recibir la respuesta. La referencia al idioma debe utilizar los códigos RFC4646. Debe ser un idioma que figure en el elemento <i>Languages</i> del documento de capacidades. | <i>Opcional</i> |
| Identifier | Indica 1 ó más identificadores. Especifica los procesos de los que se solicita la descripción. El valor de este parámetro será el obtenido en la sección "ProcessOfferings" del documento de metadatos del servicio. | Obligatorio |
| Mode | Texto que contiene el modo de ejecución: <i>sync</i> (síncrono), <i>async</i> (asíncrono) o <i>auto</i> (automático, delega la decisión al servidor) | Obligatorio |
| Response | Define el tipo de respuesta del WPS pudiendo ser "datos puros" o un documento XML. | Obligatorio |
| Input | Datos de entrada proporcionados al proceso a ejecutar | <i>Opcional</i> |
| Output | Descripción de la información de salida esperada como resultado de la ejecución del proceso, incluyendo el formato deseado y el modo de transmisión para cada dato. | <i>Opcional</i> |

Las peticiones de este tipo constan de una cabecera, como todo documento XML, donde figuran los parámetros **Service**, **Version**, **URL** del esquema, **Response** y **Mode** como se puede ver en el siguiente ejemplo.

Consta también de los elementos **Identifier**, **Inputs** y **Output**:

```
<wps:Execute xmlns:wps="http://www.opengis.net/wps/2.0"
xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wps/2.0 ../wps.xsd"
service="WPS" version="2.0.0" response="document" mode="async">
  <ows:Identifier>...</ows:Identifier>
  <wps:Input id="INPUT_GEOMETRY">...</wps:Input>
  <wps:Input id="DISTANCE">...</wps:Input>
```

La respuesta obtenida a la operación *Execute* dependerá del valor del parámetro **Response** y del **modo de ejecución**:

- Si se trata de un modo de ejecución asíncrono la respuesta será un documento de información de estado (*StatusInfo*) y contendrá un parámetro *JobID*, que permite identificar el trabajo pedido.

- Si se trata de modo de ejecución síncrono y datos puros (valor de Respuesta *raw*) la respuesta serán los datos resultantes (por ejemplo, imágenes)
- Si se trata de modo de ejecución síncrono y de un documento (valor de Respuesta *document*) se obtendrá el documento XML de dos formas posibles.
 - Almacenado en una URL accesible a través de la Web.
 - Devolviendo directamente el documento XML.

```
<wps:Execute xmlns:wps="http://www.opengis.net/wps/2.0"
xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wps/2.0 ../wps.xsd"
service="WPS" version="2.0.0" response="document" mode="async">
  <ows:Identifier>...</ows:Identifier>
  <wps:Input id="INPUT_GEOMETRY">...</wps:Input>
  <wps:Input id="DISTANCE">...</wps:Input>
```

20.5. OPERACIONES ASÍNCRONAS

Un servidor WPS con soporte para operaciones asíncronas tiene que proporcionar las siguientes operaciones: *GetCapabilities*, *DescribeProcess*, *Execute* (con modo "sync"), *GetStatus*, *GetResult* y opcionalmente la operación *Dismiss*. En este apartado se describen estas tres últimas operaciones.

20.5.1. Operación *GetStatus*

La operación *GetStatus* nos permite obtener información sobre el estado de la operación que hemos ejecutado y el tiempo en el que está previsto que finalice. Se utiliza únicamente para operaciones asíncronas.

Tabla 20.4: parámetros de la operación *GetStatus*.

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|--------------------------|--|--------------------|
| Request=GetStatus | Nombre de la operación que se realiza en la petición. | Obligatorio |
| Service=WPS | Tipo de servicio sobre el cual se realiza la petición: WPS. | Obligatorio |
| Version=2.0.0 | Versión de la especificación del OGC | Obligatorio |
| JobID | Identificador del trabajo del que se quiere saber su estado. | Obligatorio |

Tabla 20.5. Parámetros de la respuesta de una operación StatusInfo.

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|----------------------------|---|--------------------|
| JobID | Identificar del trabajo del que se informa. | Obligatorio |
| Status | Estado del trabajo | Obligatorio |
| ExpirationDate | Fecha y Hora en formato ISO-8601 desde las que el trabajo y sus resultados no serán accesibles. | Opcional |
| EstimatedCompletion | Fecha y Hora en formato ISO-8601 en las que el trabajo habrá finalizado. | Opcional |
| NextPoll | Fecha y Hora en formato ISO-8601 para indicar cuando se prevé una actualización del estado. | Opcional |
| PercentCompleted | Número entero indicando el porcentaje del proceso completo. | Opcional |

A continuación, se muestra un ejemplo de documento *StatusInfo*:

```
<wps:StatusInfo xmlns:wps="http://www.opengis.net/wps/2.0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wps/2.0 ../wps.xsd">
  JobID>FB6DD4B0-A2BB-11E3-A5E2-0800200C9A66</wps:JobID>
  <wps>Status>Accepted</wps>Status>
```

20.5.2. Operación GetResult

La operación *GetResult* permite a los clientes WPS obtener el resultado de un trabajo. Se utiliza únicamente para operaciones asíncronas.

Tabla 20.6: parámetros de la operación GetResult.

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|--------------------------|--|--------------------|
| Request=GetResult | Nombre de la operación que se realiza en la petición. | Obligatorio |
| Service=WPS | Tipo de servicio sobre el cual se realiza la petición: WPS. | Obligatorio |
| Version=2.0.0 | Versión de la especificación del OGC | Obligatorio |
| JobID | Identificador del trabajo del que se quiere saber su estado. | Obligatorio |

Tabla 7: parámetros de la respuesta a una operación GetResult.

| Parámetro | Descripción | Obligatoriedad |
|-----------------------|---|--------------------|
| JobID | Identificar del trabajo del que se informa. | Obligatorio |
| ExpirationDate | Fecha y Hora en formato ISO-8601 desde las que el trabajo y sus resultados no serán accesibles. | Condicional |
| Output | Resultado de la operación | Obligatorio |

A continuación, se muestra un ejemplo de documento *Result*:

```
<wps:Result xmlns:wps="http://www.opengis.net/wps/2.0"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wps/2.0 ../wps.xsd">
  <wps:JobID>FB6DD4B0-A2BB-11E3-A5E2-0800200C9A66</wps:JobID>
  <wps:ExpirationDate>2014-12-24T24:00:00Z</wps:ExpirationDate>
  <wps:Output id="BUFFERED_GEOMETRY">
    <wps:Reference
xlink:href="http://result.data.server/FB6DD4B0-A2BB-11E3-A5E2-
0800200C9A66/BUFFERED_GEOMETRY.xml"/>
  </wps:Output>
</wps:Result>
```

20.5.3. Operación Dismiss

La operación *Dismiss* permite que un cliente comunique al servidor que ya no está interesado en los resultados de un trabajo, por lo que el servidor lo cancelará si se encuentra en ejecución, liberará los recursos asociados a la ejecución de este trabajo como el *JobID* y también eliminará los resultados generados. Esta operación está implementada en los servidores que indican opciones de control de trabajos (*jobControlOptions*) en los documentos *ProcessSummary* y *ProcessOffering*. Para realizar la solicitud de la operación *Dismiss* se requiere, al igual que en las operaciones anteriores, indicar el *JobID*.

La respuesta a esta petición es un documento *StatusInfo*, como el recibido en el caso de realizar una petición *GetStatus*, pero en este caso el estado del trabajo aparece como "*Dismissed*".

```
<wps:StatusInfo xmlns:wps="http://www.opengis.net/wps/2.0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wps/2.0 ../wps.xsd">
  <wps:JobID>FB6DD4B0-A2BB-11E3-A5E2-0800200C9A66</wps:JobID>
  <wps:Status>Dismissed</wps:Status>
```

20.6. CLIENTES WPS Y PRUEBAS DE PETICIONES

20.6.1. WPS - Última versión (2.0.0)

El OGC proporciona una página web⁴ para consultar las implementaciones actuales de las especificaciones. Donde se puede observar que, para la versión WPS 2.0, descrita en este capítulo, existe una única implementación, proporcionada con ZOO-Project

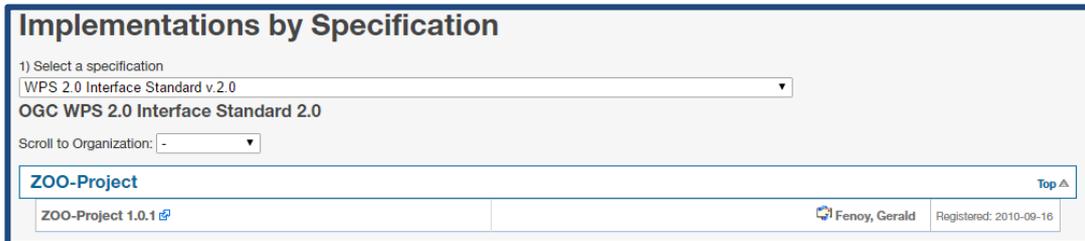


Figura 20.2. Implementaciones disponibles para WPS 2.0.0

La instalación de ZOO-Project en local requiere una instalación previa de *Python* y de *Microsoft IIS*. Sin embargo, existe una versión del servidor WPS de ejemplo en la Web de ZOO-Project que se puede utilizar para comprobar algunas consultas presentadas en este capítulo.

Consulta de *GetCapabilities*:

http://zoo-project.org/cgi-bin/zoo_loader.cgi?request=GetCapabilities&service=WPS&version=2.0.0

Puede verse una lista de procesos como los presentados en esta imagen:

```
<wps:ProcessSummary processVersion="1.0.0" jobControlOptions="sync-execute
async-execute dismiss" outputTransmission="value reference">
  <ows:Title>Demo long process.</ows:Title>
  <ows:Abstract>
    This service doesn't do anything except taking its time, it demonstrates how
    to use the updateStatus function from your ZOO Service.
  </ows:Abstract>
  <ows:Identifier>longProcess</ows:Identifier>
  <ows:Metadata xlink:title="Demo GetStatus request"/>
</wps:ProcessSummary>
<wps:ProcessSummary processVersion="2.0.0" jobControlOptions="sync-execute
async-execute dismiss" outputTransmission="value reference">
  <ows:Title>Create a shapefile from OSM dataset</ows:Title>
```

Podemos realizar una petición *DescribeProcess* sobre uno de los procesos anteriores (el de identificador *longProcess*), de la siguiente forma:

⁴ <https://www.ogc.org/resource/products/byspec>

http://zoo-project.org/cgi-bin/zoo_loader.cgi?request=DescribeProcess&service=WPS&version=2.0.0&identifier=longProcess

Ejecutamos el proceso de forma asíncrona: Para ello tenemos que lanzar una petición POST a la siguiente dirección:

http://zoo-project.org/cgi-bin/zoo_loader.cgi?request=Execute&service=WPS&version=2.0.0

con el siguiente contenido:

```
<wps:Execute xmlns:wps="http://www.opengis.net/wps/2.0"
xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wps/2.0 ../wps.xsd" service="WPS"
version="2.0.0" response="document" mode="async">
  <ows:Identifier>longProcess</ows:Identifier>
  <wps:Output id="Result" transmission="reference"/>
</wps:Execute>
```

El resultado de la petición es:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<wps:StatusInfo xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0"
xmlns:wps="http://www.opengis.net/wps/2.0"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wps/2.0
http://schemas.opengis.net/wps/2.0/wps.xsd">
  <wps:JobID>87a58c28-ae41-11e6-9b0d-525400a6dd70</wps:JobID>
  <wps:Status>Accepted</wps:Status>
</wps:StatusInfo>
```

Comprobamos el estado de la ejecución justo después de la invocación anterior: Para ello tenemos que utilizar en la invocación el mismo *JobID* que se nos ha proporcionado:

http://zoo-project.org/cgi-bin/zoo_loader.cgi?request=getStatus&service=WPS&version=2.0.0&jobid=87a58c28-ae41-11e6-9b0d-525400a6dd70

El resultado de la petición será un documento *StatusInfo* mostrando el resultado satisfactorio:

```
<wps:StatusInfo xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/2.0"
xmlns:wps="http://www.opengis.net/wps/2.0"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wps/2.0
http://schemas.opengis.net/wps/2.0/wps.xsd">
  <wps:JobID>87a58c28-ae41-11e6-9b0d-525400a6dd70</wps:JobID>
  <wps:Status>Succeeded</wps:Status>
</wps:StatusInfo>
```

Además de poder realizar peticiones al servidor WPS de Zooservice, este Geoportal nos permite utilizar algunos ejemplos de procesamiento. Como ejemplo, el servicio de *Elevation Profile*, que funciona sobre WPS, nos permite calcular una serie de perfiles longitudinales donde se puede observar las distintas altitudes de los puntos de la superficie del terreno que atraviesa la línea que hemos dibujado.

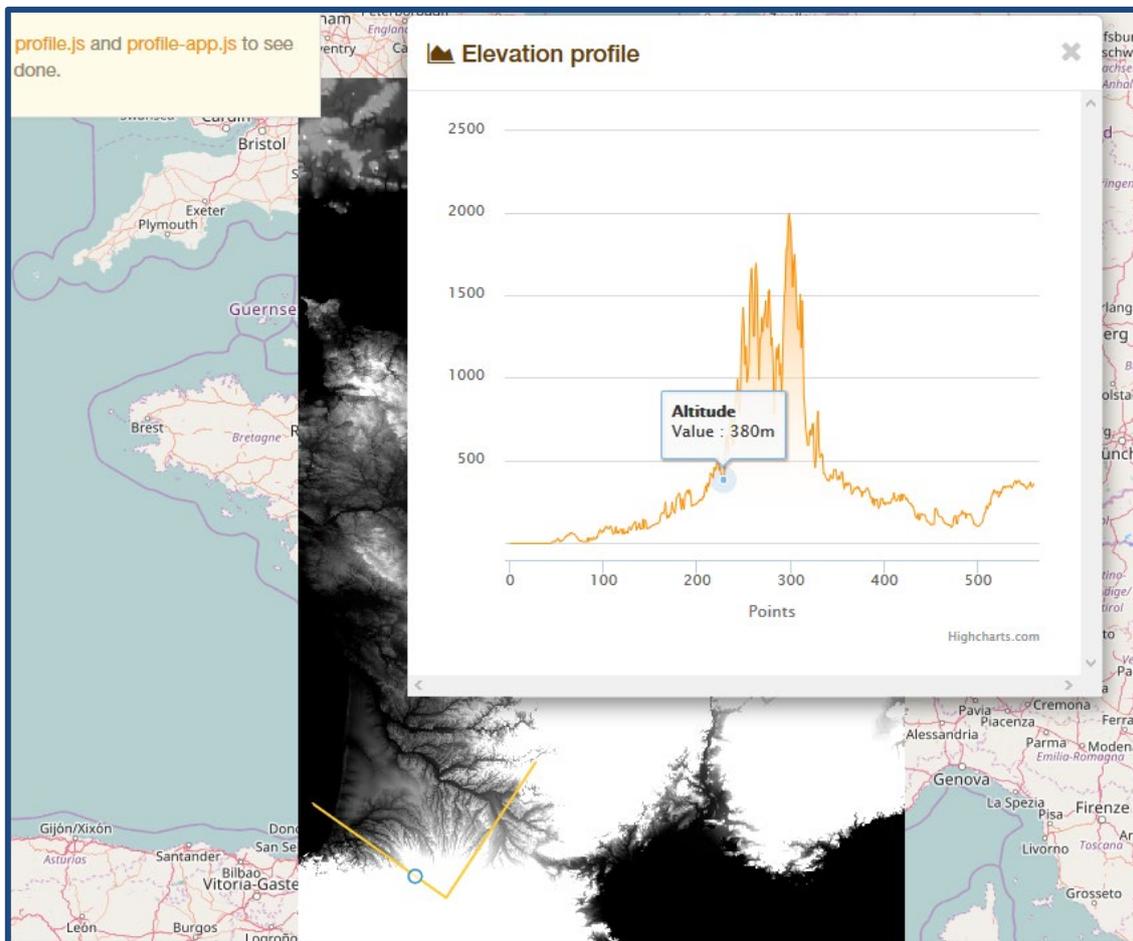


Figura 20.3– ZooService: Resultado de aplicar el proceso de Perfil Longitudinal sobre la línea dibujada.

20.6.2. WPS - Versiones previas

En la siguiente página web⁵ se puede observar que existen varias implementaciones para las versiones anteriores de WPS, entre otras, las proporcionadas por: 52 North, Deegree, Boundless Geoserver y OpenGeo Suite, ESRI ArcGIS, etc. En la siguiente figura se pueden observar algunas de ellas.

⁵ <https://www.ogc.org/resource/products/byspec>

| | | |
|---|------------------|------------------------|
| IST-SUPSI Top ▲ | | |
| GeoShield Project 0.2.1 ↗ | Antonovic, Milan | Registered: 2010-11-30 |
| JUNGDO UIT Top ▲ | | |
| GeoNURIS GeoWeb Server V1.0 ↗ | Nam-Gyun Kim | Registered: 2010-11-02 |
| lat/lon GmbH Top ▲ | | |
| deegree webservices 3.3 ↗ | Fitzke, Jens | Registered: 2013-06-06 |
| LBS Plus co. Ltd. Top ▲ | | |
| GNIS Server 2.0 ↗ | Lee, Seung-Jun | Registered: 2008-12-05 |
| Liquid Technologies Top ▲ | | |
| Liquid XML Data Binder 7.0.2 ↗ | Sprott, Simon | Registered: 2009-01-12 |

Figura 20.4– Extracto de implementaciones disponibles para WPS 1.0.0 (<https://www.ogc.org/resource/products/byspec>)

20.6.2.1. Cliente Deegree

El cliente Web Deegree⁶ permite realizar pruebas de peticiones *Execute* y ver los resultados. La URL para realizar pruebas es la siguiente:

- <http://demo.deegree.org/wps-workspace/>

Para probar los ejemplos accedemos al cliente de pruebas de Deegree. Tenemos la posibilidad de ejecutar peticiones *GetCapabilities*, *DescribeProcess* y *Execute*.

Operación a ejecutar

Choose: wps | geometry | Touches.xml

```
<wps:Execute xmlns:wps="http://www.opengis.net/wps/1.0.0" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/1.1" service="WPS"
version="1.0.0" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wps/1.0.0
http://schemas.opengis.net/wps/1.0.0/wpsExecute_request.xsd">
  <ows:Identifier>Touches</ows:Identifier>
  <wps>DataInputs>
    <wps:Input>
      <ows:Identifier>GMLInput1</ows:Identifier>
      <wps>Data>
        <wps:ComplexData>
          <Curve xmlns="http://www.opengis.net/gml" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" gml:id="C1"
srsName="EPSG:4326" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/gml
http://schemas.opengis.net/gml/3.1.1/base/geometryPrimitives.xsd">
```

Contenido de la petición

URL: <http://demo.deegree.org:80/wps-workspace/services/> send

Ejecución de la petición

download response

Visualización de resultados

Figura 20.4– Ejecución de peticiones en Cliente de ejemplo de Deegree

20.6.2.2. Cliente udig

uDig⁷ es una aplicación Geoespacial y una plataforma a través de la cual los desarrolladores pueden crear aplicaciones nuevas y derivadas. uDig es una aplicación de escritorio *Open Source* construido con tecnología *Eclipse Rich Client*

⁶ <http://www.deegree.org/>

⁷ <http://udig.refractions.net/>

(RCP). El objetivo de *uDig* es proporcionar una solución completa de Java para acceder a datos de SIG de escritorio, editar, visualizar y realizar tratamientos. Puede ser ejecutado en Windows, Mac OS/X y Linux y proporciona servicios WMS, WFS, WPS y soporte a formatos como GeorSS, KML, teselado).

Basándose en la descripción de *uDig* y en la necesidad de tramitar servicios distribuidos en Internet, desde 52North se desarrolló un *plugin* para *uDig*, compatible con la versión 1.2.0. Este *plugin* permite a *uDig* interactuar con servidores WPS que implementen la versión 1.0.0. Además, se pueden alimentar los procesos con datos de entrada proporcionados por *uDig*, como capas o información introducida por el usuario.

El resultado de ejecución de los procesos también puede ser representado en el mapa como nuevas capas.

El repositorio de *github* con el código del *plugin* WPS para *uDig* se encuentra en: <https://github.com/52North/uDig-WPS-plugin>

20.6.2.3. Cliente WPS de CartoCiudad

El servicio de Geoprocesamiento de Cartociudad⁸ cumple la especificación WPS 1.0.0. Este servicio se invoca a través de peticiones HTTP POST en un cliente desarrollado por CartoCiudad. Permite ejecutar más de 9 geo-procesos entre los cuales se encuentra el cálculo de rutas (RouteFinder), áreas de influencia (CircleGenerator, Manhattan Generator), Punto más cercano (ClosestPointFinder), etc.

El servicio se encuentra en la siguiente dirección: <http://www.cartociudad.es/portal/web/guest/calculos>

Pestaña “Cliente WPS”

A continuación, se muestra la petición para la ejecución del proceso de Geocodificación:

The screenshot shows a web interface for the CartoCiudad WPS client. At the top, there is a text input field for the service URL containing 'http://www.cartociudad.es/wps/WebProcessingService' and a dropdown menu for examples with 'cc.Geocode.xml' selected. Below this is a large text area containing an XML request. The XML is as follows:

```
<wps:DataInputs>
  <wps:Input>
    <ows:Identifier>address</ows:Identifier>
    <wps>Data>
      <wps:LiteralData dataType="xs:string">Calle Francisca Calonge, 7, Madrid, Madrid</wps:LiteralData>
    </wps>Data>
  </wps:Input>
  <wps:Input>
    <ows:Identifier>max_results</ows:Identifier>
    <wps>Data>
      <wps:LiteralData dataType="xs:integer">10</wps:LiteralData>
    </wps>Data>
  </wps:Input>
</wps:DataInputs>
<wps:ResponseForm>
  <wps:ResponseDocument store="false" lineage="false" status="false">
    <wps:Output asReference="false" schema="http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1
```

At the bottom of the interface, there are two buttons: 'Enviar' and 'Limpiar'.

Figura 20.5– Ejecución de peticiones en Cliente de ejemplo de CartoCiudad⁹

⁸ <https://www.cartociudad.es>

⁹ <https://www.cartociudad.es/>

Este algoritmo localiza una dirección postal a partir de un texto libre. Recibe como parámetros de entrada una dirección postal dada como texto libre y el número máximo de resultados deseados de direcciones encontradas que coinciden o se acercan a la dirección postal de entrada.

El proceso genera como respuesta un GML con una salida (*ProcessOutputs*) que contiene los portales y puntos kilométricos encontrados en la base de datos de CartoCiudad, con los siguientes atributos: Geometría con las coordenadas, grado de coincidencia con el resultado, descripción, nombre de la provincia, municipio, vía, portal y código postal,

Ejemplo de respuesta:

```
<n52:GEOMETRY>
  <gml:MultiPoint srsDimension="2"
    srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
    <gml:pointMember>
      <gml:Point srsDimension="2">
        <gml:pos>-3.7035464218930096 40.4683403990205</gml:pos>
      </gml:Point>
    </gml:pointMember>
  </gml:MultiPoint>
</n52:GEOMETRY>
<n52:priority>1</n52:priority>
<n52:status>1</n52:status>
<n52:comments>Portal/Pk encontrado.</n52:comments>
<n52:province>Madrid</n52:province>
<n52:municipality>Madrid</n52:municipality>
<n52:road_type>CALLE</n52:road_type>
<n52:road_name>FRANCISCA CALONGE</n52:road_name>
<n52:numpk_name>7</n52:numpk_name>
<n52:zip>28029</n52:zip>
```

20.6.2.4. Servicio del Instituto Geográfico Nacional, IGN

El IGN¹⁰ pone a disposición un servicio de transformación de coordenadas, que cumple la especificación WPS 1.0.0. Este servicio permite transformar una geometría GML de un sistema de referencia a otro. Las versiones del estándar GML que soporta son 2.1.1, 3.0.1, 3.1.1 o 3.2.1.

El servicio está soportado por Deegree¹¹, y se encuentra en la siguiente dirección: <http://www.ign.es/wps-transformacion/wps/index.jsp>

Siendo esta dirección la necesaria para la invocación de capacidades del WPS: www.ign.es/wps-transformacion/servicios?request=GetCapabilities&service=WPS

20.7. CONCLUSIONES

La especificación WPS define una interfaz estandarizada para procesar información espacial y gestionar los resultados de estos procesos. La interfaz del servicio WPS permite identificar las entradas del proceso, iniciar el procesamiento

¹⁰ <https://www.ign.es>

¹¹ <https://www.deegree.org/>

de los datos y gestionar los resultados para que puedan ser utilizados por los clientes.

La versión 2.0 de este estándar ha sido publicado en marzo de 2015, e introduce algunas mejoras en la descripción de los procesos, análisis de rendimiento de los procesos o *profiling*, monitorización del estado de la ejecución, invocación de procesos síncronos y asíncronos y flexibilidad en las invocaciones, que pueden realizarse a través de REST y SOAP. La funcionalidad de invocación asíncrona es especialmente útil, ya que se adapta bien a escenarios complejos, en los que el resultado de los procesos puede llevar un tiempo considerable, como el procesamiento de grandes volúmenes de datos o la aplicación de algoritmos complejos con fines estadísticos.

En conclusión, el estándar WPS 2.0 representa un modelo de comunicación para servicios Web que necesiten procesamiento intensivo, complementando otras tecnologías en el campo de los servicios Web como *Websockets* o HTTP2.

20.8. REFERENCIAS

Andrea Calia. *Viability assessment of WPS 2.0 services as communication standard for expensive web-based machine learning analysis. A case of study: Indoor Location*. Trabajo fin de Máster: Master of Science on Geospatial Technologies, Universitat Jaume I, Marzo 2016. Accesible vía:

<https://run.unl.pt/bitstream/10362/18408/1/TGE00154.pdf>

Especificación WPS 2.0 OGC. Accesible vía: <http://docs.opengeospatial.org/is/14-065/14-065.html>

Ejemplos XML de las peticiones para WPS 2.0.0. Accesible vía:

<http://schemas.opengis.net/wps/2.0/xml-examples/>

Guía de instalación de *Zoo-project* en Windows. Accesible vía: <http://zoo-project.org/docs/install/windows.html>

Lista de implementaciones sobre servicios del OGC. Accesible vía:

<https://www.ogc.org/resource/products/byspec>

Página web de WPS en OGC. Accesible vía: <https://www.ogc.org/standards/wps>

PyWPS: Implementación del WPS en Python. Accesible vía: <http://pywps.org/>

«Esas ambigüedades, redundancias y deficiencias recuerdan las que el doctor Franz Kuhn atribuye a cierta enciclopedia china que se titula Emporio celestial de conocimientos benévolos. En sus remotas páginas está escrito que los animales se dividen en (a) pertenecientes al Emperador, (b) embalsamados, (c) amaestrados, (d) lechones, (e) sirenas, (f) fabulosos, (g) perros sueltos, (h) incluidos en esta clasificación, (i) que se agitan como locos, (j) innumerables, (k) dibujados con un pincel finísimo de pelo de camello, (l) etcétera, (m) que acaban de romper el jarrón, (n) que de lejos parecen moscas»

Jorge Luis Borges (El idioma analítico de John Wilkins, 1952)

Servicio de Catálogo y Clientes

*Manso Callejo, Miguel Ángel
Universidad Politécnica de Madrid*

Capítulo

21

Contenido

| | |
|---|-----|
| 21.1. INTRODUCCIÓN | 641 |
| 21.2. OPERACIONES DEL SERVICIO | 643 |
| 21.3. OPERACIONES DE LOCALIZACIÓN | 644 |
| 21.4. OPERACIONES DE GESTION | 647 |
| 21.5. CLIENTES DE CATÁLOGO | 651 |
| 21.6. CONCLUSIONES..... | 654 |
| 21.7. REFERENCIAS | 655 |

21.1. INTRODUCCIÓN

El servicio de catálogo o de localización en una Infraestructura de Datos Espaciales es una pieza esencial ya que permite ofrecer una de las funcionalidades básicas y soporta uno de principios de la directiva INSPIRE: el descubrimiento o localización de recursos de información geográfica (datos y servicios). El servicio de catálogo desempeña una función de intermediario entre los productores, o proveedores de información, y los clientes o consumidores, facilitando la labor de localización y acceso a los productos y servicios. Esto es posible gracias a las descripciones que realizan sus responsables en forma de metadatos. En el capítulo anterior ya se ha profundizado en este concepto y se han estudiado los estándares de metadatos en el ámbito de la información geográfica. En este capítulo nos centraremos en las funcionalidades que el **servicio de catálogo en la web** (CSW) proporciona y en los clientes (ligeros / pesados) que existen describiendo sus principales funcionalidades.

El proceso de estandarización del OGC en torno a este servicio podría considerarse uno de los más largos en el tiempo. Desde la primera versión 1.0.0 del estándar de Interfaz de Catálogo (1999), pasando por su versión 1.1.1 (2002), la especificación de su implementación en su versión 2.0.1 (2004), la versión vigente en la actualidad 2.0.2 (2007), hasta llegar a las últimas especificaciones de los modelos generales de los servicios de catálogo o su concreción para el protocolo HTTP en su versión 3.0.0 (2016). Además de la evolución en el tiempo se ha visto matizado con los perfiles de metadatos ISO, perfiles de información de registros electrónicos (eBRIM: *electronic business Registry Information Model*), para el estándar de búsqueda en bibliotecas (FZ39.50) o estándar de registro de servicios web (UDDI: *Universal Description, Discovery and Integration*).

El OGC en su modelo de referencia describe el esquema de la Figura 1 con los metadatos, el servicio de catálogo y los clientes en un diagrama de 3 capas y sus relaciones. Cualquier usuario a través de la aplicación cliente de catálogo podrá conectarse con un servicio de catálogo (capa superior), negociar la versión del estándar de intercambio de información entre cliente y servidor, realizar consultas específicas o generales sobre los metadatos (registros de metadatos), o el dominio de valores de un elemento de los metadatos, así como lanzar búsquedas simples o complejas sobre dichos metadatos. Esta búsqueda la puede desarrollar el servicio de catálogo sobre los metadatos que él gestiona o puede desencadenar una búsqueda distribuida sobre un conjunto de catálogos a los que se encuentra federado (capa intermedia). El servicio esperará a completar la respuesta con los resultados de las búsquedas y se la entregará a la aplicación cliente. El usuario una vez vea y analice la información reportada por la búsqueda, decidirá solicitar información ampliada al servicio de catálogo y descargar el registro de metadatos completo para completar el análisis de sus descripciones y tomar las decisiones pertinentes para finalmente, si procede, acceder a los datos o servicios descritos a través de la vinculación que ha de existir entre metadatos y recurso (enlace entre los metadatos y recursos).

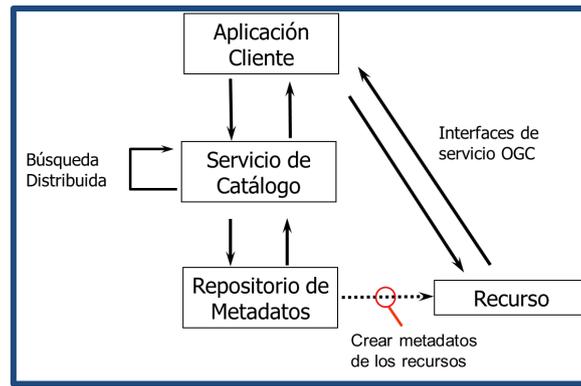


Figura 21.1. Adaptación de la figura arquitectura del modelo de referencia OGC.

A continuación se describe, a nivel funcional, las interfaces del servicio, es decir las operaciones que define para su uso, clasificando dichas operaciones la función que desempeñan o su finalidad:

- **Operaciones de servicio:** se utilizan para interrogar las características del servicio (*GetCapabilities*, *DescribeRecord* y *GetDomain*).
- **Operaciones de localización:** se usan para determinar el modelo de información del catálogo y consultar los registros (*GetRecords* y *GetRecordById*).
- **Operaciones de gestión:** permiten crear o modificar registros del catálogo (*Transaction*, *Harvest* y *unHarvest*).

Para finalizar esta introducción se presenta una tabla resumen con los nombres de las operaciones, la función que desempeñan y la variación experimentada en las dos últimas versiones del estándar (2.0.2 – 3.0.0).

Tabla 21.1. Operaciones del servicio CSW para el protocolo HTTP y codificación KVP y/o XML

| Operación | Descripción | V 2.0.2 | V 3.0.0 |
|----------------------------------|---|---------|-----------------------------|
| <i>GetCapabilities</i> | Permite a los clientes obtener los metadatos del servicio CSW. | GET | GET/POST |
| <i>DescribeRecord (Opcional)</i> | Informa acerca de la estructura de los registros de metadatos. | POST | ----- |
| <i>GetDomain (Opcional)</i> | Proporciona información sobre los valores que pueden adoptar los elementos/atributos (rango de valores) para ayudar a restringir las búsquedas. | POST | GET/POST |
| <i>GetRecords</i> | Realiza la búsqueda según los parámetros especificados por el usuario y devuelve los metadatos que satisfacen la consulta | POST | GET/POST (Básico/Asíncrono) |
| <i>GetRecordById</i> | Obtiene los metadatos de los recursos mediante sus identificadores (es un caso particular de la operación <i>GetRecords</i>). | GET | GET/POST |
| <i>Transaction</i> | Permite crear, modificar y borrar registros de metadatos. | POST | POST |
| <i>Harvest</i> | El servicio de catálogo recibe la dirección de otro catálogo o servicio OGC cuyos formatos de metadatos sean conocidos y manejables por el | POST | GET/POST (Básico/Asíncrono) |
| <i>unHarvest</i> | Elimina los registros de metadatos añadidos por una operación <i>Harvest</i> . | ----- | GET/POST |

21.2. OPERACIONES DEL SERVICIO

En esta sección se describen las operaciones *GetCapabilities*, *DescribeRecord* y *GetDomain*.

La operación *GetCapabilities*, de implementación obligatoria, permite que los clientes de catálogo obtengan los metadatos del servicio, así como negociar la versión del estándar a utilizar en el intercambio de información. Como se ha indicado en la Tabla 1, esta operación soporta los métodos: GET codificando mediante KVP los parámetros y POST codificándolos en un documento XML. Los parámetros de la operación son: *Request*, *Service*, *Sections*, *AcceptVersions* y *AcceptFormats*. El parámetro *Sections* permite restringir la respuesta del servicio a las secciones del documento *Capabilities* deseadas: *ServiceIdentification*, *ServiceProvider*, *OperationsMetadata*, *Filter_Capabilities*. Si no se indica se obtienen todas las secciones. A continuación, se muestra un ejemplo de uso de estas operaciones con el servicio de localización del Catálogo Oficial de Datos y Servicios INSPIRE, CODSI¹

Ejemplos de operaciones *GetCapabilities*

HTTP GET: <https://www.ideo.es/csw-codsi-ideo/srv/spa/csw?Request=GetCapabilities&Service=CSW>

HTTP POST:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<GetCapabilities service="CSW" version="2.0.2"
xmlns="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2/
http://schemas.opengis.net/csw/2.0.2/CSW-discovery.xsd" />
```

Puede experimentarlo en: <http://demo.degree.org/csw-workspace/console/client/client.xhtml>

Además de analizar los metadatos de las primeras secciones de la respuesta: *ServiceIdentification*, *ServiceProvider*, la sección *OperationsMetadata* aporta información relevante sobre las operaciones que implementa el servidor (además de las obligatorias, las opcionales y las propias del fabricante/vendedor). También si soportan los métodos Get y Post o solo uno de ellos. En la nueva versión del estándar, el servidor ha de informar en el documento *Capabilities* de las restricciones del servicio. Estas restricciones indican con un valor true/false si implementan las operaciones y el método (KVP/XML) o si las operaciones son síncronas o asíncronas (sección 7.1.5.3 del estándar).

La operación opcional *DescribeRecord* permite conocer la estructura de los registros. En la versión 3 del estándar desaparece. Los parámetros de la operación son: *Request*, *Service*, *Version*, *Namespace*, *TypeName*, *outputFormat*, *schemaLanguage*. Así *Namespace* define los espacios de nombres utilizados en los documentos XML, *TypeName* identifica el estándar de metadatos a describir,

¹ <http://www.ideo.es/csw-codsi-ideo/srv/spa/catalog.search#/home>).

outputFormat el formato MIME de salida de la descripción y el último parámetro los esquemas XML usados. A continuación se muestra un ejemplo de uso de esta operación.

Ejemplos de operaciones *DescribeRecord*

HTTP GET: <http://www.ideo.es/csw-codsi-ideo/srv/spa/csw?service=CSW&version=2.0.2&request=DescribeRecord&&outputFormat=application/xml>

HTTP POST:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<DescribeRecord service="CSW" version="2.0.2"
xmlns="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2"
xmlns:gmd="http://www.isotc211.org/2005/gmd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2/
http://schemas.opengis.net/csw/2.0.2/CSW-discovery.xsd">
  <TypeName>gmd:MD_Metadata</TypeName>
</DescribeRecord>
```

Puede experimentarlo en: <http://demo.degree.org/csw-workspace/console/client/client.xhtml>

La operación opcional *GetDomain* permite conocer en tiempo real el rango de valores válidos de un elemento de los metadatos o de un parámetro de una operación. Los parámetros de la operación son: *Request*, *Service*, *Version*, *ParameterName*, *PropertyName*. *ParameterName* selecciona en forma de lista los nombres de los parámetros solicitados sin necesidad de estar ordenados, de la forma *OperationName.ParameterName*. *PropertyName* define una lista de propiedades que se solicitan sin necesidad que estos se proporcionen de forma ordenada. Seguidamente se muestra un ejemplo de uso de esta operación.

Ejemplos de operaciones *GetDomain*

HTTP GET: <https://www.ideo.es/csw-codsi-ideo/srv/spa/csw?service=CSW&version=2.0.2&request=GetDomain&PropertyName=title>

HTTP POST:

```
<?xml version="1.0"?>
<csw:GetDomain xmlns:csw="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2"
service="CSW" version="2.0.2">
  <csw:PropertyName>Title</csw:PropertyName>
</csw:GetDomain>
```

21.3. OPERACIONES DE LOCALIZACIÓN

En esta sección se describen las operaciones *GetRecords* y *GetRecordById*. Son las operaciones más importantes de este servicio y permiten: la primera comprobar si la búsqueda está bien construida, obtener el nº de resultados que cumplen los requisitos y descargar una descripción abreviada de dichos registros de metadatos; la segunda acceder directamente a un registro de metadatos una vez

que se conoce el identificador único asignado al recurso en el catálogo. Funciona en dos fases como las búsquedas usuales en la web. El resultado de la búsqueda ofrece una vista general de los candidatos y una vez explorada la información resumida se accede a un resultado en concreto para seguir investigando o evaluando los metadatos.

Los parámetros de la operación `GetRecords` son: `Service`, `Version`, `Request`, `Namespace`, `TypeName`, `outputFormat`, `schemaLanguage`, `startPosition`, `maxRecords`, `typeName`, `elementSetName` o `elementName`, `CONSTRAINTLANGUAGE`, `Constraint`, `SortBy`, `DistributedSearch`, `HopCount`, `ResponseHandler` y `RequestId`. Siendo su significado el siguiente:

- `startPosition` indica el registro desde el que se empieza la búsqueda;
- `maxRecords` establece el número máximo de registros que deben ser devueltos para una consulta;
- `typeName` es una lista de uno o más nombres de las entidades consultables en el modelo de información del catálogo que puede ser limitada en la consulta;
- `ElementSetName` o `ElementName` indican la lista de elementos o conjunto de elementos de los metadatos que deben devolverse; `CONSTRAINTLANGUAGE` identifica el lenguaje utilizado para definir las consultas: `CQL_TEXT` o `FILTER`;
- `Constraint` es una restricción que debe cumplir el conjunto resultado. Se expresa según el lenguaje indicado en el parámetro `CONSTRAINTLANGUAGE`;
- `SortBy` identifica el atributo por el que ordenar el conjunto de resultados;
- `DistributedSearch` indica que la consulta puede ser distribuida;
- `hopCount` limita el número de veces que puede transmitirse la consulta;
- `ResponseHandler` indica si la operación es sincronizada o no;
- `RequestId` este parámetro puede incluirse en la identificación exclusiva un este mensaje de solicitud. Su valor será alguna URI.

La versión 3.0.0 del catálogo incorpora otros parámetros adicionales: `ClientId`, `DistributedSearchId`, `DistributedSearchIdTimeout`, `FederatedCatalogues` y `ResponseHandler`.

A continuación, se presenta un ejemplo de una consulta.

Ejemplos de operaciones `GetRecords`

HTTP GET:

http://www.idejaen.es/csw?REQUEST=GetRecords&SERVICE=CSW&version=2.0.2&constraintLanguage=CQL_TEXT&typeName=csw:Record&resultType=results&maxRecords=30

HTTP POST

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<GetRecords      service="CSW"          version="2.0.2"          maxRecords="5"
startPosition="1" resultType="results"
```

```
outputFormat="application/xml"
outputSchema="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2"
xmlns="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2"
xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2 ../../../csw/2.0.2/CSW-discovery.xsd">
<ResponseHandler>ftp://www.myserver.com/pub/MyQuery_Resp.xml</Response
Handler>
  <Query typeNames="Record">
    <ElementSetName>brief</ElementSetName>
    <Constraint version="1.1.0">
      <ogc:Filter>
        <ogc:PropertyIsLike          wildcard="%"          singleChar="_"
          escapeChar="\ ">
          <ogc:PropertyName>AnyText</ogc:PropertyName>
          <ogc:Literal>%pollution%</ogc:Literal>
          </ogc:PropertyIsLike>
        </ogc:Filter>
      </Constraint>
    </Query>
  </GetRecords>
```

El documento con la respuesta puede contener los elementos:

- *GetRecordsResponse*: es el contenedor de la respuesta la operación *GetRecords* y puede contener tres niveles de detalle:
 - *RequestId*: es el identificador asignado a la respuesta en base a un *GetRecords*.
 - *SearchStatus*: indica el estado de la consulta: *complete*, *subset*, *interim*, *processing* o *none*.
 - *SearchResults*: es un contenedor genérico para las respuestas, cuyo contenido será el conjunto de registros resultado de la consulta. Dentro de esta etiqueta pueden aparecer atributos tales como: *resultSetId*, *elementSet*, *recordSchema* *numberOfRecordsMatched*, *numberOfRecordsReturned*, *nextRecord* o *expires*.

La operación *GetRecordById* permite solicitar registros de metadatos al catálogo identificándolos mediante sus claves de registro o identificadores. Los parámetros de petición son: *Request*, *Service*, *Version*, *ElementSetName*, *outputFormat*, *outputSchema*, *Id*. Con el siguiente significado:

- *ElementSetName* indica la vista de los metadatos que componen la respuesta mediante uno de los valores permitidos: *brief*, *summary* o *full*;
- *outputFormat* indica el formato MIME de salida;
- *application/xml* es el único formato de salida obligatorio de implementar en el servidor. Si el servidor soporta otros: *text/html* o *text/plain* lo ha de informar en las *capabilities*;
- *outputSchema* indica el esquema de la salida generada;

- Id éste parámetro indica un listado de identificadores separados por comas para los registros que un CSW devolverá a un cliente.

En la codificación XML, se pueden usar uno o más elementos <Id> para especificar el identificador de registro a recuperar.

A continuación, se presenta un ejemplo de peticiones *GetRecordById*, con el identificador correspondiente a los metadatos del conjunto de datos de Redes de Transporte del Sistema Cartográfico Nacional de España, SCNE², «spain_IGR_Transporte».

Ejemplos de operaciones *GetRecordById*

HTTP GET

http://www.ideo.es/csw-codsi-ideo/srv/spa/csw?SERVICE=CSW&VERSION=2.0.2&REQUEST=GetRecordById&outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&ElementSetName=full&ID=spain_IGR_Transporte

HTTP POST

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<GetRecordById xmlns="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2
http://schemas.opengis.net/csw/2.0.2/CSW-discovery.xsd" service="CSW"
version="2.0.2" outputSchema="http://www.isotc211.org/2005/gmd">
  <Id>spain_IGR_Transporte</Id>
  <ElementSetName>full</ElementSetName>
</GetRecordById>
```

21.4. OPERACIONES DE GESTION

En esta sección se describen las operaciones: *Transaction*, *Harvest*, *unHarvest*.

La operación *Transaction* permite crear, modificar y borrar de registros de metadatos del catálogo. Estas operaciones sólo se pueden invocar a través del método POST codificadas en documentos XML. Debajo del elemento raíz *Transaction* los posibles elementos permitidos son: *Insert*, *Update* o *Delete* y se le puede asociar un atributo que identifique la petición (*requestId*). Cada una de las tres sub-operaciones precisa de sus propios parámetros. Así para la operación *Insert* se espera el metadato a insertar y el atributo *typeName*. Para la operación *Update* además del atributo *typeName* se puede proporcionar una condición a aplicar sobre un atributo de los metadatos (*Constraint + RecordProperty*) y el nuevo valor de dicha propiedad para actualizarla. Finalmente para la operación *Delete* además del atributo *typeName* se ha de indicar la restricción (criterio de selección) para los registros de metadatos a borrar. A continuación se presenta un ejemplo para cada uno de las tres sub-operaciones.

² <http://www.scne.es/>

Ejemplo de operación *Transaction-Insert*

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<csw:Transaction service="CSW" version="2.0.2"
xmlns:csw="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2"> <Insert>
  <MD_Metadata .....
  .....
  </MD_Metadata>
</Insert>
</Transaction>
```

Ejemplo de operación *Transaction-Update*

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<csw:Transaction service="CSW" version="2.0.2"
xmlns:csw="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2"
xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
xmlns:apiso="http://www.opengis.net/cat/csw/apiso/1.0">
  <csw:Update>
    <csw:RecordProperty>
      <csw:Name>OrganisationName</csw:Name>
      <csw:Value>Automated Geographic Reference Center - Updated
property</csw:Value>
    </csw:RecordProperty>
    <csw:RecordProperty>
      <csw:Name>MetadataPointOfContact</csw:Name>
      <csw:Value>Utah State Government - Updated
property</csw:Value>
    </csw:RecordProperty>
    <!-- XPath property -->
    <csw:RecordProperty>
      <csw:Name>gmd:identificationInfo/gmd:MD_DataIdentification/gmd:citatio
n/gmd:CI_Citation/gmd:title/gco:CharacterString</csw:Name>
      <csw:Value>Municipalities 2004 (Archive) - Updated
property</csw:Value>
    </csw:RecordProperty>
    <csw:Constraint version="1.1.0">
      <ogc:Filter>
        <ogc:PropertyIsEqualTo>
          <ogc:PropertyName>Identifier</ogc:PropertyName>
          <ogc:Literal>bf7ab961-a69f-48e9-a6da-
61c207de86d6</ogc:Literal>
        </ogc:PropertyIsEqualTo>
      </ogc:Filter>
    </csw:Constraint>
  </csw:Update>
</csw:Transaction>
```

Ejemplo de operación *Transaction-Delete*

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<csw:Transaction service="CSW" version="2.0.2"
xmlns:csw="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2"
xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
xmlns:apiso="http://www.opengis.net/cat/csw/apiso/1.0">
  <csw:Delete>
    <csw:Constraint version="1.0.0">
      <ogc:Filter>
        <ogc:PropertyIsLike wildCard="%" singleChar="_"
escape="/">
          <ogc:PropertyName>apiso:identifiier</ogc:PropertyName>
          <ogc:Literal>bf7ab961-a69f-48e9-a6da-
61c207de86d6</ogc:Literal>
        </ogc:PropertyIsLike>
      </ogc:Filter>
    </csw:Constraint>
  </csw:Delete>
</csw:Transaction>
```

La operación *Harvest* facilita la administración del catálogo posibilitando que el propio servicio realice tareas programadas de forma periódica, o puntalmente, para recolectar registros de metadatos de distintos servicios actualizando o insertando metadatos en el catálogo. Dado que solo permite insertar o actualizar registros de metadatos, en la última versión del catálogo el OGC ha visto conveniente añadir otra operación opcional *unHarvest* que permita limpiar o borrar metadatos añadidos en el catálogo por una operación *Harvest*. Los parámetros de ésta operación son: *Request*, *Service*, *Version*, *NAMESPACE* (como en la mayoría de las operaciones) y los siguientes cuyo significado es:

- *Source* indica la URI de la que se recolectan los metadatos;
- *ResourceType* hace referencia al esquema de los registros;
- *ResourceFormat* identifica el formato MIME de los recursos que se están solicitando, en la siguiente tabla se listan los que define el estándar en su versión 3;
- *ResponseHandler* es un URL que hace referencia a una persona o entidad a la que se debe responder cuando se ha completado el procesamiento de recolección de solicitudes de forma asincrónica;
- *HarvestInterval* que especifica un intervalo de tiempo entre recolecciones de metadatos.

A continuación, se presentan unos ejemplos de uso de esta operación.

Ejemplos de operaciones *Harvest*

HTTP GET

[http://www.myserver.com/csw/csw.cgi?request=Harvest&version="2.0.2"&source=http://www.ign.es/wms-inspire/unidades-administrativas?request=GetCapabilities&service=WMS&resourcetype=http://www.opengis.net/wms&resourceformat=application/xml&responsehandler=mailto:anymail@domain.net &harvestinterval=P2W](http://www.myserver.com/csw/csw.cgi?request=Harvest&version=)

HTTP POST

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<csw:Harvest service="CSW" version="2.0.2"
xmlns:csw=http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2
http://schemas.opengis.net/csw/2.0.2/CSW-publication.xsd">
  <csw:Source>http://www.ign.es/wms-inspire/unidades-
  administrativas?request=GetCapabilities&service=WMS</csw:Source>
  <csw:ResourceType>http://www.opengis.net/wms</csw:ResourceType>
  <csw:ResourceFormat>application/xml</csw:ResourceFormat>
  <csw:HarvestInterval>P2W</csw:HarvestInterval>

<csw:ResponseHandler>mailto:anymail@domain.net</csw:ResponseHandler>
</csw:Harvest>
```

Tabla 21.2. Tipos de recursos definidos en la versión 3 del estándar de catálogo

| URI | Descripción |
|---|--|
| http://www.opengis.net/wms | Todas las versiones actuales del WMS |
| http://www.opengis.net/wfs | Todas las versiones actuales del WFS |
| http://www.opengis.net/wcs | Todas las versiones actuales del WCS |
| http://www.opengis.net/cat/csw | Todas las versiones actuales del CSW |
| http://www.opengis.net/wmts | Todas las versiones actuales del WMTS |
| http://www.fgdc.gov/metadata/csdgm | Estándar de metadatos CSDGM del FGDC versión 2.0 |
| http://www.auslig.gov.au/dtd/anzmeta-1.3.dtd | Estándar de la IDE de Australia |
| http://www.isotc211.org/schemas/2005/gmd/ | Metadatos conformes con estándar ISO19139 |
| http://metadata.dod.mil/mdr/ns/DDMS/1.3/ | Estándar DDMS del estado de defensa |

La operación opcional *unHarvest*, permite borrar metadatos creados en el catálogo por una operación *Harvest*. Los parámetros de la operación son: *Request*, *Service*, *Version*, *Source*, *ResourceType*, *ResponseHandler*. El significado es el mismo que se dio para su operación complementaria. A continuación se presentan un par de ejemplos de uso de la operación.

Ejemplos de operaciones *unHarvest*

HTTP GET

[http://www.myserver.com/csw/csw.cgi?request=unHarvest&version="2.0.2"&source=http://www.ign.es/wms-inspire/unidades-administrativas?request=GetCapabilities&service=WMS&resourcetype=http://www.opengis.net/wms&responsehandler=mailto:anymail@domain.net](http://www.myserver.com/csw/csw.cgi?request=unHarvest&version=)

HTTP POST

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<csw:unHarvest service="CSW" version="2.0.2"
xmlns:csw=http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2
http://schemas.opengis.net/csw/2.0.2/CSW-publication.xsd">
  <csw:Source>http://www.ign.es/wms-inspire/unidades-
administrativas?request=GetCapabilities&service=WMS</csw:Source>
  <csw:ResourceType>http://www.opengis.net/wms</csw:ResourceType>

<csw:ResponseHandler>mailto:anymail@domain.net</csw:ResponseHandler>
</csw:unHarvest>
```

Para concluir esta bloque de secciones dedicadas a describir el servicio de catálogo indicar que todas las operaciones descritas (excepto *Harvest/unHarvest*) se pueden experimentar, comprendiendo la codificación de las operaciones y sus parámetros, además de sus respuestas, en la aplicación demo en web que ofrecen los responsables del proyecto *OpenSource deegree* (<http://demo.deegree.org/csw-workspace/console/client/client.xhtml>)

21.5. CLIENTES DE CATÁLOGO

Como se ha indicado en la introducción una vez descrita la funcionalidad del Servicio de Catálogo y las operaciones que soporta: servicio, localización o gestión, en esta sección nos centraremos en los clientes de este servicio. Dado que en el ecosistema de las IDE se pueden encontrar usuarios con distintas habilidades (más o menos expertos), recursos (aplicaciones SIG de escritorio o herramientas web más o menos profesionales) y necesidades (localizar, explorar, acceder, usar, etc...), los clientes que se van a describir son una muestra, no exhaustiva ni necesariamente actual, de los clientes de catálogo identificados. Sólo con el objeto de comprender mejor el alcance de sus funcionalidades y los ámbitos de uso se plantea la clasificación que se presenta en la figura 21.2 y se describe después.



Figura 21.2. Clasificación de los clientes de catálogo.

El primer grupo de clientes es para usuarios profesionales que trabajan con aplicaciones SIG de escritorio y cuya necesidad es la localización de conjuntos de datos, su evaluación y conexión para acceder o descargar los datos, y posteriormente realizar el análisis de la información en un entorno local. Las principales herramientas SIG de escritorio poseen sus clientes de catálogo. Así se puede mencionar el explorador de ArcMap y ArcGIS (Esri), gvSIG con el complemento para la búsqueda de *geodatos* y el complemento *MetaSearch* de QGIS. Por lo general disponen de una interfaz que va asistiendo al usuario en los procesos de búsqueda: se puede gestionar una lista de catálogos añadiendo, borrando o modificando uno de ellos. Se puede conectar con el catálogo y realizar búsquedas sencillas y avanzadas. Se puede restringir los resultados por el encuadre geográfico del lienzo de la aplicación. Una vez obtenidas las respuestas, si estas hacen referencia a servicios OGC, se activan las opciones de conectar directamente con dichos servicios e interactuar con él mediante la operación convencional *GetCapabilities* y añadir la capa, o los datos del servidor. Como ejemplo se presentan unas capturas de pantalla (Figura 21.3) del cliente *MetaSearch* con QGIS.

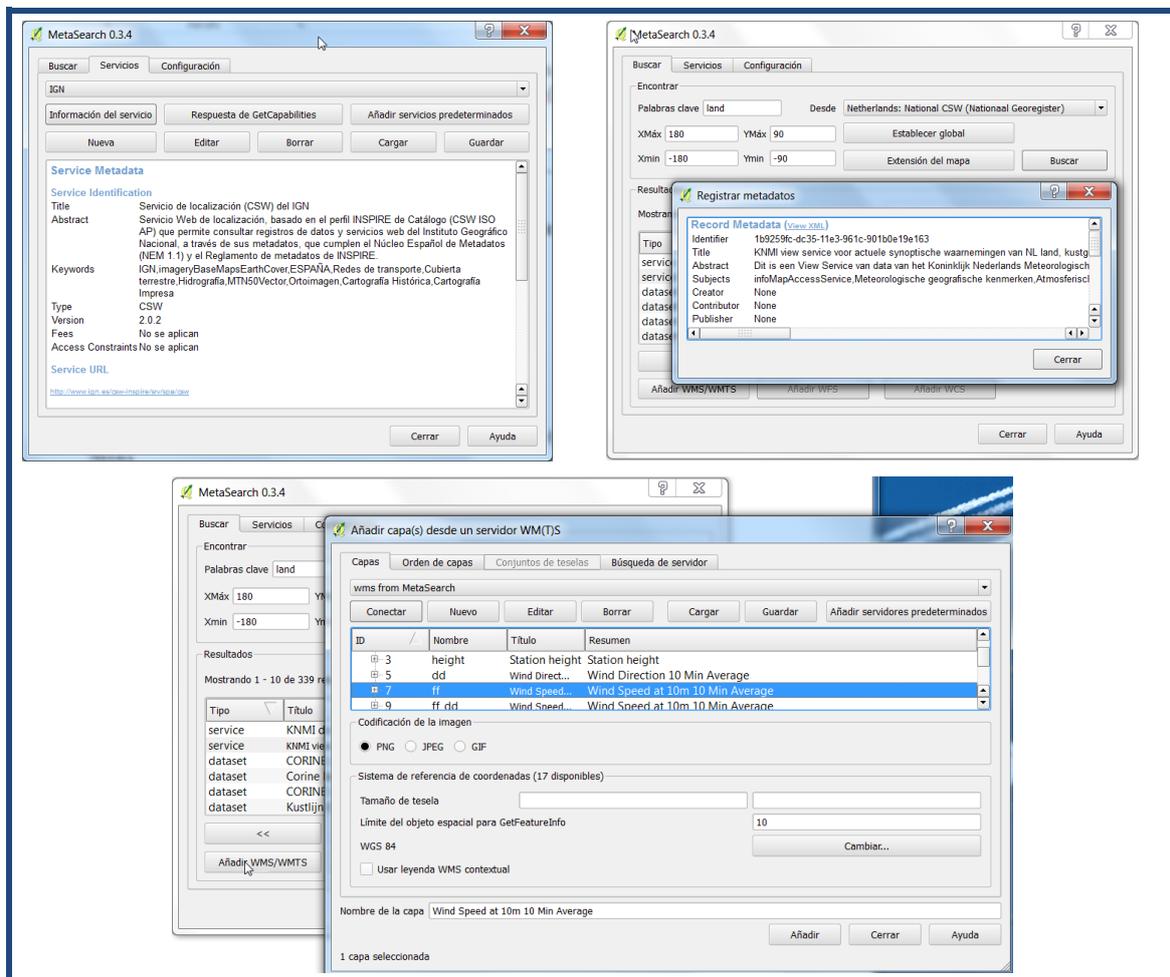


Figura 21.3. Arriba a la izquierda la solapa de gestión de servicios de catálogo y la descripción de uno de los catálogos (IGN). A la derecha la solapa de búsqueda, con el resultado de buscar por el término “land” al servicio de catálogo holandés y seleccionando más información de un resultado. Este resultado es un servicio WMS. Abajo al seleccionar el botón de añadir servicio WMS, se abre el asistente de gestión de servicios WMS con las capas ofertadas. Llegado este punto el usuario puede seleccionar añadir la capa al lienzo.

El segundo grupo de clientes de catálogo están vinculados al servicio para permitir consultar los registros en la web sin necesidad de instalar o abrir un programa. El objetivo de estos clientes es permitir explorar el catálogo buscando recursos. En pocas ocasiones permiten realizar búsquedas en otros catálogos ajenos al sitio web que los ofrecen. Suelen ofrecer un cliente de mapas que facilita la visualización de los encuadres geográficos cubiertos por los recursos catalogados, y para seleccionar gráficamente un área sobre el que restringir la consulta. A este grupo de clientes pertenecen/pertenecían los clientes que ofrecen los servicios de catálogo: *GeoNetwork*, *deegree* (Catalogue-Manager), *MdWeb*, el cliente de catálogo del proyecto Plan4All o el servicio de descubrimiento del *geoportal* de INSPIRE.

Actualmente el principal o casi único cliente que está vinculado con el catálogo es el de *Geonetwork* además del de INSPIRE. Al ser un proyecto activo está en continua evolución y recientemente ha sufrido un cambio importante en la interfaz web. Esta gestiona tanto la creación y la consulta de metadatos además de la administración del catálogo. Valga como ejemplo el cliente de catálogo de la IDEE³, en la Figura 21.4 muestra su interfaz.

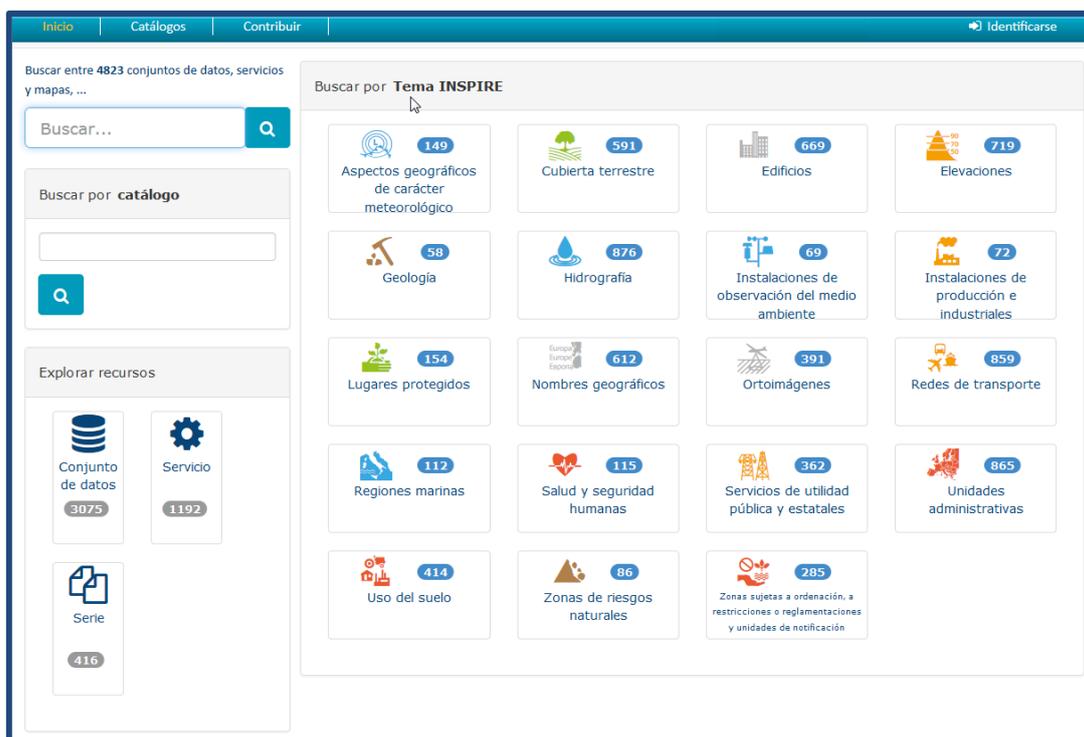


Figura 21.4. Cliente de catálogo de la IDEE desarrollado con GeoNetwork integrado con el servicio CSW.

La principal limitación de este tipo de clientes reside en el uso de los datos localizados gracias al cliente y el servicio. Solo permite acceder en algunos casos a ver los datos, sobre un cliente de mapas integrado en el cliente de catálogo. Dicho de otro modo, estos clientes o los clientes ligeros no integrados en aplicaciones precisan que el usuario anote o memorice las direcciones (URL) de los servicios

³ <http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/catalog.search#/home>

localizados para incorporarlos manualmente en clientes SIG de escritorio o en aplicaciones ligeras en un entorno web.

Respecto al tercer grupo de clientes de catálogo, los integrados con aplicaciones web, están pensados para los usuarios que crean cartografía (mapas) como combinación de datos que ellos mismos pueden compartir, en internet en servicios alojados en la nube, con los recursos que otros usuarios comparten. Son los casos de GeoNode, Geoexplorer/Composer (OpenGeo) o aplicaciones desarrolladas con librerías Flex de ArcGIS. La principal ventaja de estos entornos integrados es que el cliente de catálogo es una utilidad del visor o herramienta de composición cartográfica y puede ser usado para encontrar servicios de mapas (principalmente) con la finalidad de añadir alguna de sus capas en el lienzo de la aplicación web y salvar dicho mapa como un recurso que se construye como superposición de capas y edición de estilos (como si fuera un documento Web Map Context). Como ejemplo se presenta la Figura 21.5 con el entorno colaborativo GeoNode (PyCSW + GeoServer + Aplicaciones web + Usuarios). Dispone de cliente de catálogo integrado con el servicio CSW (aunque el servidor no lo incluye nativamente), capacidad para componer mapas en la que se pueden añadir capas compartidas en el entorno, capas de fondo de proveedores globales y usar la búsqueda para encontrar los datos que superponer.

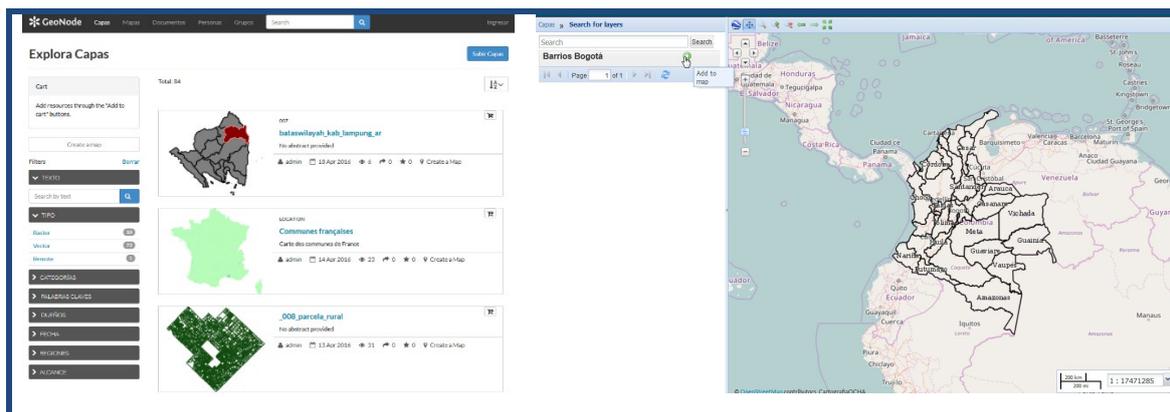


Figura 21.5. GeoNode a la izquierda interfaz de búsqueda de capas y a la derecha la composición con la búsqueda.

21.6. CONCLUSIONES

En este capítulo se han presentado los estándares relacionados con la implementación de un servicio de catálogo para la web en sus versiones 2.0.2 y 3.0.0 recientemente aprobada en el OGC. Se han estructurado las operaciones del catálogo como de servicio, de localización y de gestión. Se han presentado los parámetros de cada una de las operaciones y mediante ejemplos se mostrado cómo se usan para realizar peticiones al servicio bien por el método GET o POST del protocolo HTTP. Se han matizado las diferencias entre la versión 2.0.2 y la 3.

La última sección del capítulo se ha dedicado a los clientes de catálogo clasificándolos en tres grupos: pesados integrados en aplicaciones SIG, ligeros o web no integrados o integrados con el catálogo y ligeros integrados en aplicaciones. Aunque hasta la fecha el servicio de catálogo ha estado un poco

desconectado del resto de servicios y estándares desde un punto de vista práctico (se crean registros de metadatos, se publican en un catálogo, los datos se publican en servicios, pero falta la conexión de metadatos servicios), la aparición de entornos integrados en la web como GeoNode que permite publicar conjuntos de datos relacionándolos con sus metadatos son prometedores.

21.7. REFERENCIAS

Reglamento modificado (CE) N° 976/2009 en lo que se refiere a los servicios de red: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2009R0976:20101228:ES:PDF>

Directrices técnicas para la implementación de servicios de localización: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/TechnicalGuidance_DiscoveryServices_v3.1.pdf

Estándares definidos por el *Open Geospatial Consortium*. Accesible vía: <https://www.ogc.org/standards>

OGC® Catalogue Services 3.0 Specification - HTTP Protocol Binding. Accesible vía: <http://docs.opengeospatial.org/is/12-176r7/12-176r7.html>

OpenGIS Catalogue Service Implementation Specification (v 2.0.2). Accesible vía: <https://www.ogc.org/standards/cat>

LOS METADATOS

*«La ciencia nunca
resuelve un
problema sin crear
otros 10 más»*

*George Bernard Shaw
(1856–1950.)*

Metadatos

Paloma Abad Power

Centro Nacional de Información Geográfica

Capítulo

22

Contenido

| | | |
|-------|--|-----|
| 22.1. | INTRODUCCIÓN | 661 |
| 22.2. | DEFINICIÓN..... | 662 |
| 22.3. | NORMATIVA EUROPEA..... | 666 |
| 22.4. | CARACTERÍSTICAS DE METADATOS | 669 |
| | 22.4.1. Elementos de Metadatos | 669 |
| | 22.4.2. Estructura y Codificación de los Metadatos | 673 |
| | 22.4.3. Listas Controladas | 677 |
| | 22.4.4. Recomendaciones y Requisitos..... | 679 |
| 22.5. | REFERENCIAS Y ENLACES ENTRE RECURSOS | 681 |
| 22.6. | VALIDACIÓN Y PUBLICACIÓN | 683 |
| 22.7. | HERRAMIENTAS PARA GESTIONAR METADATOS..... | 685 |
| 22.8. | CONCLUSIONES..... | 686 |
| 22.9. | REFERENCIAS..... | 687 |

22.1. INTRODUCCIÓN

La Directiva Inspire 2007/2/CE¹ establece las reglas generales para la formación de una Infraestructura de Datos Espaciales en la Comunidad Europea. Para su correcto funcionamiento es necesario que el usuario pueda **localizar los conjuntos de datos y servicios de información geográfica**. Para que esto sea posible hay que aportar, junto a los conjuntos de datos y servicios, su **descripción en forma de metadatos**.

La IDE de cada Estado miembro debe garantizar el almacenamiento, la disponibilidad y el mantenimiento de los datos. Por otro lado, debe permitir combinar datos entre diferentes usuarios y aplicaciones procedentes de varias fuentes de la Unión Europea además de posibilitar que los datos de un nivel de las AA. PP. puedan ser compartidos con otra autoridad pública. La IDE debe asegurar la difusión de los datos y permitir descubrir datos disponibles, evaluar la adecuación de ellos a un propósito y conocer sus condiciones de uso a través de los catálogos web que permiten acceder a las descripciones de los conjuntos de datos y servicios.

Según la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España (LISIGE), se entiende por metadatos aquella **«información que describe los conjuntos de datos geográficos y los servicios de información geográfica y que hace posible localizarlos, inventariarlos y utilizarlos»**.

Tal y como se cita en el capítulo II, artículo 5, de la directiva INSPIRE «Los Estados miembros se asegurarán de que se creen metadatos para los conjuntos y servicios de datos espaciales que correspondan a los temas enumerados en los anexos I, II y III, y de que se actualicen tales metadatos».

Éstos deben incluir al menos información sobre:

- a) La conformidad de los conjuntos de datos espaciales con las Normas de Ejecución a que se refiere el artículo 7, apartado 1.
- b) Las condiciones que rigen el acceso a los conjuntos y servicios de datos espaciales y su utilización y, en su caso, las tasas correspondientes.
- c) La calidad y validez de los conjuntos de datos espaciales.
- d) Las autoridades públicas responsables del establecimiento, gestión, mantenimiento y distribución de los conjuntos y servicios de datos espaciales.
- e) Las limitaciones del acceso público y las razones de dicha limitación, con arreglo a lo dispuesto en el artículo 13.

Los Estados miembros son los que deben tomar las medidas necesarias para garantizar que los metadatos estén completos y sean de calidad suficiente para cumplir con los objetivos establecidos en el artículo 13 de la Directiva. Los registros de metadatos deben ser compatibles y utilizables en un contexto comunitario, por lo que es necesario y obligatorio utilizar el **Reglamento (CE) N°**

¹ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>

1205/2008² de la COMISIÓN del 3 de diciembre de 2008 por el que se ejecuta la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a los metadatos. Además del reglamento se dispone de unas **Directrices Técnicas** basado en ISO/TS 19139:2007³, que contiene de forma más detallada la descripción de los elementos de metadatos y los requisitos y recomendaciones.

Entre los beneficios de utilizar el mismo Reglamento basado en las normas descatalogadas ISO 19115, 19119 y 19139 se puede destacar:

- Cuando una norma es adoptada dentro de un ámbito geográfico se generarán programas de software que facilitarán la creación de metadatos.
- Utilizar una misma norma asegura que los usuarios puedan establecer comparaciones rápidamente entre metadatos de distinta fuente. Sin normalización, estas comparaciones no podrán realizarse.
- Los metadatos generados por una misma comunidad que sigan una misma norma garantizan «la interoperabilidad», es decir, que se puedan realizar búsquedas distribuidas a través de un catálogo de metadatos a través de Internet.

Para la creación de metadatos existen «editores de metadatos» que son herramientas que permiten dotar de contenido a cada uno de los metadatos que lleva asociado un producto. Con estas herramientas se crean los ficheros de metadatos que se caracterizarán, todos ellos, por estar en lenguaje XML (*eXtensible Markup Lenguaje*), que es el lenguaje utilizado por excelencia para el intercambio de información a través de Internet. Mediante la declaración de elementos XML se describirán los metadatos que están asociados a cada nivel de información (serie cartográfica, hoja, objeto geográfico individual, etc.) según se juzgue oportuno, permitiendo así su posterior validación e intercambio entre los diferentes catálogos.

22.2. DEFINICIÓN

Ya sabemos que, para paliar los problemas en cuanto a la disponibilidad, calidad, organización, accesibilidad y puesta en común de la información espacial, es necesario aplicar medidas para el intercambio, puesta en común, acceso y utilización de datos y de servicios de datos espaciales, como los servicios de visualización y de descarga.

Una de estas medidas consiste en describir la información geográfica a través de los **metadatos**, que se definen como «datos acerca de los datos», es decir, son el conjunto de características que todo conjunto de datos geográficos lleva asociado, sin embargo, es necesario destacar de nuevo que se ha producido una evolución desde la primera concepción de los metadatos como «datos acerca de los datos», tal y como los define la norma internacional ISO19115, hasta la idea de metadatos como datos que describen no sólo datos sino también servicios («datos acerca de datos y servicios»), como pueden ser los servicios de visualización (WMS, WMTS) de descarga (WFS, WCS, ATOM *Feed*), de localización (CSW), etc. Todos ellos son

² <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1205&from=EN>

³ http://inspire.ec.europa.eu/documents/Metadata/MD_IR_and_ISO_20131029.pdf

servicios accesibles a través de Internet, que necesitan ser también descritos utilizando metadatos.

Los metadatos son el conjunto de elementos que describen las características de los datos y servicios, como, por ejemplo: el propietario de la información, la fecha de actualización, las condiciones legales, las URL de los servicios donde se pueden localizar los datos espaciales o los precios y que permiten a un productor de información geográfica describir los recursos geográficos de modo que los usuarios puedan conocer sus características y puedan evaluar la aplicabilidad de los recursos para un uso determinado (figura 22.1).



Figura 22.1.- Recurso geográfico y metadato asociado (Fuente: Catálogo de Datos y Servicios de la IDEE)

Los recursos, una vez que están descritos a través de sus metadatos, se pueden localizar en cualquier catálogo estándar como los catálogos de los geoportales IDE o en los catálogos de los portales de datos abiertos y desde aquí puede saltar y localizarse en cualquier navegador como Google. Por el contrario, si los recursos no están descritos es como si estuvieran guardados en un cajón con llave, si publicitarse y sin usarse. Así que los metadatos nos permiten localizar, seleccionar, comparar y explotar un recurso. Por poner un símil, cuando se localiza un libro en una biblioteca, la búsqueda no se realiza recorriendo los pasillos de esta, si no consultando la ficha del libro (metadatos) que nos indicara en qué pasillo y estante está disponible el libro. Pues bien, la ficha del libro, contiene, además de la localización física del libro, el título, autores, editorial, precio, nº de páginas, resumen del libro y otros elementos de metadatos que conforman la ficha de los metadatos del libro. El catálogo de la biblioteca es donde se almacenan los metadatos de los libros y publica sus descripciones.

Por tanto, los metadatos sirven para describir un conjunto de datos geográficos, contestando a las siguientes preguntas:

- ¿Qué?: Título y descripción de los datos
- ¿Cuándo?: Fecha de creación, períodos de actualización, etc.
- ¿Quién?: Personas o personas que han creado el conjunto de datos

- ¿Dónde?: Extensión geográfica de los datos
- ¿Cómo?: Modo de obtención de la información, formato, etc.
-



Figura 22.2.- Niveles de metadatos

Se pueden establecer tres niveles de metadatos (figura 22.2), con los siguientes objetivos:

- **Búsqueda:** Saber qué datos existen. En función de las características específicas que el usuario demanda.
- **Selección:** Poder comparar distintos conjuntos de datos entre sí, de modo que se pueda seleccionar cuáles cumplen los requerimientos del usuario según el propósito perseguido.
- **Utilización:** Describir las todas características técnicas de los datos para permitir su correcta explotación.

Los principales beneficios que ofrecen los metadatos asociados a la información geográfica son:

- Ayudan a descubrir y localizar los datos y servicios que se necesitan y a determinar cuál es la mejor forma de utilizarlos.
- Benefician al organismo productor de datos en dos sentidos: por un lado, se permite tener un inventario de la información que produce, independientemente del personal que produzca los datos en el organismo. Por otro, se reducen esfuerzos y tiempos de trabajo ante posibles cambios de personal, ya que está documentado las principales características de los productos geográficos que generan.
- El valor de los datos estará directamente relacionado con la documentación que posean.
- Preservan el contexto en el que fueron creados.
- Permiten compartir la información con otros organismos.

Definiciones:

- ▭ **«recurso»:** recurso de información que se refiere de manera directa o indirecta a una ubicación o zona geográfica específicas.

Por «**tipo del recurso**», se entiende por tal el tipo de recurso que describen los metadatos [1]:

- **Serie de conjuntos de datos espaciales** (*series*): colección de conjuntos de datos espaciales que comparten las mismas especificaciones de producto.
- **Conjunto de datos espaciales** (*dataset*): una recopilación identificable de datos espaciales.
- **Servicio de datos espaciales** (*services*): las operaciones que puedan efectuarse, a través de una aplicación informática, sobre los datos espaciales contenidos en dichos conjuntos de datos o en los metadatos correspondientes;

La clasificación de recursos puede ser conjunto de datos, series y servicios y se indica en el elemento de metadatos.

- ▭ «**elemento de metadatos**»: unidad discreta de metadatos, de acuerdo con la norma EN ISO 19115, como por ejemplo:

- tipo del recurso...

```
<gmd:hierarchyLevel>
  <gmd:MD_ScopeCode codeList="https://standards.iso.org/iso/19139/resources/gmxCodeLists.xml#MD_ScopeCode" codeListValue="dataset">Conjunto de
  datos</gmd:MD_ScopeCode>
</gmd:hierarchyLevel>
```

Código 1.

- título del recurso

```
<gmd:title>
  <gco:CharacterString>Ortofotos PNOA máxima actualidad de España</gco:CharacterString>
</gmd:title>
```

Código 2.

- resumen del recurso

```
<gmd:abstract>
  <gco:CharacterString>
  Mosaicos de ortofotos del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) más recientes disponibles, en formato ECW. Sistema de referencia geodésico es ETRS89 en Península
  e Illes Balears y REGCAN95 en Canarias y proyección UTM en el huso correspondiente. La unidad de distribución y descarga es la hoja del MTN50 (Mapa Topográfico
  Nacional 1:50.000), resultado de componer un mosaico con las ortofotos correspondientes a cada hoja del MTN50. Un mosaico de Máxima Actualidad por hoja MTN50 se forma
  seleccionando de entre toda la información de ortofotografía PNOA disponible, aquella que tenga una fecha de referencia más reciente, y en caso de coincidencia, se seleccionará
  la que tenga un tamaño de pixel menor. Cada mosaico va acompañado de un archivo de metadatos (xml) y un archivo shape (comprimido en formato zip) formado por recintos
  que indican, para cada pixel del mosaico, la resolución geométrica y la fecha de toma de la ortofotografía.
  </gco:CharacterString>
</gmd:abstract>
```

Código 3.

Por tanto, la información geográfica posee una serie de características y particularidades que sólo pueden ser descritas adecuadamente a través de metadatos. Dichos metadatos servirán tanto a organismos productores de información geográfica, ya sean públicos o privados, como a cualquier individuo ajeno a ellos. Estos organismos son los responsables de la creación de conjuntos de datos geográficos (mapas, ortofotos, planos, bases de datos, etc.) o servicios web (WMS, WFS, etc.) y deberán ser también los encargados de crear los metadatos asociados a cada uno de ellos.

En el ámbito de la información geográfica, realizar un trabajo de calidad puede convertirse en una tarea difícil y complicada si no se dispone de los metadatos que

describan suficientemente los datos fuente que se están utilizando, por este motivo, es necesario disponer de información correctamente documentada, a través de sus correspondientes metadatos, tanto para un organismo productor de un nuevo producto de valor añadido, como para la organización que explota los datos en una aplicación final determinada.

- ▭ «**servicio de datos espaciales**»: las operaciones que puedan efectuarse, a través de una aplicación informática, sobre los datos espaciales contenidos en dichos conjuntos de datos o en los metadatos correspondientes. Es decir, una aplicación que cuando recibe una petición correcta, devuelve la respuesta prevista. Por ejemplo, un servicio WMS que recibe una petición GetMap (dame un mapa) acompañada de los parámetros que lo definen devuelve el mapa solicitado en forma de fichero de imagen.
- ▭ «**interfaz**» es un conjunto de operaciones que caracteriza el comportamiento de una entidad. Una interfaz viene definida por el formato y contenido de las peticiones y respuestas que se consideran correctas.
- ▭ «**operación**» una acción soportada por un servicio de datos espaciales, es una especificación de una transformación o consulta que un objeto puede recibir para que la ejecute. Tiene un nombre y una lista de parámetros. Por ejemplo, para el servicio de visualización: *GetCapabilities*, *GetMap* y *GetFeatureInfo*.
- ▭ «**Interoperabilidad**» es la capacidad para comunicarse, ejecutar programas o transferir datos entre varias unidades funcionales de forma que se requiera del usuario poco o ningún conocimiento de las características únicas de esas unidades. O, dicho de otra manera, es la posibilidad que ofrecen algunos sistemas y servicios de ser utilizados en remoto conociendo sólo información genérica (las normas y estándares que cumplen) y no información específica sobre cada uno de ellos. Pero el concepto de interoperabilidad es más amplio siendo un factor clave para hacer posible la transformación digital, es decir, permite que las entidades administrativas intercambien electrónicamente información significativa de forma comprensible para todas las partes. Aborda todos los niveles que influyen en la prestación de servicios públicos digitales en la UE, incluidos los aspectos jurídicos, organizativos, semánticos y técnicos.

22.3. NORMATIVA EUROPEA

Para la creación y mantenimiento de los metadatos, los Estados miembros deben consultar los siguientes documentos:

- **Reglamento (CE) Nº 1205/2008 en lo que se refiere a los metadatos**⁴: en este Reglamento se define el **conjunto mínimo** de elementos de metadatos, junto con sus definiciones y características de multiplicidad, que se requieren para cumplir con lo establecido por la Directiva.

⁴ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:326:0012:0030:ES:PDF>

- **Corrección de errores del Reglamento (CE) N° 1205/2008:** en este documento se muestran una serie de errores editoriales del Reglamento anterior.
- **Directrices Técnicas sobre metadatos⁵:** en este documento se definen los criterios que han de tenerse en cuenta **para generar los ficheros de metadatos** según las normas EN ISO 19115 sobre metadatos, EN ISO 19119 sobre servicios e ISO/TS 19139 sobre esquema XML de implementación. Para ello, incluye la relación que existe entre los elementos definidos en el Reglamento (CE) N° 1205/2008 de metadatos y su correspondiente elemento en las normas ISO mencionadas.

En el **caso particular de los conjunto de datos** de los temas de los anexos de la Directiva Inspire, se añadirá a los elementos de metadatos mínimos establecidos por el Reglamento (CE) N° 1205/2008 de metadatos, un **conjunto de elementos optativos** y un **conjunto de elementos obligatorios** necesarios para la interoperabilidad que se definen en cada una de las **Especificaciones de Datos**, en su apartado para metadatos.

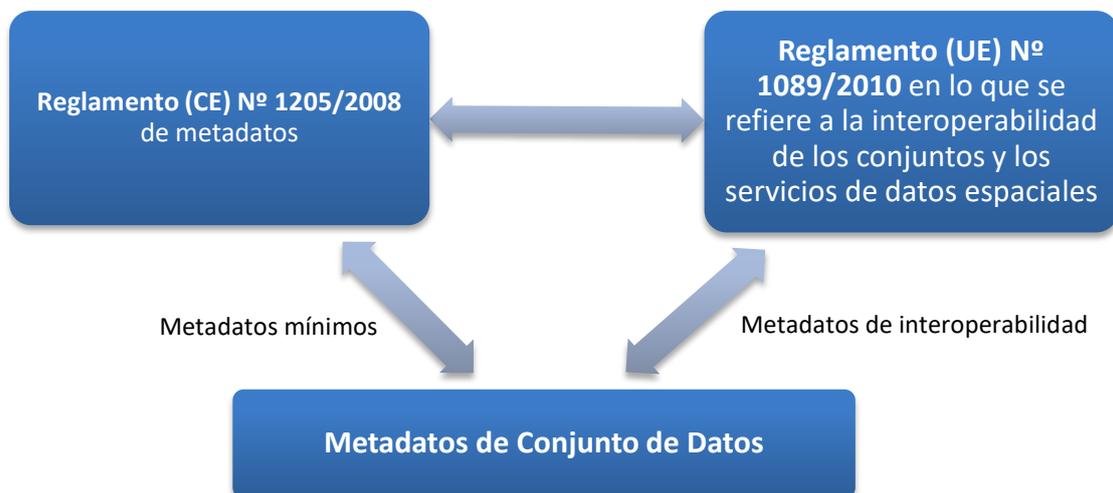


Figura 22.3.- Relación entre Reglamentos y su aplicación en los metadatos del conjunto de datos

Estos metadatos adicionales que describen un conjunto de datos espaciales requeridos para la **interoperabilidad** son los descritos en el artículo 13 (Figura 22.4), del **Reglamento (UE) N° 1089/2010** en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales⁶

⁵ <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/metadata-iso19139>

⁶ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010R1089-20141231&from=EN>

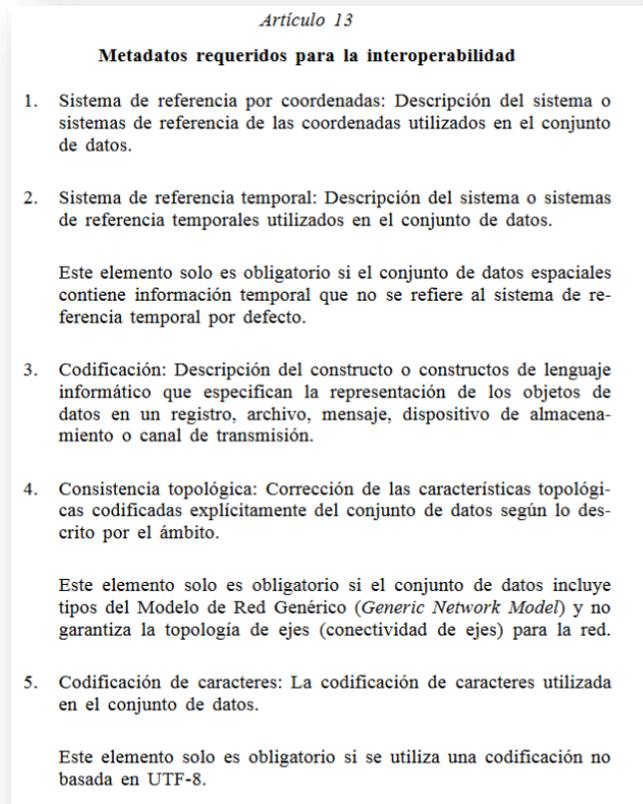


Figura 22.4.- Artículo 13 del Reglamento (UE) Nº 1089/2010 referente a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios

Las **especificaciones de datos**⁷ contienen en su capítulo 8 «*Dataset-level Metadata*» una lista de todos los elementos de metadatos que se tiene que aplicar a cada uno de los conjuntos de datos de los anexos I, II y III de la directiva INSPIRE, siendo algunos optativos y otros obligatorios.

| | |
|-------|--|
| 8 | Dataset-level metadata |
| 8.1 | Metadata elements defined in INSPIRE Metadata Regulation |
| 8.1.1 | Conformity |
| 8.1.2 | Lineage |
| 8.1.3 | Temporal reference |
| 8.2 | Metadata elements for interoperability |
| 8.2.1 | Coordinate Reference System |
| 8.2.2 | Temporal Reference System |
| 8.2.3 | Encoding |
| 8.2.4 | Character Encoding |
| 8.2.5 | Spatial representation type |
| 8.2.6 | Data Quality – Logical Consistency – Topological Consistency |
| 8.3 | Recommended theme-specific metadata elements |
| 8.3.1 | Maintenance Information |
| 8.3.2 | Metadata elements for reporting data quality |
| 8.3.3 | Data Identification – Spatial Representation Type |

Figura 22.5.- Captura de pantalla del capítulo 8 «Dataset-level Metadata» de las especificaciones de datos

⁷ <https://inspire.ec.europa.eu/document-tags/data-specifications>

Véase, por ejemplo, el capítulo 8 de la Especificación de Datos de «Unidades Administrativas»⁸.

22.4. CARACTERÍSTICAS DE METADATOS

Este apartado describe los elementos de metadatos para el acceso a los datos en un entorno informático distribuido, algunas listas controladas, su codificación y algunas recomendaciones y requisitos relevantes.

22.4.1. Elementos de Metadatos

Los metadatos geográficos, definidos como datos sobre datos geográficos, representan la documentación estructurada sobre los conjuntos de datos y servicios espaciales disponibles. Los elementos de metadatos ayudan a los propietarios de los datos a gestionar eficazmente su información espacial y permiten a los usuarios encontrar y evaluar hasta qué punto los conjuntos de datos descubiertos se ajusta a sus necesidades (idoneidad de uso). Para informar a los usuarios sobre la información espacial disponible, es necesario publicar las referencias a los conjuntos de datos y servicios existentes (metadatos) en un catálogo.

En la tabla 22.1 se describen los elementos de metadatos de los conjuntos de datos (CDE), series y servicios.

Tabla 22.1 – Metadatos para conjuntos de datos, series y servicios

| METADATOS PARA CDE, SERIES Y SERVICIOS | | |
|---|---|---|
| Elementos de metadatos | Multiplicidad / Dominio | Condición |
| Título del recurso: nombre característico, y a menudo único, por el que se conoce el recurso. | 1 / Texto libre | Obligatorio para todos los recursos |
| Resumen del recurso: breve resumen narrativo del contenido del recurso. | 1 / Texto libre | Obligatorio para todos los recursos |
| Tipo del recurso: tipo de recurso que describan los metadatos. | 1 / Lista controlada | Obligatorio para todos los recursos |
| Localizador del recurso: define el enlace o enlaces al recurso o el enlace a información adicional sobre el recurso. | 0..* / Recursos [Uniform Resource Locator(URL)] | Obligatorio si la URL está disponible para obtener más información del recurso, y/o acceso a servicios relacionado. |
| | 0..* / Recursos [Uniform Resource Locator(URL)] | Obligatorio si se dispone de enlace con el servicio. |
| Elementos de metadatos | Multiplicidad / | Condición |

⁸ file:///C:/Users/pcnig087/AppData/Local/Temp/inspire_dataspecification_ad_v3.1-3.pdf

| | Dominio | |
|--|---|--|
| Identificador único de recursos: Valor que identifica el recurso de manera inequívoca. | 1..*/ Código en forma de caracteres. | Obligatorio para los CDE y series. |
| Lengua del recurso: La lengua o lenguas utilizadas dentro del recurso. | 0..* / ISO 639-2. | Obligatorio si el recurso incluye información textual. |
| Categoría temática: Esquema de clasificación de alto nivel que ayuda a la agrupación y a la búsqueda por temas de los recursos de datos espaciales disponibles. | 1..* / Lista controlada. | Obligatorio para los CDE y series. |
| Keyword: Si el recurso es un servicio de datos espaciales, se aportará, como mínimo, Si el recurso es un CDE o una serie de CDE, se aportará, como mínimo, una palabra clave del Tesauro Multilingüe Europeo para el Medio Ambiente (GEMET) que describa el tema de los datos espaciales correspondientes según las definiciones de los anexos I, II o III de la Directiva 2007/2/CE. Valor de la palabra clave: palabra formalizada o frase utilizada normalmente para describir el tema. Mientras que la categoría temática es demasiado imprecisa para búsquedas detalladas, las palabras clave ayudan a reducir el campo de la búsqueda de texto completo y permiten una búsqueda estructurada por palabras clave. Texto Libre. Vocabulario controlado de origen: Si el valor de la palabra clave procede de un vocabulario controlado (tesauro, ontología), por ejemplo el GEMET, se aportará la mención del vocabulario controlado de origen (título, fecha de referencia). | 1..* / Lista controlada, texto libre y tesauro. | Obligatorio para todos los recursos |
| Rectángulo geográfico envolvente: Extensión del recurso en el espacio geográfico dado mediante un rectángulo envolvente. Este rectángulo se expresará mediante las longitudes este y oeste, y las latitudes norte y sur, en grados decimales, con una precisión de al menos 2 decimales. | 1..* | Obligatorio para los CDE y series. |
| | 0...* | Obligatorio para los servicios con una extensión geográfica explícita, como por ejemplo para los WMS, WFS o WCS, pero no para los CSW. |
| Extensión temporal: período de tiempo cubierto por el contenido del recurso. Este período puede expresarse de cualquiera de las siguientes maneras: una fecha concreta, un intervalo de fechas expresado mediante la fecha de inicio y la de finalización del intervalo, una mezcla de fechas e intervalos. Fecha de publicación: fecha de publicación del recurso, cuando se conozca, o la fecha de entrada en vigor. Puede haber más de una Fecha de revisión: fecha de la última revisión, si se ha revisado el recurso. Solo debe haber una fecha de última revisión Fecha de creación: fecha de creación del recurso. Solo debe haber una fecha de creación. | 1..* / Norma 8601 | |

| Elementos de metadatos | Multiplicidad / Dominio | Condición |
|--|---------------------------------------|--|
| <p>Linaje: declaración sobre la historia del proceso o la calidad general del conjunto de datos espaciales. En su caso, puede incluir también una declaración que indique si el conjunto de datos ha sido validado o sometido a control de calidad, si es la versión oficial (en caso de que existan múltiples versiones), y si tiene validez legal.</p> | 1 / texto libre | Obligatorio para los CDE y series. |
| <p>Resolución espacial: nivel de detalle del conjunto de datos: resoluciones (distancias) (habitual para datos malla y productos derivados de imágenes) o escalas equivalentes (habitual para mapas y productos derivados de mapas).</p> | 0..* / Entero | Obligatorio para CDE y series si una escala o resolución puede especificarse. |
| | 0..* / Entero | Obligatorio cuando hay una restricción en la resolución espacial para este servicio. |
| <p>Conformidad</p> <p>- Especificación: mención de las normas de ejecución adoptadas en virtud del artículo 7, apartado 1, de la Directiva 2007/2/CE o de otra especificación a la que se ajuste el recurso. Un recurso puede ajustarse a más de una norma de ejecución adoptada en virtud del artículo 7, apartado 1, de la Directiva 2007/2/CE u otra especificación. La mención incluirá al menos el título y la fecha de referencia (fecha de publicación, fecha de la última revisión o fecha de creación) de las normas de ejecución adoptadas en virtud del artículo 7, apartado 1, de la Directiva 2007/2/CE o de otras especificaciones.</p> <p>- Grado de conformidad del recurso con las normas de ejecución adoptadas: Solo puede tomar dos valores, verdadero o falso.</p> | 1..* | Obligatorio para todos los recursos |
| <p>Condiciones aplicables al acceso y el uso: define las condiciones de acceso y uso de los conjuntos de datos y servicios espaciales y, en su caso, las tasas correspondientes según lo dispuesto en el artículo 5, apartado 2, letra b), y el artículo 11, apartado 2, letra f), de la Directiva 2007/2/CE.</p> | 1..* / Lista controlada y texto libre | Obligatorio para todos los recursos |
| <p>Restricciones del acceso público: Cuando los Estados miembros limiten el acceso público a los conjuntos y servicios de datos espaciales según lo dispuesto en el artículo 13 de la Directiva 2007/2/CE, este elemento de metadatos aportará información sobre las restricciones y las razones en las que se basen. Si no hay restricciones del acceso público, este elemento de metadatos lo indicará.</p> | 1..* / Lista controlada y texto libre | Obligatorio para todos los recursos |
| <p>Organización responsable: Se debe proporcionar: Parte responsable: descripción de la organización responsable del establecimiento, la gestión, el mantenimiento y la distribución del recurso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el nombre de la organización. • una dirección de correo electrónico. <p>Función de la parte responsable es papel de la parte responsable.</p> | 1..* / Texto libre | Obligatorio para todos los recursos |

| Elementos de metadatos | Multiplicidad / Dominio | Condición |
|--|---|--|
| Recurso acoplado: Si el recurso es un servicio de datos espaciales, este elemento de metadatos identifica, en su caso, el conjunto o conjuntos de datos espaciales en los que se basa el servicio mediante su Identificador Uniforme de Recursos [Uniform Resource Identifier (URI)]. | 0..* / Operación GetRecordByID del CSW que indique el identificador del recurso | Condicional, obligatorio si se dispone de vínculos con los conjuntos de datos sobre los que opera el servicio. |
| Tipo de servicio de datos espaciales: Clasificación que ayuda en la búsqueda de servicios de datos espaciales disponibles. Cada servicio específico será clasificado en una única categoría. | 1 / Lista controlada | Obligatorio para los servicios |
| METADATOS SOBRE LOS METADATOS | | |
| Punto de contacto de los metadatos: de la organización responsable de la creación y mantenimiento del recurso: <ul style="list-style-type: none"> el nombre de la organización una dirección de correo electrónico Función de la parte responsable es papel de la parte responsable. | 1..* / Texto libre y lista controlada para el rol del responsable | Obligatorio para todos los recursos |
| Fecha de los metadatos: La fecha que especifica cuando se creó o actualizó el registro del metadato.. | 1 / Norma 8601 | Obligatorio para todos los recursos |
| Lengua de los metadatos: la lengua en la que se expresan los elementos de metadatos. | 1 / ISO 639-2. | Obligatorio para todos los recursos |

A continuación (tabla 22.2), se listan los elementos de metadatos, para los conjuntos de datos y series (no para servicios), definidos en el Reglamento (UE) nº 1089/2010 en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales⁹.

Tabla 22.2 – Metadatos para conjuntos de datos y series (no para servicios) definidos en el Reglamento (UE) nº 1089/2010

| Elementos de metadatos | Multiplicidad / Dominio | Condición |
|---|---|------------------------------------|
| Sistema de referencia por coordenadas: Descripción del sistema o sistemas de referencia de las coordenadas utilizados en el conjunto de datos. | 1..* / Texto libre, se recomienda utilizar la lista controlada http://www.opengis.net/def/crs/EPSS/0 con el elemento <gmx:Anchor> | Obligatorio para los CDE y series. |

⁹<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010R1089-20141231&from=EN>

| Elementos de metadatos | Multiplicidad / Dominio | Condición |
|---|---|--|
| Sistema de referencia temporal: Descripción del sistema o sistemas de referencia temporales utilizados en el | 0..* | Condicional. Solo es obligatorio si el conjunto de datos espaciales contiene información temporal que no se refiere al sistema de referencia temporal por defecto. |
| Codificación: Descripción del constructo o constructos de lenguaje informático que especifican la representación de los objetos de datos en un registro, archivo, mensaje, dispositivo de almacenamiento o canal de transmisión. | 1..* / Texto libre, pero se recomienda usar la lista controlada para el tipo de formato https://inspire.ec.europa.eu/media-types con el elemento <gmx:Anchor> | Obligatorio para los CDE y series. |
| Consistencia topológica: Corrección de las características topológicas codificadas explícitamente del conjunto de datos según lo des-crito por el ámbito. | 0..* / | Condicional. Solo es obligatorio si el conjunto de datos incluye tipos del Modelo de Red Genérico (<i>Generic Network Model</i>) y no garantiza la topología de ejes (conectividad de ejes) para la red. |
| Codificación de caracteres: La codificación de caracteres utilizada en el conjunto de datos. | 0..* / Lista controlada <i>MD_CharacterSetCode</i> de ISO 19115 | Condicional: Solo es obligatorio si se utiliza una codificación no basada en UTF-8. |
| Tipo de representación espacial: El método utilizado para representar espacialmente información geográfica. | 1 / Lista controlada <i>MD_SpatialRepresentation TypeCode</i> de ISO 19115. | Obligatorio para los CDE y series. |

22.4.2. Estructura y Codificación de los Metadatos

Los registros de metadatos de INSPIRE se codificarán en formato XML válido para uno de los siguientes esquemas XML:

- [CSW2 AP ISO] XML Schema
 - <http://inspire.ec.europa.eu/draft-schemas/inspire-md-schemas/> importar el espacio de nombres srv para codificar los metadatos del servicio y hacer referencia a la versión 3.2.1 de GML disponible en el repositorio de esquemas del OGC
- [ISO 19139] Esquema XML disponible en el repositorio ISO, o
 - <http://www.isotc211.org/2005/gmd/gmd.xsd> referido a la versión 3.2.1 de GML disponible en el repositorio de esquemas de la ISO
- [ISO 19139] Esquema XML disponible en el repositorio de esquemas del OGC.

- <http://schemas.opengis.net/iso/19139/20070417/gmd/gmd.xsd> en referencia a la versión 3.2.1 de GML disponible en el repositorio de esquemas del OGC, o <http://schemas.opengis.net/iso/19139/20060504/gmd/gmd.xsd> referido a la versión 3.2.0 de GML disponible en el repositorio de esquemas del OGC, o copias no modificadas de cualquiera de ellos.

Los tres esquemas XML declaran el mismo espacio de nombres <http://www.isotc211.org/2005/gmd>. [TG Requisito C.1:]

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<gmd:MD_Metadata xmlns:gmd="http://www.isotc211.org/2005/gmd"
xmlns:gco="http://www.isotc211.org/2005/gco"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:gmx="http://www.isotc211.org/2005/gmx"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xsi:schemaLocation="http://www.isotc211.org/2005/gmd http://schemas.opengis.net/csw/2.0.2/profiles/apiso/1.0.0/apiso.xsd">
```

Código 4

Los metadatos de un conjunto de datos, una serie o un servicio de INSPIRE se codificarán utilizando el elemento `gmd:MD_Metadata`, tal como se especifica en las reglas del esquema XML y en los requisitos de los Directrices Técnicas de las clases de conformidad de las directrices técnicas de metadatos. [Requisito C.2 de los TG:]

Los esquemas XML de la norma ISO 19139 permiten utilizar formas alternativas de codificación.

a) Codificación de los valores de la lista de códigos de ISO 19139

Algunos valores de los elementos de metadatos de INSPIRE se corresponden con las listas de códigos de [ISO 19139], <https://standards.iso.org/iso/19139/resources/gmxCodeLists.xml>

El valor de la lista de códigos se codificará utilizando el atributo `codeListValue` del elemento ISO 19139 correspondiente:

```
- codeListValue="creation"
- codeListValue="pointofcontact"
- codeListValue="service"
- codeListValue="dataset"
- ...
```

Por ejemplo, la lista controlada que establece el tipo del recurso, Scope Code (MD_ScopeCode):

```
<gmd:hierarchyLevel>
  <gmd:MD_ScopeCode
codeList="http://standards.iso.org/iso/19139/resources/gmxCode
lists.xml#MD_ScopeCode" codeListValue="dataset">Conjunto de
Datos</gmd:MD_ScopeCode>
</gmd:hierarchyLevel>
```

Código 5

El valor de la *codeList* puede, por ejemplo, apuntar al diccionario de listas de códigos en el repositorio ISO 19139 en: <https://standards.iso.org/iso/19139/resources/gmxCodelists.xml>, y en el caso que proporcione un texto puede contener la traducción del valor de la lista de códigos en el idioma de los metadatos (en el ejemplo de arriba, en español, «Conjunto de datos»).

b) Codificación de los valores de la lista de códigos a través de un elemento *gmx:Anchor*

En algunos casos, un elemento de metadatos de INSPIRE se asigna a un elemento de texto libre en la norma ISO 19139, pero las Directrices Técnicas recomiendan u obligan el uso de un valor de lista de códigos a través de un elemento *gmx:Anchor*. En cada uno de los casos, los requisitos/recomendaciones pertinentes especifican cómo utilizar el elemento *gmx:Anchor*.

Cuando el texto proporcionado es un término o código que hace referencia a una explicación o valor de registro definido externamente, se recomienda el elemento *gmx:Anchor* en lugar de *gco:CharacterString*. Como por ejemplo, la definición de los sistemas de referencia se recomienda utilizar el valor de una lista controlada a través del elemento *gmx:Anchor* y no usar un texto libre.

```

<gmd:referenceSystemInfo>
  <gmd:MD_ReferenceSystem>
    <gmd:referenceSystemIdentifier>
      <gmd:RS_Identifier>
        <gmd:code>
          <gmx:Anchor xlink:href="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/4258">EPSG:4258 (ETRS89 coordenadas geográficas)</gmx:Anchor>
        </gmd:code>
      </gmd:RS_Identifier>
    </gmd:referenceSystemIdentifier>
  </gmd:MD_ReferenceSystem>
</gmd:referenceSystemInfo>

```

Código 6

El elemento *gmx:Anchor* se utiliza en los siguientes elementos de metadatos:

- Sistemas de referencia a través del código EPSG definido en la siguiente URL, <http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/>
- El tema INSPIRE listados en el Registro INSPIRE, <http://inspire.ec.europa.eu/theme>
- Si el CDE es un dato prioritario, se tiene que indicar a través de la siguiente UR, <http://inspire.ec.europa.eu/metadata-codelist/PriorityDataset>
- El ámbito espacial del CDE, <http://inspire.ec.europa.eu/metadata-codelist/SpatialScope>
- Restricciones del acceso público, <http://inspire.ec.europa.eu/metadata-codelist/LimitationsOnPublicAccess>
- Condiciones aplicables al acceso y el uso, <http://inspire.ec.europa.eu/metadata-codelist/ConditionsApplyingToAccessAndUse>

- Grado de conformidad de los reglamentos, <http://inspire.ec.europa.eu/metadata-codelist/DegreeOfConformity>. It is possible, to include a character string
- INSPIRE Protocol values, <http://inspire.ec.europa.eu/metadata-codelist/ProtocolValue>
- ...

c) Codificación de valores de texto libre

Los esquemas XML de la norma ISO 19139 permiten utilizar formas alternativas de codificación de texto libre. El elemento básico para proporcionar texto de longitud no restringida sin estructura interna XML es *gco:CharacterString*. Este elemento es apropiado cuando el texto no hace referencia a un recurso o registro externo específico, y no es necesario resaltar el hecho de que el texto se proporciona utilizando un lenguaje natural o una configuración regional concreta.

Algunos ejemplos de elementos de metadatos son el título, el resumen, el propósito, el linaje...

A continuación (figura 22.6), dos ejemplos de ficheros de metadatos de CDE y de servicio web en dos formatos diferentes:

| | |
|--|---|
| Metadatos de un CDE: Edificios de la Dirección General de Catastro | |
|  | <p>Formato XML</p> <p>http://www.idee.es/csw-codsi-idee/srv/api/records/ES_SDGC_BU/formatters/xml</p> <p>Formato HTML:</p> <p>http://www.idee.es/csw-codsi-idee/srv/spa/catalog.search#/metadata/ES_SDGC_BU</p> |
| | <p>Formato XML</p> <p>http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/api/records/spaignwms_unidades_administrativas/formatters/xml</p> <p>Formato HTML:</p> <p>http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/catalog.search#/metadata/spaignwms_unidades_administrativas</p> |
| Metadatos de un Servicio de visualización: WMS de Unidades Administrativas de España | |
|  | <p>Formato XML</p> <p>http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/api/records/spaignwms_unidades_administrativas/formatters/xml</p> <p>Formato HTML:</p> <p>http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/catalog.search#/metadata/spaignwms_unidades_administrativas</p> |
| | <p>Formato XML</p> <p>http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/api/records/spaignwms_unidades_administrativas/formatters/xml</p> <p>Formato HTML:</p> <p>http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/catalog.search#/metadata/spaignwms_unidades_administrativas</p> |

Figura 22.6.- Ejemplo de ficheros de metadatos de conjuntos de datos espaciales (CDE) y servicios web en formatos XML y XML.

22.4.3. Listas Controladas

Como se ha mencionado en el anterior apartado se utilizan varias listas controladas, algunas establecidas por norma ISO 19139 y otras definidas en el registro de la Comisión Europea.

A. «Tipo de recurso» utiliza los valores definidos en la lista controlada «**Código de Ámbito**»:

https://standards.iso.org/iso/19139/resources/gmxCodelists.xml#MD_ScopeCode

- Serie de conjuntos de datos espaciales (*series*)
- Conjunto de datos espaciales (*dataset*)
- Servicio de datos espaciales (*services*)

Ejemplo:

```
<gmd:hierarchyLevel>
  <gmd:MD_ScopeCode codeList="https://standards.iso.org/iso/19139/resources/gmxCodelists.xml#MD_ScopeCode" codeListValue="dataset">Conjunto de
  datos</gmd:MD_ScopeCode>
</gmd:hierarchyLevel>
```

Código 7

B. «Categoría temática» es una lista de categorías de temas conforme a la norma internacional ISO 19115

- Agricultura (*farming*) Cría de animales o cultivo de plantas.
- Biota (*biota*) Flora o fauna en el medio natural.
- Límites (*boundaries*) Descripciones legales del terreno.
- Atmósfera climatológica y meteorológica (*climatologyMeteorologyAtmosphere*) Procesos y fenómenos de la atmósfera.
- Economía (*economy*) Actividades y condiciones económicas y empleo.
- Elevación (*elevation*) Altura sobre o bajo el nivel del mar.
- Medio ambiente (*environment*) Recursos medioambientales, protección y conservación.
- Información geocientífica (*geoscientificInformation*) Información perteneciente a las ciencias de la Tierra.
- Salud (*health*) Salud, servicios sanitarios, ecología humana y seguridad.
- Cobertura de la Tierra con mapas básicos e imágenes (*imageryBaseMapsEarthCover*) Cartografía básica.
- Inteligencia militar (*intelligenceMilitary*) Bases, estructuras y actividades militares.
- Aguas interiores (*inlandWaters*) Fenómenos de las aguas interiores, sistemas de drenaje y sus características.
- Localización (*location*) Información y servicios de posicionamiento
- Océanos (*oceans*) Fenómenos y características de las aguas saladas (excluidas las aguas interiores).

- Planeamiento catastral (*planningCadastre*) Información utilizada para actuaciones en relación con el uso futuro del suelo.
- Sociedad (*society*) Características de la sociedad y la cultura.
- Estructura (*structure*) Construcciones hechas por el hombre.
- Transporte (*transportation*) Medios y ayudas para transportar personas o mercancías.
- Redes de suministro (*utilitiesCommunication*) Redes de agua, de energía, de retirada de residuos, de infraestructuras de comunicaciones y servicios.

Ejemplo:

```
<gmd:topicCategory>
  <gmd:MD_TopicCategoryCode>imageryBaseMapsEarthCover</gmd:MD_TopicCategoryCode>
</gmd:topicCategory>
```

Código 8

C. «Tipo de servicio de datos espaciales» utiliza los valores definidos en la siguiente lista controlada del registro de la Comisión Europea:

<http://inspire.ec.europa.eu/metadata-codelist/SpatialDataServiceType>

- Servicio de localización (*discovery*) permite buscar conjuntos y servicios de datos espaciales a partir del contenido de los metadatos correspondientes, y mostrar el contenido de dichos metadatos.
- Servicio de visualización (*view*) permite, como mínimo, mostrar, navegar, acercarse o alejarse mediante zoom o contemplar, en visión panorámica o superposición, conjuntos de datos espaciales, así como mostrar los signos convencionales o cualquier contenido pertinente de los metadatos.
- Servicio de descarga (*download*) permite descargar copias de conjuntos de datos espaciales, o partes de estos y, cuando sea posible, acceder directamente a ellos.
- Servicio de transformación (*transformation*) permite transformar conjuntos de datos espaciales con vistas a lograr su interoperabilidad.
- Servicio de acceso a datos espaciales (*invoke*) permite definir tanto las entradas de datos como las salidas que se esperan del servicio espacial, así como un flujo de trabajo o cadena de servicios que combina múltiples servicios.
- Otros servicios (*other*)

Ejemplo de un servicio de visualización:

```
<srv:serviceType>
  <gco:LocalName codeSpace="http://inspire.ec.europa.eu/metadata-codelist/SpatialDataServiceType">view</gco:LocalName>
</srv:serviceType>
```

Código 9

D. «Función de la parte responsable» utiliza los valores definidos en la siguiente lista controlada el código del papel:

https://standards.iso.org/iso/19139/resources/gmxCodelists.xml#CI_RoleCode

- Proveedor del recurso (*resourceProvider*) Parte que suministra el recurso.
- Conservador (*custodian*) Parte que asume la responsabilidad de los datos y asegura la atención y el mantenimiento del recurso.
- Propietario (*owner*) Parte que posee el recurso.
- Usuario (*user*) Parte que utiliza el recurso.
- Distribuidor (distributor) Parte que distribuye el recurso.
- Creador (*originator*) Parte que ha creado el recurso.
- Punto de contacto (*pointOfContact*) Parte a la que el cliente puede dirigirse para adquirir conocimientos sobre el recurso o para adquirirlo.
- Investigador principal (*principalInvestigator*) Parte clave responsable de reunir información y efectuar investigaciones.
- Procesador (*processor*) Parte que ha tratado los datos de manera tal que ha modificado el recurso.
- Editor (*publisher*) Parte que ha publicado el recurso.
- Autor (*author*) Parte autora del recurso.

El papel de la organización responsable puede tener varios valores, mientras que el rol de la organización responsable de los metadatos solamente puede ser punto de contacto.

Ejemplo del elemento de metadatos que establece el papel de la organización responsable de la creación y mantenimiento del recurso:

```
<gmd:role>
  <gmd:CI_RoleCode codeList="https://standards.iso.org/iso/19139/resources/gmxCodelists.xml#CI_RoleCode" codeListValue="pointOfContact">Punto de
  Contacto</gmd:CI_RoleCode>
</gmd:role>
```

Código 10

22.4.4. Recomendaciones y Requisitos

A continuación se destacan y enumeran algunas recomendaciones y requisitos establecidos en las «Directrices Técnicas sobre metadatos basado en ISO/TS 19139:2007»¹⁰ que es necesario considerar a la hora de crear los metadatos de un recurso.

- a) El **título del recurso** debe ser conciso y claramente comprensible. No debe contener acrónimos o abreviaturas. Se recomienda una longitud máxima de 250 caracteres y mantener la similitud con el título original del recurso, en el sentido de la «denominación oficial». Si los datos o el servicio forman parte de un proyecto más amplio, se recomienda indicar el proyecto al final del título, entre paréntesis. En el caso de los nombres de proyectos, se permiten las

¹⁰ <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/metadata-iso19139>

abreviaturas, siempre que el resto del título siga las directrices anteriores y la abreviatura se indique inmediatamente en el resumen.

Además, es recomendable incluir el topónimo al que hacen referencia los datos espaciales y su escala.

- Ocupación del suelo de Extremadura 1:100.000.

b) El **resumen del recurso** es una descripción sucinta que puede incluir:

- Un breve resumen con los detalles más importantes que resumen los datos o el servicio web.
- La cobertura o extensión geográfica mediante un topónimo.
- Atributos principales.
- Fuentes de datos.
- Referencias legales.
- Importancia de la obra.
- No se deben utilizar acrónimos sin definir.
- Los detalles más importantes de la descripción deben resumirse en la primera frase o en los primeros 256 caracteres.

c) **Identificador único de los recursos** es el valor que identifica el recurso de manera inequívoca. El dominio del valor de este elemento, *gmd:identifier*, deberá contener los siguientes elementos hijos:

- *code*: código de cadena de caracteres obligatorio, generalmente asignado por el propietario de los datos.
- *codeSpace*: Espacio de nombres de cadena de caracteres que identifica de forma exclusiva el contexto del código identificador (por ejemplo, el acrónimo de la organización propietaria de los datos).

```

▼ <gmd:code>
  <gco:CharacterString>BU_Building</gco:CharacterString>
</gmd:code>
▼ <gmd:codeSpace>
  <gco:CharacterString>SDGC</gco:CharacterString>
</gmd:codeSpace>

```

Código 11

Los valores de *code* y el *codespace* se incluyen en cada una de las capas de los servicios de visualización.

d) Las **condiciones aplicables al acceso y el uso** deben tener los siguientes valores:

- Este elemento puede proporcionar información sobre las tasas necesarias para acceder y utilizar el recurso, si procede, o remitirá a un localizador uniforme de recursos (URL) en el que esté disponible la información sobre las tasas.
- Si no se aplican condiciones al acceso y uso del recurso, se utilizará «no se aplican condiciones» y si se desconocen las condiciones, se utilizará «condiciones desconocidas». En ambos casos, hay que indicar qué otras

restricciones y requisitos legales se necesitan acceder y utilizar el recurso y se recomienda utilizar una licencia estándar como por ejemplo CC BY y no incluir un texto libre o la URL a una página web que contiene el texto legal de la licencia.

22.5. REFERENCIAS Y ENLACES ENTRE RECURSOS

En este apartado se expone la unión que existe entre los metadatos de los conjuntos de datos espaciales y los metadatos de los servicios de red, ya que la publicación de los metadatos de estos recursos no es independiente, sino que están relacionados entre ellos, para permitir acceder a los servicios de red mediante los metadatos del CDE y desde los metadatos de servicio de red, poder acceder a las descripciones de los CDE o series que se publican.

a) Documento de capacidades y metadatos de los servicios de red

Es habitual confundir el fichero de Capacidades de un servicio web (WMS, WFS, WCS...) con el fichero de metadatos ISO XML del servicio.

El documento XML de Capacidades de un servicio web:

- Es generado por la aplicación que publica el servicio, por ejemplo, GeoServer, MapServer o Degree.
- Se obtiene mediante la operación *GetCapabilities* cuya respuesta es un documento en el formato XML que debe estar acorde con el XML Schema del WMS¹¹, WFS...
- Es un mecanismo auto descriptivo del servicio.
- Es conforme al estándar OGC (WMS, WFS...).
- Su objetivo es permitir a la aplicación cliente invocar correctamente el servicio.

El archivo de metadatos XML ISO:

- Es generado por aplicaciones específicas especializadas en la generación de metadatos como GeoNetwork.
- Se puede obtener mediante una búsqueda en el catálogo de metadatos.
- Es conforme a la norma ISO 19115 para los metadatos creados con el Reglamento de metadatos o ISO 19115-1.
- Su finalidad es más general y permite buscar, comparar y utilizar adecuadamente el servicio.
- El documento de capacidades de un servicio de web definido por el Reglamento de Servicios de Red incluye unos elementos en el documento XML de capacidades, denominada *<inspire_vs:ExtendedCapabilities>*, para proporcionar al documento XML de capacidades el multilingüismo y la localización del fichero de metadatos del servicio o añadir unos elementos adicionales de metadatos de servicio, a través de dos escenarios:

¹¹ <http://schemas.opengis.net/wms/1.3.0>

- **Escenario 1:** Establece un vínculo a los metadatos del servicio mediante la operación *GetRecordById* del servicio CSW, donde se indica el identificador de los metadatos del CDE. Este escenario es el más común.

```
<inspire_vs:ExtendedCapabilities>
  ▾<inspire_common:MetadataUrl xsi:type="inspire_common:resourceLocatorType">
    <inspire_common:URL>http://www.ign.es/csw-inspire/srv/spa/csw?
      SERVICE=CSW&VERSION=2.0.2&REQUEST=GetRecordById&outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&ElementSetName=full&ID=spaignwmts_pnoa-ma
    </inspire_common:URL>
```

Código 12

- **Escenario 2:** A través de la inclusión de nuevos elementos de metadatos de servicios en *<inspire_vs:ExtendedCapabilities>* del documento XML de capacidades.

Gracias a la extensión INSPIRE, del documento XML de capacidades, se accede a la descripción completa de los servicios y conforme con las Directrices Técnicas de metadatos.

Véase el documento XML de capacidades del servicio de visualización WMTS de satélite Sentinel2 y ortofotos del Plan Nacional de Ortoimágenes Aéreas de máxima resolución de España (PNOA MA) y su fichero de metadatos.

- Fichero de capacidades: <https://www.ign.es/wmts/pnoa-ma?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMTS>
- Fichero de metadatos: http://www.ign.es/csw-inspire-ign/srv/spa/catalog.search#/metadata/spaignwmts_pnoa-ma

b) Identificadores de las capas y de los tipos de objetos geográficos de los CDE

Los servicios de visualización publican las capas de los CDE y estas se definen a través del elemento *<Layer>*, del documento XML de capacidades, que contiene entre otros atributos el título, los estilos de representación, los créditos de la capa, y los siguientes elementos que permiten vincular las capas con el CDE:

- *<MetadataURL>* Acceso a los metadatos de las capas o del CDE con la URL de la operación *GetRecordById* del servicio CSW, y el identificador de los metadatos del CDE
- *<Identifier>* y *<AuthorityURL>* es el identificador de la capa para una autoridad dada y se incluye los valores definidos en el identificador del CDE (code y codeSpace) definido en los metadatos del CDE.

```
<Identifier authority="SDGC">BU_Building</Identifier>
```

Código 13

c) Recurso acoplado

Este elemento de metadatos se refiere, en su caso, al conjunto o conjuntos de datos espaciales de destino del servicio descrito, es decir, los metadatos de servicio web permiten acceder a la descripción de los CDE que se publican a través de ellos.

El recurso acoplado, se implementa por referencia, es decir, a través de la operación *GetRecordById* del servicio de localización CSW que apunta al registro de metadatos de los datos sobre los que opera el servicio a través de su identificador añadido al final de la dirección URL del documento de metadatos, separados por una almohadilla "#".

Este elemento de metadatos, *srv:operatesOn*, ayuda a vincular los servicios con los conjuntos de datos pertinentes. A continuación se muestra un ejemplo, en la que un servicio de red pública tres CDE, y por tanto se indica solicitud CSW *GetRecords* y el identificador que apunta al elemento *gmd:MD_DataIdentification* con el correspondiente valor del atributo "id".

```
<srv:operatesOn xlink:href="http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/csw?
SERVICE=CSW&VERSION=2.0.2&REQUEST=GetRecordById&outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&ElementSetName=full&ID=ES_SDGC_CP#CadastralParcel"/>
<srv:operatesOn xlink:href="http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/csw?
SERVICE=CSW&VERSION=2.0.2&REQUEST=GetRecordById&outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&ElementSetName=full&ID=ES_SDGC_AD#Address"/>
<srv:operatesOn xlink:href="http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/csw?
SERVICE=CSW&VERSION=2.0.2&REQUEST=GetRecordById&outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&ElementSetName=full&ID=ES_SDGC_BU#Building"/>
```

Código 14

22.6. VALIDACIÓN Y PUBLICACIÓN

La Comisión Europea ha desarrollado una herramienta web ayudar a los proveedores de datos, proveedores de soluciones y coordinadores nacionales a comprobar si sus conjuntos de datos, servicios de red y metadatos cumplen los requisitos definidos en las Directrices Técnicas de INSPIRE.

Por lo que una vez generados los metadatos es necesario comprobar que cumple los requisitos y recomendaciones establecidos en las Directrices Técnicas sobre metadatos¹² en las siguientes herramientas:

1. *Resource linkages checker tool*¹³: Esta aplicación emula las comprobaciones previas ejecutadas por el Geoportal INSPIRE durante su proceso de recolección. Es necesario incluir los metadatos de los CDE y de los servicios de visualización y de descarga y la herramienta informa de los posibles problemas, relacionados con los vínculos de los metadatos correctamente establecidos entre los recursos (conjunto de datos, servicios de visualización y descarga) identificados durante la recolección (*harvesting*), cuando el Geoportal INSPIRE está extrayendo la información encontrada en los metadatos de los recursos de los Estados miembros.
2. *INSPIRE Reference Validator*¹⁴: Además de validar los metadatos, también permite validar los servicios y los GML de los conjuntos de datos de los

¹² <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/metadata-iso19139>

¹³ <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/linkagechecker.html>

¹⁴¹⁴ <https://inspire.ec.europa.eu/validator/about/>

anexos I, II y III. En la validación de los metadatos v 2.0 es necesario seleccionar como mínimo hasta la clase 2b para los metadatos de los CDE y hasta la clase 4 para los metadatos de servicios de red (Figura 22.7).

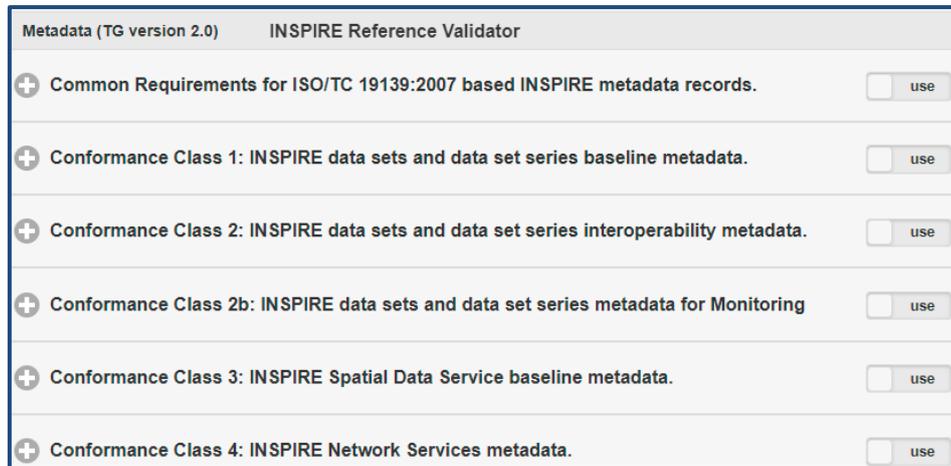


Figura 22.7.- Niveles en el validar de metadatos de INSPIRE

Una vez que se han comprobado que los metadatos pasan satisfactoriamente los requisitos de las Directrices Técnicas sobre metadatos¹⁵, se debe publicar en catálogo de metadatos, es decir en un repositorio distribuido de metadatos y de esta forma garantizar su disponibilidad de cara a los usuarios y que puedan acceder a las características de los recursos geográficos producidos en la organización.

Los metadatos de los recursos una vez publicados en el catálogo de la organización o en el catálogo de la IDE regional o de un ministerio, deberán estar a disposición del catálogo de la IDEE y del CODSI siempre y cuando el recurso sea un tema del anexo I, II y III o es un conjunto de datos prioritario¹⁶ de INSPIRE.

La publicación o búsqueda de un registro se realiza a través de un servicio de localización que se basa en los *Catalogue Service Web*, CSW, y la transferencia o recolección de los metadatos entre catálogos se conoce como «*harvesting*».

A continuación, se listan algunos ejemplos de clientes de catálogos.

- Geoportal INSPIRE: https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/tv_home.html
- Catálogo Oficial de Datos y Servicios INSPIRE (CODSI) <http://www.idee.es/csw-codsi-idee/srv/spa/catalog.search#/home>
- Catálogo de la IDEE: <http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/catalog.search#/home>
- Catálogo de la IDE de Andalucía: <https://www.ideandalucia.es/portal/cat%C3%A1logo>
- Catálogo de la IDE de Castilla y León: <https://idecyl.jcyl.es/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/home>
- Catálogo de Infraestructura de Dades Espacials Valenciana (IDEV):

¹⁵ <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/metadata-iso19139>

¹⁶ <https://inspire.ec.europa.eu/metadata-codelist/PriorityDataset>

<http://catalogo.icv.gva.es/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/home>

El Geoportal INSPIRE de la Comisión Europea recolecta cada 15 de diciembre los metadatos almacenados en el CODSI para medir y analizar el grado de cumplimiento de los Reglamentos de la Directiva INSPIRE mediante unos indicadores establecidos en la «Decisión en lo que se refiere al seguimiento y los informes 2019¹⁷».

22.7. HERRAMIENTAS PARA GESTIONAR METADATOS

Para la creación, edición y publicación de metadatos existen varias herramientas en el mercado tanto *open source* como propietarias. Hoy en día, la única herramienta que permite crear metadatos según el Reglamento de metadatos de la Directiva INSPIRE es GeoNetwork¹⁸, que también permite generar los archivos de metadatos utilizando XML (*eXtensible Markup Lenguaje*), según el esquema actual ISO 19115-3 de la norma ISO 19115-1.

GeonetWork proporciona un interfaz web para buscar datos geoespaciales a través de múltiples catálogos, combinar servicios de mapas distribuidos en el visualizador web, publicar datos geoespaciales usando la herramienta de edición de metadatos en línea y opcionalmente embeber un servidor de mapas Geoserver.

La comunidad GeoNetwork se ha expandido rápidamente durante los últimos años. Geonetwork es parte del *Open Source Geospatial Foundation*¹⁹.

Las principales características de este programa son:

- Como cliente de catálogo:
 - Catálogo web de metadatos que permite realizar búsquedas de recursos geográficos a través de sus metadatos (datos y servicios).
 - Incluye un visualizador de mapas que permite visualizar los conjuntos de datos
- Como servicio de localización de Inspire y servicio de catálogo (CSW 2.0.2) de OGC.
 - Permite realizar la recolección de metadatos (*Harvest*) de diversas organizaciones a través de conexión entre catálogos distribuidos.
- Como editor de metadatos de datos y servicios
 - Es conforme a las principales normas de metadatos y perfiles personalizados.
 - Esquema XML del Reglamento de metadatos
 - Esquema XML de la norma ISO 19115-3
 - Permite generar metadatos multilingües
 - Permite la inclusión de tesauros o listas controladas necesarias para crear los metadatos, como por ejemplo «Registro de temas INSPIRE²⁰», «Conjunto

¹⁷ <https://inspire.ec.europa.eu/monitoring-and-reporting/69>

¹⁸ <https://geonetwork-opensource.org/>

¹⁹ <http://www.osgeo.org>

²⁰ <https://inspire.ec.europa.eu/theme>

de datos prioritarios de INSPIRE²¹», «Ámbito espacial²²», «Condiciones aplicables al acceso y el uso ²³»...

- Permite validar los metadatos generados.

22.8. CONCLUSIONES

De los Reglamentos de INSPIRE se extrae que la capacidad de descubrimiento o localización de los recursos se basa en dos cosas igualmente importantes: los proveedores de datos y servicios que describen sus recursos utilizando los elementos de metadatos de acuerdo con las normas exigidas por el Reglamento sobre metadatos de INSPIRE y, por otro lado, los servicios de localización que proporcionan acceso en línea para consultar los metadatos proporcionados.

Además, INSPIRE permite que los conjuntos de datos y los servicios de red se descubran de **forma atómica**, como todo en uno, ya que ambos recursos se vinculan de forma que desde los metadatos del CDE se puede acceder a los metadatos de servicio y viceversa. Esto es posible, gracias a que en el documento XML de capacidades de los servicios de red se debe incluir la extensión INSPIRE que contiene los metadatos de servicio, y el identificador de cada una de las capas del servicio de visualización o el identificador de los tipos de objetos geográficos en el servicio de descarga y el recurso acoplado de los metadatos de servicios INSPIRE que permiten acceder a las descripciones de los CDE.

En estos momentos, la creación de los metadatos por los organismos productores de recursos de Información Geográfica es más sencilla que antes ya que existen herramientas de edición y publicación y de validación consagradas, por lo que la generación, publicación y validación de los registros de metadatos se deben incluir en los procesos productivos de una organización y basados en el Reglamento de metadatos, mientras que fuera de Europa, la norma a utilizar será la ISO 19115-1.

Ambos documentos permiten crear metadatos de datos y servicios y la diferencia entre el Reglamento sobre metadatos y la ISO 19115-1, es que el primero es un **acto legislativo vinculante** que debe aplicarse en su integridad en Europa, e incluye unas listas controladas obligatorias, como la identificación del tema INSPIRE, la identificación de los datos prioritarios, el ámbito espacial, las condiciones aplicadas de acceso y uso o la conformidad y otra serie de requisitos establecidos en las Directrices Técnicas basado en ISO/TS 19139:2007²⁴ que fortalecen la interoperabilidad entre los recursos.

La labor de los metadatos no termina con su publicación en un cliente de catálogo basado en un CSW, además, hay que migrarlo a un portal de datos abiertos para contribuir, junto a las IDE, en la difusión de servicios abiertos y datos abiertos, pues los datos abiertos se pueden usar con mucha facilidad, son datos que cualquiera es libre de utilizar, reutilizar y redistribuir, con el único límite, en su caso, del requisito de atribución de su fuente o reconocimiento de su autoría. Para esto, siempre es recomendable, el uso de **licencias estándar** tanto en los metadatos de los CDE como de los servicios porque son conocidas por gran parte

²¹ <https://inspire.ec.europa.eu/metadatos-codelist/PriorityDataset>

²² <https://inspire.ec.europa.eu/metadatos-codelist/SpatialScope>

²³ <https://inspire.ec.europa.eu/metadatos-codelist/ConditionsApplyingToAccessAndUse>

²⁴ http://inspire.ec.europa.eu/documents/Metadatos/MD_IR_and_ISO_20131029.pdf

de los usuarios y actores involucrados, que simplemente viendo el identificador saben ya qué usos de los datos están permitidos, la mayoría están traducidas a prácticamente todos los idiomas y existe documentación sobre ellas en internet, por lo que cualquier usuario de cualquier contexto lingüístico puede entenderlas y manejarlas y se sabe cómo interactúan entre ellas, es decir si una usuario mezcla en una aplicación o caso de uso dos conjuntos de datos, cada uno con una licencia estándar, es bien conocido cómo se mezclan las condiciones de las dos licencias estándar al utilizar los datos resultantes. Por eso decimos que hay interoperabilidad de licencias. Ejemplos de estas licencias estándar son *Creative Commons* (CC) o *European Union Public Licenses* (EUPL).

22.9. REFERENCIAS

Reglamento (CE) N° 1205/2008 en lo que se refiere a los metadatos. Accesible en: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:326:0012:0030:ES:PDF>

Reglamento (UE) N° 1089/2010 en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales. Accesible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010R1089-20141231&from=EN>

Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE). Accesible en: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>

Directrices Técnicas sobre metadatos basado en ISO/TS 19139:2007. Accesible en: <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/metadata-iso19139>

Directrices técnicas para la implementación de servicios de visualización. Accesible en: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/TechnicalGuidance_ViewServices_v3.11.pdf

**«No antes que
todas las cosas, en
un comienzo, fue el
infinito Caos»**

Hesíodo (siglo VIII a. C.)

Normas internacionales de Metadatos

Eloina Coll Aliaga y Juan Carlos Martínez Llarío

Universitat Politècnica de València

Capítulo

23

Contenido

| | |
|--|-----|
| 23.1. INTRODUCCIÓN | 691 |
| 23.2. ISO 19115-1 | 692 |
| 23.3. ISO 19115-2 | 693 |
| 23.4. ISO 19115-3 | 695 |
| 23.5. PERFIL LATINOAMERICANO DE METADATOS (LAMPv2) | 696 |
| 23.6. REFERENCIAS | 698 |

23.1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la información geográfica, el Comité Técnico 211¹ de ISO ha elaborado normas para la creación de los metadatos, cuya principal finalidad ha sido proporcionar una estructura «jerárquica y concreta» que permita describir exhaustivamente cada uno de los conjuntos de datos digitales a los que hacen referencia.

Las normas internacionales son las siguientes:

- **ISO 19115-1:2014 Información Geográfica — Metadatos — Parte 1: Fundamentos²**

Define el **modelo requerido para describir Información Geográfica y servicios** por medio de metadatos. Proporciona información sobre la identificación, la extensión, la calidad, los aspectos espaciales y temporales, la referencia espacial, la distribución y otras propiedades de los datos y servicios geográficos digitales.

- **ISO 19115-2:2019 Información Geográfica — Metadatos — Parte 2: Extensiones para la adquisición y el procesamiento³**

Define los elementos de **metadatos adicionales necesarios para describir adecuadamente las imágenes geográficas y los datos malla.**

- **ISO/TS 19115-3:2016 – Metadatos-Parte 3: Implementación del esquema XML para conceptos fundamentales⁴**

Establece los **esquemas XML** necesarios para implementar el modelo de metadatos abstracto que define **ISO 19115**, de modo que gracias a esta especificación técnica se pueden crear los registros de metadatos en formato XML que son interoperables a través de Internet y compatibles independientemente de la herramienta de creación que se utilice.

Estas normas ayudan a:

- Suministrar a los productores de datos criterios para caracterizar sus datos geográficos con propiedad.
- Facilitar la gestión de los metadatos y su organización.
- Utilizar los datos de un modo más eficiente, determinando sí serán de utilidad para los usuarios.
- Facilitar el acceso a los datos, su adquisición y una mejor utilización de los recursos, logrando la interoperabilidad de la información cuando esta procede de fuentes diversas.

¹ <https://www.isotc211.org/>

² <https://www.iso.org/standard/53798.html>

³ <https://www.iso.org/standard/67039.html>

⁴ <https://www.iso.org/standard/32579.html>

23.2. ISO 19115-1

La norma ISO 19115-1:2014 «Información Geográfica – Metadatos – Parte 1: Fundamentos»⁵ sustituye a la norma ISO 19115:2003 y su corrigendum del 2006. Además, incluye los metadatos para los servicios desde la norma ISO 19119. Los elementos relativos a los procesos de calidad (*DQ_DataQuality*) se han eliminado haciendo referencia a la nueva norma ISO 19157.

El objetivo de la norma ISO 19115-1 es proporcionar un modelo para describir la información o los recursos que pueden tener extensiones geográficas. Esta norma está destinada a ser utilizada por los analistas de sistemas de información, los planificadores de programas y los desarrolladores de sistemas de información, así como por otras personas, con el fin de definir los principios y requisitos básicos para la descripción normalizada de los recursos de información. La ISO 19115-1 define los elementos de metadatos, sus propiedades y las relaciones entre los elementos, y establece un conjunto común de terminología de metadatos, definiciones y procedimientos de extensión.

Para asegurar la compatibilidad de la norma ISO 19115-1:2014 con la anterior ISO 19115:2003 no se han creado nuevos elementos obligatorios y si un elemento requería cambios se ha reemplazado por un nuevo elemento de metadatos.

Según la norma ISO 19115-1: *«Existen grandes cantidades de datos descritos conforme a la Norma ISO 19115:2003 y existen datos nuevos (que todavía se están produciendo) descritos conforme a perfiles nacionales o regionales de la Norma ISO 19115:2003. Esos metadatos permanecerán tal y como están definidos actualmente. La producción de nuevos metadatos según especificaciones de producto nuevas se producirá sobre esta revisión de la Norma ISO 19115 haciendo uso de sus capacidades descriptivas ampliadas».*

Los metadatos son aplicables a los siguientes recursos:

- Colecciones de recursos y sus componentes, (por ejemplo, series, conjuntos de datos, servicios);
- Conjuntos de datos y sus componentes (por ejemplo, tipos de características y propiedades de características);
- Programas informáticos;
- Hardware;
- Servicios;
- Conjuntos de datos no geográficos;
- Y otros tipos de recursos.

⁵ <https://www.iso.org/standard/53798.html>

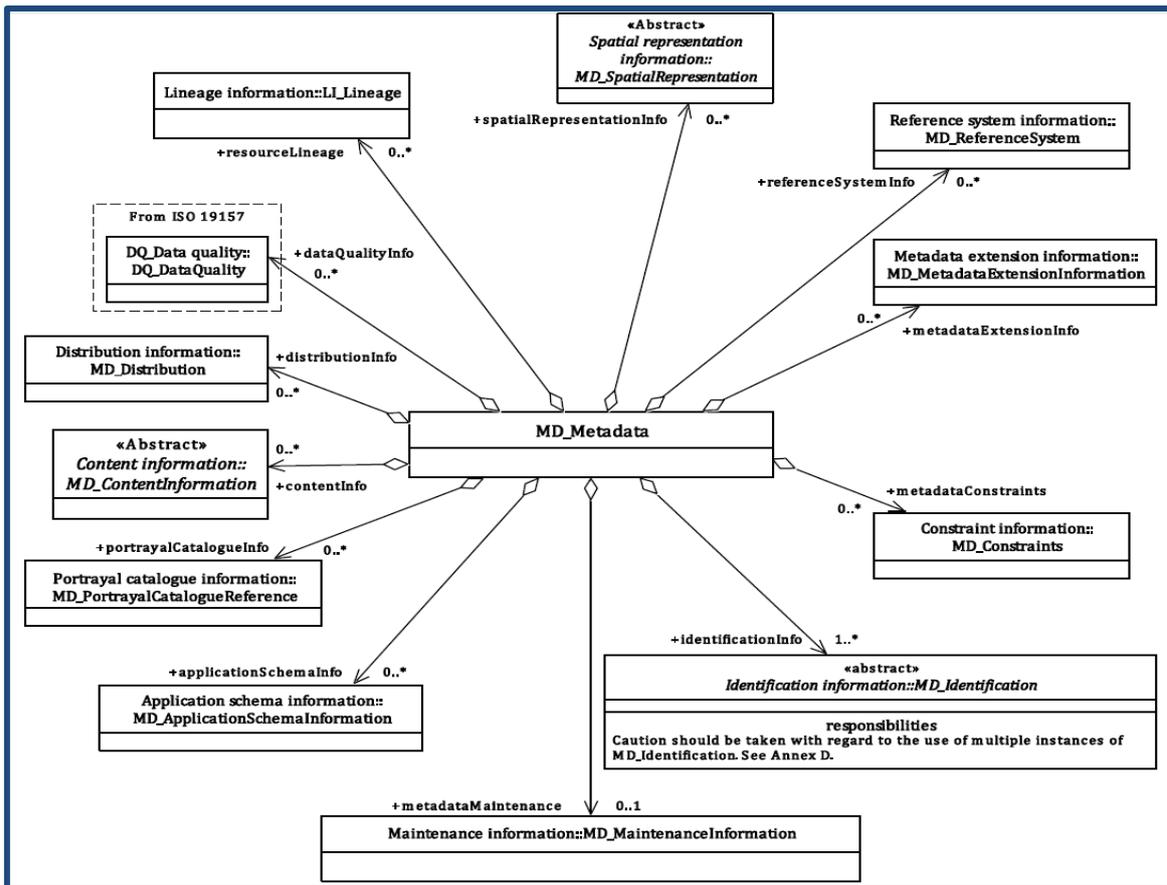


Figura 23.1.- Distribución de paquetes (Fuente: norma ISO 19115-1:2014)

La norma ISO 19115-1 define el esquema necesario para describir la información y los servicios geográficos mediante metadatos. Proporciona información sobre la identificación, la extensión, la calidad, los aspectos espaciales y temporales, el contenido, la referencia espacial, la representación, la distribución y otras propiedades de los datos y servicios geográficos digitales.

En el anexo G de la ISO 19115-1 se proporciona una lista de los elementos suprimidos, los nuevos y la correspondencia entre los elementos antiguos y los que los reemplazan.

MD_Metadata y una agregación de doce clases adicionales de metadatos proporcionan todos los metadatos tal y como se especifica en la figura siguiente. La clase DQ_DataQuality está definida en la Norma ISO 19157.

23.3. ISO 19115-2

La Norma ISO 19115-2:2009 «Información Geográfica – Metadatos – Extensión para imágenes y datos malla»⁶ amplía la Norma ISO 19115:2003 definiendo los elementos de metadatos adicionales necesarios para describir adecuadamente las imágenes geográficas y los datos malla, ya que la norma anterior ISO 19115 carecía de elementos específicos para definir metadatos de datos de imagen y

⁶ <https://www.iso.org/standard/67039.html>

- Información sobre propiedades de los equipos de medición utilizados para adquirir imágenes.
- Geometría de los procesos de medida empleados.
- Proceso de producción utilizado para digitalizar.
- Propiedades del sistema de medida
 - Métodos numéricos.
 - Procedimientos de cálculo.

La ISO 19115-2:2009 define 94 nuevos elementos de metadatos y 11 nuevas listas controladas. Los paquetes nuevos incorporados contienen información sobre adquisición de imágenes, representación espacial, sobre contenido y calidad.

Los elementos ampliados son:

- **MI_Band:** define atributos para especificar las propiedades de las bandas de longitudes de ondas individuales en una imagen.
- **MI_ImageDescription:** se utiliza para añadir la clase MI_RangeElementDescription.
- **MI_CoverageDescription:** se utiliza para añadir la clase MI_RangeElementDescription.
- **MI_RangeElementDescription:** identifica el rango de elementos usados en un conjunto de datos de cobertura.

23.4. ISO 19115-3

La norma ISO 19115-3:2016 «*Información Geográfica – Metadatos – Implementación del esquema XML para conceptos fundamentales*»⁷ define la codificación de los modelos UML definidos en la norma ISO 19115-1, ISO 19115-2 y de los conceptos de la norma ISO/TS 19139 mediante la definición de los siguientes artefactos

- a) un conjunto de esquemas XML necesarios para validar los documentos de instancia de metadatos que se ajustan a los elementos del modelo conceptual definidos en ISO 19115-1, ISO 19115-2 e ISO/TS 19139
- b) un conjunto de reglas ISO/IEC 19757-3 (*Schematron*) que implementan restricciones de validación en los modelos UML ISO 19115-1 e ISO 19115-2 que no son validados por el esquema XML
- c) una transformación en lenguaje de hojas de estilo extensible (XSLT) para transformar los metadatos de la norma ISO 19115-1 codificados mediante el esquema XML de la norma ISO/TS 19139 y los metadatos de la norma ISO 19115-2 codificados mediante el esquema XML de la norma ISO/TS 19139-2 en un documento equivalente que sea válido según el esquema XML definido en este documento.

La codificación XML de los elementos de calidad se define en la ISO 19157-2:2016.

⁷ <https://www.iso.org/standard/32579.html>

Por tanto, la norma ISO 19115-3 describe el procedimiento utilizado para generar el esquema XML a partir de los modelos conceptuales de información geográfica de ISO relacionados con los metadatos:

<http://standards.iso.org/iso/19115/-3/xxx/N.M>

donde:

- xxx es una abreviatura de espacio de nombres de tres caracteres alfanuméricos (por ejemplo, CIT, GCO...) definidos en la norma ISO 19115-3
- N es el número de la versión principal
- M es el número de la versión menor.

Ejemplos:

- *Información de la parte responsable y citación:*
<https://standards.iso.org/iso/19115/-3/cit/>
- *Geographic Common (GCO)* <https://standards.iso.org/iso/19115/-3/gco/>

23.5. PERFIL LATINOAMERICANO DE METADATOS (LAMPv2)

El Perfil Latinoamericano de Metadatos, versión 2⁸, LAMPv2, proporciona una forma normalizada y eficiente de documentar datos y servicios geográficos, permitiendo encontrar, evaluar, acceder y utilizar múltiples tipos de recursos tales como: conjuntos de datos digitales, bases de datos, documentos y servicios web de mapas, entre otros. Ha sido elaborado el Instituto Panamericano de Geografía e Historia⁹, IPGH, con la colaboración del Banco de Desarrollo de América Latina¹⁰, CAF, en el contexto del Programa GeoSUR y la asesoría técnica del Centro Nacional de Información Geográfica¹¹, CNIG, del Instituto Geográfico Nacional de España.

El LAMPv2 es un perfil de la norma internacional «Información Geográfica – Metadatos – Parte 1: Fundamentos¹²», ya que dada la complejidad de la norma y su gran número de elementos de metadatos, se recomendó, al igual que se hizo en Europa con el Reglamento de metadatos, crear un perfil de la norma ISO 19115-1 más sencillo, simple y claro posible que facilite su utilización por las organizaciones y por tanto la implementación en la comunidad latinoamericana que gestiona recursos geográficos.

LAMPv2 define un conjunto estructurado de elementos de metadatos para describir de manera normalizada datos y servicios geográficos. Incluye información acerca de la identificación, la extensión, la calidad, los aspectos espaciales y temporales, el contenido, los sistemas de referencia, la descripción del contenido, la distribución y otras propiedades de datos y servicios geográficos

⁸ <https://www.geosur.info/geosur/index.php/es/ide-americas/perfil-lamp>

⁹ <https://www.ipgh.org/>

¹⁰ <https://www.caf.com/en/>

¹¹ <https://www.ign.es/web/ign/portal/qsm>

¹² <https://www.iso.org/standard/53798.html>

digitales. También se puede extender a muchos otros tipos de recursos digitales y analógicos, como mapas, tablas y documentos textuales.

El LAMPv2 está clasificado en las siguientes secciones o paquetes:

- A.1 Información de aplicación de metadatos
- A.2 Información de metadatos
- A.3 Información de identificación
- A.4 Información de restricciones
- A.5 Información de linaje
- A.6 Información del mantenimiento
- A.7 Información de la representación espacial
- A.8 Información del sistema de referencia
- A.9 Información del contenido
- A.10 Información de distribución
- A.11 Información de metadatos de servicio
- A.12 Información de extensión
- A.13 Información de la parte responsable y cita
- A.14 Información de la clase utilizada comúnmente (alcance)
- A.15 Información del escenario
- A.2.2.1 Información de calidad de datos

Y contiene al igual que la norma ISO 19115-1 un diccionario de datos para describir cada uno de los elementos de metadatos geográficos y las listas controladas que usa que la norma ISO 19115-1.

| Nº de fila | Nombre/ Nombre de rol (Español) | Nombre/ Nombre de rol (Inglés) | Definición | Obligación/ Condición | Máxima ocurrencia | Tipo de datos | Dominio |
|------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|---|---|--|--|
| 42. | MD_Identification | MD_Identification | información básica requerida para identificar únicamente uno o más recursos | Obligación aplicable en cada caso, tomada del rol que llama a la entidad de metadatos | Uso de la máxima ocurrencia del objeto que hace referencia a éste | Clase Agregada (MD_Metadata) <<Abstracta>> | Líneas 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 56, 57, 59, 61 NOTA Precaución con respecto al uso de múltiples instancias de esta clase |
| 43. | Cita | citation | cita para el recurso | OB | 1 | Clase | CI_Citation (Tabla A.13) |
| 44. | Resumen | abstract | breve compendio narrativo del recurso | OB | 1 | CharacterString | Texto libre |

Figura 23.3.- Diccionario de datos de Información de identificación

Por último, el anexo B contiene las pruebas de conformidad para asegurar que los metadatos creados satisfacen todos y cada uno de los requisitos establecidos en el perfil ISO 19115-1.

A continuación, algunas recomendaciones para la aplicación de LAMPv2 en las instituciones de América Latina y el Caribe:

- **Incluir en los marcos institucionales**, legales o reglamentarios de IDE en sus distintas jerarquías o de las instituciones públicas que gestionen información geográfica, el uso de LAMPv2, esto es clave para lograr la implementación efectiva de LAMPv2 en las instituciones.
- **Incluir en la creación de los metadatos el LAMPv2**, en los requerimientos técnicos de las bases de licitación, o especificaciones de producto de la información que se mandate a desarrollar tanto por instituciones públicas o privadas.
- Considerar y reconocer por las instituciones a LAMPv2, como la **norma Panamericana IPGH** para documentar información geográfica, cabe destacar que IPGH es un organismo internacional, científico y técnico de la Organización de los Estados Americanos, dedicado a la generación y transferencia de conocimiento especializado en las áreas de Cartografía, Geografía, Historia y Geofísica; con la finalidad de mantener actualizados y en permanente comunicación a los investigadores e instituciones científicas de los Estados Miembros.

Se recomienda la adopción de este perfil, LAMPv2, a los países de América Latina y el Caribe, con el objetivo de aumentar la interoperabilidad y homologar la terminología que se utiliza en la generación de los metadatos.

23.6. REFERENCIAS

Norma UNE-EN 19115-1:2014. Información geográfica. Metadatos. Parte 1: Fundamentos.

Norma UNE-EN ISO 19115-2:2019. Información geográfica. Metadatos. Parte 2: Extensiones para adquisición y procesamiento.

ISO/TS 19115-3:2016. *Geographic information. Metadata. Part 3: XML schema implementation for fundamental concepts.*

Perfil Latinoamericano de Metadatos (LAMPv2). Accesible en: <https://www.geosur.info/geosur/index.php/es/ide-americas/perfil-lamp>

GLOSARIO

- **Aplicación:** manipulación y proceso de datos para satisfacer los requerimientos de usuario. [Glosario ISO/TC211]
- **Atlas:** producto formado por conjuntos de datos temáticos que comparten unos datos de referencia comunes.
- **Atributo:** propiedad de una entidad. Describe una característica geométrica, topológica, temática o cualquier otra característica de una entidad [adaptado del Glosario ISO/TC211]
- **ATOM:** formato de sindicación que proporciona un mecanismo simple y ampliamente conocido para publicar información en la web en forma de fuentes (*feeds*). Atom es un formato de documento basado en XML, que los navegadores identifican y muestran, añadiendo funcionalidad al servicio, y que es compatible con las arquitecturas web existentes y con muchas herramientas de software disponibles.
- **Cadena de servicios:** secuencia de servicios donde, para cada par adyacente de servicios, la ocurrencia de la primera acción es necesaria para la ocurrencia de la segunda. [Glosario ISO/TC211]
- **Capa (Layer):** unidad básica de información geográfica que puede ser solicitada como mapa a un servidor en conformidad con EN ISO 19128:2008. [Reglamento (UE) N° 1089/2010]
- **Catálogo:** aplicación web que permite publicar y acceder a los registros de metadatos de recursos (datos, servicios...) que ofrece una organización o un proyecto.
- **Clase:** descripción de un conjunto de objetos que comparten los mismos atributos, operaciones, métodos, relaciones y semánticas. [Glosario ISO/TC211]
- **Cliente:** componente *software* que puede solicitar una operación de un servidor. [Glosario ISO/TC211]
- **Cobertura:** objeto geográfico que actúa como una función que devuelve valores de su rango para cualquier posición directa dentro de su dominio espacial [Glosario ISO/TC211], es decir, es la representación digital de algún fenómeno espacio-temporal que actúa según una determinada función, para devolver una colección de valores (atributos dentro de su rango) para cada ubicación definida dentro de su dominio espacial, temporal o espacio/temporal.
- **Conjunto (set):** colección no ordenada de ítems (objetos o valores) sin repetición [Glosario ISO/TC211].
- **Conjunto de datos (dataset):** colección identificable de datos. [Glosario ISO/TC211]
- **Conjunto de datos geográficos:** una recopilación identificable de datos geográficos.
- **Conjunto de datos espaciales:** una recopilación identificable de datos geográficos. [Directiva INSPIRE]

- **Datos:** representación reinterpretable de la información de una manera formalizada adaptada para su comunicación, interpretación o procesado. [Glosario ISO/TC211]
- **Datos abiertos:** datos que se pueden usar, reutilizar y redistribuir a condición de, como mucho, atribución y compartir igual.
- **Datos geográficos:** Cualesquiera datos que, de forma directa o indirecta, hagan referencia a una localización o zona geográfica específica. [Ley14/2010]
- **Datos espaciales:** cualquier dato que, de forma directa o indirecta, hagan referencia a una localización o zona geográfica específica. [Directiva INSPIRE]
- **Datos temáticos:** aquellos que, basados en información geográfica de referencia, singularizan o desarrollan algún aspecto concreto de la información contenida en aquella o incorporan información adicional específica y están orientados a un sector de aplicación específico.
- **Datos temáticos fundamentales:** datos temáticos relativos al medio físico, la sociedad y la población relacionados en el Anexo II de esta ley 14/2010. [Ley14/2010]
- **Datos temáticos generales:** datos temáticos que incorporan información adicional específica no considerada entre los datos especificados en los Anexos I y II de la ley 14/2010 y que se relacionan en su Anexo III. [Ley14/2010]
- **Datum:** parámetro o conjunto de parámetros que definen la posición del origen, la escala y orientación de un sistema de coordenadas. Puede ser de 4 tipos: vertical, geodésico, de ingeniería y de imágenes.
- **Directriz técnica:** documento que incluyen los requisitos y recomendaciones técnicas y describen las pautas de implementación para poner en marcha los servicios en red, cumpliendo así los requisitos de la directiva y el Reglamento sobre servicios de red de INSPIRE.
- **Elemento de metadatos:** una unidad discreta de metadatos, de conformidad con EN ISO 19115:2005/AC:2008. [Reglamento (UE) N° 1089/2010]
- **Especificación:** Descripción técnica, detallada y exhaustiva de un producto o servicio, que contiene toda la información necesaria para su producción. Algunas especificaciones pueden ser adoptadas como normas o como estándares.
- **Especiaciones de datos (*Data Specifications*):** que establecen modelos de datos comunes, listas de códigos, capas de mapa y metadatos adicionales, para garantizar la interoperabilidad necesaria al intercambiar conjuntos de datos espaciales.
- **Especificaciones de producto de datos:** descripción detallada de un conjunto de datos o una serie de conjuntos de datos junto con toda la información adicional que permite su generación. [Glosario ISO/TC211]
- **Esquema conceptual:** descripción formal de un modelo conceptual. [Glosario ISO/TC211]

- **Esquema de aplicación (*Application Schema*):** esquema conceptual de datos requeridos por una o más aplicaciones. [Glosario ISO/TC211], es decir, define las reglas para crear modelos conceptuales que proporcionan la descripción formal de las estructuras de datos que conforman la base de una aplicación.
- **Estándar:** solución tecnológica (formato, interfaz, modelo...) que ocupa una posición dominante en un sector determinado. Puede estar definido por una organización de estandarización (OGC, W3C...), por una empresa privada (formato *shape*) o por el simple uso.
- **Estándar abierto:** estándar, establecido y mantenido por una organización abierta y sin ánimo de lucro, de descripción pública, cuyo uso no implica el pago de ninguna regalía ni cuota alguna. [*European Interoperability Framework*]
- **Etiqueta (*tag*):** marca en un documento que delimita el contenido de un elemento, utilizadas en determinados lenguajes. Por ejemplo, las etiquetas <XML>
- **Filtro (*filter*):** condiciones simples o compuestas de operadores de tipo: espaciales, temporales, de comparación, lógicos e incluso funciones, para definir las condiciones o reglas para restringir el volumen de información a obtener de los servicios de descarga de datos vectoriales (WFS) y las observaciones y medidas de sensores (SOS) o para expresar las condiciones que han de satisfacer los conjuntos de metadatos buscados en el servicio de Catálogo de Metadatos (CSW), entre otros. Dado que las implementaciones de los servicios que soportan filtros pueden variar de unas a otras, es habitual que los metadatos que describen los servicios (*capabilities*) incluyan una sección en la que se describan las operaciones soportadas
- **Fuentes (*feeds*):** también denominadas listas, para publicar información en la web, que contienen una o más <<entradas>> (*entry*) de diverso tipo, como textos, imágenes o, en el caso de una IDE, conjuntos de datos espaciales.
- **GeoJSON:** especificación extendida del formato de texto JSON (*Javascript Object Notation*) en el ámbito de la información geográficas. Es un formato sencillo y rápido de analizar en máquinas virtuales.
- **Geoportal:** sitio Internet o equivalente que proporciona acceso a servicios interoperables de información geográfica de varios órganos, organismos o entidades de una o varias Administraciones Públicas, e incorpora al menos un servicio que permita buscar y conocer los datos y servicios geográficos accesibles a través de él. [Ley14/2010]
- **GeoUsabilidad:** término para definir la usabilidad en el ámbito de la Información Geográfica (IG). La geousabilidad tiene por objeto pensar en los distintos usuarios de IG, desde profesionales hasta usuarios ocasionales y no profesionales, que necesitan de este tipo de información para tomar decisiones utilizando distintas herramientas y aplicaciones que ofrecen acceso a datos y recursos geográficos en la web.
- **GML (*Geography Markup Language*):** lenguaje basado en XML para codificar información geográfica para ser almacenada y transportada por Internet, facilitando en gran medida el intercambio de fenómenos geográficos en

Internet. Se trata de una extensión de XML para datos geográficos, que contempla las primitivas geométricas (puntos, polígonos, superficies, curvas...), las topológicas (nodo, borde, cara...) y su estructuración. Atendiendo a la definición del OGC es una gramática XML para expresar elementos geográficos.

- **Globo virtual:** cliente pesado de servicios web no estándar de información geográfica que permite la visualización en tres dimensiones de un objeto celeste eligiendo el punto de vista a voluntad.
- **Imagen:** cobertura en malla cuyos valores de atributos son representaciones numéricas de un parámetro físico. [Glosario ISO/TC211]
- **Imágenes (Imagery):** representación de un fenómeno como imágenes producidas por técnicas electrónicas u ópticas. [Glosario ISO/TC211]
- **Información:** conocimiento sobre objetos, tales como hechos, eventos, cosas, procesos, ideas o conceptos que dentro de un contexto dado tienen un significado determinado. [Glosario ISO/TC211]
- **Información geográfica:** información acerca de fenómenos asociados implícita o explícitamente con una localización relativa a la Tierra. [Glosario ISO/TC211]
- **Información geográfica de referencia:** información geográfica necesaria para que cualquier usuario y aplicación pueda referenciar sus datos. Proporcionan una localización precisa para la información, permiten cruzar datos de distintas fuentes y sirven para interpretar datos situándolos en un ámbito geográfico. [Ley14/2010]
- **Información geográfica ubicua (*ubiquitous geographic information*):** información geográfica proporcionada a los usuarios siguiendo los conceptos de acceso público ubicuo. [Glosario ISO/TC211]
- **Infraestructura de Datos Espaciales:** sistema de sistemas integrado por un conjunto de recursos heterogéneos (datos, hardware, software, metadatos, servicios, estándares, personal, organización, marco legal, políticas, acuerdos, usuarios...), gestionado por una comunidad para compartir información geográfica en la web. [Fundamentos de las IDE]
- **Infraestructura de Información Espacial:** metadatos, con-juntos de datos espaciales y los servicios de datos espaciales; los servicios y tecnologías de red; los acuerdos sobre puesta en común, acceso y utilización; y los mecanismos, procesos y procedimientos de coordinación y seguimiento establecidos, gestionados o puestos a disposición de conformidad con lo dispuesto en la Directiva INSPIRE. [Directiva INSPIRE]
- **INSPIRE:** Directiva Europea 2007/2/CE, aprobada el 14 de marzo de 2007 por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE) que define los principios, organización, estructura y funcionamiento de una IDE en la UE basada en la implementación obligatoria de IDE nacionales en cada uno de los países miembros y con un claro sesgo medioambiental.
- **Interfaz:** conjunto de operaciones que caracteriza el comportamiento de una entidad. [Glosario ISO/TC211]

- **Interfaz de programación de aplicaciones, API (*Application Programming Interface*):** conjunto de funciones y procedimientos (o métodos, en la programación orientada a objetos) que ofrece bibliotecas o librerías de código para ser utilizados por otros *softwares* como una capa de abstracción.
- **Interoperabilidad:** posibilidad que ofrecen algunos sistemas y servicios de ser utilizados en remoto conociendo sólo información genérica (las normas y estándares que cumplen) y no información específica sobre cada uno de ellos. [Glosario ISO/TC211]
- **Interoperabilidad:** posibilidad de combinación de los conjuntos de datos espaciales y de interacción de los servicios, sin intervención manual repetitiva, de forma que el resultado sea coherente y se aumente el valor añadido de los conjuntos y servicios de datos. [Directiva INSPIRE]
- **Interoperabilidad:** capacidad de que las organizaciones interactúen con vistas a alcanzar objetivos comunes que sean mutuamente beneficiosos y que hayan sido acordados previa y conjuntamente, recurriendo a la puesta en común de información y conocimientos entre las organizaciones, a través de los procesos empresariales a los que apoyan, mediante el intercambio de datos entre sus sistemas de TIC respectivos. [Marco Europeo de Interoperabilidad - Estrategia de aplicación]
- **KML (*Keyhole Markup Language*):** lenguaje XML enfocado a la visualización de datos geográficos, incluyendo la anotación sobre mapas e imágenes. La visualización de datos geográficos no sólo incluye la representación de datos gráficos en el mundo, sino también ciertos componentes de información relativos a la navegación por los elementos que definen una red de geometrías y que permiten responder a preguntas como dónde ir o dónde buscar. Puede usarse en navegadores tridimensionales o Globos Virtuales) como Google Earth o bidimensionales.
- **LISIGE:** transposición de La Directiva al ordenamiento jurídico español mediante la Ley para las Infraestructuras y Servicios de Información Geográfica (Ley 14/2010), de 5 de julio de 2010, también llamada LISIGE. La LISIGE viene a recoger todo el contenido de la Directiva Inspire, con cuatro pequeños matices que van un poco más allá de la Directiva, amplía ligeramente su ámbito de aplicación y añade el establecimiento de la estructura organizativa y de coordinación de la IDEE a través del Consejo Superior Geográfico.
- **Malla (*Grid*):** red compuesta por dos o más conjuntos de curvas en la que los miembros de cada conjunto cortan a los miembros del otro de manera algorítmica. [Glosario ISO/TC211]
- **Mapa:** representación gráfica y métrica de una porción de territorio sobre una superficie bidimensional.
- **Metadatos:** datos acerca de un recurso (datos, servicio...). [Glosario ISO/TC211]
- **Metadatos:** información que describe los conjuntos y servicios de datos espaciales y que hace posible localizarlos, inventariarlos y utilizarlos. [Directiva INSPIRE]

- **Metadatos de servicio:** metadatos que describen las operaciones y la información geográfica disponible en un servidor. [Glosario ISO/TC211]
- **Modelo conceptual:** modelo que define los conceptos de un universo de discurso. [Glosario ISO/TC211]
- **Navegación:** combinación de ruta, determinación de rutas y seguimiento. [Glosario ISO/TC211]
- **Navegador web:** aplicación web con capacidad de comunicarse con servidores en la red mediante el protocolo HTTP, que es la vía por donde irán de manera transparente las solicitudes al servidor.
- **Neocartografía:** método de producción de datos geográficos basado en las aportaciones desinteresada de voluntarios. (También se le llama Neogeografía e Información Geográfica Voluntaria).
- **Nomenclátor geográfico (*Gazetteer*):** directorio de instancias de clase o clases de entidades que contiene alguna información relativa a su posición. [Glosario ISO/TC211]
- **Norma:** solución tecnológica establecida por un organismo oficial de normalización, como ISO, CEN o AENOR.
- **Normas de Ejecución (*Implementing Rules*):** normas que establecerán las especificaciones que tienen obligatoriamente que cumplir los datos y servicios en un período tiempo desde su aprobación
- **Nodo** de una IDE: dominio web que publica un conjunto de recursos que forman parte de una Infraestructura de Datos Espaciales.
- **Nodo de infraestructura de información geográfica:** Conjunto de servicios interoperables de información geográfica accesibles, a través de Internet, por la acción de un órgano, organismo o entidad de las Administraciones Públicas. [Ley14/2010]
- **Objeto geográfico (*Feature*):** abstracción de un fenómeno del mundo real. [Glosario ISO/TC211]
- **Objeto espacial (*Feature*):** la representación abstracta de un fenómeno real que corresponde a una localización o zona geográfica específica. [Directiva INSPIRE]
- **Operación:** especificación de una transformación o consulta que un sistema puede recibir para que la ejecute. [Glosario ISO/TC211]
- **Petición (*Request*):** solicitud de una operación por un cliente [Glosario ISO/TC211]
- **Perfil:** opción que permite amoldar ciertas normas a circunstancias particulares (p.ej. entornos tecnológicos, usuarios concretos, realidades socioeconómicas o culturales distintas, etc.). Un perfil procede de una o más normas base, o subconjunto de normas base. Los perfiles se deben tener en cuenta en las organizaciones productoras de datos espaciales y de servicios de datos espaciales para desarrollar productos conformes a algunas normas de la familia

ISO 19100 pero matizados en busca de una mayor competitividad, eficacia y eficiencia.

- **Producto de datos:** abstracción genérica de todos los conjuntos de datos producidos de acuerdo con unas especificaciones.
- **Ráster:** patrón, normalmente rectangular, de líneas de barrido paralelas que forman o se corresponden a la visualización sobre un tubo de rayos catódicos. [Glosario ISO/TC211]
- **Recomendación:** directriz que promueve un organismo que intenta armonizar prácticas y usos en una comunidad determinada, normalmente basándose en un consenso previo. Su mayor o menor éxito depende de la influencia que es capaz de ejercer el organismo que la propone. Por ejemplo: EUROSTAT produce recomendaciones para armonizar las prácticas estadísticas en Europa; OSGEO recomienda una manera estándar de solicitar mapas teselados, el llamado WMS-C, etc.
- **Reglamento** (*Commission Regulations*): **documentos** de obligado cumplimiento en toda la Unión Europea sin necesidad de trasponer ninguna disposición legal adicional, que especifican qué se necesita a nivel abstracto y genérico, **para** la implementación y puesta en práctica de la Directiva Inspire y, por lo tanto de las IDE de los Estados miembros integradas en la IDE europea
- **Recurso** (*resource*): activo o medio identificable que satisface un requisito, por ejemplo, un conjunto de datos, serie de conjuntos de datos, servicio, documento, iniciativa, software, persona u organización. [Glosario ISO/TC211]
- **Registro** (*record*): colección nombrada y finita de elementos relacionados (objetos o valores). Lógicamente, un registro es un conjunto de pares <nombre, elemento>. [Glosario ISO/TC211]
- **Representación:** la presentación de la IG para humanos según ISO 19117. La norma se encarga de definir un mecanismo de representación para las entidades basado en reglas, las cuales utilizan la geometría y la información de los atributos.
- **Serie:** producto formado por conjuntos de datos producidos de acuerdo con unas especificaciones comunes que sólo se diferencian entre sí en la extensión espacial que cubren.
- **Servicio:** parte distinguible de funcionalidad que se obtiene a través de interfaces. [Glosario ISO/TC211]
- **Servicio de información geográfica:** Operación, o conjunto de operaciones, que pueden efectuarse, a través de una aplicación informática, sobre datos geográficos o sus metadatos. [Ley14/2010]
- **Servidor:** instancia particular de un servicio. [Glosario ISO/TC211]
- **Servicio Basado en la Localización (LBS):** servicio cuyo retorno u otra propiedad es dependiente de la localización del cliente que requiere el servicio o cualquier otra cosa, objeto o persona. [Glosario ISO/TC211]

- **Sistema de Información Geográfica:** modelo de una parte del mundo real en un sistema de referencia ligado al terreno y gestionado digitalmente.
- **Sistemas de coordenadas (CS).** Conjunto de métodos matemáticos que especifican la manera de medir puntos sobre un datum.
- **Sistemas de referencias basados en coordenadas (CRS, *Coordinate Reference Systems*):** composición de un datum y un CS que permiten posicionar inequívocamente un punto sobre la superficie del objeto (en cartografía, la Tierra). Un **CRS** es la combinación de un sistema de coordenadas geográfico y un sistema de coordenadas proyectado.
- **Teselación:** partición de un espacio en un conjunto de subespacios adyacentes que tienen la misma dimensión que el espacio particionado; una teselación en un espacio 2D consta de un conjunto de polígonos no superpuestos que cubren totalmente una región de interés. [Reglamento (UE) N° 1089/2010]
- **Universo del discurso:** vista de un mundo real o hipotético que contiene todo aquello que es de interés. [Glosario ISO/TC211]
- **Usuario (*User*):** objeto activo que inicia las solicitudes de servicio al sistema. Los usuarios suelen ser objetos que actúan como intermediarios (*proxies*) para las personas que acceden a la funcionalidad del sistema. [Glosario ISO/TC211]
- **Usabilidad web:** atributo de calidad que mide lo fáciles de usar que son las interfaces de usuario.
- **Validación:** proceso de determinar la conformidad, mediante medios independientes, de la calidad de los productos de datos derivados de salidas del sistema. [ISO 19105]
- **Visualizador:** cliente que permite invocar servicios web que muestran mapas. Un visualizador de mapas es una aplicación que permite la visualización, consulta y análisis de información geográfica, fundamentalmente, a través de servicios web implementados según los estándares de la OGC.
- **Web semántica:** web de datos con significado. La asociación de significado permite a las herramientas automáticas, así como a las personas, entender y procesar los datos y la información. [Glosario ISO/TC211]
- **XML(*Extensible Markup Language*):** lenguaje de Marcas Extensible es un lenguaje textual basado en reglas y etiquetas definibles por los usuarios, que permite codificar documentos en un formato estructurado que es interpretable tanto por máquinas (programas) como por las personas.

REFERENCIAS

Glosario multilingüe ISO/TC211, disponible en: <http://www.isotc211.org>

Versión panhispánica del glosario normalizado de ISO/TC211, disponible en: <https://www.ign.es/web/ign/portal/ide-glosario-panhispanico>

Ley 14/2010 sobre las Infraestructuras y Servicios de Información Geográfica en España, disponible en http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2010-10707

DIRECTIVA 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE) <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>

Reglamento (UE) N^o 1089/2010 en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales, disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010R1089-20141231&from=EN>

Marco Europeo de Interoperabilidad, disponible en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0134&from=EN>

Bernabé, M. A. y López, C. (eds.) (2012). Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). UPM Press, Madrid.

Glosario INSPIRE, disponible en <https://inspire.ec.europa.eu/glossary>

El texto de las definiciones en las que no se cita ninguna fuente es de elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

Bernabé, M. A. y López, C. (eds.) (2012). Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). UPM Press, Madrid.

Blog de la IDEE. <http://blog-IDEE.blogspot.com.es>

Geoportal de la Infraestructura de datos espaciales de España (IDEE). <http://www.idee.es>

Geoportal INSPIRE. <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>

Directiva Inspire (2007/2/CE), de 14 de marzo de 2007, que establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>

GINIE – *Geographic Information Network in Europe*. <http://www.ec-gis.org/ginie>

GSDI. Recetario IDE v1.1 (mayo de 2011). Traducción del GSDI SDI Cookbook. http://www.gsdi.org/pubs/cookbook/recetario_es0515.pdf

Iniesto, M. y Núñez-Andrés, A. (eds) (2014). Introducción a las infraestructuras de Datos Espaciales. CNIG. Madrid. <http://www.ign.es/web/ign/portal/publicaciones-boletines-y-libros-digitales#DA-libro-IDEE-min>

International Journal of Spatial Data Infrastructures Research (IJS DIR). <http://ijsdir.jrc.ec.europa.eu>

INSPIRE Knowledge Base. <https://inspire.ec.europa.eu/>

LISIGE - Ley 14/2010 de las Infraestructuras y Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE) de 5 de julio de 2010 <http://www.boe.es/boe/dias/2010/07/06/pdfs/BOE-A-2010-10707.pdf>

Open Geospatial Consortium (OGC). <http://www.opengeospatial.org>

Reglamento (UE) N° 1089/2010 en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02010R1089-20141231&from=EN>

Reglamento (Ce) N° 976/2009 en lo que se refiere a los servicios de red: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:274:0009:0018:ES:PDF>

Reglamento (CE) N° 1205/2008 en lo que se refiere a los metadatos. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:326:0012:0030:ES:PDF>

Richardson, L. y Ruby, S. (2007). RESTful Web Services. O'Reilly.

SOA. *SOA Patterns*. [En línea] Arcitura Education Inc., 2014. <http://www.soapatterns.org/>.

El Foro de Ingeniería en Geomática y Topografía del Grupo de Trabajo de la IDEE que agrupa a los Centros Universitarios españoles en los que se imparte esa titulación, elaboró en 2014 la 1ª edición titulada «Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales». Ahora, los docentes de los Centros Universitarios españoles en los que se imparte la titulación de grado vinculada al ámbito de la Ingeniería en Geomática ha elaborado un nuevo texto, junto al Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), con la intención de que sirva de ayuda y apoyo a la docencia a nivel universitario de una asignatura de introducción a los reglamentos, estándares, tecnologías y herramientas para adquirir los conocimientos básicos para saber desarrollar y definir una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), con el objetivo de publicar en Internet los datos geoespaciales a través de sus metadatos y servicios, facilitando a todos los usuarios su localización, identificación y selección. De todas las facetas que puede tener una IDE, el libro enfatiza la publicación y descripción de los conjuntos de datos espaciales de forma interoperable y normalizada, así como la forma en que se presenta esta información a través de herramientas web como los visualizadores y catálogos, para su gestión y explotación. La publicación recoge la situación actual, así pues, el resultado es un tratado introductorio que creemos puede servir para cualquiera interesado en internarse en el mundo de las IDE desde un punto de vista técnico y práctico.

