

# Introducción a la normalización en Información Geográfica: la familia ISO 19100



**Francisco Javier Ariza López**  
**Antonio Federico Rodríguez Pascual**  
Editores



# **Introducción a la normalización en información geográfica: la familia ISO 19100**



**Grupo de Investigación en Ingeniería Cartográfica  
Universidad de Jaén**



# **Introducción a la normalización en información geográfica: la familia ISO 19100**

**Francisco Javier Ariza López  
Universidad de Jaén**

**Antonio Federico Rodríguez Pascual  
Instituto Geográfico Nacional**

**2008**

**Título:**

“Introducción a la normalización en información geográfica: la familia ISO 19100”

**Editores/Coordinadores:**

Ariza López; Francisco Javier  
Rodríguez Pascual; Antonio Federico

**© Los autores:**

Abad Power; Paloma  
Alonso Jiménez; José Ángel  
Ariza López; Francisco Javier  
Ballari; Daniela  
Barrot Feixat; Dolors  
Doménech Tofiño; Emilio  
Escriu Paradell; Jordi  
García Balboa; José Luis  
García García; Francisco Javier  
Iguácel Abeigón; Cristina  
López Romero; Emilio  
Lucas Martínez; José Luis  
Mas Mayoral; Sebastián  
Matos; João Luis  
Nogueras Iso; Javier  
Rodríguez Pascual; Antonio Federico  
Sánchez Maganto; Alejandra  
Sevilla de Lerma; Miguel  
Sevilla Sánchez; Celia  
Valcárcel Sanz; Nuria  
Villa Alcázar; Guillermo

**Portada:**

Sánchez Maganto; Alejandra

**Publica:**

Grupo de Investigación en Ingeniería Cartográfica  
Universidad de Jaén  
Paraje Las Lagunillas S/N  
E-23071-Jaén (España)  
[http://coello.ujaen.es/investigacion/web\\_giic/index.html](http://coello.ujaen.es/investigacion/web_giic/index.html)

**ISBN:**

978-84-612-2075-5

**Depósito Legal:**

J-93-2008

---

## Contenido

---

<b>PRÓLOGO.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. Introducción.....</b>	<b>5</b>
1.1.- Introducción .....	5
<b>CAPÍTULO 2. Normalización en Información Geográfica.....</b>	<b>11</b>
2.1.- Introducción .....	11
2.2.- Normativa Funcional.....	12
2.3.- Normativa oficial .....	14
2.4.- Conclusiones. ....	19
<b>CAPÍTULO 3. La familia ISO19100: Normas generales.....</b>	<b>21</b>
3.1.- Introducción .....	21
3.2.- ISO 19101: Modelo de Referencia.....	22
3.3.- ISO 19103: Lenguaje de Modelado Conceptual .....	26
3.4.- ISO 19104: Terminología .....	30
3.5.- ISO 19105: Conformidad y Pruebas .....	32
3.6.- ISO 19106: Perfiles .....	35
3.7.- Conclusiones .....	38

**CAPÍTULO 4. Los modelos espacial y temporal (ISO19107, ISO 19108 e ISO 19137). 41**

4.1.- Introducción.....	41
4.2.- ISO 19107: El Modelo Espacial .....	42
3.3.- ISO 19137: Perfiles generalmente usados del Modelo Espacial .....	50
4.4.- ISO 19108: El Modelo Temporal .....	52
4.5.- Conclusiones.....	57

**CAPÍTULO 5. Sistemas de referencia e identificadores geográficos (ISO 19111, ISO 19112, ISO 6709) ..... 59**

5.1.- Introducción.....	59
5.2.- ISO 19111: Referenciación espacial por coordenadas .....	60
5.3.- ISO 19112: Referenciación espacial por identificadores geográficos .....	65
5.4.- ISO 6709: Referenciación normalizada de la localización geográfica de un punto	
5.4.- Conclusiones.....	74

**CAPÍTULO 6. Normas sobre metadatos (ISO19115, ISO19115-2, ISO19139, ISO 15836)**

6.1.- Introducción.....	75
6.2.- Normas ISO para metadatos geográficos .....	77
6.3.- Normas ISO para metadatos de propósito general .....	86
6.4.- Aplicabilidad de las normas .....	89
6.5.- Conclusiones.....	90

**CAPÍTULO 7. Normas para datos ráster y malla (ISO 19101-2, ISO 19121, ISO 19123, ISO 19124, ISO 19129, ISO 19130)..... 93**

7.1.- Introducción.....	93
7.2.- ISO 19101-2: Reference model – Imagery .....	94
7.3.- ISO 19129: Imagery, gridded and coverage data framework.....	95
7.4.- ISO 19124: Imagery, gridded data components .....	96
7.5.- ISO 19130: Sensor data model for imagery and gridded data.....	96
7.6.- ISO 19121: Imagery and gridded data.....	99
7.7.- ISO 19123: Schema for coverage geometry and functions .....	100
7.8 Conclusiones .....	104



---

<b>CAPÍTULO 8. Normas sobre calidad en información geográfica (ISO 19113, ISO 19114, ISO 19138, ISO 2859 e ISO 3951) .....</b>	<b>107</b>
8.1.- Introducción .....	107
8.2.- ISO 19113: Principios de la calidad.....	109
8.3.- ISO 19114: Procedimientos de evaluación de la calidad .....	114
8.4.- ISO 19138: Medidas de la Calidad .....	117
8.5.- ISO 2859 e ISO 3951: Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos y variables.....	122
8.6.- Conclusiones .....	130
<b>CAPÍTULO 9. Normas para la gestión de la calidad (ISO 9000) .....</b>	<b>133</b>
9.1.- Introducción .....	133
9.2.- Bases de los Sistemas de Gestión de la Calidad.....	135
9.3.- ISO 9000: Fundamentos y vocabulario.....	137
9.4.- ISO 9001: Requisitos .....	139
9.5.- ISO 9004: Directrices para la mejora del desempeño.....	142
9.6.- Aplicación de las normas .....	142
9.7.- Experiencias en agencias cartográficas .....	147
9.8.- Conclusiones .....	147
<b>CAPÍTULO 10. Normas sobre servicios (ISO 19119, 19128, 19133 y 19134) .....</b>	<b>49</b>
10.1.- Introducción .....	149
10.2.- ISO 19119: Servicios .....	150
10.3.- ISO19128: Interfaz de servidor web de mapas .....	156
10.4.- ISO 19133: Servicios de rastreo y navegación basados en localización.....	158
10.5.- ISO 19134: Servicio de enrutamiento y navegación basados en localizaciones de modo múltiple.....	161
10.6.- Conclusiones .....	163
<b>CAPÍTULO 11. Normas sobre aplicaciones, formato y representación (ISO 19109, ISO 19110, ISO 19117 e ISO 19131) .....</b>	<b>165</b>
11.1.- Introducción .....	165
11.2.- ISO 19109: Reglas para el esquema de aplicación .....	165
11.3.- ISO 19110: Metodología para la creación de catálogos de elementos.....	171
11.4.- ISO 19117: Representación.....	174
11.5.- ISO 19131: Especificación de productos de datos .....	178

11.6.- Conclusiones.....	183
<b>CAPÍTULO 12. Geographic Markup Lenguaje (ISO 19136).....</b>	<b>187</b>
12.1.- Introducción.....	187
12.2.- ISO 19136: Geographic Markup Lenguaje.....	189
12.3.- Aplicación de la norma.....	195
12.3.- Conclusiones.....	196
<b>CAPÍTULO 13. Conclusiones .....</b>	<b>199</b>
13.1.- Conclusiones.....	199
<b>CAPÍTULO 14. Recursos .....</b>	<b>207</b>
14.1.- Introducción.....	207
14.2.- Bibliografía.....	207
14.3.- Normas.....	211
14.4.- direcciones Web de interés .....	213
14.5.- Acrónimos.....	215

---

Sebastián Mas Mayoral (Instituto Geográfico Nacional)  
Presidente del Comité Técnico nº 148 de AENOR sobre Información Geográfica  
Subdirector General de Aplicaciones Geográficas del Instituto Geográfico Nacional

---

## Prólogo

---

El hombre ha sentido siempre la necesidad de establecer unas normas técnicas para poder comunicarse o comerciar con otros individuos o grupos afines. Esta necesidad se acentuó en la era industrial y con la globalización del comercio, y para satisfacerla se crearon organizaciones, inicialmente nacionales, encargadas de normalizar los más diversos aspectos industriales y tecnológicos.

Por lo que respecta a la información geográfica, la característica común de la misma era que casi siempre su gestión, producción o análisis por un individuo o grupo finalizaba, o se iniciaba y finalizaba, en un mapa. Esta circunstancia obligaba a normalizar la representación cartográfica, pero no la información geográfica en sí, ya que era necesario interpretar los mapas para extraer de ellos la información geográfica utilizable en la gestión o análisis a desarrollar, así como a representar en mapas el resultado de los mismos. Esto aconsejó, ya en el siglo XIX, el establecimiento de Normas para la producción de mapas. Pero la aplicación de la tecnología informática a la gestión y análisis de la información geográfica, durante el último cuarto del siglo pasado obligó a plantearse la necesidad de además de normalizar la representación cartográfica de la información, normalizar la propia información geográfica, para que ésta en sí misma fuese la que conservase y transmitiese las propiedades de dicha información, reflejadas en los mapas, sobre su situación, distribución y relaciones. Aún cuando a partir de 1970 diversos grupos iniciaron el desarrollo de normas, o al menos formatos de intercambio de información geográfica, es partir de 1980 cuando se ha producido un avance claro en la normalización de la información geográfica. Las iniciativas desarrolladas durante los 80 por distintos grupos o proyectos, se concretan en iniciativas más globales y, sobre todo, más independientes de proyectos específicos. De estas destacan:

- La creación en el seno de la Asociación Cartográfica Internacional (ACI), en su Congreso celebrado en Budapest en 1989, de una Comisión de Normas para la Transferencia de Datos Espaciales, actualmente todavía activa, que tiene encomendada la tarea de definir los

criterios de comparación y análisis de normas de intercambio de información geográfica digital, y la recopilación y análisis, bajo estos criterios, de las ya existentes.

- La creación, en 1991, en el seno del Comité Europeo de Normalización (CEN), de un Comité Técnico (CEN/TC 287), con la misión de normalizar, en el ámbito territorial europeo, la información geográfica. En esta iniciativa estaban, y están, integradas las asociaciones de normalización nacionales europeas, entre ellas AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación). Las normas sobre información geográfica que aprueba CEN, pasan a convertirse en Normas Europeas (EN) y, automáticamente, Normas Españolas (UNE).
- La creación, en noviembre de 1994, por ISO (*International Organization for Standardization*), del Comité Técnico de normalización sobre Geomática e Información Geográfica, ISO/TC 211. La tarea de este Comité Técnico era más ambiciosa que la del CEN/TC 287, y sobre todo más global, ya que incluía además de a todas las organizaciones europeas que participaban en el CEN/TC 287, a las correspondientes de otros países del mundo de la importancia, en materia de normalización de información geográfica, de Canadá, Estados Unidos, Australia, Japón, etc.

Actualmente la iniciativa principal en normalización de la información geográfica es desarrollada por ISO/TC 211, actuando coordinadamente con CEN/TC 287, aplicando los acuerdos de Viena, y con el Open Geospatial Consortium (OGC), mediante el Consejo Consultivo Conjunto ISO/TC211 – OGC. El objetivo de OGC es definir, por consenso, especificaciones de interoperabilidad de sistemas de información geográfica.

Así pues, esta coordinación de iniciativas en torno a ISO/TC 211, y su familia de normas ISO 19100, para la información geográfica, junto con el hecho de que actualmente ya están aprobadas diversas normas de esta familia y en proceso avanzado de discusión y aprobación las restantes, aconsejan llevar a cabo iniciativas de divulgación y explicación de esta familia de normas, especialmente cuando varias de ellas ya están disponibles en idioma español, y para las restantes está en marcha un decidido proceso de traducción.

En este sentido, considero muy acertada la iniciativa que desarrolla el número especial de la Revista MAPPING sobre la Familia de Normas 19100, ya que en él, a través de sus 13 capítulos y las conclusiones pertinentes, se puede obtener una visión a la vez global de la familia de normas y detallada de cada una de ellas.

Este número especial de MAPPING nos proporciona una visión general de la familia ISO 19100 y una información a la vez concisa y clara, y en español, de las normas que la integran, tanto de las Normas de carácter general (ISO 19101: Modelo de Referencia, ISO 19103: Lenguaje de modelado conceptual, ISO 19104: Terminología, ISO 19105: Conformidad y pruebas, ISO 19106: Perfiles, ISO 19107: El Modelo espacial, ISO 19108: El modelo temporal, ISO 19111: Referenciación espacial por coordenadas, ISO 19112: Referenciación espacial por identificadores geográficos, ISO 19115: Metadatos, ISO 19115-2: Metadatos para imágenes y mallas, ISO 19139: Metadatos. Esquema de implementación XML, ISO 19137: Perfiles generalmente usados en el modelo espacial), como de las Normas sobre calidad (ISO 19113: Principios de calidad, ISO 19114: Procedimientos de evaluación de calidad, ISO 19138: Medidas de la calidad, ISO 2859 e ISO 3951: Procedimientos de muestreo para la inspección de atributos y variables, ISO 9000: Gestión de la calidad), como de las Normas de servicios geográficos (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), como Normas relacionadas con los formatos ráster y malla (ISO 19101-2, ISO 19121, ISO 19123, ISO 19124, ISO 19129, ISO 19130), como Normas sobre aplicaciones, formato y representación (ISO 19109: Reglas para el esquema de aplicación, ISO 19110: Metodología para la creación de catálogos de elementos, ISO 19117: Representación, ISO 19131: Especificación de productos de datos, ISO 19136: *Geographic Markup Lenguaje* (GML)), así como las Normas complementarias de las anteriores (ISO 6709: Referenciación normalizada de la localización geográfica de un punto mediante coordenadas, ISO 15836: Dublín Core).

Al acierto de la temática elegida para este número especial, y lo adecuado del momento en que se difunde, se une la calidad y claridad de la exposición realizada por los autores que han asumido el tratamiento de cada una de las normas de la familia 19100. En consecuencia debemos agradecer a los autores el esfuerzo intelectual y la dedicación que, además de sus múltiples ocupaciones, han realizado para acercarnos y facilitarnos la comprensión de estas normas y felicitarles por la claridad y calidad de su exposición. Este agradecimiento y felicitación se extiende a todos ellos: Francisco Javier Ariza López, Antonio F. Rodríguez Pascual, Javier García García, José Luís García Balboa, Miguel J. Sevilla de Lerma, Paloma Abad Power, Cristina Iguácel Abeigón, Celia Sevilla Sánchez, Jordi Escriu Paradell, José Luís Lucas Martínez, Dolors Barrot Feixat, Joao Matos, Alejandra Sánchez Maganto, Javier Nogueras Iso, Daniela Ballari, José Ángel Alonso Jiménez, Emilio López Romero, Emilio Doménech Tofiño, Nuria Valcárcel Sanz, Guillermo Villa Alcázar,... Pero especialmente debe destacarse el esfuerzo promoviendo y coordinando este número especial desarrollado por Francisco Javier Ariza López, de la Universidad de Jaén, y la tarea de introducción y extracción de conclusiones realizada por él y por Antonio F. Rodríguez Pascual, del Instituto Geográfico Nacional.



Antonio Federico Rodríguez Pascual (Instituto Geográfico Nacional)  
Francisco Javier Ariza López (Universidad de Jaén)

## CAPÍTULO 1

# Introducción

---

### **1.1.- Introducción**

La importancia de la normalización en cualquier sector de actividad humana de carácter productivo es capital, ya que va inevitablemente asociada a la madurez de las tecnologías implicadas. Las normas marcan la diferencia entre la producción artesanal y la producción industrial en serie, permiten en consecuencia que el proceso sea repetible y facilitan su control, lo que hace que el desarrollo, producción y suministro de bienes y servicios pueda optimizarse, y llegar a ser más eficiente, más seguro y más limpio.

Algunas de las ventajas derivadas de la normalización de procesos productivos, según ISO, la Organización Internacional de Normalización, son:

- ↪ Posibilidad de disponer de bienes y servicios de más calidad, seguridad, fiabilidad, eficiencia y que puedan actuar como componentes intercambiables.
- ↪ Aumento de la sana competitividad entre distintas soluciones tecnológicas.
- ↪ Facilidades para el comercio nacional e internacional en igualdad de condiciones.
- ↪ Servir de base tecnológica para la definición de leyes y disposiciones a favor de la salud, la seguridad y la protección del medio ambiente.
- ↪ Permitir la difusión de innovaciones, el intercambio de avances técnicos y la adopción de buenas prácticas.
- ↪ Potenciar la defensa de los derechos de consumidores y usuarios.
- ↪ Simplificarnos la vida proporcionando soluciones únicas a problemas comunes.

Efectivamente las normas ejercen un conjunto de influencias benéficas para el bienestar social, la eficiencia de la producción y el respeto al medio ambiente. Los procedimientos de normalización constituyen el mecanismo más eficaz para hacer que los bienes y servicios que utilizamos se adapten a nosotros, y no al contrario. La existencia de normas, como de muchas otras cosas de importancia fundamental, pasa a menudo desapercibida, se vuelve transparente, y lo que percibimos intensamente es su carencia allí dónde todavía no existen.

La frustración de comprobar que prácticamente no hay dos cargadores de teléfono móvil iguales, la complejidad de los *kits* universales que venden en las tiendas de aeropuerto para poder conectar un aparato a cualquier enchufe eléctrico en cualquier país del mundo, lo incómodo que es en ocasiones empezar a buscar un cajero automático de una de las redes existentes...todo ello nos recuerda a diario la importancia de las normas para hacernos la vida más fácil.

También es verdad que es la industria la que define casi siempre los estándares, atendiendo más a sus intereses que a los de los ciudadanos, y que en muchas ocasiones no es la opción tecnológicamente superior la que deviene en norma. Sin embargo, y pesar de todo, su mera existencia causa grandes beneficios y siempre es preferible una mala norma a que no la haya en absoluto.

En particular, el campo de actividades relacionadas con la Información Geográfica (IG), es uno en los que se ha despertado una mayor demanda y necesidad de normalización. La IG presenta particularidades específicas que la convierten en un caso especial de información cuya gestión resulta especialmente difícil: voluminosa, fractal, borrosa, muy dinámica, reflejo de una realidad no normada,...no en vano la definición tradicional de cartografía establece que es a la vez una ciencia, una técnica y un arte, al incluir demasiada carga de subjetividad en el proceso de creación de una abstracción de lo real y representarla. Quizás por eso sea tan habitual utilizar los mapas para colgarlos en la pared como objeto decorativo.

El advenimiento de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), y su aplicación a la gestión de la IG, dio lugar a lo que se ha llamado Geomática, y la automatización de procedimientos hizo pensar que sería posible estandarizar la mayoría de los aspectos implicados. Sin embargo, en los años 90, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) presentaban todavía una serie de problemas de normalización muy importantes sin resolver: formatos de intercambio, lenguajes de modelado conceptual, vocabulario,...

Afortunadamente, después de sendas iniciativas precursoras en el mismo sentido de AENOR y CEN, ISO/TC211 abordó en 1994 la definición de un conjunto amplio de normas que considerasen todos los aspectos relacionados con la información geográfica. Gracias ello, trece años más tarde, hoy disponemos de un juego muy completo de 33 documentos normativos e informes aprobados, y otros 20 en preparación. El balance general, como se verá a través de los capítulos siguientes, es más que bueno, dada la complejidad del campo a normalizar y la variedad del universo de aplicaciones implicadas.

Sin embargo, a pesar de su innegable utilidad y de su calidad técnica, las normas ISO19100 no son en la actualidad suficientemente conocidas y no se están implantando a la velocidad que esperábamos. Creemos que esta falta de éxito práctico se debe fundamentalmente a un problema de formación, ya que es necesario tener conocimientos previos nada desdeñables para acceder a su contenido. Como muestra de lo dicho, baste un ejemplo. La mayoría de documentos incluye un diagrama de clases UML (*Unified Modelling Language*), poderosa herramienta de modelado cuyo conocimiento no es nada trivial, cuyo contenido es normativo y prevalece sobre el texto, las tablas y las figuras, en caso de contradicción.



Todo esto redonda en una carencia y escasez muy notables de expertos en la materia, de documentación, publicaciones, oportunidades de formación, material didáctico, actividades de difusión en general. No conocemos en nuestro idioma ninguna publicación, en forma de libro o de revista, que ofrezca una introducción general a la familia de normas ISO 19100, tan sólo tenemos noticia de algunos artículos y ponencias relativos a una norma, o un aspecto normativo, en particular, como son los metadatos o la calidad (ver referencias incluidas al final), y el excelente texto de introducción a esta normativa publicado en inglés bajo el título “*ISO Standards for Geographic Information*” (Kresse, 2004).

Por lo tanto, creemos que es especialmente oportuno en este momento acometer cuantas acciones de divulgación, formación y difusión de estas normas sea posible; y en ese sentido, estos textos intentan rentabilizar el enorme esfuerzo realizado en su definición contribuyendo a su conocimiento y aprovechamiento.

En ese sentido, en el Comité Técnico de Normalización 148 de AENOR, titulado “Información Geográfica”, nació la idea de emprender acciones que ayudasen a difundir las normas ISO 19100. Por su parte, el Instituto de Cartografía de Andalucía organizó en noviembre de 2006 una Jornada titulada “Introducción a la Familia de Normas ISO 19100 sobre Información Geográfica”; jornada de difusión técnica con gran afluencia de público y que despertó un notable interés entre los asistentes. Como otro paso más en esta dirección, aprovechando las participaciones en dicha Jornada, complementadas con otras nuevas que dieran una visión más global, se decidió organizar y gestionar la elaboración de este número monográfico sobre normatividad en IG.

La finalidad de este número especial de la revista Mapping es contribuir modestamente a la difusión y conocimiento de la familia de normas ISO19100 y normas asociadas, proporcionando:

- ↪ Una introducción general de conjunto a todo el cuerpo normativo.
- ↪ Un mapa conceptual en el que encaje el campo de aplicación de cada norma o documento, su objetivo y sus relaciones con el resto.
- ↪ Una guía de uso de las ISO19100 que permita decidir qué normas es aconsejable tener en cuenta en un proyecto determinado.
- ↪ Una descripción divulgativa de cada una de las normas más importantes.
- ↪ Un incentivo para conocer en profundidad alguno o varios de los documentos descritos, dependiendo de la especialidad de cada lector y del papel que juegue en su actividad profesional la IG.

Estas páginas están dirigidas a todos los profesionales latinoamericanos de la Geomática, a los productores de datos, distribuidores, desarrolladores de software, usuarios, investigadores; a los ingenieros, estudiantes, funcionarios, jefes de proyecto, profesores; a los informáticos, cartógrafos, geógrafos, operadores de ordenador, jefes de equipo,...A todos los que trabajan con Información Geográfica en alguna de sus formas, cartografía, imágenes, bases de datos, SIG, IDEs, datos,...para darles a conocer la normativa existente y ayudarles a decidir cómo y de qué manera utilizarla.

Se ha realizado una selección de normas a tratar atendiendo a su importancia para comprender el conjunto de la familia de normas ISO19100 y a su relevancia como normas de aplicación individual, que regulan y armonizan un aspecto del campo general de aplicación, la información geográfica.

Cada capítulo de este número, considera un conjunto de normas relacionadas entre sí, que conforman un bloque temático, aunque a veces ha sido inevitable cierta heterogeneidad en algún capítulo, que ha servido en cierta medida de cajón de sastre. Cuando un capítulo se refiere a varias normas, se ha procurado dedicar un apartado a cada una de ellas, y se ha denominado con el título y el identificador del documento normativo sobre el que versa, para facilitar su localización. En cada caso se ha procurado emplear el título de la norma en español, si existe ya una traducción aprobada o de próxima aprobación a nuestro idioma, y el título original en inglés, para evitar confusiones y traducciones incorrectas, en caso contrario.

A la mayoría de las normas aquí citadas se le podría dedicar un resumen que alcanzaría la extensión de un capítulo, sin embargo el volumen resultante sería inmanejable y farragoso y, dado que se disponía de un espacio limitado, hemos preferido considerarlas de modo muy resumido y no todas por igual, dependiendo de la importancia que consideramos tiene cada una de ellas en el momento actual. Se ha sintetizado todo lo posible el objeto, campo de aplicación, finalidad e ideas fundamentales de cada norma, finalizando con unas breves conclusiones sobre su contenido y utilidad.

También hay que decir que, cuando ha sido necesario, se han incluido en esta panorámica normas que no pertenecen a las ISO 19100, con la finalidad de dar una visión completa y, en la medida de lo posible, autocontenida.

Se ha intentado ordenar las normas empezando por las más generales y abstractas, en cuanto a su contenido y su ámbito de aplicación, continuando hasta las más particulares y concretas, las más cercanas a la implantación y uso final de la normativa.

El capítulo 2 introduce la normalización de la información geográfica, esboza la problemática existente y describe el contexto de iniciativas de los organismos que han contribuido a solventarla.

En el capítulo 3, se abordan las normas más generales de la familia, normas más horizontales podríamos decir: Modelo de Referencia (ISO 19101), Lenguaje de Modelado Conceptual (ISO 19103), Terminología (ISO 19104), Conformidad y pruebas (ISO 19105) y Perfiles (ISO19106).

En el capítulo 4, se sintetizan los Modelos Conceptuales básicos y generales, aplicables a los datos: Modelo Espacial (ISO 19107), Modelo Temporal (ISO 19108) y *Core Profile of the Spatial Schema* (ISO 19137), que define un modelo espacial simplificado y básico.

En el capítulo 5, se consideran las normas relativas a Sistemas de Referencia y coordenadas: Sistemas de Referencia por coordenadas (ISO 19111), por Identificadores Geográficos (ISO 19112), y la norma sobre cómo escribir posiciones mediante latitud, longitud y altitud o coordenadas cartesianas x, y, z (ISO 6709).

En el capítulo 6, se tratan las normas sobre metadatos: Metadatos (ISO 19115), la extensión para ráster y malla (ISO 19115-2), la codificación XML de metadatos (ISO 19139) y el *Dublín Core* (ISO 15836).

En el capítulo 7, se resumen los documentos referentes a datos ráster y malla: *Reference Model - Imagery* (ISO 19101-2), *Imagery and gridded data* (ISO 19121), *Schema for coverage geometry* (ISO 19123), *Imagery and gridded data components* (ISO 19124), *Imagery, gridded and coverage data framework* (ISO 19129) y *Sensor data models for imagery and gridded data* (ISO 19130).

En el capítulo 8, se dedica espacio a las normas sobre calidad de datos geográficos: Principios de Calidad (ISO 19113), Métodos de Evaluación de la Calidad (ISO 19114), Medidas de Calidad (ISO 19138) y las dos normas fundamentales sobre muestreo (ISO 2859 e ISO 3951).

En el capítulo 9, se proporciona una visión de las normas dedicadas a la calidad de procesos: las ISO 9000 de gestión de la calidad.

En el capítulo 10, se abre el mundo *web*, con las normas e informes dedicados hasta ahora a los servicios en la red: Servicios (ISO 19139), la norma sobre Servicios Web de Mapas (ISO 19128), el Modelo de Referencia sobre Servicios Basados en la Localización (LBS) (ISO 19132) y las normas dedicadas a *LBS - Tracking and navigation* (ISO 19133) y *LBS - Multimodal routing and navigation* (ISO 19134).

En el capítulo 11, se agrupan varias normas que, si bien están todas relacionadas con aspectos muy prácticas de la implementación final de toda la familia de normas para datos vectoriales, presentan cierta heterogeneidad entre sí: Reglas para Modelos de Aplicación (ISO 19109), Metodología para Catalogación de Fenómenos (ISO 19110), *Portrayal* (ISO 19117) o representación, y Especificaciones de Productos de Datos (ISO 19131).

En el capítulo 12, se hace una introducción y resumen del formato físico para datos geográficos, el llamado GML, *Geographic Markup Language* (ISO 19136), que por su extensión y complejidad ha merecido la dedicación de un capítulo entero.

Por último, en el capítulo 13, se hacen unas breves consideraciones finales y se esbozan unas someras conclusiones que intentan recoger las ideas y opiniones más relevantes que han surgido de la experiencia adquirida por el conjunto de los autores en los estudios, trabajos y tareas relacionados con estas normas.

Al final, en el capítulo 14, se ha agrupado y reunido toda la información relativa a referencias, bibliografía y recursos, de manera conjunta para evitar repeticiones y no interrumpir el desarrollo del cuerpo principal del texto. También se ha incluido un listado de acrónimos para facilitar su comprensión.

Todo corpus científico o técnico está acompañado de un vocabulario específico, un conjunto de términos técnicos que ayudan a fijar las estructuras conceptuales implicadas y que son consagrados gradualmente por el uso de la comunidad. En estas páginas se ha hecho un esfuerzo por homogeneizar la terminología en castellano y el Comité Técnico 148 de AENOR tiene previsto dar a conocer una recopilación de los términos implicados más importantes. Hay que resaltar el esfuerzo realizado por los expertos que se han encargado de verter normas al español por consensuar traducciones sensatas de términos en inglés cuya correspondencia no es ni directa ni trivial.

En cuanto a los autores, se ha contado con los técnicos que acumulan actualmente una mayor experiencia sobre las materias consideradas, tanto desde el punto de vista teórico como práctico; todos ellos están ligados de una manera u otra al Comité Técnico de Normalización 148 de

AENOR “Información geográfica”, su quehacer profesional diario implica la utilización práctica de estas normas y muchos de ellos han traducido o están traduciendo la normativa.

En suma, se trata de un conjunto de expertos y especialistas en la familia de normas ISO 19100, situados en puestos de responsabilidad relacionados íntimamente con la gestión de información geográfica y pertenecientes a entidades clave del sector académico y de la administración pública, como la Universidad de Jaén, el Instituto Geográfico Nacional, la Universidad Complutense de Madrid, el Instituto Cartográfico de Cataluña, la Universidad Técnica de Lisboa, la Universidad de Zaragoza, la Universidad Politécnica de Madrid y el Ministerio de la Vivienda.

Por último, queremos agradecer sinceramente el entusiasmo con el que la dirección y el equipo de la revista MAPPING han acogido la iniciativa de dedicar un número especial monográfico dedicado a las normas ISO 19100, las facilidades y el apoyo que nos han prestado para ello y la oportunidad que nos han brindado de utilizar este canal privilegiado de comunicación con toda la comunidad latinoamericana para difundir una familia de normas de importancia tan capital para todo tipo de actividades relacionadas con la información geográfica.

Francisco Javier García García (Secretario AEN/CTN148, Instituto Geográfico Nacional)  
Antonio Federico Rodríguez Pascual (Instituto Geográfico Nacional)

## CAPÍTULO 2

# Normalización en Información Geográfica

---

### **2.1.- Introducción**

Todos los sectores tecnológicos e industriales han pasado por diferentes etapas de desarrollo. En concreto, la normalización de procesos y productos supone alcanzar un grado de madurez cualitativamente esencial. Nadie imagina tener que acudir al fabricante de un vehículo para comprarle una arandela o un tornillo que sólo se puede utilizar para un modelo específico, o una marca determinada. Lo que espera cualquier usuario, es que el tornillo esté ajustado a norma y tenga unos valores estandarizados de tamaño y forma. De esta manera, la fabricación, distribución y manipulación de este tornillo no depende exclusivamente del fabricante del vehículo, ni de ninguna solución tecnológica en particular.

Este tipo de situaciones que parecen inadmisibles en el ámbito de la automoción son las que se han sufrido y, en no pocos casos, se siguen sufriendo en el campo de la IG. Hasta hace pocos años, se disponía de IG en diferentes formatos propietarios que siguen diferentes modelos conceptuales, y aplicaciones para trabajar con estos datos “tan particulares” que, por otra parte, no conseguían manipular ningún otro dato que tuviera diferente formato o que estuviera sobre otra plataforma.

Pensar en difundir IG en esas condiciones a un cliente que trabaje con otro formato diferente al del suministrador, supone trabajos muy costosos, que no siempre se pueden automatizar y que, prácticamente siempre, implican pérdida de información en el trasvase. Bajo este horizonte, las fronteras entre diferentes productores de datos suponían verdaderos muros no permeables que exigían gran cantidad de recursos para ser eliminados.

Por otra parte, los procesos basados no en estándares, sino en soluciones específicas, están definidos para unas necesidades muy concretas y particulares, y no pueden solucionar por su propia concepción el objetivo de compartir y reutilizar la información para un tercer usuario o para el público en general.

La verdadera solución consiste en establecer una normativa de ámbito lo más amplio posible que permita materializar mecanismos de intercambio, interoperabilidad y distribución de información geográfica digital.

Es conveniente aclarar los conceptos de norma, estándar, recomendación y especificación, en el ámbito del vocabulario técnico de normalización, ya que en ocasiones se emplean como sinónimos, porque el lenguaje común lo admite ; por otro lado, el hecho de que exista una única palabra en inglés, *standard*, para traducir los conceptos de norma y estándar, facilita la confusión.

Norma es todo documento que armoniza aspectos técnicos de un producto, servicio o componente, definido como tal por algún organismo oficial de normalización, como son ISO, CEN o AENOR. En ocasiones se les llama normas de jure o normas de derecho.

Estándar es cualquier documento o práctica que, sin ser norma, está consagrado y aceptado por el uso y cumple una función similar a la de una norma. Incluye los documentos de tipo normativo que no han sido definidos por un organismo oficial de normalización. En ocasiones se les llama normas de facto o normas de hecho. Por ejemplo, las especificaciones de *Open Geospatial Consortium*, los formatos DGN, shape,...

Recomendación es una 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; el Consejo Superior Geográfico define recomendaciones acerca de la cartografía en España, etcétera.

Especificación, es una 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.

## **2.2.- Normativa Funcional**

Han aparecido gran cantidad de iniciativas mediante las cuales organismos nacionales e internacionales, ya bien de normalización o, simplemente de producción de datos geográficos, han realizado tareas de estandarización.

Estas tareas de normalización en el campo de la IG comenzaron a finales de los años ochenta, motivados por requisitos de normalización acuciantes en un sector determinado, y dieron lugar a lo que ISO/TC 211 ha denominado normas o estándares funcionales: DIGEST (STANAG 7074, v2.1 2000) en el entorno de aplicaciones de defensa, S-57 definido por la Oficina Hidrográfica Internacional (IHO, 2000), *Geographic Data File* (ISO 14825:2004) para tráfico por carretera y las especificaciones de *Open Geospatial Consortium*. Es decir, normas prácticas, funcionales, bien definidas, útiles en un campo de aplicación concreto, producidas en algunas ocasiones por organismos de normalización y en otras sin un organismo oficial de normalización detrás.

## **Digital Geographic Information Exchange Standard**

Dentro de las normas funcionales más conocidas está la denominada “*Digital Geographic Information Exchange Standard*” (DIGEST), desarrollada por *Digital Geographic Información Working Group* (DGIWG), en donde participan organismos cartográficos de países pertenecientes a la OTAN. Esta normativa tiene por objeto el permitir el compartir información geográfica en operaciones conjuntas de defensa de diferentes países que participan en DGIWG.

Dentro de los documentos y especificaciones creados por este comité se puede reseñar el DIGEST 2.1: Part 4 que establece la definición de un catálogo de fenómenos que se ha utilizado en diferentes proyectos de ámbito internacional, por ser un catálogo bien conocido, probado y de uso extendido, como ha ocurrido con *EuroRegionalMap* y *EuroGlobalMap*, bases de datos europeas a escala 1:250.000 y 1:1.00.000 respectivamente, producidas por *Eurogeographics*, el consorcio europeo de responsables nacionales de la cartografía oficial.

DGIWG está realizando un gran esfuerzo para definir la normativa DIGEST como perfiles de la normativa ISO 19100, es decir como normas definidas por particularización de las normas definidas por ISO/TC211, mediante el procedimiento establecido que se denomina definición de perfiles.

## **Especificaciones del Open Geospatial Consortium**

También resulta interesante mencionar el trabajo de estandarización por consenso que ha realizado *Open Geospatial Consortium* (OGC) ([www.opengeospatial.org](http://www.opengeospatial.org)), consorcio de más de 300 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 IDE (Infraestructura de Datos Espaciales) como SIG distribuido y el mismo OGC modificó su nombre.

Las especificaciones de OGC se estructuran en dos grandes bloques:

- Modelos Abstractos: Proporcionan las bases conceptuales para el desarrollo de otras especificaciones OGC.
- Especificaciones para implementación: Están concebidas para una audiencia técnica y poseen un nivel de detalle adecuado para realizar una implementación.

La Tabla 2.1 lista el conjunto de temáticas que abarcan los modelos abstractos y la Tabla 2.2 las especificaciones desarrolladas hasta la fecha.

La especificación más implementada, con diferencia, por su utilidad y por estar bien diseñada, es la de *Web Map Service* (WMS) o Servicio Web de Mapas, del que existen más de 1000 implementaciones en todo el mundo sirviendo más de 300.000 capas (ver [http://www.skylab-mobilesystems.com/en/wms\\_serverlist.html](http://www.skylab-mobilesystems.com/en/wms_serverlist.html)).

Tabla 2.1.- OGC: Modelos Abstractos
Topic 0 - Overview Topic 1 - Feature Geometry Topic 2 - Spatial Reference by Coordinates 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 Domain 1 - Telecommunications Domain

Tabla 2.2.- OGC: Especificaciones para la implementación
OpenGIS Catalogue Service Implementation Specification 2.0.2. OpenGIS Coordinate Transformation Service Implementation Specification 1.0 OpenGIS Filter Encoding Implementation Specification 1.1 OpenGIS Geographic Objects Implementation Specification 1.0.0 OpenGIS Geographic Markup Language (GML) Encoding Specification 3.1.1. OpenGIS GML in JPEG 2000 for Geographical Imagery Encoding Specification 1.0.0 OpenGIS Grid Coverage Service Encoding Specification 1.0 OpenGIS Location Services Implementation Specification 1.1 OpenGIS Implementation Specification for G.I. Simple Feature Access 1 1.2.0 OpenGIS Implementation Specification for G.I. Simple Feature Access 2 1.2.0 OpenGIS Simple Features Implementation Specification for CORBA 1.0 OpenGIS Simple Features Implementation Specification for OLE/COM 1.0 OpenGIS Specification Styled Layer Descriptor Implementation Specification 1.0 OpenGIS Specification Symbology Encoding Implementation Specification 1.1.0 OpenGIS Specification Web Coverage service Implementation Specification 1.1.0 OpenGIS Specification Web Feature Service Implementation Specification 1.1 OpenGIS Specification Web Map Context Implementation Specification 1.1 OpenGIS Specification Web Map Service 1.3.0 OpenGIS Specification Web Service Common Implementation Specification 1.1.0

### 2.3.- Normativa oficial

El verdadero protagonismo en este campo lo tienen los organismos nacionales, europeos e internacionales de normalización que han sabido aglutinar el esfuerzo realizado por las diferentes organizaciones en la realización de las llamadas normas o estándares funcionales, casi siempre de carácter sectorial, y establecer un conjunto de normas más generales que las acojan bajo su paraguas.

Siguiendo un orden de mayor a menor competencia territorial, en este apartado se va a presentar un bosquejo muy general de la actividad desarrollada por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), por el Comité Europeo de Normalización (CEN) y por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Las actividades normativas se desarrollan



dentro de los denominados comités técnicos de normalización (CTN), que son los grupos especializados en cada una de las temáticas de interés dentro de cada uno de los cuerpos normativos.

Es de destacar que estos cuerpos de normalización trabajan agrupando las contribuciones de todos los actores y organismos que intervienen en el campo de la IG: empresas productoras de *software*, productores de datos, agencias espaciales, organismos de normalización, asociaciones profesionales, universidades, sector público, etc. En la actualidad hay una coincidencia plena de opinión sobre la necesidad de tener una sola normativa de referencia en el sector, y que ésta debe darse al nivel más alto, es decir, en ISO.

## **Organización Internacional para la Estandarización**

Dentro de ISO el Comité Técnico que trabaja en el campo de la IG es el ISO/TC 211. La actividad normativa se agrupa en un conjunto de normas que se denomina familia ISO 19100.

El comité internacional ISO/TC 211 comenzó a trabajar en noviembre de 1994 con el objetivo de establecer normativa de referencia en el campo de la información geográfica 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. Como resultado de este trabajo, apareció la familia ISO 19100, un conjunto de normas relacionadas con objetos o fenómenos que están directa o indirectamente asociados con una localización relativa a la Tierra. La normativa trata sobre los métodos, herramientas y servicios para la gestión de datos, adquisición, procesamiento, análisis, acceso, presentación y transferencia de información geográfica en formato digital entre diferentes usuarios, sistemas y localizaciones. Este trabajo se realiza haciendo referencia, siempre que sea oportuno, a la normativa existente en materia de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Como resultado se tiene una familia de más de 50 proyectos normativos en cuya elaboración han estado involucrados 29 países como miembro de pleno derecho, 30 países observadores, del orden de otras 30 organizaciones internacionales de máxima relevancia y otros 18 comités de normalización en ISO mediante los oportunos acuerdos de colaboración. España ha participado y participa en ISO/TC211 como miembro de pleno derecho; la delegación española está formada por vocales del comité equivalente de AENOR, el CTN148 “Información geográfica”, y actúa representando los intereses y opiniones del sector español.

Actualmente, el TC211 tiene cinco grupos de trabajo, que dependen de la presidencia del comité:

- Grupo de Trabajo 4. Servicios Geoespaciales.
- Grupo de Trabajo 6. Imágenes.
- Grupo de Trabajo 7. Comunidades de la Información.
- Grupo de Trabajo 8. Servicios Básicos de Localización (Actualmente sin actividad).
- Grupo de Trabajo 9. Gestión de la Información.

También existen ocho grupos especiales, cuyo objetivo es dar soporte al trabajo de la presidencia del comité.

- Consejo de estrategia.
- Grupo para el mantenimiento armonizado del modelo.
- Consejo de extensión y divulgación.
- Consejo Consultivo Conjunto ISO/TC211 – OGC.
- Grupo de mantenimiento de la terminología.
- Grupo de mantenimiento del programa.
- Equipo de trabajo para los proyectos entre ISO/TC 204 e ISO/TC211.
- Equipo de trabajo para los proyectos entre JTC 1/SC 24 e ISO/TC 211.

Todos ellos son de suma importancia para mantener la coordinación y coherencia en el desarrollo de las actividades del comité al tratarse de un conjunto de más de 50 normas que se han elaborado esencialmente en paralelo.

Conviene destacar la actividad que desarrolla el Consejo Consultivo Conjunto ISO/TC211-OGC. Éste grupo está codirigido por miembros del TC211 y OGC con el objetivo coordinar los esfuerzos normativos de ambos organismos. Como resultado se consigue establecer una única normativa de referencia en información geográfica digital, ISO 19100, recogiendo los fundamentos de las especificaciones OGC y asegurando la coordinación entre ambos ámbitos de estandarización.

Actualmente, existen treinta y tres documentos normativos publicados y casi otros 20 proyectos normativos en marcha. Continuamente se están realizando estudios sobre tareas a normalizar, que en el futuro supondrán nuevos proyectos normativos que terminarán produciendo, en muchos casos Normas Internacionales (IS), y en otros casos Especificaciones Técnicas (TS) e Informes técnicos (TR). Los documentos se clasifican de la siguiente forma:

- *WD (Working Draft)*: Borrador de Trabajo, documento en el que están trabajando los expertos que forman el Grupo de Trabajo (WG) responsable de su redacción. No se distribuye fuera del WG.
- *CD (Committee Draft)*: Borrador de Comité, es un borrador ya acabado por un Grupo de Trabajo que se distribuye dentro del Comité Técnico (TC) para que sus miembros elaboran comentarios y sugerencias en sucesivas consultas hasta que el TC decide aprobarlo como DIS.
- *DIS (Draft International Standard)*: Borrador de Norma Internacional, una vez que se ha alcanzado un consenso en el TC, se distribuye a todos los países miembros de ISO para votación y comentarios durante un período de 5 meses.
- *FDIS (Final Draft International Standard)*: Borrador Final de Norma Internacional, una vez que se ha aprobado un DIS, se considera que es 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.

- IS (*International Standard*): Una vez que el documento pasa satisfactoriamente todos los procesos de aprobación entra en vigor y adquiere el carácter de Norma Internacional. Para modificarla o actualizarla es necesario iniciar de nuevo todo el proceso con un nuevo documento de trabajo.
- TS (*Technical Specification*): Especificación Técnica, es un documento no normativo, que no prescribe nada, de carácter informativo y que describe técnica y detalladamente un producto, servicio, método o práctica. Sirve para generar documentación útil que no existe.
- TR (*Technical Report*): Informe Técnico, es otro tipo de documento no normativo, que no prescribe tampoco nada, meramente informativo, que se utiliza para analizar y estudiar una temática. Se emplea para estudiar qué normas hay que definir o modificar en un campo determinado.

En estos momentos, Diciembre de 2007, el TC 211 ha desarrollado o está desarrollando los documentos de trabajo que se indican en la Tabla 2.3. Se reseñan en castellano los títulos de las normas que ya se han traducido a nuestro idioma y, o ya se han aprobado como normas UNE, o se van a aprobar de forma inminente.

Tabla 2.3.- ISO: Normas e informes	
<b>Normas generales</b>	
DIS 6709 rev <i>Standard representation of latitude, longitude and altitude</i>	IS19111 Sistemas de referencia con coordenadas
IS 19101 Modelo de Referencia	IS 19112 Sistemas de referencia con identificadores geográficos
TS 19103 <i>Conceptual Schema Language</i>	IS 19113 Principios de Calidad
IS 19104 <i>Terminology</i>	IS 19114 Evaluación de la Calidad
IS 19105 Conformidad y Pruebas.	IS 19115 Metadatos
IS 19106 <i>Profiles</i>	IS 19118 <i>Encoding</i>
IS19107 <i>Spatial schema</i>	FDIS 19136 GML
IS 19108 Modelo temporal	IS 19137 Perfil núcleo del Modelo Espacial
IS19109 Reglas para modelos de aplicación	TS 19138 <i>Data quality measures</i>
IS 19110 Metodología de catalogación de Fenómenos	DIS 19141 <i>Schema for moving feature</i>
<b>Normas de Servicios</b>	
IS 19116 <i>Positioning services</i>	IS 19133 <i>LBS - Tracking and navigation</i>
IS 19117 Representación	IS 19134 <i>Multimodal LBS for routing and navigation</i>
IS 19119 Servicios	CD 19142 <i>Web Feature Service</i>
IS 19125-1 <i>Simple Feature Access (SFA)</i>	CD 19143 <i>Filter encoding</i>
IS 19125-2 <i>SFA – SQL Option</i>	WD 19147 <i>LBS - Transfer Nodes</i>
IS 19128 Web Map Server Interface	WD 19148 <i>LBS- Linear Referencing System</i>
IS 19132 <i>Location Based Services (LBS) - Reference Model</i>	
<b>Normas de Datos Ráster y Malla</b>	
PDTS 19101-2 <i>Reference Model - Imagery</i>	TR 19124 <i>Imagery and gridded data components</i>
CD 19115-2 <i>Metadata – Extensión for imagery and gridded data</i>	CD 19129 <i>Imagery and coverage data</i>
TR 19121 <i>Imagery and gridded data</i>	IS 19130 <i>Sensor data models for imagery and gridded data</i>
IS 19123 <i>Schema for coverages</i>	
<b>Normas Complementarias</b>	
TR 19120 Normas Funcionales	WD 19144-1 <i>Classification Systems - Classification system structure</i>
TR 19122 <i>Qualification and certification of personnel</i>	WD 19144-2 <i>Classification Systems - Land Cover</i>

Tabla 2.3.- ISO: Normas e informes

Normas generales	
WD 19126 <i>Feature concept dictionaries and registers</i>	<i>Classification System</i>
TS 19127 <i>Geodetic codes and parameters</i>	WD 19145 <i>Registry of representations of geographic point locations</i>
IS 19131 <i>Especificaciones de producto de datos</i>	WD 19146 <i>Cross-domain vocabularies</i>
IS 19135 <i>Procedures for items registration</i>	WD 19149 <i>Rights expression language for geographic information (GeoREL)</i>
IS 19139 <i>Metadata – XML schema implementation</i>	WD 19150 <i>Ontology</i>
DIS 19141 <i>Schema for Moving Features</i>	WD 19151 <i>Dynamic Position Identification Scheme for Ubiquitous Space</i>

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](http://www.isotc211.org/pow_all.htm).

### Comité Europeo de Normalización

El Comité Técnico de Normalización 287 (CEN/TC 287) del Comité Europeo de Normalización (CEN) comenzó su andadura en 1991, antes que ISO/TC211. En un primera etapa, hasta 1999, elaboró diez documentos normativos.

Una vez comenzados los trabajos de ISO/TC211, y con el objeto de generar duplicidad de responsabilidades en cuanto a normalización en el sector de la IG, el CEN/TC 287 paralizó su actividad. Además definió sus resultados como normativa experimental, no vinculante, con el fin de que ésta no entrase en colisión con la normativa que en el futuro produjera el ISO/TC211. De esa manera se abría la posibilidad de que ISO/TC211 tomará los documentos finales de CEN/TC287 como punto de partida para sus trabajos.

En el año 2004, el CEN/TC287 volvió a activarse con el objetivo de aportar un marco normativo a la Directiva Europea INSPIRE (2007/02/CE), cuyo objetivo es implantar una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) en Europa basada en las IDE nacionales, particularizando y aprovechando tanto la familia de normas ISO 19100 como las especificaciones OGC.

En su nueva etapa CEN/TC 287 se basa en los siguientes principios:

1. Adopción de la serie ISO 19100 como estándares europeos.
2. Desarrollo y la aceptación de nuevos estándares y perfiles en cooperación con ISO/TC 211, incluyendo unas reglas de implementación para INSPIRE.
3. Facilitar la interoperabilidad con iniciativas de estándares relacionados mediante la armonización.
4. Promoción del uso de las normas de información geográfica

En la actualidad, se han adoptado veinte normas de la familia ISO 19100 como normativa europea y existen otros ocho proyectos normativos de adopción de normativa ISO.

También se ha producido el documento CEN/TR 15449:2006 “*Geographic information*” – “*Standards, specifications, technical reports and guidelines, required to implement Spatial Data Infrastructure*”, que, como su nombre indica, tiene como objetivo recoger la información necesaria para la implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales.

## **Asociación Española de Normalización y Certificación**

En España es el Comité Técnico de Normalización 148 (AEN/CT 148) el responsable de la normalización en el ámbito de la IG. La colaboración y participación en los organismos europeos (CEN/TC287) e internacionales (ISO/TC211) de normalización se canaliza a través de éste comité.

Como trabajo específico de este comité se debe destacar la normativa experimental MIGRA v1 (Mecanismo de Intercambio de Información Geográfica Regional formado por Agregación) (UNE 148001Ex:1998) que supuso un primer intento normativo para facilitar el intercambio de información geográfica digital entre los diferentes agentes.

Al adoptarse ISO 19100 como normativa europea por parte del CEN/TC287, automáticamente se estableció un proceso por el que dicha normativa se convierte en normativa española, teniendo que derogar la normativa nacional que en ese sentido estuviera vigente. Ese fue el caso de MIGRA v1.

Actualmente, el trabajo del comité se centra en tareas de colaboración con los organismos europeos e internacionales de normalización. Se realizan trabajos de traducción, adopción y difusión de la normativa europea e internacional. Recientemente se ha iniciado un Proyecto Normativo de Evaluación de Calidad Posicional, que proporcionará un documento de referencia dentro de nuestro sector en el ámbito nacional.

### **2.4.- Conclusiones.**

La normalización supone la madurez de nuestro sector y aporta los siguientes beneficios:

- ↪ Aumenta la disponibilidad, accesibilidad, integración, facilita la distribución de información geográfica y posibilita la interoperabilidad de sistemas geográficos.
- ↪ Contribuye a aproximaciones unificadas para resolver problemas globales.
- ↪ Simplifica el establecimiento de Infraestructuras de Datos Espaciales.
- ↪ Facilita la comprensión y el uso de la información geográfica.

En conclusión, aporta ventajas cualitativas y cuantitativas esenciales para el sector, que contribuyen muy notablemente a su madurez.

Es cierto que la familia de normas ISO 19100 presenta algunos problemas de falta de coherencia entre sus distintas partes, que hay aspectos todavía no completamente cubiertos y que algunas normas son extraordinariamente complicadas y farragosas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que se trata de un gran número de documentos elaborados en paralelo y en un corto periodo de tiempo, que el campo de aplicación es altamente complejo y dinámico desde un punto de vista técnico, ya que en él confluyen un buen número de disciplinas y especialidades, y que en ocasiones es imposible producir una norma sencilla que sea lo suficientemente general como para comprender todos los estándares existentes y en uso.

Cualquier experto en SIG con la suficiente experiencia, puede recordar perfectamente las condiciones de esta tecnología en los años 80 y buena parte de los 90. A pesar de ser la cartografía una disciplina bien conocida, con soluciones clásicas muy aceptables, y de los

notables adelantos de la informática, la tecnología SIG presentaba carencias que la limitaban muy seriamente.

La falta de formatos físicos de intercambio, la extrema dificultad para traducir diferentes modelos conceptuales, la inexistencia de marcos generales de trabajo, hacían que los SIG parecieran antiguas enciclopedias guardadas en cajas fuertes situadas en islas incomunicadas entre sí. No existían tampoco, volviendo al inicio de este capítulo, ni interfaces universales, ni componentes estandarizados. Por último, aspectos tan habituales en otro sectores y tan importantes como la calidad, las técnicas de documentación o las comunicaciones telemáticas, o no se habían aplicado o no habían producido el impacto deseado en los SIG.

Esta situación ha cambiado radicalmente, y todavía se encuentra en evolución, gracias a y mediante la definición de una colección de normas tan amplia como la ISO19100.

Por otra parte, debido al alto grado de representación de todos los agentes que intervienen en los procesos relacionados con la información geográfica en el comité ISO/TC211, al alto nivel técnico de los expertos participantes, y a los acuerdos con la industria, para lo que el papel del Consejo Consultivo Conjunto ISO/TC211-OGC ha sido esencial, ISO 19100 es una normativa consensuada, avanzada y armonizada que se ha convertido en la referencia normativa por excelencia en el sector de la información geográfica.

Francisco Javier García García (Secretario del AEN/CTN 148, Instituto Geográfico Nacional)  
José Ángel Alonso Jiménez (Instituto Geográfico Nacional)

## CAPÍTULO 3

# La familia ISO19100: Normas generales

---

### **3.1.- Introducción**

Existe un reconocimiento generalizado de que el análisis espacial de la información supone una gran fuente de conocimiento. Por esta razón cada vez existe mayor disponibilidad de IG. Esta situación conlleva una necesidad de normalización en términos de IG y de los servicios que la procesan. Esta normalización tiene como objetivo el facilitar la comprensión, el acceso, la integración y la reutilización de manera eficiente de la IG y, por consiguiente, facilitar la planificación conjunta de diferentes aspectos y en territorios dispares. En definitiva, facilitar la interoperabilidad de los sistemas de información geográfica. Como consecuencia de lo anterior surge la familia normativa ISO 19100, desarrollada por el Comité Técnico ISO/TC211.

Como ya se ha mencionado en el capítulo 1º, la familia ISO 19100 de normas sobre la IG incluye más de cincuenta proyectos normativos. Para conseguir dar una introducción a todo ese trabajo de una manera sencilla es conveniente realizar una primera clasificación de documentos. De esta manera se considera en primer un grupo de normas de carácter general, cuyo objetivo es definir el objeto de normalización, un marco conceptual, las características y los procedimientos que hay seguir para confeccionar las normas de la familia ISO 19100. En este conjunto estarán incluidos los documentos protagonistas de este capítulo. Su importancia es radical dado que establece una base conceptual para el desarrollo de toda la normativa.

Por una parte, ISO 19101, que es el modelo de referencia de la serie 19100, es 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 de Modelado Universal (UML) (Jacobson y col (1998); ISO/IEC 19501:2005).

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 capítulo, también dentro del apartado de normativa general 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.

### 3.2.- ISO 19101: 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 de la serie. El modelo de referencia establece los requisitos globales para la normalización, y los principios del desarrollo y utilización de dicha 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 normalización de 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 general adoptar la normativa genérica de tecnologías de la información y, sólo cuando esta no exista, desarrollar normativa propia.

ISO 19101 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 identifica en el su segundo anexo (Anexo B, 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 3.1).

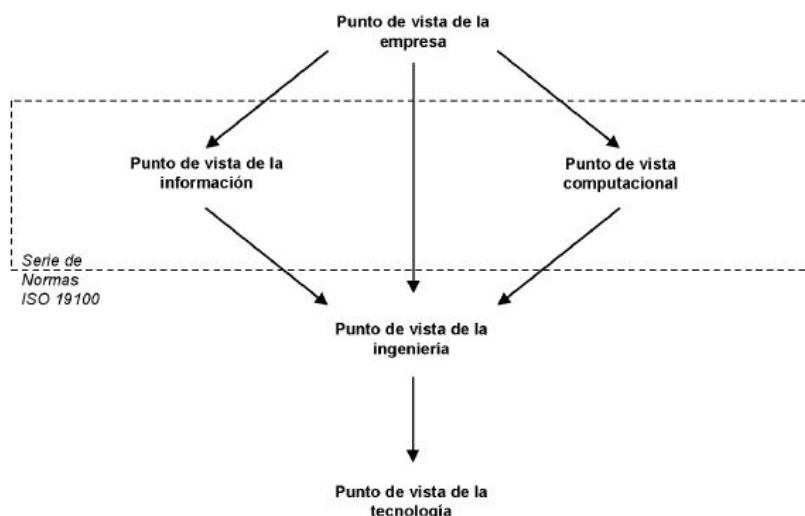


Figura 3.1.- Puntos de vista en el Modelo ISO RM ODP (ISO 19101, Anexo B)



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 la serie de 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 la IG, 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 sus componentes de hardware y software. Por el momento, todavía ISO 19100 no se ha desarrollado esta perspectiva, aunque podría ser interesante en un futuro.

Bajo esta perspectiva en ISO 19101 se definen las cinco áreas 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, etc.
- ↪ Servicios de Información Geográfica: 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 fenómenos geográficos y sus características espaciales.
- ↪ Perfiles y normas funcionales: Se utiliza la técnica de desarrollo de perfiles para conseguir la aplicación en áreas o para usuarios concretos. Estos perfiles son subconjuntos de la totalidad de elementos que componen una o varias normas.

En la Figura 3.2 se puede observar la relación entre dichos bloques principales y las bases en las que se fundamenta el Modelo de Referencia de la serie normativa para desarrollarlos. Por lo tanto, los puntos más importantes de esta norma son la definición del Modelado conceptual, del Modelo de referencia del dominio, del Modelo de referencia de la arquitectura y de los Perfiles. A continuación se presenta cada uno de éstos.

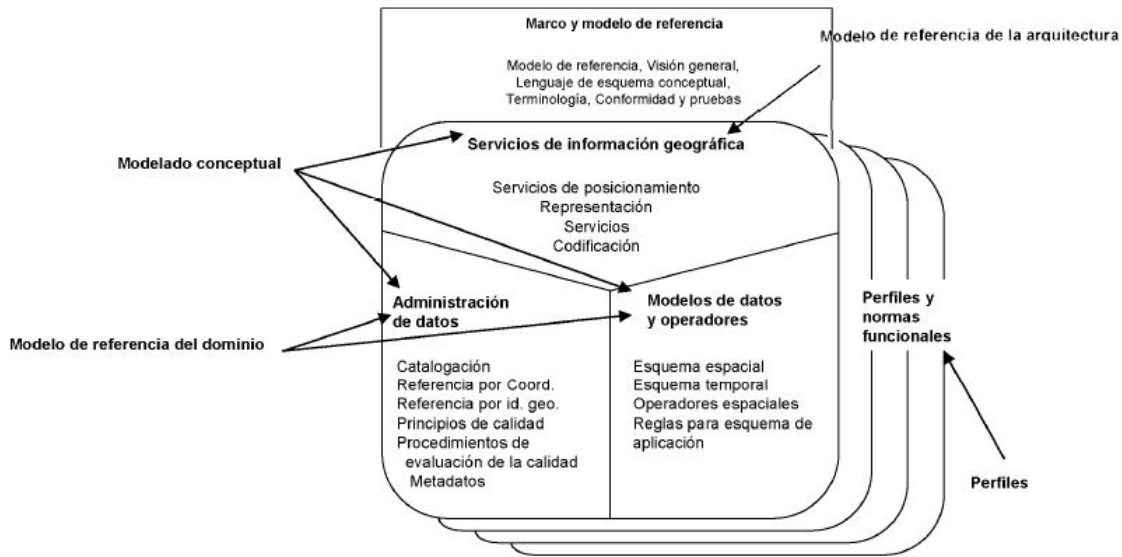


Figura 3.2.- Relación del modelo de referencia con otras normas de ISO 19100. (UNE EN ISO 19101)

## Modelado conceptual

El Modelado conceptual es crucial para la definición de la serie de normas 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 para transformación e intercambio de IG.

Las normas ISO/IEC 10746-1 e ISO/IEC 14481 proporcionan un marco para el uso del modelado conceptual en las normas ISO, y para asegurar 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. Estos son:

- ↪ El principio del 100%: Establece que todas las reglas estructurales y de comportamiento relevantes acerca de un universo de discurso deben describirse en un esquema conceptual.
- ↪ El principio de conceptualización: Establece que en un esquema conceptual sólo debe contener aquellos aspectos estructurales y de comportamiento que son relevantes para el universo de discurso. Deberían excluirse todos los aspectos de representación física, externa o interna, de los datos.
- ↪ El principio de Helsinki: Marca que cualquier intercambio significativo de declaraciones verbales o escritas deberían basarse en un conjunto acordado de reglas semánticas y sintácticas.
- ↪ Principio de utilización de una sintaxis concreta de lenguaje de esquema conceptual: Determina que para representar información en un esquema conceptual debe utilizarse una sintaxis formalmente definida de lenguaje de esquema conceptual.
- ↪ El principio de autodescripción: Establece que las construcciones normativas definidas en una norma internacional deben ser capaces de autodescripción.

Por último, la integración de modelos asegura el intercambio y compartimiento significativo de datos geográficos por sistemas informáticos y posibilita la integración y consolidación de datos geográficos de distintas fuentes. Para conseguir la integración de modelos han de usarse lenguajes de esquema conceptual comunes o compatibles, basados en un formalismo conceptual común. La norma ISO 19109 trata de la integración de dichos modelos.

### **El Modelo de Referencia del Dominio**

El objetivo del Modelo de Referencia del Dominio es proporcionar una representación completa del dominio de la información geográfica. Esto significa proporcionar una descripción de alto nivel de los aspectos de la información geográfica tratados en la serie de Normas ISO 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 los fenómenos o de los conceptos. El uso de niveles de abstracción superiores ayuda a comprender mejor el dominio de la IG y las relaciones de distinto aspecto de este dominio con las diferentes normas.

El Modelo de Referencia del Dominio utiliza tres niveles de abstracción que se basan en el *Conceptual Schema Modelling Facility* (Anexo A de ISO 19101:2002). Estos son:

- ↪ Nivel de datos: Contiene información que describe fenómenos específicos, o instancias, halladas en la realidad.
- ↪ Nivel del modelo 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 fenómenos estarían en este nivel.
- ↪ Nivel de metamodelo: Identifica el lenguaje utilizado para definir un esquema en el nivel del modelo de aplicación.

### **Modelo de Referencia de la Arquitectura**

El Modelo de Referencia de la Arquitectura define una estructura para los servicios de información geográfica y un método para identificar requisitos de normalización para dichos servicios. La base para el modelo de referencia de la arquitectura es el Informe Técnico ISO/IEC TR 14252 Modelo de Referencia para entornos de sistemas abiertos.

El procedimiento para identificar requisitos de normalización consiste en determinar, en primer lugar, qué interfaces de servicios necesita un servicio de IG particular. El siguiente paso consiste en identificar los requisitos específicos para cada interfaz de servicio y determinar qué debe normalizarse para permitir que el servicio de IG interopere en dicha interfaz.

### **Perfiles y normas funcionales**

Ya se ha hablado anteriormente de la posibilidad de utilización de perfiles para facilitar la adopción de la normativa para aplicaciones prácticas. El perfil es un subconjunto de una o más normas base, donde se seleccionan, escogen y particularizan una serie de capítulos, clases, subconjuntos, opciones y parámetros, que son necesarios para cumplir una función particular.

Un módulo es un conjunto predefinido de elementos de una norma base que puede utilizarse para construir un perfil. Estos conjuntos se definen en la serie de normas base ISO 19100 para restringir el número de combinaciones posibles de componentes e instancias de reglas de la familia ISO 19100.

Los perfiles identifican el uso de opciones particulares disponibles en normas base y proporcionan un soporte para el desarrollo de pruebas de conformidad uniformes, nacional o internacionalmente reconocidas. Eso es debido a que la norma ISO 19106 describe mecanismos y procedimientos para el registro internacional, nacional y privado de perfiles. De esta manera se pueden definir Perfiles Internacionales Normalizados, y normativa nacional que se expresan como perfiles de normativa ISO.

Las normas de hecho o normas funcionales han sido analizadas en términos de proyectos normativos de IG para identificar las capacidades y funciones requeridas en las normas de la serie ISO 19100, y para asegurar que las normas base son compatibles con dichas normas funcionales. En el futuro, se podrá redefinirla para realizar perfiles de las normas base de ISO 19100.

### **3.3.- 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 el denominado *Unified Modelling Language* (UML). En este estándar se define un perfil 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 *Object Management Group* ([www.omg.group](http://www.omg.group)), 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 el mejor de los lenguajes de esquema conceptual desarrollados hasta la actualidad.

La norma ISO 19103 demanda un uso de UML tal y como se define en la norma 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).

Un clasificador es una generalización de una clase que incluye otros elementos como tipos de datos, actores y componentes. Una clase UML tiene un nombre, un conjunto de atributos, un conjunto de operaciones y restricciones. Además una clase puede tomar parte en asociaciones.

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. Para cada clase definida según la familia ISO 19100, el conjunto de atributos definidos junto con el conjunto de atributos de otras clases deben ser suficientes para soportar totalmente la implementación de cada operación definida para la clase particular.

Una clase de objetos se representa por una caja como la mostrada en la Figura 3.3. Esta caja se divide 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 3.3, 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.

Polígono
Centro: Punto Vértices: Lista de Puntos ColorBorde: Color ColorRelleno: Color
Rotar (ángulo: Entero) Borrar () Destruir () Seleccionar (p: Punto): Booleano

Figura 3.3.- 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 super-tipos, o bien ser un atributo derivado.

Todos los atributos deben tener tipo y éste debe existir entre el 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 (Tabla 3.1).
- ▭ Tipos de implementación: Tipos plantilla para representar acontecimientos múltiples de otros tipos (Tabla 3.2).
- ▭ Tipos derivados: Tipos de medida y unidades de medida (Tabla 3.3).

Tabla 3.1.- Tipos de primitivas	
Tipo de dato	Ejemplos
Integer	123, -65547
Decimal	12.34
Real	12.34, -1.234E-4
Vector	(123, 456, 789)
CharacterString	“Este es un ejemplo”
Date	15-07-2007
Time	20:04:15
DateTime	15-07-2007T20:04:15
Boolean	Verdadero, Falso
Logical	Verdadero, Falso, Puede
Probability	$0.0 \leq p \leq 1.0$
Multiplicity	1..*

Tabla 3.2.- Tipos de implementación	
Tipos de agrupación	Explicación
Set	Cada objeto aparece una única vez
Bag	Cada objeto puede aparecer más de una vez
Sequence	Ordena las instancias de elementos
Dictionary	Vector de elementos con un entero por índice
Tipos de enumeración	Ejemplos
Enumeration	{Público, Privado}
CodeList	{28029, 28030, 28031}
Tipos de representación	Ejemplos
Record, Record type	(Madrid, 4.000.000), (Zaragoza, 700.000)
Generis name	GM_Object, TP_Object

Tabla 3.3.- Tipos derivados
Tipo de medida
Area
Length, Distance
Angle
Scale
Mtime
Volume
Velocity

## Operaciones

Una operación especifica una transformación en el estado de un objeto, o una consulta que devuelve un valor a una operación.

En UML, los objetos son normalmente modificados o accedidos por sus propios métodos. Sin embargo, los objetos pueden ser pasados por referencia de forma que cualquier objeto persistente pasado como parámetro puede recibir un mensaje en cascada. El objeto puede ser modificado por un método al que es pasado.

La actual sintaxis UML permite la devolución de un único valor. Si hay múltiples valores a devolver, éstos pueden ser introducidos en la lista de parámetros con una indicación “out”. Los objetos persistentes modificados que aparecen en la lista de parámetros son “inout”. El resto de parámetros son “in”.

## 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 de estándares ISO 19100, se utilizan según la notación y el uso de UML. La asociación, agregación, y composición son relaciones objeto-a-objeto que se definen de la siguiente manera:

- ▭ Asociación: Se utiliza para describir una relación 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.

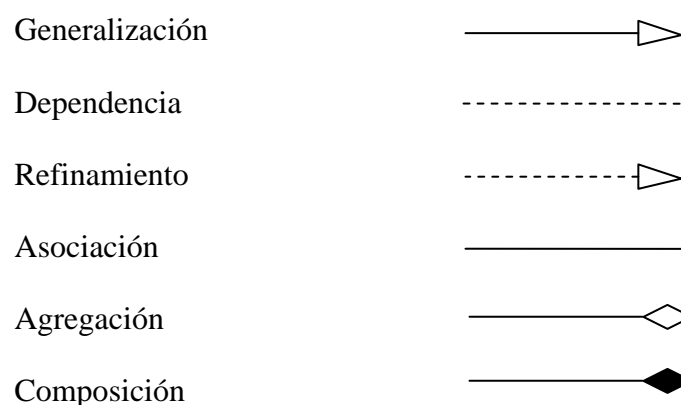


Figura 3.4.- Tipos de relaciones en UML

La Figura 3.5 presenta un diagrama de clases UML relativo al comportamiento de una ventana de un entorno de usuario, en el que se pueden observar la existencia de relaciones de composición dado que si la ventana deja de existir, también lo harán sus elementos. Por

simplicidad, en este diagrama cada clase se representa por nombre, pero la descripción completa de cada una de ellas debería incluir sus atributos y procedimientos según ya se ha adelantado.

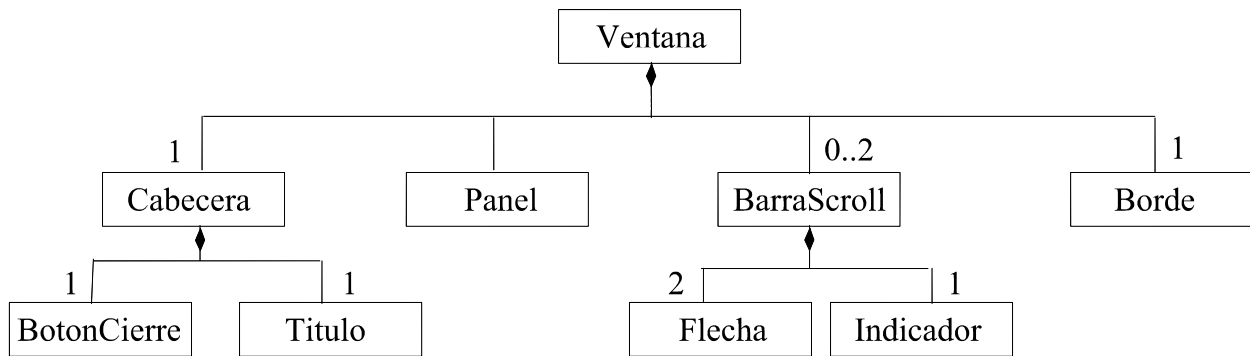


Figura 3.5.- Esquema UML para una ventana de una interfaz de usuario

### Estereotipos

Los estereotipos son métodos de clasificación de las clases UML con el objeto de aumentar la claridad de lectura de las clases y de los diagramas de paquetes UML más grandes. Los estereotipos indican el contexto en el que una clase será utilizada. Los estereotipos se denotan de la siguiente manera: “<<Nombre\_de\_Clase>>”. La norma define 11 estereotipos distintos. Nueve de ellos son estereotipos estándar del lenguaje UML (Tabla 3.4), a los que se añaden otros estereotipos propios de la información geográfica:

- ▭ Estereotipo “<<CodeList>>”: Es una lista de valores potenciales y conocidos.
- ▭ Estereotipo “<<Leaf>>”: Es un paquete que contiene subpaquetes, clases objeto y definiciones de interfaces.

Tabla 3.4.- Estereotipos estándar en UML	
Tipo	Definición
<<Interface>>	Conjunto de operaciones para los objetos que tienen esa interfaz
<<Type>>	Tipo, es un tipo de clase utilizable en otros contextos
<<Control>>	Su finalidad es proporcionar un servicio
<<Entity>>	Objeto persistente, entidad del mundo real
<<Boundary>>	Clase que representa una interfaz externa para el sistema
<<Enumeration>>	Lista de valores literales numerados
<<Exception>>	Contiene mensajes de respuesta ante un error
<<MetaClass>>	Clase cuyas instancias son clases a su vez
<<DataType>>	Tipo de datos

### 3.4.- ISO 19104: Terminología

En muchos casos, la terminología aplicada en los estándares de información geográfica 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.



Para tener un registro conjunto de terminología que facilite su uso, distribución y armonización, ISO/TC 211 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 es ISO 19104 la norma que 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/TC 211. 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.

### **Qué términos se deben definir en una norma**

Para facilitar la claridad de lectura de las Normas Internacionales sobre IG es necesario definir determinados conceptos e integrarlos en un repositorio de terminología, siempre y cuando, estos no se refieran a marcas comerciales, nombres de proyectos de investigación y términos coloquiales. Tampoco es necesario recoger la definición en la norma si el significado en el campo de la información geográfica coincide con el comúnmente conocido. Es decir, que se incluirán sólo los conceptos que sean primordiales para el entendimiento de la norma, aparezcan al menos dos veces en ella y, por otra parte, no se comprenda directamente su significado.

En la norma también se define la estructura de cada uno de los registros de terminología. Éstos, obligatoriamente, deben incluir el número de entrada, el término más usado, en el caso de que haya más de uno, la definición, la fecha de alta en el repositorio y el tipo de dato terminológico. También se definen otros datos opcionales, como son el código del lenguaje definido en ISO 639-2, la forma abreviada, otras variantes del término, con el código nacional correspondiente, ejemplos de uso, referencias a otras entradas del repositorio y, para repositorios en línea, también se puede aportar la clasificación del término, la fecha de entrada en el repositorio y de salida, en el caso de que sucediera.

Los organismos nacionales de normalización y los organismos con acuerdos de clase “A” pueden enviar al TMG para su consideración, términos lingüísticamente equivalentes. La norma hace hincapié en que términos equivalente deben ser usados para designar equivalentes, tanto en otros lenguajes como el lenguaje de definición del término preferido y los términos admitidos, o sus formatos de abreviaturas. Para establecer términos equivalentes hay que designar el código nacional numérico de tres dígitos como es definido en ISO 3166-1, el código de terminología alfabético de 3 dígitos como lo define ISO 639-2.

La norma establece dos anexos normativos cruciales en este proceso:

- ANEXO A. Principios para redactar definiciones. Este anexo comienza determinando unas reglas para crear terminología estándar, el documento en el que se basa es ISO 10241. A continuación y para terminar, enumera una serie de principios para llevar a cabo el desarrollo

de definiciones que se vayan a integrar en los documentos normativos. Para este cometido el documento de referencia es ISO 704.

- ANEXO B. Mantenimiento de terminología. La inclusión de nuevos proyectos y correcciones sobre documentos normativos ya publicados implica, inevitablemente correcciones a TS 19104. Por esa razón se establece un repositorio de terminología que debe ser mantenido por TMG. El trabajo de este grupo posibilita la recogida de términos y sus correspondientes definiciones en un repositorio de terminología y, por otra parte, facilita la armonización de terminología entre los diferentes documentos normativos. Este repositorio de terminología es accesible para todos los miembros del ISO/TC 211 y puede ser actualizado por los editores y líderes de los equipos de proyecto y los presidentes de los grupos de trabajo, bajo el control del TMG. En este repositorio se incluirán todos los términos definidos en los proyectos normativos en los que trabaja ISO/TC211. Todos los términos incluidos en el repositorio tienen que determinar explícitamente el documento donde están incluidos y el día de inclusión en el repositorio. También se indica si está en condición de candidato, de borrador, de armonizado, de normativa, de conflicto de normativa o borrado. En función de esta característica se le asigna un código de tres dígitos. En este anexo se explican los criterios para determinar esta condición y las posibles causas para modificar este atributo en la entrada del repositorio. En este anexo se explica la definición y funcionamiento del TMG.

A finales de 2006, el proyecto ISO 19104 ha sido incluido de nuevo en el programa de trabajo de ISO/TC211 para completar su contenido. En este nuevo trabajo se integra el repositorio en un nuevo anexo. El nuevo documento conserva el mismo cuerpo de la norma, un Anexo A, Mantenimiento de terminología, que corresponde con el anexo B de la anterior versión de la norma, un nuevo anexo B, Términos y Definiciones de las Normas Internacionales y Especificaciones Técnicas del ISO/TC 211, que supone la inclusión del Repositorio de Terminología recogido hasta el momento y, también recoge un anexo C, Principios para redactar las definiciones, que corresponde con el anexo A de la anterior versión.

Este nuevo documento se ha incluido en el proyecto de trabajo de ISO/TC 211 como Borrador de Especificación Técnica (DTS) y tiene un periodo de dos años para dar a luz el nuevo texto normativo.

### **3.5.- ISO 19105: Conformidad y Pruebas**

Para conseguir el objetivo de normalización que se propone la familia ISO 19100 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 ISO/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.

Por todo ello, 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 sobre una norma de IG digital. 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 la norma ISO 19105 define 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 ISO/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 (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 ISO de IG 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 (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.

## **Metodología de la prueba de conformidad**

La metodología de la prueba de conformidad define los métodos de pruebas de conformidad, tipos de pruebas de conformidad y la información adicional que debe ser proporcionada por el cliente al laboratorio. Para la comprobación de la conformidad se establecen dos tipos de pruebas:

- ↯ Pruebas básicas: Proporcionan una evidencia a priori de que una implementación es conforme y son muy útiles para determinar casos claros de no conformidad pero no se deben utilizar aisladamente para determinar si una implementación es conforme o no.
- ↯ Pruebas de funcionalidad: Comprueban que las funcionalidades de la implementación coinciden con las funcionalidades declaradas en la Declaración de Conformidad de la Implementación y son muy interesantes para investigar las causas de fallos de conformidad en la implementación bajo estudio.

Puede ser que al realizar la prueba de conformidad en un laboratorio, éste necesite información de cómo desarrollar la prueba sobre la implementación que se está estudiando. Para ello hay que realizar una Información de Implementación Extra para Pruebas (IXIT). Este documento no puede entrar en contradicción con la ICS.

El proceso de evaluación de la conformidad se establece en cuatro fases, según se quedan reflejadas en la Figura 3.6, y se describen a continuación:

1. Preparación de las pruebas: En esta fase se realiza la preparación de la información administrativa, de la ICS, de la IXIT, la identificación del método de prueba, del ATS y del Sistema Bajo Prueba (SUT). También se establece una revisión de diferentes documentos (ICS, IXIT...), para analizar la consistencia entre ellos y, por último, la selección de las pruebas genéricas que se van a realizar.
2. Periodo de Pruebas: Consiste en desarrollar un Conjunto de Pruebas Ejecutables (ETS) y el registro de resultados sobre el SUT. El SUT comprende el hardware, el software y red de comunicaciones que soportan la implementación.
3. Análisis de resultados: Consiste en el proceso de evaluación de los resultados obtenidos en la fase anterior en base a los criterios de veredicto prefijados. Pueden conseguirse tres tipos de resultados: veredicto positivo, veredicto negativo y veredicto no concluyente en función de las evidencias de conformidad y de no conformidad que se obtengan.
4. Informe de prueba de conformidad: En este momento, mediante informe, se documentan los resultados de la prueba de conformidad. Éste se compone de dos partes: a) un resumen general de la conformidad sobre la implementación que se prueba y b) los resultados de todas las pruebas realizadas. Es de importante mención el Anexo B (informativo), donde se establece un marco para la certificación de la conformidad. La finalidad de este anexo es introducir en los planes nacionales de prueba de conformidad la normativa ISO de IG digital. Es decir, promover la certificación nacional e internacional en este sentido.

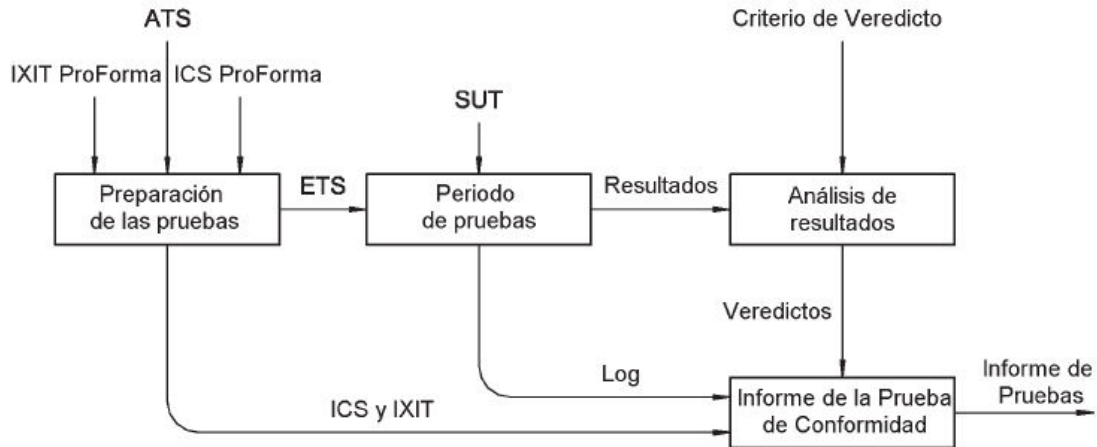


Figura 3.6.- Fases del proceso de evaluación de la conformidad (ISO 19105:2000)

### 3.6.- ISO 19106: Perfiles

La norma ISO 19106 tiene como objetivo el establecimiento de las pautas necesarias para el desarrollo de perfiles.

La familia de normas ISO 19100 define múltiples estándares 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 de 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 distintos 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 aquellas 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.

## Contenido de un perfil

Un perfil debe hacer explícita cualquier relación que exista en un conjunto de normas de base que se usen de forma conjunta y, además, puede especificar detalles particulares de cada norma de base utilizada. Asimismo, los perfiles pueden hacer referencia a otros perfiles para referenciar funciones e interfaces definidos en éstos, limitándose la realización de referencias directas a normas de base.

Los elementos presentes en un perfil deben ser los siguientes:

- a) Definición concisa del alcance de la función promovida en el perfil y de los requisitos del usuario que se verán satisfechos.
- b) Descripción del contexto de aplicación del perfil, proporcionando, donde sea relevante, una descripción de todos los interfaces.
- c) Indicación de la comunidad de interés a la que se encuentra dirigida.
- d) Referencias al conjunto de normas de base y perfiles, incluyendo una identificación precisa de los textos reales de normas de base y perfiles usados; adicionalmente se identificarán toda enmienda aprobada y corrección técnica que se muestren potencialmente relevantes para la obtención de la interoperabilidad o portabilidad.
- e) Especificaciones de las aplicaciones de cada norma de base o perfil al que se haya hecho referencia, indicando la elección de clases o subconjuntos de conformidad, y la selección de opciones, rangos de valores de parámetros de los perfiles, etc.
- f) Indicación en la que se definan los requisitos que deben ser observados por los sistemas o conjuntos de datos, destacando la conformidad con el perfil, e incluyendo todas las opciones permitidas de la norma de base o del perfil que permanezcan.
- g) Referencia a la especificación de las pruebas de conformidad del perfil, donde sea relevante.
- h) Referencia informativa a toda enmienda o corrección técnica a las normas de base mencionadas en el perfil, que hayan sido consideradas como no relevantes. Las enmiendas técnicas o las correcciones a una norma de base que exista en el momento de elaboración de un perfil, y que no resulten relevantes, deberían ser referenciadas de modo informativo para indicar su irrelevancia para el perfil. De otra forma el usuario del perfil podría verse obligado a investigar sobre las enmiendas y correcciones técnicas para determinar si son o no relevantes.

Los perfiles de la serie de normas ISO de información geográfica también requieren lo siguiente:

- i) Los perfiles de conformidad de Clase 1 deben incluir las palabras “perfil de...” en su alcance y/o título. Dado que estos perfiles recibirán números de normas ISO, el título distinguirá los perfiles ISO de IG de la serie de normas ISO de IG.
- j) Los perfiles serán elaborados en el marco definido por ISO 19101.
- k) Las referencias a las cláusulas y subcláusulas de la serie de normas ISO de IG debe ser explícita, es decir, deben ser cláusulas específicas que definan elementos de funcionalidad, junto con los parámetros que involucren opciones de los elementos. El

texto de las secciones de los estándares no debe ser citado textualmente pues esto generaría un documento de difícil mantenimiento en caso de que el documento base sufriera modificaciones.

## Requisitos de conformidad de un perfil

Un perfil determina diferentes requisitos de conformidad que pueden ser:

- ↪ Requisitos obligatorios: Deben ser cumplidos en todos los casos
- ↪ Requisitos opcionales: Son elegidos para adaptar la implementación, siempre que sean tenidos en cuenta todos los requisitos aplicables.

Adicionalmente, los requisitos de conformidad pueden ser especificados:

- ↪ Incondicionalmente: Estos requisitos u opciones se aplican sin calificaciones.
- ↪ Condicionalmente: Requisitos condicionales son aquellos que pueden ser obligatorios bajo unas condiciones, opcionales bajo otras y pueden estar fuera del alcance o no aplicables otras condiciones específicas; estos tienen que ser empleados si tienen lugar las condiciones adecuadas.

Además resulta posible definir requisitos:

- ↪ Positivamente: Indican lo que debe hacerse.
- ↪ Negativamente: Indican lo que no debe hacerse.

Para evaluar la conformidad de un perfil particular, es necesario disponer de las indicaciones de las capacidades que deben ser asociadas a una o más especificaciones, incluyendo expresamente las capacidades y límites relevantes y opcionales, de forma que pueda evaluarse el cumplimiento por parte del perfil de los requisitos relevantes, y nada más que éstos.

## Identificación de perfiles

Los títulos y alcances de los perfiles deben indicar claramente su estado. Los títulos deberían ser cortos y contener una cantidad de información limitada. Sin embargo, la indicación del alcance de un perfil debe identificar los siguientes aspectos:

- ↪ Tipo de perfil: Perfil de solo un estándar, de varios estándares o perfil de otro perfil.
- ↪ Función realizada por el perfil: Finalidad para la que se crea el perfil. Por ejemplo, perfil del Modelo espacial para describir redes de hidrografía
- ↪ Comunidad de usuarios a la que el perfil se encuentra dirigido: Por ejemplo, el Núcleo Español de Metadatos, puede definirse como un perfil para productores de datos geográficos en España.
- ↪ Los estándares de los que se deriva el perfil: Por ejemplo, un perfil para la gestión de datos espacio-temporales puede derivarse de ISO 19107, ISO 19108 e ISO 19109.

## Formato y estructura de un perfil

La estructura del documento de un perfil es la que se muestra en la Tabla 3.5. Un perfil debe seguir las reglas de definición indicadas en el estándar ISO 19106 así como las reglas definidas en las directivas ISO/IEC, parte 3, Diseño y Presentación de Estándares Internacionales.

Además de las especificaciones normativas, un perfil debe registrar los fundamentos de las elecciones técnicas hechas durante su desarrollo como un anexo informativo. Esto favorecerá el uso y mantenimiento del perfil.

Tabla 3.5.- Estructura de un perfil	
	Prefacio
	Introducción
1	Alcance
2	Conformidad
3	Referencias Normativas
4	Términos y definiciones
5	Símbolos y abreviaturas
6	Cláusulas definiendo los requisitos asociados a cada norma de base
Anexos	Proporcionan información adicional de la norma

## Preparación y adopción de perfiles

El procedimiento de desarrollo y publicación de un perfil es el mismo que se lleva a cabo para una norma. Estos procedimientos se desarrollan en la 1ª Parte de las Directivas ISO/IEC. El desarrollo de un perfil, que recibe un número de estándar ISO, necesita la sumisión de una propuesta de nuevo elemento de trabajo, y los pasos de la preparación de un perfil son los mismos que para el desarrollo de un estándar internacional. De hecho, un perfil es un estándar relacionado a un grupo particular de interés. A continuación se recogen 3 requisitos adicionales para el desarrollo de un perfil frente a los de una norma de base:

- ⊣ Un perfil debe incluir el término perfil en su alcance y/o título.
- ⊣ Un perfil debe indicar su relación con las normas de base y otros perfiles.
- ⊣ Debe prepararse una breve descripción del perfil por parte del creador de un Comité de Preparación del perfil y deberá ser presentado junto con el borrador del Comité. Además de la información general del perfil, debe contener secciones abarcando las normas de base.

Un perfil puede ser elaborado antes que las normas de base u otros perfiles de los que dependa sean completados. Sin embargo, un perfil no puede pasar a la fase de aprobación antes de los estándares a los que haga referencia.

## 3.7.- Conclusiones

En este capítulo se ha realizado una breve presentación de las normas generales de la familia ISO 19100. Se trata de las normas ISO 19101, 19103, 19104, 19105 y 19106. Estas normas se



orientan a poner las bases conceptuales de toda la familia y a asegurar la coherencia de todo el sistema.

La norma ISO 19101 está destinada fundamentalmente a desarrolladores de normativa de la familia ISO 19100, y a personas que quieran tener un conocimiento profundo de este proyecto normativo y de las relaciones entre las diferentes normas que lo componen.

Esta norma está basada en el planeamiento de ISO/IEC *Open Systems Environment* y su objetivo es servir de marco para la normalización en el campo de la IG, para lo que identifica el alcance de la actividad normativa emprendida y el contexto en el que tiene lugar. Por ello en esta norma se determina el objetivo de la familia normativa ISO 19100, focalizando la atención en facilitar la interoperabilidad de los sistemas de información geográfica, incluyendo la interoperabilidad en entornos informáticos distribuidos.

Se determinan una serie de herramientas y estrategias para determinar los proyectos normativos a abordar en información geográfica y cómo hacerlo para poder asegurar los objetivos de manera independiente a la implementación física del sistema.

La norma ISO 19103 adopta el lenguaje UML como base de todas las especificaciones de la familia ISO 19100 para la IG. UML es un lenguaje ampliamente extendido y utilizado que está soportado por la norma ISO 19501. Se trata de un potente mecanismo de abstracción y creación de modelos que procede de la convergencia de otros modelos anteriores. UML asegura capacidades adecuadas para modelizar varios tipos de información (requisitos de usuario, dinámica de un sistema, objetos de un modelo, actividades de un sistema, etc.) y para llevar estos modelos a posteriores implementaciones. Se trata pues de un pilar instrumental básico de todo el desarrollo normativo realizado para la IG. Para “leer” muchos aspectos desarrollados por las normas es necesario conocer este lenguaje, por lo que su conocimiento se hace obligado para aquellos que quieran profundizar en estos temas.

Como se puede entender, la norma ISO 19104, dedicada a la terminología, es otra de las bases del desarrollo de esta familia. Ella nos permite disponer de una terminología común, homogénea y no ambigua, aspecto crucial para un marco conceptual común y para poder desarrollar normas coherentes unas con otras.

Por su parte, la norma ISO 19105 garantiza de forma objetiva, mediante pruebas, la conformidad sobre la familia ISO 19100. Esta normativa establece, por una parte, los requerimientos para determinar la conformidad de perfiles, especificaciones y normativa funcional sobre la normativa ISO de IG digital y, por otra parte, los requisitos para redactar los capítulos de conformidad de cada una de las normas de la familia, con el objetivo de realizar estudios de conformidad sobre implementaciones de las mismas.

Las normas de la familia ISO 19100 son bastante generales, y ello es una de las principales críticas que recibe esta familia. Sin embargo, la norma ISO 19106 permite soslayar este inconveniente mediante la implementación de perfiles. Los perfiles son una manera de especificar una norma o conjunto de normas y aproximarlas a unas necesidades más concretas y cercanas a los sistemas reales.



Paloma Abad Power (Instituto Geográfico Nacional)  
Celia Sevilla Sánchez (Instituto Geográfico Nacional)

## CAPÍTULO 4

# Los modelos espacial y temporal (ISO19107, ISO 19108 e ISO 19137)

---

### **4.1.- Introducción**

Se presentan en este capítulo las normas que establecen dos modelos que son bases fundamentales dentro del ámbito de la IG, son los modelos relativos al espacio y al tiempo.

Es obvio que no se puede entender la IG sin un modelo espacial. A este menester se dedica ISO 19107. Esta Norma establece un completo y detallado modelo espacial 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. Así el Instituto Geográfico Nacional lo aplica para describir el modelo de datos del Sistema de Información Geográfica a escala 1:25.000 y 1:200.000 (SIG25/200), que utiliza las primitivas geométricas y los objetos agregados. También se está usando para armonizar modelos de datos a nivel nacional, como por ejemplo, para definir la Base Topográfica Armonizada a escala 1:5.000 (BTA5) en la que participan todas las instituciones cartográficas de las comunidades Autónomas. Igualmente su uso a nivel internacional es muy extenso, tal que los SIG usan los modelos conceptuales especificados en esta norma para describir las características espaciales de los fenómenos geográficos. El uso de estos modelos por desarrolladores de software y usuarios proporciona estructuras de datos espaciales interoperables, aumentando así, la capacidad de compartir información geográfica entre aplicaciones.

La norma ISO 19108 tiene la misma pretensión 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 de este factor en el análisis de la IG. El tiempo es un aspecto cuya gestión en bases de datos alfanuméricas (p.e. transacciones bancarias) está perfectamente dominado, pero cuyas implicaciones en el ámbito de la IG son más complejas dado que pueden afectar tanto a la geometría como a las relaciones topológicas entre elementos (Langran, 1992). Se trata de un modelo no excesivamente complejo que va a tener gran proyección en el análisis SIG.

## 4.2.- ISO 19107: El Modelo Espacial

El objetivo de la norma ISO 19107 es proporcionar modelos conceptuales para describir y manipular las características espaciales de los fenómenos geográficos. Se entiende aquí por fenómeno geográfico toda abstracción del mundo real que se encuentra asociada con una posición en la Tierra como, por ejemplo, la parcela un plano catastral (Figura 4.1).

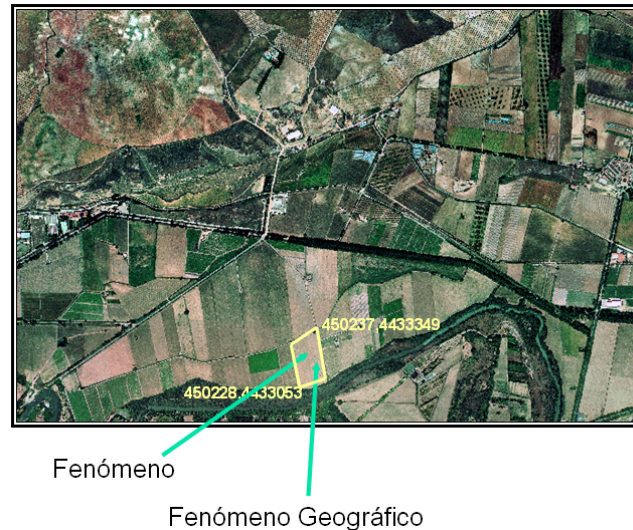


Figura 4.1.- Ejemplo de fenómeno geográfico: una parcela catastral

Para su desarrollo esta norma se apoya en otras normas 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 fenómenos. Además, el modelo espacial, sus objetos geométricos, están íntimamente relacionados con el posicionamiento, tratado en esta familia por 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 la misma.

En el modelo que define la presente norma, las características espaciales de los fenómenos se describen mediante uno o más atributos espaciales que pueden ser cuantitativos o cualitativos y cuyos valores vendrán dados, respectivamente, por un objeto geométrico (GM\_Object) o topológico (TP\_Object):

- ▭ 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. Las funciones matemáticas que se usan para describir la geometría de un objeto dependen del tipo de sistema de coordenadas de referencia usado para definir la posición espacial. La geometría es el único aspecto de la IG que cambia cuando la información se transforma de un sistema geodésico de referencia o de coordenadas a otro. Por ejemplo, la parcela número 80150 tiene la esquina inferior izquierda en las coordenadas UTM (450228; 4499053), es rectangular y la orientación del lado mayor es noroeste, su superficie es de 5 Ha y sus lados miden 500x100 m. Si hay una deformación del espacio, estas características cambiarán.
- ▭ 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 ejemplo, la parcela número 80150 contiene un pozo, se encuentra incluida dentro del polígono catastral 80 y es adyacente a las parcelas 80151, 80152 y 80149. Aunque haya una deformación elástica y continua del espacio, todas estas características espaciales permanecerán invariantes.

Por otro lado, las características espaciales de los fenómenos 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. Esta norma define la taxonomía de estos operadores con la finalidad de crear una norma para su definición e implementación, con el objetivo 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 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 GM\_Object 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. Si un conjunto real de datos usara las clases establecidas en la norma, cada uno de los elementos de ese conjunto serían las instancias de las clases, por ejemplo, las instancias de la clase GM\_Surface podrían ser las parcelas 80150, 80151, 80152 y 80149.

Por lo tanto, la norma ISO 19107 proporciona una serie de modelos conceptuales que nos van a permitir describir (mediante atributos cuantitativos o cualitativos) y manipular (mediante operadores espaciales), las características espaciales de los fenómenos geográficos.

Soportada en una gran base conceptual 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.
- ▭ Utilizar el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) para presentar los modelos conceptuales.
- ▭ Estar basada en dos criterios generales de diseño: el criterio de frontera (*boundary-criterion*) 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.

Los apartados de la norma ISO 19107 están organizados siguiendo los correspondientes paquetes UML que definen el modelo espacial. Estos paquetes ofrecen un mecanismo general para organizar los modelos agrupando elementos de modelado, además, los paquetes también encapsulan, ya que hay clases que no serán visibles desde el exterior. Por otro lado, los paquetes tendrán relaciones de dependencia entre sí. En esta norma todos los paquetes están clasificados o estereotipados como <<Leaf>>, lo que implica que los paquetes no contienen subpaquetes sino que sólo contienen definiciones de clases de objetos y de interfaces.

En la Figura 3.2 se muestran los paquetes de la presente norma con 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).

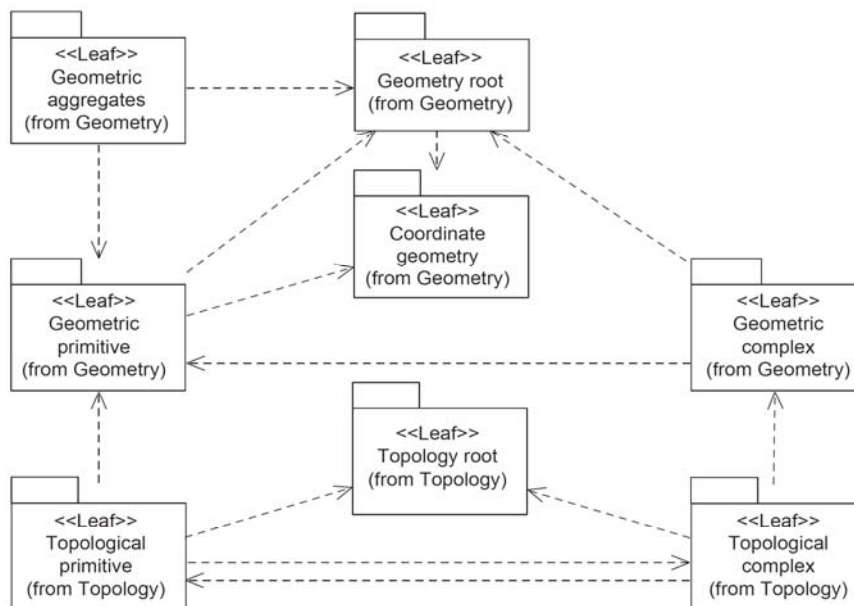


Figura 4.2.- Conjunto de paquetes que presenta ISO 19107

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

### Descripción general de las clases geométricas y sus operaciones

La Figura 4.3 muestra las dependencias entre los paquetes geométricos, así como un listado de clases de cada uno.

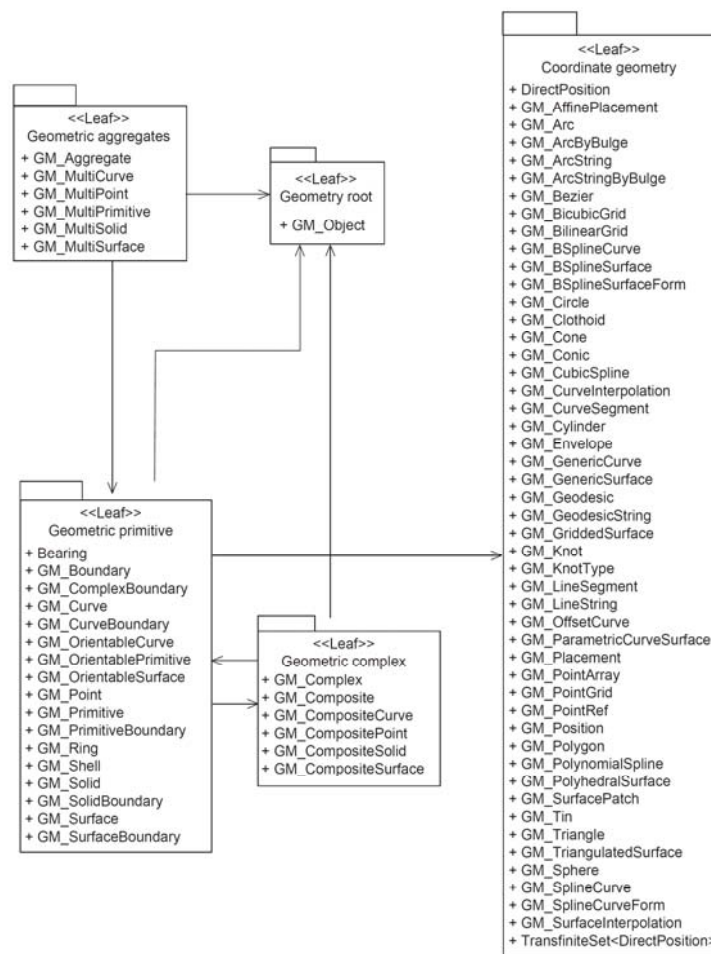


Figura 4.3.- Visión general de las clases geométricas

La clase geométrica conceptual más general es el objeto geométrico (GM\_Object), y 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, complejo o agregado, pero en cualquiera de los casos las geometrías básicas son las primitivas:

- Primitiva (GM\_Primitive): 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 serán abiertas, esto significa que no contendrán a sus respectivas fronteras como posiciones directas, aunque podrán tener punteros a ellas.
- Complejo (GM\_Complex): 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, que contiene primitivas de la dimensión inferior que serán sus fronteras (excepto GM\_Point) y que se almacenan como posiciones directas, además almacenará la referencia a las mismas. Por ejemplo, las líneas contendrán los puntos inicial y final. Los complejos se denominan compuestos si se componen de primitivas de igual dimensión. La utilización de objetos complejos permite la introducción de ciertas constricciones entre los elementos gráficos y se utilizan ampliamente en aplicaciones catastrales. Así por ejemplo, las parcelas de una determinada zona deben

cubrir todo el área sin huecos ni solapes, siendo los componentes curvas o superficies compuestas, lo que implica que cada parcela puede tener más de una parcela vecina, y por lo tanto, cada límite parcelario estará compuesto de un cierto número de curvas individuales.

- Aggregado (GM\_Aggregate): 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 hacer referencia a los mismos 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 (GM\_Multipoint, GM\_Multicurve, GM\_Multisurface y GM\_Multisolid).

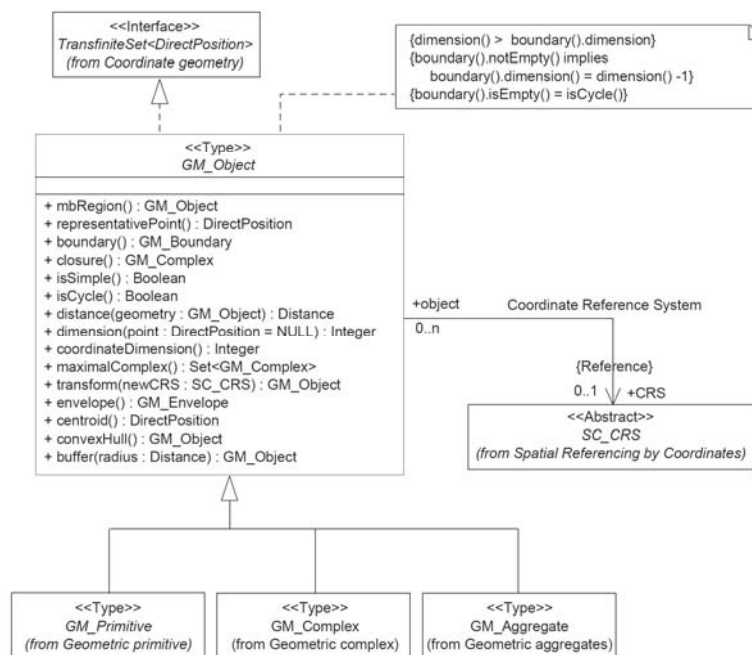


Figura 4.4.- La clase general objeto geométrico y sus relaciones principales

Las clases GM\_Object y GM\_Primitive son clases abstractas (su nombre se representa con letra cursiva en los diagramas de clases UML), lo que implica que ningún objeto o estructura de datos de una aplicación puede ser instanciado directamente como tales directamente, deberá hacerse por medio de sus subclasses no abstractas como GM\_Point, GM\_Curve o GM\_Surface. Este no es el caso de GM\_Complex o GM\_Aggregate que pueden instanciarse directamente, es decir, podría haber fenómenos del tipo complejo o agregado, pero no del tipo primitiva u objeto geométrico.

Las primitivas geométricas, según su dimensión son:

- Punto (GM\_Point): Primitiva geométrica cero dimensional que representa una posición.
- Curva (GM\_Curve): Primitiva geométrica unidimensional formada por una secuencia de posiciones, y que se compone de uno o más segmentos curvos (GM\_CurveSegment). Existen diferentes métodos de interpolación entre los puntos de control, lo que genera diferentes tipos de segmentos curvos: clotoides, cónicas, geodésicas, arcos, etc.



- ↪ Superficie (GM\_Surface): 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 (GM\_GriddedSurface) en el espacio, que se unen por filas y columnas utilizando funciones matemáticas (superficie paramétrica).
- ↪ Sólido (GM\_Solid): Primitiva tridimensional.

Los objetos complejos (GM\_Complex) son colecciones de primitivas geométricas contiguas y conectadas entre sí por sus fronteras. Si la colección se forma por objetos de la misma dimensión, da lugar a los objetos compuestos que según la dimensión serán:

- ↪ Punto compuesto (GM\_CompositePoint): Objeto complejo que se compone de un único punto GM\_Point y que se incluye en el modelo por compleción.
- ↪ Curva compuesta (GM\_CompositeCurve): 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 (GM\_CompositeSurface): Es la superficie formada por un conjunto de superficies conectadas entre sí por sus fronteras (que son curvas).
- ↪ Sólido compuesto (GM\_CompositeSolid): Conjunto de sólidos que se unen entre sí por sus superficies límites y que forman un único sólido.

Los objetos agregados (GM\_Aggregate) son colecciones de primitivas geométricas que se agregan sin limitación. Si éstas tienen igual dimensión se denominan Multiprimitivas, que según la dimensión pueden ser de los siguientes tipos:

- ↪ Multi-Punto (GM\_MultiPoint): Colección de primitivas puntuales.
- ↪ Multi-Curva (GM\_MultiCurve): Colección de primitivas lineales.
- ↪ Multi-Superficie (GM\_MultiSurface): Colección de primitivas superficiales.
- ↪ Multi-Sólido (GM\_MultiSurface): Colección de sólidos.

Las relaciones que se establecen entre todas estas clases son las que se muestran en el diagrama en la Figura 4.5. Como se puede observar se trata de relaciones de herencia entre las clases de tipo abstracto correspondientes a las primitivas, objetos compuestos y objetos agregados, que se organizan según tres ramas en esta figura. La clase GM\_Objectc preside el diagrama por lo que, como se avanzó, es la más general.

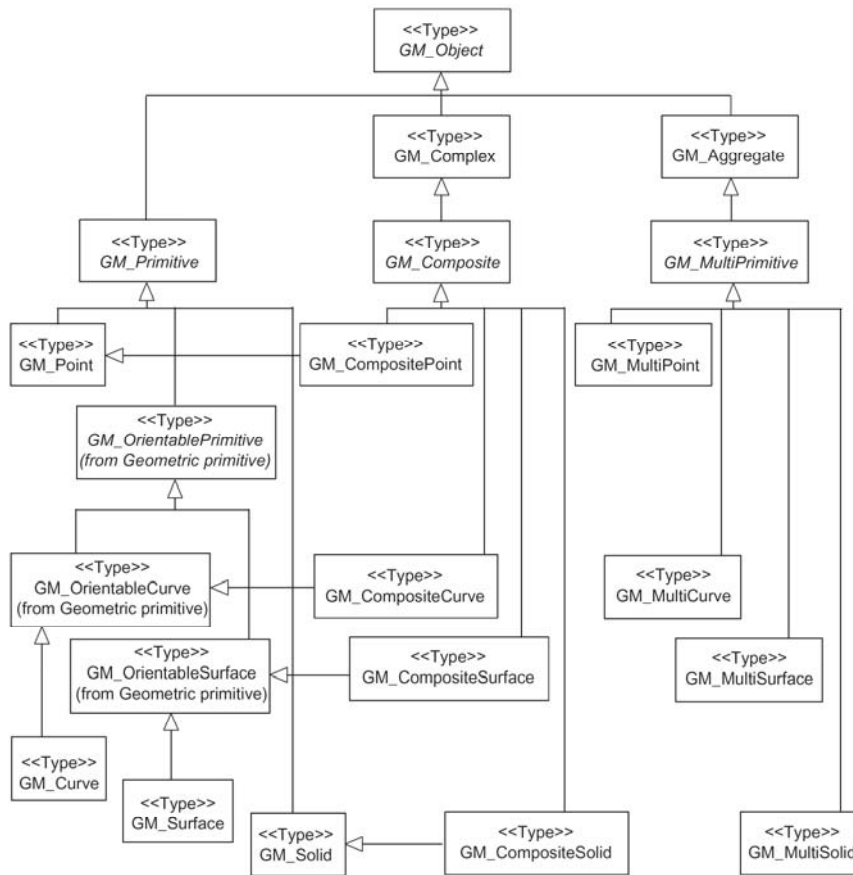


Figura 4.5.- Relaciones entre las primitivas geométricas, objetos complejos y objetos agregados

Las operaciones más comunes de las clases geométricas son:

- mbRegion: Devuelve la región que contiene al objeto geométrico en el Sistema de Coordenadas de Referencia. Por defecto, devuelve un objeto geométrico. Se suele utilizar en métodos de indexación que usan regiones en vez del rectángulo envolvente mínimo.

```
GM_Object::mbRegion() : GM_Object
```

- representativePoint: Devuelve un punto que se garantiza que se encuentra dentro del objeto geométrico. Una posible utilidad es el etiquetado de los fenómenos.

```
GM_Object::representativePoint() : DirectPosition
```

- boundary: Devuelve la frontera del objeto sobre el que se aplica. Ésta tendrá una dimensión menos que la del propio objeto. En el caso de una superficie, el operador *boundary* devolverá una curva alrededor de dicha superficie.

```
GM_Object::boundary() : GM_Boundary
```

- Closure: Combina un objeto con su límite. Si se aplica a un elemento lineal (GM\_LineString) la operación devolverá un complejo formado por la línea más sus puntos inicial y final.

```
GM_Object::closure() : GM_Complex
```

- ↪ `isSimple`: Devuelve verdadero (True) si el objeto geométrico no tiene puntos interiores, no se intersecta consigo mismo, o no tiene tangencia consigo mismo.

```
GM_Object::isSimple() : Boolean
```

- ↪ `distance`: Devuelve la distancia entre dos objetos geométricos. La distancia se define como la longitud mínima entre las posibles entre cada par de puntos de los dos objetos.

```
GM_Object::distance(geometry : GM_Object) : Distance
```

- ↪ `transform`: Se aplica a un objeto geométrico y devuelve otro transformado a un nuevo sistema de coordenadas.

```
GM_Object::transform(newCRS : SC_CRS) : GM_Object
```

- ↪ `envelope`: Se aplica a un objeto y devuelve el rectángulo envolvente mínimo. Serán los valores mínimos y máximos de cada coordenada, tomadas de las posiciones directas del objeto. La representación más simple consistirá en dos posiciones directas (`DirectPosition`), la primera que contenga las coordenadas mínimas y la otra las máximas.

```
GM_Object::envelope() : GM_Envelope
```

- ↪ `centroid`: Devuelve el centroide matemático del objeto geométrico. El punto resultante puede que no se encuentre sobre el objeto.

```
GM_Object::centroid() : DirectPosition
```

- ↪ `convexHull`: Devuelve el objeto geométrico que lo envuelve de manera convexa.

```
GM_Object::convexHull() : GM_Object
```

- ↪ `buffer`: Devuelve el objeto geométrico que contiene a todos los puntos que se encuentran dentro de una distancia igual o menor a aquella que se indica como parámetro.

```
GM_Object::buffer(radius : Distance) : GM_Object
```

## Descripción general de las clases topológicas

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 fenómenos geográficos independientemente de su geometría.

La clase raíz de la topología es objeto topológico (`TP_Object`). Un objeto topológico puede ser de dos tipos: primitivas (`TP_Primitive`) o complejos (`TP_Complex`); pero en cualquier caso las geometrías básicas serán las primitivas topológicas, que según su dimensión son:

- ↪ Nodos (TP\_Node): 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.
- ↪ Arcos (TP\_Edge): Primitiva topológica unidimensional. Son las curvas topológicas que están delimitadas por dos nodos y que, a su vez, delimitan las caras.
- ↪ Caras (TP\_Face): Primitiva topológica bidimensional. Son las regiones cerradas que se encuentran delimitadas por arcos.
- ↪ Sólidos (TP\_Solid): Primitiva topológica tridimensional. Son los cuerpos definidos por nodos, arcos y caras.

A modo de ejemplo de topología planar completa, la Figura 4.6 presenta un conjunto de fenómenos geográficos superficiales y cómo son materializados por las primitivas topológicas.

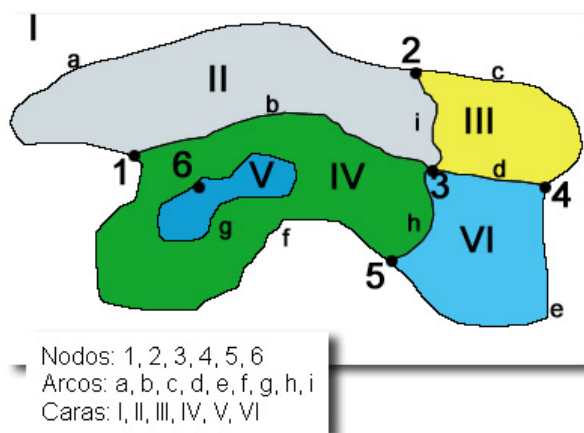


Figura 4.6.- Ejemplo de topología planar

Los objetos topológicos complejos (TP\_Complex) son colecciones de primitivas topológicas. Hay complejos de hasta 3 dimensiones y cada tipo contendrá primitivas de la misma dimensión y de las inferiores.

#### 4.3.- ISO 19137: Perfiles generalmente usados del Modelo Espacial

La norma ISO 19137 establece el núcleo del perfil de la parte geométrica de la norma ISO 19107, y como tal perfil se ha realizado conforme con la norma ISO 19106. Se trata de un perfil de clase 1 que especifica el conjunto de elementos geométricos mínimos que son necesarios para la creación de un modelo de aplicación. La finalidad es obtener un núcleo o conjunto de datos mínimo recomendado, más fácil de entender y con menor coste de implementación. Precisamente, se ha diseñado intencionadamente pequeño para aumentar su difusión.

Esta Norma establece el núcleo del perfil de la parte geométrica de ISO 19107 y sólo considera 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. El perfil tampoco utiliza primitivas topológicas, pero en el futuro se podrá diseñar un paquete topológico como extensión de la misma. La Figura 4.7

muestra el diagrama UML de la clase geométrica más general (GM\_Object, omitiendo las clases abstractas) que es soportada por esta norma.

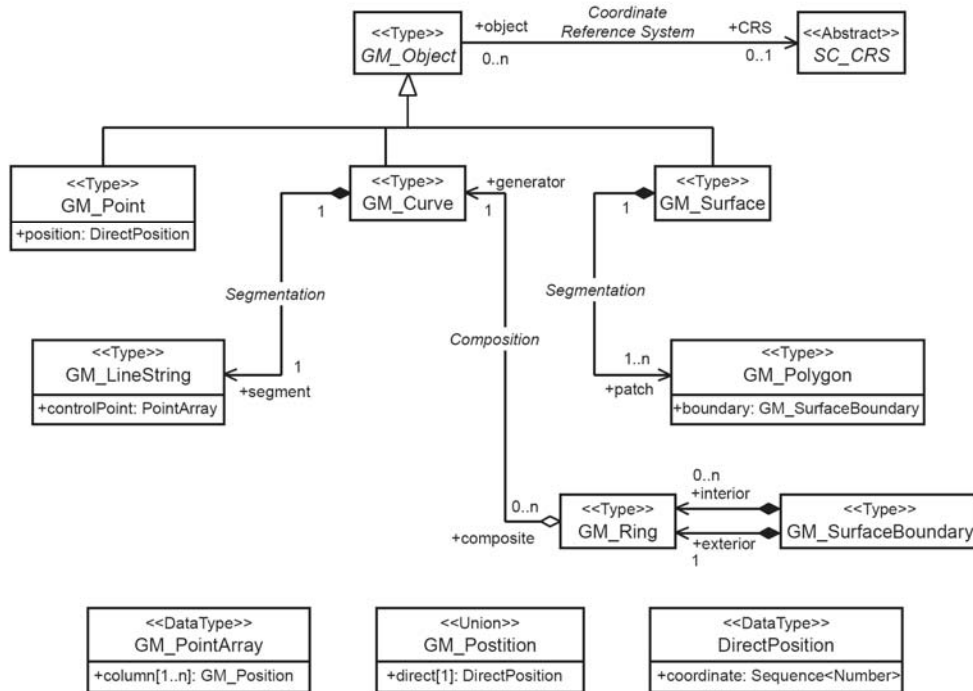


Figura 4.7.- Diagrama de la clase GM\_Object según ISO 19137

Las constricciones a la norma ISO 19137 son muchas:

- El perfil no utiliza operaciones ni interfaces de 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, tales como GM\_CompositeCurve.
- Se restringen algunas listas controladas.
- Se modifica la cardinalidad de ciertas asociaciones.
- El tipo de dato GM\_Position, que se utiliza para almacenar posiciones, se restringe a la identificación de una posición directa (DirectPosition), es decir, las posiciones no pueden darse de manera indirecta mediante un puntero a un objeto puntal.

Las características espaciales se describen mediante objetos geométricos (GM\_Object), que tienen asociado un sistema de referencia y que pueden ser de tres tipos según la dimensión:

- Punto: Se da mediante una posición directa (x,y).
- Curva: Se compone de un segmento lineal. Si se quiere utilizar otro tipo de segmentos, basta con extender el modelo.

- ▭ Superficie: Se compone de uno o más polígonos y cada polígono estará delimitado por un límite exterior (mínimo) y por cero o más límites interiores, estando los límites formados por una sola curva.

El anexo C de la norma hace referencia a las extensiones del núcleo, es decir, los usuarios podrán extender el modelo para adecuarlo a sus requerimientos, haciendo perfiles personalizados.

Existe libertad para definir una extensión del perfil añadiendo clases topológicas. También pueden definirse más subclases de la clase GM\_CurveSegment, puesto que únicamente se ha definido una en el perfil (GM\_LineString).

Las extensiones se realizarán utilizando las clases de la norma ISO 19107.

#### **4.4.- ISO 19108: El Modelo Temporal**

La expansión de las aplicaciones informáticas y de los SIG, ha generado un incremento del análisis de los datos geoespaciales en múltiples disciplinas, pero no podemos limitar la IG al dominio espacial, muchos sistemas requieren el análisis de la componente temporal. Por ello, surge la necesidad de generar un modelo conceptual temporal normalizado, que describa las características temporales de los conjuntos de datos y los fenómenos, lo que aumentara la capacidad de usar la IG en ciertas aplicaciones, tales como simulaciones y modelos de predicción.

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

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 e ISO 8601, dedicada la primera a establecer las unidades del espacio y tiempo y la segunda a la expresión de las fechas.

En la norma se describe el modelo conceptual para describir las características temporales de la IG. Para la descripción de este modelo, como en las anteriores normas, se utiliza la notación UML en la que el encabezamiento de los nombres de las clases en esta norma es “TM\_”. El modelo consiste en dos paquetes (Figura 4.8):

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

Referencia Espaciales”. El capítulo dedicado a “Tiempo y Componentes de la Información Geográfica” describe como el “Sistema de Referencia Espacial” y la “Posición Temporal” se utilizan dentro del contexto de la IG.

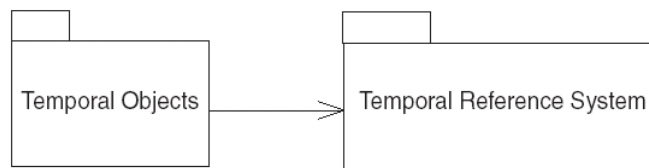


Figura 4.8.- Estructura general del Esquema Temporal

El tiempo es una dimensión análoga a cualquier dimensión espacial, como el espacio, y por ello el tiempo tiene una geometría y una topología. Un punto en el tiempo ocupa una posición que puede ser identificada en relación a un sistema de referencia temporal. A diferencia del espacio, el tiempo sólo tiene una dimensión. Los sistemas de referencia temporales son análogos a los sistemas de referenciación lineales que se utilizan para describir posiciones espaciales en algunas aplicaciones.

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.

### Objetos Temporales

La norma distingue entre los objetos topológicos y geométricos temporales que se utilizan como valores para las características temporales de entidades y de los conjunto de datos. Según se observa en la Figura 4.9 el objeto base es el TM\_Object. Ésta es una clase abstracta que contiene dos subclases:

- ↪ TM\_Primitive: 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 (TM\_GeometricPrimitive) y las topológicas (TM\_TopologicalPrimitive).
- ↪ TM\_Complex: Agregación de primitivas. En la norma sólo se describe la sub-clase TM\_TopologicalComplex, que es una agregación de primitivas topológicas.

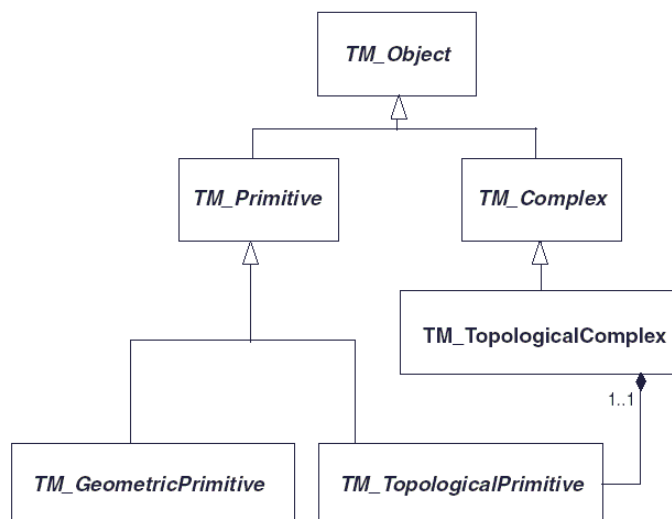


Figura 4.9.- Objetos temporales

## Primitivas Geométricas Temporales

Las dos primitivas geométricas en la dimensión temporal son el instante y el periodo:

- ⊣ Instante (TM\_Instant): Es una 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 (TM\_Position) que puede asociarse a un determinado Sistema de Referencia Temporal.
- ⊣ Periodo (TM\_Period): 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.

En la Figura 4.10 se muestra como TM\_GeometricPrimitive hereda de TM\_Primitive una dependencia de la interface TM\_Order, y también tiene una dependencia sobre la interface TM\_Separation. El objeto de estas clases es:

- ⊣ Orden (TM\_Order): Proporciona una operación para determinar la posición relativa entre dos primitivas temporales. Devuelve una cadena de caracteres (TM\_RelativePosition) del tipo: antes, después, principio, final, durante, etc.
- ⊣ Separación (TM\_Separation): Proporciona operaciones para calcular la longitud y la distancia temporal. La longitud proporciona la duración de una primitiva, que es cero por definición en el instante, y que será la distancia entre el punto inicial y final en el periodo. La otra operación es la distancia que devuelve el espacio temporal entre dos primitivas geométricas temporales, siendo esta la mínima posible, de manera que si están conectados en el tiempo o se solapan, será cero.



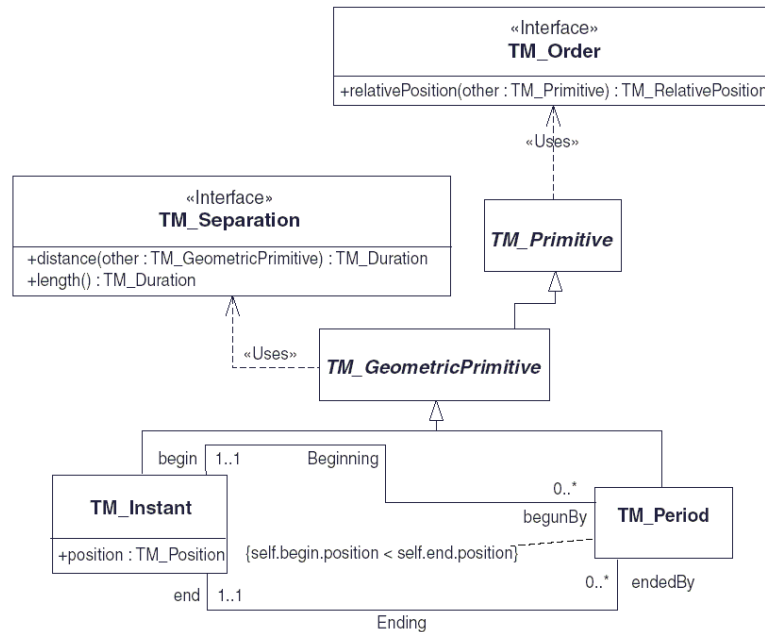


Figura 4.10.- Primitivas Geométricas Temporales

### Objetos topológicos temporales

La topología temporal proporciona información sobre la conectividad entre objetos en el tiempo, y puede proporcionar información sobre la ordenación de los mismos. No proporciona información sobre la posición temporal. La Figura 4.11 presenta las relaciones y primitivas consideradas. Una primitiva topológica representa un elemento indivisible de topología y puede ser de dos tipos:

- ↪ **Nodo (TM\_Nodo):** Es la primitiva topológica de dimensión cero, representa la ocurrencia de dos o mas 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 (TM\_Edge):** Es la primitiva topológica unidimensional, representa la ocurrencia de dos o mas eventos simultáneamente durante un periodo de tiempo, También tiene tres asociaciones: principio, fin y realización que relaciona el arco con el periodo correspondiente.

TM\_TopologicalComplex es un conjunto de primitivas topológicas conectadas, con la restricción de que cada primitiva solo puede pertenecer a un complejo.

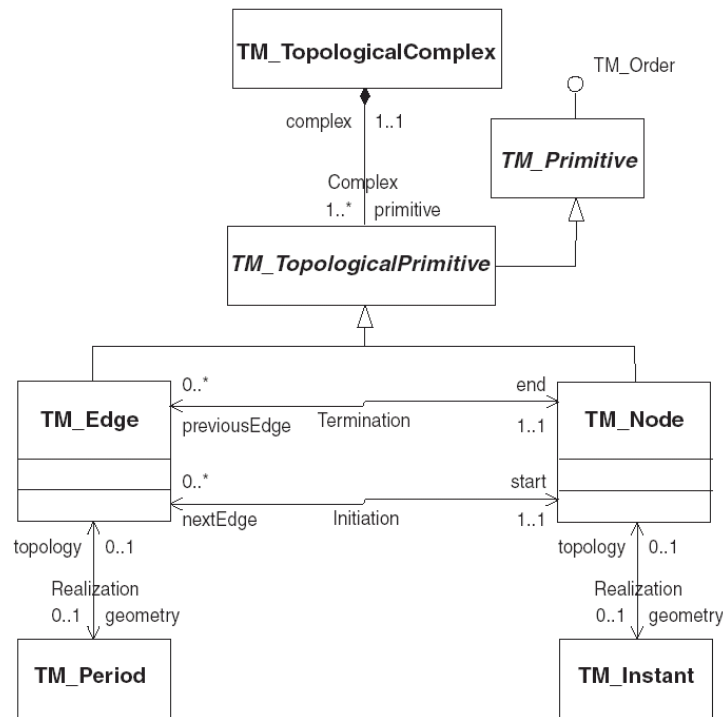


Figura 4.11.- Topología del tiempo

## Sistemas de Referencia Temporales

Un valor en el dominio del tiempo será una posición temporal en un determinado Sistema de Referencia Temporal. El paquete 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, sobretodo 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).

#### **4.5.- Conclusiones**

En este capítulo se han presentado los aspectos básicos de las normas ISO 19107 e ISO 19108 que establecen los modelos espacial y temporal dentro de la familia ISO 19100. Dada la importancia de estos modelos cuando se trabaja con IG se ha de entender la relevancia de estas normas dentro de la familia ISO 19100 así como las numerosas relaciones que mantienen con el resto de normas de la familia como con otras normas ISO.

La norma ISO 19107 es un documento conceptual, denso y muy largo (182 páginas), que requiere para su entendimiento un conocimiento profundo del lenguaje de modelado unificado (UML) y cierta experiencia en modelado de datos. La norma realiza unas descripciones de objetos, atributos y operadores que son muy detalladas y completas. Sin embargo, este mismo rigor hace que las especificaciones geométricas sean difíciles de interpretar y utilizar sin conocimientos informáticos previos. El éxito de aplicación de ésta norma requiere que al menos sea entendida a tres niveles: los desarrolladores, los que implementan las aplicaciones y los clientes. La principal ventaja es que proporciona esta norma es una terminología común, y que permite la interoperabilidad de las aplicaciones y el intercambio de las estructuras de datos. La mayoría de los modernos paquetes de software SIG se basan en esta norma.

Dada la complejidad y extensión de ISO 19107 se hacía necesario establecer un perfil general para el modelo espacial que favoreciera su aplicación de una manera más asequible y sencilla. Esto es lo que se ha pretendido con ISO 19137 y que, como se ha indicado, supone una pérdida de generalidad y la introducción de numerosas limitaciones en aras a dicha simplicidad.

Como primera aproximación al Modelo Espacial, es recomendable estudiar el perfil definido en ISO19137, y dentro de esta norma el modelo simplificado incluido en la Figura 3.7.

El tiempo es un factor crucial en el ámbito de la IG y por ello la familia ISO 19100 incluye un modelo temporal. Este modelo se propone soportar análisis temporal en los SIG y para ello define conceptos en los ámbitos de la geometría y topología del tiempo, así como sistemas de referencia temporales. Se trata pues de una especificación que consideramos va a tener una gran importancia de cara al futuro cuando el análisis temporal se incluya en los SIG de una manera natural.



Miguel Sevilla de Lerma (Universidad Complutense de Madrid)  
Cristina Iguácel Abeigón (Instituto Geográfico Nacional)  
Paloma Abad Power (Instituto Geográfico Nacional)

## CAPÍTULO 5

# Sistemas de referencia e identificadores geográficos (ISO 19111, ISO 19112, ISO 6709)

---

### **5.1.- Introducción**

Para la familia de normas ISO 19100 describir de manera normalizada, consistente, no ambigua y eficaz posiciones geográficas, es decir posiciones relativas a la superficie terrestre, es fundamental. El posicionamiento es el rasgo diferenciador de la IG, y su normalización un elemento clave para la interoperabilidad de los sistemas. Por ello, se trata de un aspecto esencial y, en ese sentido pueden considerarse básicas las normas que atañen a este propósito de una manera más directa, que son: ISO 19111, ISO 19112 e ISO 6709.

De todas ellas, la norma más antigua y elemental es la ISO 6709. La primera versión de esta norma es del año 1983, todavía en un entorno predominante de carácter analógico pero en el que ya se pretendía estandarizar los formatos de expresión de las posiciones geográficas utilizando las coordenadas latitud, longitud y altitud. En la actualidad se dispone de una nueva versión que, al estar basada en GML (XML), permite el intercambio y almacenamiento en entornos digitales con gran versatilidad.

La Norma ISO 19111 es crucial por cuanto es la que establece el modelo de los sistemas de referencia espacial por coordenadas. La norma permite trabajar con sistemas geodésicos, verticales y de ingeniería, así como con sistemas de referencia de coordenadas simples o compuestos, lo que abre un amplio abanico de posibilidades para el uso de los modelos sistemas de referencia basados en GNSS (Sistemas Globales de Navegación por Satélite). Además, esta norma no descuida las operaciones que se pueden realizar sobre con las coordenadas, aspecto fundamental a la hora de conseguir la interoperabilidad posicional entre datos, y que deben quedar adecuadamente reflejadas en los metadatos.

La referenciación espacial por identificadores geográficos, como calle y número, carretera y kilómetro, nombres de ciudades o regiones, es una manera natural para el hombre de identificar posiciones, por lo que son muy abundantes las bases de datos y sistemas de información (p.e. censos estadísticos, padrones) que siguen esta opción. La Norma ISO 19112 es la que especifica

la manera de establecer y trabajar con estos sistemas de posicionamiento indirecto. Se trata pues de una norma de gran importancia que ha de favorecer la integración de los datos procedentes de las bases de datos estadísticas, referidas a censos, direcciones postales, distritos, términos municipales, comarcas, etc., con la información espacial permitiendo de esta forma el análisis espacial sobre aquellas.

En este capítulo se introducirán estas tres normas presentando aquellos aspectos que se consideran más destacables de las mismas y se esbozarán algunas conclusiones.

## **5.2.- ISO 19111: Referenciación espacial por coordenadas**

Esta Norma Internacional define el esquema conceptual para la descripción de la referenciación espacial sólo por coordenadas. Describe el mínimo de datos necesarios para definir sistemas de referencia de coordenadas (*Coordinate Reference Systems*, CRS) de una, dos y tres dimensiones. Permite dar información descriptiva adicional. También proporciona la descripción de una transformación entre sistemas de referencia de coordenadas o de una conversión entre dos sistemas de coordenadas distintos.

Es utilizable por productores y usuarios de información geográfica y, aunque es aplicable a datos geográficos digitales, sus principios pueden ser extendidos a otras muchas formas de datos geográficos tales como mapas, tablas y documentos de texto.

Esta norma se apoya sobre un documento normativo básico como es ISO 1000, cuyo alcance cubre las unidades del sistema internacional y las recomendaciones para el uso de múltiplos y de otras unidades. Dentro de la familia ISO 19100 es la norma ISO 19103 la que da soporte al desarrollo de los esquemas conceptuales que se proponen en esta norma. En otro plano, las normas sobre la calidad también presentan una estrecha relación con la norma que estamos presentando.

Respecto a su contenido, la Norma establece una estructura para describir adecuadamente, sin ambigüedad, los sistemas de referencia de coordenadas. Esta estructura se materializa en un conjunto de atributos o campos relativos a aquellos aspectos fundamentales (Datum, primer meridiano, elipsoide, etc.), tal y como se puede observar en la Tabla 5.1. A la hora de aplicar la norma esta descripción podrá realizarse por descripción directa, es decir, *in extenso*, o por referencia. La descripción de los atributos es opcional en el caso que el identificador sea una mención y ésta describa todo o parte de los atributos obligatorios.

Para conseguir lo anterior la norma proporciona definiciones precisas de conceptos y parámetros relacionados con los sistemas de referencia y con los sistemas de coordenadas. La posición de un punto sobre la superficie de la Tierra se describe por un conjunto de coordenadas y éstas son inequívocas sólo cuando el sistema de referencia de coordenadas al cual están referidas se ha definido completamente. Un sistema de referencia de coordenadas está materializado por un conjunto de coordenadas. La materialización a veces es conocida como marco de referencia y ésta se define por un Datum y un sistema de coordenadas. Lo anterior dada la posibilidad de diversos sistemas, y por ello existirá la necesidad de pasar o convertir las coordenadas de un sistema a otro. La norma define todos estos conceptos, así como las opciones de paso entre sistemas. A continuación se describen en mayor detalle cada uno de estos aspectos.

Tabla 5.1.- Atributos considerados en ISO 19111 para la descripción de un sistema de referencia de coordenadas
<b>Referidos al Sistema de Referencia de Coordenadas:</b> Identificador del Sistema Alias del Sistema Área válida para el Sistema Ámbito del Sistema
<b>Referidos al Datum:</b> Identificador Punto de anclaje Época de realización Área válida Ámbito Notas
<b>Referidos al Primer Meridiano:</b> Identificador Longitud del Meridiano de Greenwich Notas
<b>Referidos al Elipsoide:</b> Identificador Alias Semieje mayor Forma Inverso del aplanamiento Notas Identificador del sistema de coordenadas Tipo de sistema de coordenadas Dimensión del sistema de coordenadas Notas del sistema de coordenadas
<b>Referidos a los Ejes del Sistema de Referencia de Coordenadas:</b> Nombre de los ejes Dirección de los ejes Identificador de las unidades de los ejes
<b>Referidos a las operaciones de Coordenadas:</b> Área válida de la operación Ámbito de la operación Identificador del sistema de referencia de coordenadas fuente Identificador del sistema de referencia de coordenadas objeto Versión de la operación Nombre del método Alias del nombre del método Fórmula o fórmulas del método Número de parámetros del método Notas del método Valor del parámetro de la operación Notas del parámetro de la operación

## Sistemas de referencia de coordenadas

Los sistemas de referencia de coordenadas pueden ser simples o compuestos:

- Simple: Es un sistema de referencia de coordenadas no debe cambiar con el tiempo. Cuando un marco de referencia cambia con el tiempo, debe crearse un nuevo datum y un nuevo sistema de referencia de coordenadas para cada fecha. Los nombres o identificadores han de recoger o incluir la fecha de realización del datum, y del sistema de referencia de coordenadas.

- Compuesto: Un sistema de referencia de coordenadas es compuesto cuando las coordenadas no provienen todas del mismo sistema de referencia de coordenadas. Las componentes horizontales y vertical de una descripción de la posición en tres dimensiones pueden a veces venir de sistemas de referencia de coordenadas distintos en vez de a través de un sistema de referencia de coordenadas simple tridimensional. Este es el caso de las posiciones donde las coordenadas verticales están referidas al nivel medio del mar. Esto debe manejarse a través de un sistema de referencia compuesto (CCRS) que identifique los dos sistemas de referencia utilizados, véase la Figura 5.2. Los datum verticales y las altitudes relacionadas con la gravedad son ejemplos de datum y de sistemas de coordenadas para el sistema de referencia de coordenadas 2. El identificador del sistema de referencia de coordenadas compuesto puede ser una concatenación de los identificadores de los sistemas de referencia de coordenadas que lo componen.

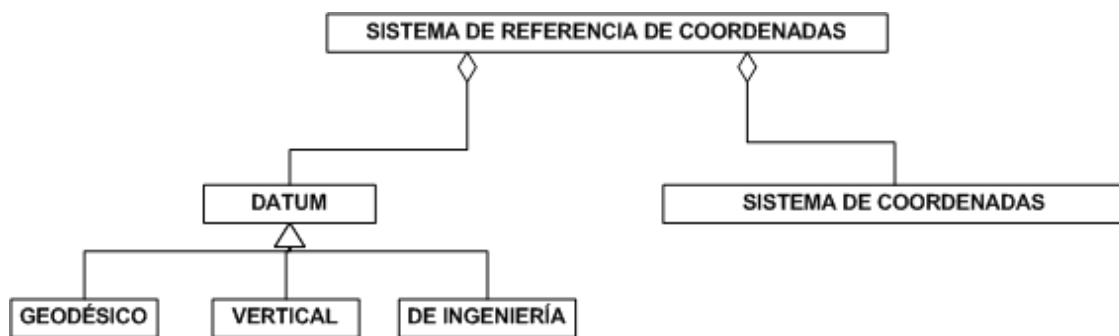


Figura 5.1.- Sistema de Referencia de Coordenadas

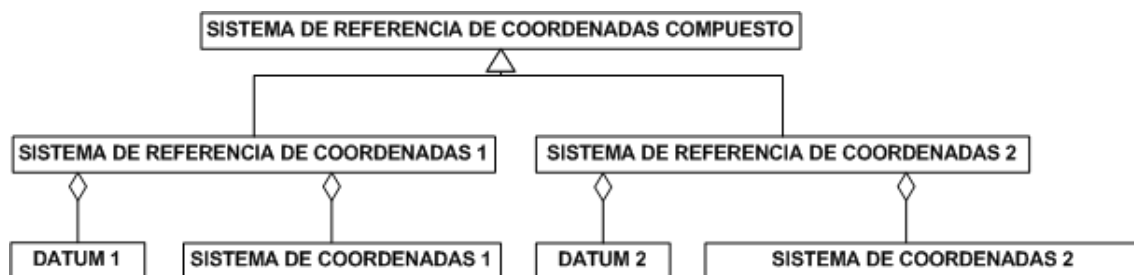


Figura 5.2.- Sistema de Referencia de Coordenadas

## Datum

El datum es el punto de enganche del sistema con la realidad geográfica. Un datum queda definido por la posición del origen del sistema, las direcciones de los ejes y la escala. Los tipos de datum son:

- Geodésico: Proporciona la relación de un sistema de coordenadas con la Tierra (Elipsoide).
- Vertical: Proporciona la relación entre las altitudes en cuya determinación interviene la gravedad y el Geoide.
- Para la ingeniería: Si ni es geodésico ni vertical. Son sistemas locales



Cuando el datum es geodésico, éste viene definido por el meridiano principal y los atributos del elipsoide (forma, tamaño y posición espacial). Un meridiano principal define el origen desde el cual se especifican los valores de las longitudes. La mayoría de los datum geodésicos usan el meridiano de Greenwich como meridiano principal. La descripción del meridiano principal debe ser obligatoria si el tipo de datum es geodésico y su meridiano principal no es Greenwich y si no se dan ni mención del sistema de referencia ni mención del datum. No se requiere la descripción de un elipsoide en el caso de que el datum sea geodésico, vertical o para la ingeniería, y se de alguna de las siguientes circunstancias:

- La mención del sistema de referencia de coordenadas viene dada.
- La mención del datum viene dada.
- El tipo de sistema de coordenadas es Cartesiano.

### **Sistema de Coordenadas**

Un sistema de coordenadas se describe por: 1) un nombre, 2) las unidades, y 3) la dirección y la secuencia de ejes.

Se debe describir cada eje del sistema de coordenadas, y el orden de la descripción de cada eje debe ser el mismo que el orden de coordenadas del conjunto de datos.

### **Operación de coordenadas (conversión y transformación de coordenadas)**

En esta Norma Internacional, se reconocen los siguientes tipos de operaciones sobre las coordenadas:

- Conversión de coordenadas: Supone el cambio las coordenadas desde un sistema de coordenadas a otro distinto pero basado en el mismo datum. En este caso, los valores de los parámetros son exactos y existe una transformación uno a uno. Las conversiones de coordenadas no modifican el datum subyacente puesto que utilizan funciones matemáticas analíticas que no alteran la exactitud fundamental de los valores de las coordenadas. El esquema general del proceso es el que se muestra en la Figura 5.3. Las conversiones de coordenadas incluyen:
  - Proyecciones cartográficas: Utilizan funciones matemáticas para convertir coordenadas elipsóidicas en coordenadas bidimensionales, o viceversa.
  - Conversiones de coordenadas elipsóidicas en coordenadas cartesianas tridimensionales, o viceversa.
  - Cambios de unidad aplicando un factor multiplicador (por ejemplo, metros a pies) o aplicando un algoritmo (por ejemplo, radianes a grados, minutos y segundos).
  - Desplazamiento del origen de un plano para hacer una malla local.



Figura 5.3.- Conversión de coordenadas

Transformación de coordenadas: Es un cambio de coordenadas desde un sistema de referencia de coordenadas, basado en un datum, a otro sistema de referencia de coordenadas basado en un segundo datum. En este caso, los valores de los parámetros de transformación de coordenadas se obtienen empíricamente. Para la transformación de coordenadas el sistema de coordenadas debe ser del mismo tipo (por ejemplo, ambos geodésicos o ambos cartesianos). Este proceso se lleva a cabo mediante un algoritmo. Puesto que los valores de los parámetros de transformación se obtienen empíricamente, dependen de las mediciones utilizadas e incluyen los errores de medida. En la Figura 5.4 se describe genéricamente una transformación de coordenadas. Aunque no es necesaria la descripción de la transformación de coordenadas para describir un sistema de referencia de coordenadas, en algunos casos resulta muy útil.

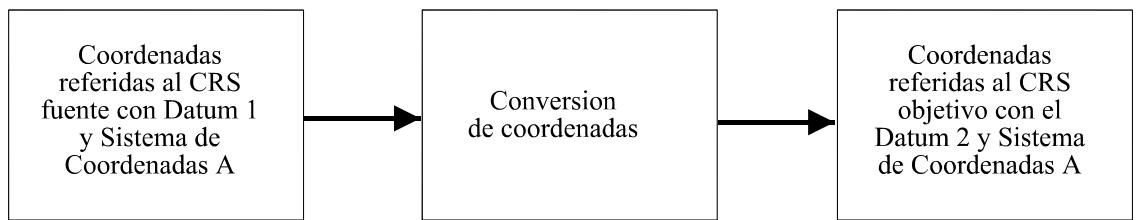


Figura 5.4.- Transformación de coordenadas

Una vez que se obtienen los valores de los parámetros, tanto la conversión como la transformación de coordenadas utilizan procesos matemáticos similares.

Finalmente, la Norma también considera las operaciones de concatenación de coordenadas. El cambio de coordenadas de un sistema de referencia de coordenadas a otro sistema de referencia de coordenadas puede seguirse de una serie de operaciones de coordenadas que consisten en una o más transformaciones de coordenadas y/o una o más conversiones de coordenadas. Esto recibe el nombre de operaciones concatenadas de coordenadas. La Figura 5.5 describe una operación concatenada de coordenadas en dos etapas.

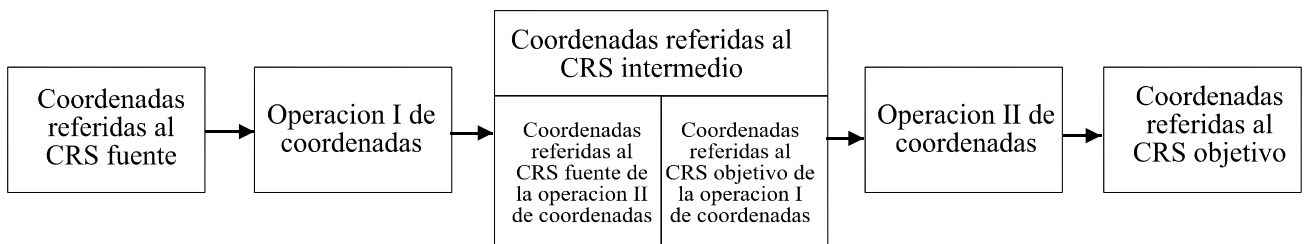


Figura 5.5.- Operación concatenada de coordenadas

Desde el punto de vista de la exactitud, la definición de un sistema de referencia de coordenadas está libre de error. La exactitud en la transformación de coordenadas depende de la exactitud de las medidas en ambos sistemas, mientras que la conversión de coordenadas no depende de los errores en las medidas ni de los del datum.

### **5.3.- ISO 19112: Referenciación espacial por identificadores geográficos**

La norma ISO 19112 especifica métodos para definir y describir Sistemas de Referencia Espacial que utilizan identificadores geográficos, estableciendo los componentes de un sistema de referencia espacial y los componentes esenciales de un nomenclátor. El uso de identificadores geográficos como modo de referencia supone la utilización de objetos como forma de establecer la posición de manera relativa a los mismos. Estos métodos de posicionamiento son muy comunes y cotidianos, basta para ello pensar cómo solemos indicar nuestro lugar de residencia de manera natural dando la ciudad y/o barrio, calle y número de policía, y cómo esta forma es eficaz y entendida por otras personas.

Por contraposición a la referenciación por coordenadas, o referenciación directa, a esta opción basada en identificadores geográficos también se la denomina indirecta.

El objetivo de esta Norma es ofrecer a los productores de datos la capacidad de definir sistemas de referencia espacial que utilicen identificadores geográficos con los que poder satisfacer a los usuarios que los utilizan, y dar soporte a las referencias espaciales indirectas utilizadas en abundantes conjuntos de datos como son, por ejemplo, los de índole estadística. Esta norma también permite construir nomenclátors de manera consistente, y soporta el desarrollo de otras normas en el campo de la IG.

Según lo indicado, la norma ISO 19112 tiene una estrecha relación con la norma ISO 19111, pero también con otras normas de la misma familia. Este es el caso con la Norma ISO 19107, que presenta el modelo espacial, y cuya relación parece obvia, o la ISO 19115, dedicada a los metadatos, y que ha de servir para aportar mayor información sobre el uso de los sistemas indirectos.

En cuanto a su contenido, al igual que en la norma ISO 19111, que se encarga de definir la referenciación espacial por coordenadas y los componentes de un sistema de referencia espacial, la norma ISO 19112 trata de la referenciación espacial, pero en este caso utilizando, o basándose, en identificadores geográficos, tratando de un modo complementario las referencias espaciales mediante coordenadas. Es esta línea se indica que los sistemas de referencia por coordenadas proporcionan un mecanismo de enlace entre la referenciación basada en identificadores geográficos y la referenciación basada en coordenadas.

Se puede indicar que la norma tiene dos aspectos claramente definidos. Por una parte los sistemas de referencia espacial que utilizan identificadores geográficos y que, por tanto no se basan explícitamente en coordenadas, sino en una relación con una localización definida por uno o más fenómenos geográficos (para ello define fenómeno como una abstracción de una entidad del mundo real que puede existir como una instancia). Y por otra parte, define y enumera los elementos que debe de tener un nomenclátor y su relación con la instancia de localización, ya que un nomenclátor tiene información sobre la posición de cada instancia de localización.

Además, la norma contiene unos anexos donde se muestran algunos ejemplos de sistemas de referencia espacial basados en identificadores geográficos, y de datos de un nomenclátor.

A continuación se presentan los aspectos y elementos fundamentales del sistema de referenciación que establece esta norma.

### Referencia espacial y localización

La posición de una entidad se puede definir mediante una referencia espacial, como por ejemplo un identificador geográfico, que identificara una localización. Esta localización es un fenómeno utilizado para referenciar otros fenómenos. Por ejemplo, un barrio X en una ciudad se puede referenciar utilizando su código postal correspondiente.

Normalmente la referencia espacial de un fenómeno dentro un conjunto de datos geográficos, como por ejemplo una ciudad, un río o un edificio, se incluye habitualmente como un atributo del fenómeno, y mantiene una asociación con una localización.

Esta relación con la localización puede ser de diferentes tipos, siendo la más general la de “estar contenida en”, pero se pueden construir referencias espaciales más complejas utilizando relaciones como “adyacente a” y “a una distancia a lo largo de” junto con una dirección y una distancia mediada desde una localización determinada, como es el caso de las carreteras, en el que se indica el nombre y el punto kilométrico.

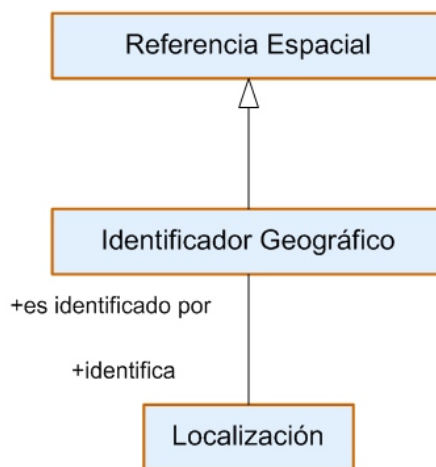


Figura 5.6.- Conceptos de referenciación espacial mediante identificadores geográficos

### Sistemas de referencia espacial basados en identificadores geográficos

Un sistema de referencia espacial basado en identificadores geográficos consta de un conjunto de uno o más tipos de localización relacionados, junto con sus correspondientes identificadores geográficos. Cada tipo de localización puede estar relacionado con el resto a través de relaciones de agregación o disgregación, formando eventualmente una jerarquía. Suponiendo por ejemplo que el sistema de referencia espacial sea el conjunto de países definidos en ISO 3166-1, el tipo de localización sería el país y los identificadores geográficos el nombre del país y el código de la ciudad.

## Nomenclátore

Un nomenclátor es un catálogo de identificadores geográficos que describen instancias de localización. Un nomenclátor puede tener información adicional sobre la posición de cada instancia de localización, pudiendo esta información además incluir una referencia por coordenadas, pero también puede ser totalmente descriptiva, utilizando para este caso los identificadores geográficos a los que se refiere esta norma.

Si el nomenclátor contiene una referencia por coordenadas, sería posible realizar la transformación desde el sistema de referencia espacial basado en identificadores geográficos al sistema de referencia espacial por coordenadas utilizado. Pero si contiene referencias descriptivas, se tendrá una referencia espacial mediante un sistema de referencia espacial basado en identificadores geográficos diferente, por ejemplo, el código postal de una parcela. Para cualquier tipo de localización, puede haber más de un nomenclátor.

En la Figura 5.7 se muestran las relaciones entre sistema de referencia espacial, localización y nomenclátor.

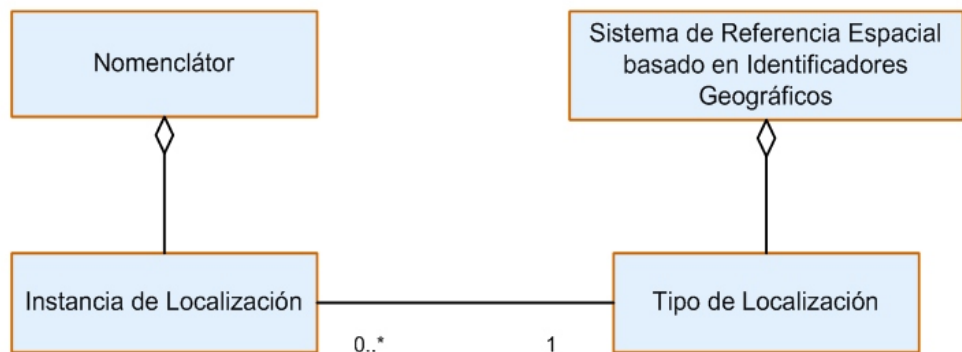


Figura 5.7.- Sistema de referencia espacial basado en identificadores geográficos

## Requisitos para los sistemas de referencia espacial basados en identificadores geográficos

Los atributos o propiedades que debe tener un sistema de referencia espacial basado en identificadores geográficos son:

- Debe estar compuesto de uno o más tipos de localización (que pueden estar relacionados entre sí).
- Cada instancia de localización debe estar identificada de forma única mediante un identificador geográfico.
- Debe contener, como mínimo, los siguientes atributos: nombre, tema, propietario del conjunto y territorio de aplicación.

A continuación, la Figura 5.8 muestra el modelo UML de referenciación espacial basada en identificadores geográficos.

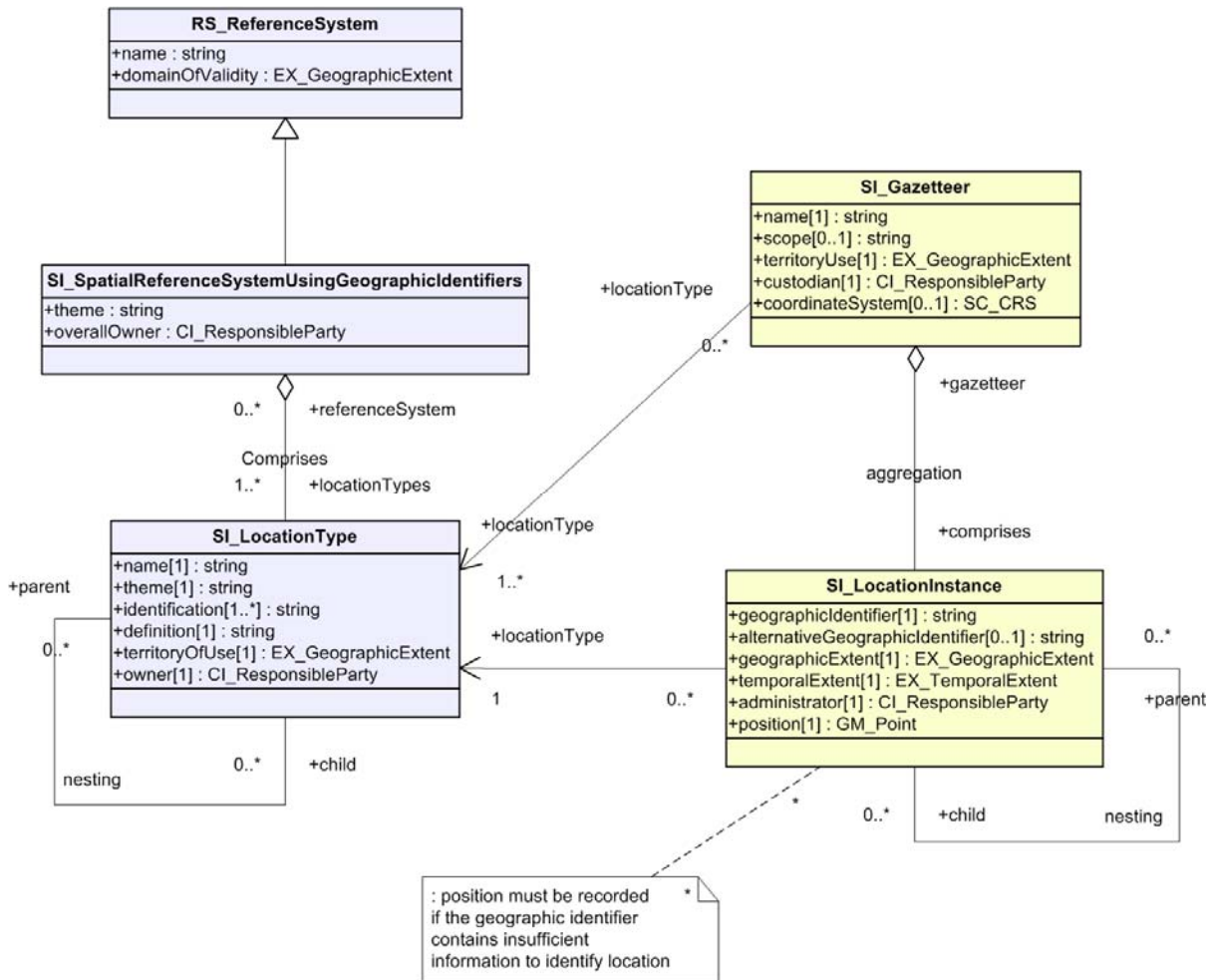


Figura 5.8.- Modelo UML de referenciación espacial basado en identificadores geográficos

Como se puede apreciar en el modelo UML los elementos de un sistema de referencia espacial basado en identificadores geográficos son:

- Nombre (*name*): Identificador del sistema de referencia espacial.
- Dominio de validez (*domainOfValidity*): Área geográfica en la que da el sistema de referencia.
- Tema (*theme*): Propiedad utilizada para caracterizar el sistema de referencia espacial.
- Propietario del conjunto (*overallOwner*): Autoridad con responsabilidad en el conjunto del sistema de referencia espacial.
- Tipo de localización (*locationType*): Nombre del tipo de localización en el sistema de referencia espacial.

Para cada tipo de localización en un sistema de referencia espacial, deben identificarse los siguientes atributos:

- Nombre (*name*): Nombre del tipo de localización.

- Tema (*theme*): Propiedad utilizada como característica que define el tipo de localización, como por ejemplo administración.
- Identificación (*identification*): Método para identificar de modo único las instancias de localización, como por ejemplo la utilización de códigos.
- Definición (*definition*): Manera en la que están definidas las instancias de localización, como por ejemplo un área, definida por un conjunto de límites, como son los países definidos por sus fronteras.
- Territorio de utilización (*territoryOfUse*): Área geográfica dentro en la que el tipo de localización se da.
- Propietario (*owner*): Nombre de la organización o tipo de organización capacitada para crear y borrar instancias de localización.
- Tipo de localización padre (*parent*): Nombre del tipo de localización padre. Por ejemplo el padre de un municipio puede ser la provincia.
- Tipo de localización hijo (*child*): Nombre del tipo de localización hijo.

Siempre que se de un cambio en alguno de los atributos de un tipo de localización debe crearse una nueva versión del tipo de localización.

### Requisitos para un Nomenclátor

Como hemos mencionando anteriormente un nomenclátor es un catálogo de instancias de tipos de localización en un sistema de referencia espacial, por lo que los requisitos que se establecen deben cubrir ambas tipologías. La Norma ISO 19112 establece una estructura de atributos o propiedades que han de cumplir el conjunto y sus elementos.

Las propiedades o atributos de un nomenclátor son los siguientes:

- Nombre (*name*): Nombre del nomenclátor, en el que se incluye la fecha de la versión.
- Territorio de utilización (*territoryOfUse*): Dominio geográfico cubierto por el nomenclátor.
- Custodio (*custodian*): Nombre de la organización responsable del mantenimiento del nomenclátor.
- Campo de aplicación (*scope*): Descripción de los tipos de localización contenidos en el nomenclátor, como por ejemplo “Calles de Madrid” o “Ríos de Cataluña”.
- Sistema de referencia de coordenadas (*coordinateSystem*): Nombre del sistema de referencia de coordenadas utilizado en el nomenclátor para describir posiciones.

Una instancia de localización tendrá el siguiente conjunto de atributos, siendo los tres primeros considerados como mínimos:

- Identificador geográfico (*geographicIdentifier*): Identificador único de la instancia de localización.
- Extensión geográfica (*geographicExtent*): Descripción de la instancia de localización. La definición de la extensión geográfica puede definirse de las siguientes maneras:
  - Como una colección de fenómenos más pequeños, por ejemplo la Unión Europea, definida por los países que la integran.
  - O mediante un polígono envolvente descrito.
- Administrador (*administrator*): Nombre de la organización responsable de definir las características de la instancia de localización.
- Extensión temporal (*temporalExtent*): Fecha de creación de esta versión de instancia de localización.
- Identificador geográfico alternativo (*alternativeGeographicIdentifier*): Otro identificador de la instancia de localización.
- Posición (*position*): Coordenadas de un punto representativo de la instancia de localización, como puede ser el centroide de la instancia de localización.
- Instancia de localización padre (*parent*): Nombre de una instancia de localización de un tipo de localización distinto, del que la instancia de localización es una subdivisión.
- Instancia de localización hija (*child*): Nombre de una instancia de localización de un tipo de localización distinto, que subdivide a la instancia de localización.

#### **5.4.- ISO 6709: Referenciación normalizada de la localización geográfica de un punto mediante coordenadas**

El intercambio eficiente de la localización geográfica de un punto necesita formatos interpretables universalmente para poder permitir la identificación de los puntos sobre la superficie de la Tierra. Los usuarios de diferentes disciplinas pueden tener diferentes necesidades para poder registrar la latitud y la longitud de un punto, como por ejemplo utilizar grado y decimal de grado, en vez de grados, minutos y segundos tradicionales o por ejemplo necesitar diferentes niveles de precisión a la hora de trabajar con la latitud y la longitud indicando el peso para cada coordenada.

Existen diferentes versiones de la Norma Internacional ISO 6709; en la primera se proporcionaba la representación de la latitud y la longitud para las posiciones de los puntos geográficos, y en la segunda edición se extiende el uso para aplicaciones donde los valores de la latitud y la longitud pueden ser tratados separadamente como, por ejemplo, la diferencia de valor entre dos meridianos, o para tratar los valores en campos numéricos separadamente.

Además, la edición actual de esta norma posibilita la expresión de la posición horizontal de un punto mediante coordenadas distintas de la latitud y la longitud, y tiene previstos formatos variables en tamaño que den flexibilidad para cubrir diferentes necesidades. Se incluye también en la expresión la posibilidad de utilizar alturas y profundidades. Así, otra de las novedades de



esta edición es añadir, para describir la posición vertical de un punto, el término profundidad, ya que en las ediciones anteriores, la dimensión vertical, se describía solamente con la altura. Esta norma incluye también, las unidades de medida.

Se trata pues de una norma cuyo objetivo es facilitar, con suficiente flexibilidad y versatilidad, el intercambio de datos entre los sistemas informatizados reduciendo costes y tiempos. Su ámbito de aplicación es el intercambio de coordenadas para describir la posición de un punto geográfico, especificando la representación de estas coordenadas.

La descripción de la posición de los puntos es soportada con *eXtensible Markup Language* (XML).

De las diferentes formas en las que se puede realizar el intercambio de los datos digitales de la latitud y la longitud, la norma sugiere que la forma de decimal de grado sea la utilizada. Ya que esto permite la utilización de la notación sexagesimal: grados, minutos y decimal de minutos o grados, minutos, segundo y decimal de segundos.

Esta norma no necesita procedimientos internos especiales, técnicas de organización de ficheros, almacenamiento, lenguajes, etc., para ser utilizados en su implementación, ya que además esta norma no es aplicable a la representación de la información informáticamente. Sin embargo, tiene una dependencia clara de la norma ISO/IEC 8859-1, que describe los patrones de caracteres del alfabeto latino. En la familia ISO 19100 son varias las normas con las que tiene relación, principalmente con las siguientes: 19103, 19107, 19111, 19115, 19127.

A continuación se presentan las principales especificaciones de esta norma.

## Requisitos para la expresión de la posición de un punto geográfico

Una coordenada se define como una secuencia de números y una posición queda establecida por y una n-upla de coordenadas (*coordinate tuple*) que describen la posición de un punto, como por ejemplo la latitud, la longitud y la altura para un punto. Para poder representar la posición inequívocamente es necesario identificar el Sistema de Referencia de Coordenadas (CRS) al que están referidas dichas coordenadas. Un conjunto de coordenadas (*coordinate set*) es una colección de tríos de coordenadas normalmente (*coordinate tuple*), donde todas ellas están referidas al mismo sistema de referencia. La Figura 5.9 sintetiza estas relaciones.

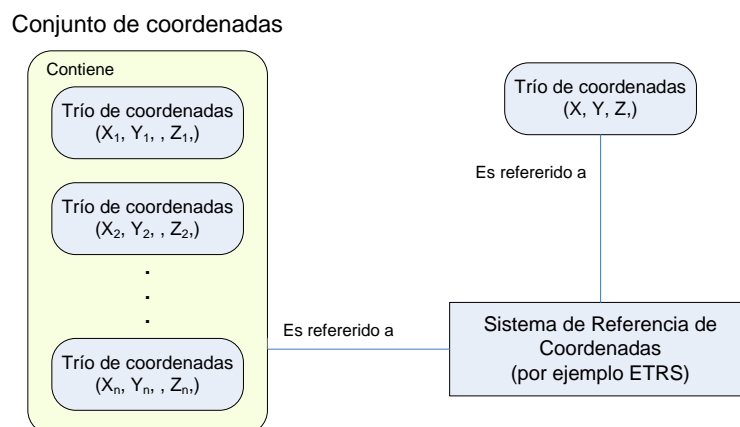


Figura 5.9.- Relaciones conceptuales de las coordenadas con un Sistema de Referencia de Coordenadas (CRS)

Esta norma permite tanto la representación de coordenadas en un CRS de 2 dimensiones para describir la posición horizontal, como los de 3 dimensiones, integrando la dimensión vertical, pudiendo ser un único CRS o con un CRS compuesto que consiste en otros dos CRS, uno para la planimetría y otro para la altimetría.

Los elementos necesarios para identificar la posición de un punto geográfico son:

- La identificación del sistema de referencia de coordenadas.
- Una coordenada representando la posición horizontal “x”, tal como la latitud.
- Una coordenada representando la posición horizontal “y”, tal como la longitud.
- Un valor representado la posición vertical, altura o profundidad.
- Un metadato asociado con la posición geográfica de un punto.

Todos estos elementos son necesarios para poder describir inequívocamente la posición geográfica de un punto, y especial importancia tiene la identificación del CRS. La definición de un Sistema de Referencia de Coordenadas está descrita en la Norma ISO 19111.

### Representación de la posición geográfica de un punto

En este apartado se muestra una descripción del modelo UML que permite la representación de la posición geográfica de puntos de varias maneras. De los dos modelos UML que hay en la norma, el de paquetes y el de clases, sólo se muestra aquí el segundo.

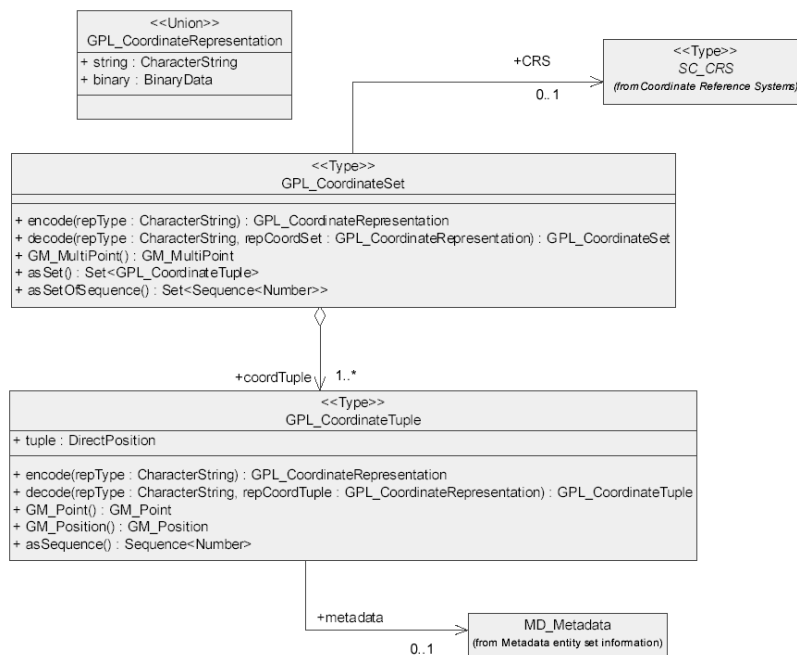


Figura 5.10.- Diagrama de clases UML correspondiente a la representación de la posición geográfica de puntos

Este diagrama UML incluye 3 clases para soportar las representaciones de coordenadas diferentes: *GPL\_CoordinateRepresentation*, *GPL\_CoordinateTuple* y *GPL\_CoordinateSet*.

*GPL\_CoordinateSet* representa un conjunto de coordenadas, formado por varias tuplas, desde 1 a muchas, cada una representada por una *GPL\_CoordinateTuple*, que corresponde a la posición de un punto. El objeto *GPL\_CoordinateRepresentation* se utiliza para permitir la representación de coordenadas o bien como una primitiva geométrica punto (*GM\_Point*) o bien en modo codificado como una cadena de caracteres o un dato binario.

## Representación en GML

GML (*Geography Markup Language*) es un lenguaje basado en XML para codificar IG con el objetivo de ser almacenada, transportada o intercambiada. Se trata de una especificación de esta misma familia, que queda recogida en la Norma ISO 19136. Por ello, en este apartado sólo se incluyen algunos casos de codificación de la posición (Tabla 5.2), con el único objetivo de que sirvan de ejemplo y comprobación de las posibilidades y facilidad de uso de este tipo de representación de la posición.

Tabla 5.2.- Diversos ejemplos de representación GML de la posición
<p><b>Representación Decimal de grado (DD.DD) con una identificación CRS:</b></p> <pre>&lt;gpl:GPL_CoordinateTuple&gt; gpl:tuple srsName="...URI reference to CRS with lat/lon..."&gt; 50.42 -22.59 &lt;/gpl:tuple&gt; &lt;/gpl:GPL_CoordinateTuple&gt;</pre>
<p><b>Representación Decimal de grado (DD.DD) y profundidad de un registro geodésico:</b></p> <pre>&lt;gpl:GPL_CoordinateTuple&gt; &lt;gpl:tuple srsName="...URI reference to CRS with lat/lon/depth..."&gt; 50.42 -22.59 543.43 &lt;/gpl:tuple&gt; &lt;/gpl:GPL_CoordinateTuple&gt;</pre>
<p><b>Representación de coordenadas de una malla:</b></p> <pre>&lt;gpl:GPL_CoordinateTuple&gt; &lt;gpl:tuple srsName="...URI reference to CRS with northing/easting..."&gt; 1259753 18503245 &lt;/gpl:tuple&gt; &lt;/gpl:GPL_CoordinateTuple&gt;</pre>
<p><b>Representación de coordenadas de una malla con la altura:</b></p> <pre>&lt;gpl:GPL_CoordinateTuple&gt; &lt;gpl:tuple srsName="...URI reference to CRS with northing/easting/height..."&gt; 503245.81 125906.56 43.43 &lt;/gpl:tuple&gt; &lt;/gpl:GPL_CoordinateTuple&gt;</pre>
<p><b>Grado y decimal de grado (representación alfanumérica) con un CRS:</b></p> <pre>&lt;point&gt; +50.42-022.59-543.43CRSXXX6269/ &lt;/point&gt;</pre>

## **5.5.- Conclusiones**

La familia ISO 19100 dispone varios documentos normativos relativos a los sistemas de referencia y a la expresión de la localización geográfica. Se trata de tres normas con alcances complementarios dado que permiten la referenciación de los objetos geográficos tanto de manera directa (por coordenadas) como de manera indirecta (por identificadores geográficos).

En la identificación por coordenadas la Norma ISO 19111 establece las características de los sistemas de referencia de coordenadas como requisito indispensable para dar una posición que no sea ambigua. Un aspecto importante de esta norma es que también cubre las operaciones que se realizan con las coordenadas (conversiones y transformaciones) y establece una estructura de atributos cuyo objetivo es dar una información precisa sobre las características y propiedades del sistema de referencia, ya sea por referencia o *in extenso*.

La Norma ISO 19112 es la equivalente a la ISO 19111 pero para el caso de utilizar identificadores geográficos como forma de indicar la posición. Por ello un elemento fundamental de esta norma son los nomenclátors. Se trata de una norma de una gran proyección, presente y futura, para alcanzar la integración de las grandes bases de datos alfanuméricas, de carácter estadístico y referidas a unidades del territorio (p.e. secciones, distritos, términos municipales, comarcas etc.), con sus correspondientes objetos geográficos.

La norma ISO 6709 es muy anterior a los orígenes del ISO/TC 211 y en la actualidad se encuentra disponible como DIS. Con la revisión realizada por el ISO/TC 211 esta Norma se incorpora en su filosofía a la familia ISO 19100 y cubre el importante aspecto de normalizar el formato o expresión de la posición, permitiendo con ello su almacenamiento y exportación por medios digitales. Para ello se utiliza el lenguaje GML, una especificación realizada sobre XML.

Alejandra Sánchez Maganto (Instituto Geográfico Nacional)  
Javier Nogueras Iso (Universidad de Zaragoza)  
Daniela Ballari (Universidad Politécnica de Madrid)

## CAPÍTULO 6

# Normas sobre metadatos (ISO19115, ISO19115-2, ISO19139, ISO 15836)

---

### **6.1.- Introducción**

Los metadatos se definen comúnmente como "datos acerca de los datos". Describen el contenido, la calidad, el formato y otras características que lleva asociadas un recurso, constituyendo un mecanismo para caracterizar datos y servicios de forma que usuarios (y aplicaciones) puedan localizarlos y acceder a ellos. Dan respuestas a preguntas del tipo:

- El qué: nombre y descripción del recurso.
- El cuándo: fecha de creación de los datos, periodos de actualización, etc.
- El quién: creador de los datos.
- El dónde: extensión geográfica.
- El cómo: modo de obtención de la información, formato, etc.

Los registros de metadatos se suelen publicar a través de sistemas de catálogos, en ocasiones también denominados directorios o registros. Los catálogos electrónicos no difieren demasiado de los catálogos tradicionales de una biblioteca excepto por el hecho de ofrecer una interfaz estandarizada de servicios de búsqueda. Así pues, estos catálogos son herramientas que permiten la búsqueda, la selección, la localización y el acceso a la información y que ponen en contacto a los consumidores con los productores de información.

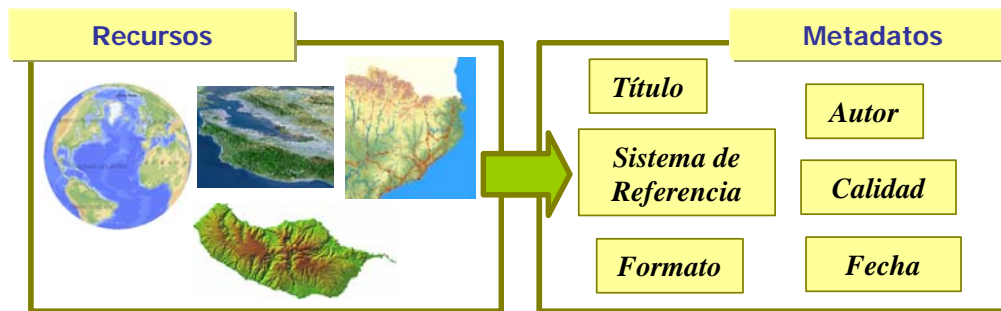


Figura 6.1.- Recursos asociados a información geográfica y ejemplos de metadatos

El concepto de metadatos se está convirtiendo en una herramienta familiar para aquellas personas que trabajan con información espacial. Así la leyenda de un mapa es un ejemplo de aplicación de los metadatos que nos proporciona información sobre el autor, la fecha de publicación, la escala y otras características propias del mapa (ver Figura 6.1).

Tal como menciona Nebert (2004), los metadatos geográficos ayudan a las personas involucradas en el uso de información geográfica a encontrar los datos que necesitan y a determinar la mejor manera de cómo usarlos. El FGDC (2000) reconoce que la creación de metadatos geográficos persigue tres objetivos (y a su vez beneficios) principales:

- Organizar y mantener la inversión en datos hecha por una organización: los metadatos buscan fomentar la reusabilidad de datos sin tener que recurrir al equipo humano que se encargó de su creación inicial. Aunque la creación de metadatos parezca un coste adicional, el valor de los datos a la larga es dependiente de su documentación.
- Publicitar la existencia de información geográfica a través de sistemas de catálogo: mediante la publicación de recursos de información geográfica a través de un catálogo, las organizaciones pueden encontrar datos a usar, otras organizaciones con las que compartir datos y esfuerzos de mantenimiento y clientes para esos datos. En general, permiten a los usuarios utilizar los datos de un modo más eficiente, determinando si serán de utilidad para ellos.
- Proporcionar información que ayude a la transferencia de los datos: los metadatos deberían acompañar siempre a los propios datos. Facilitan el acceso a los datos, su adquisición y una mejor utilización de los datos logrando una interoperabilidad de la información cuando esta procede de fuentes diversas. Los metadatos ayudan al usuario u organización que los recibe en el procesamiento, interpretación, y almacenamiento de los datos en repositorios internos.

Dentro del mundo de la IG se han ido definiendo recomendaciones para la creación de metadatos, cuya finalidad principal es proporcionar una estructura “jerárquica y concreta” que permita describir exhaustivamente cada uno de los datos a los que hacen referencia. Estas recomendaciones han sido creadas y aprobadas por organismos de normalización a partir de opiniones de expertos en esta materia. Estas recomendaciones, en forma de normas o esquemas de metadatos, suministran criterios para caracterizar sus datos geográficos con propiedad.

La “Organización de Estandarización Internacional (ISO)” a través de su familia ISO 19100 define, entre otras temáticas, normas relacionadas con metadatos. Dicha familia se encuentra dividida por comités. En relación con la información geográfica y los metadatos podemos destacar el trabajo de los siguientes comités:

- El Comité Técnico 211, denominado “Geomática/Información Geográfica”, ha definido: la norma “ISO 19115:2003- *Geographic Information Metadata*” que presenta un modelo general de metadatos de información geográfica; la especificación técnica “ISO/TS 19139- *Geographic Information- Metadata -- XML schema implementation*” para la implementación de los metadatos como XML; y la propuesta de algunas extensiones como “ISO/CD 19115-2 *Geographic information- Metadata-Part 2:Extensions for imagery and gridded data*” para la descripción de recursos de información geográfica específicos.
- El Comité Técnico 46, denominado “Información y documentación”, ha definido la norma “ISO 15836:2003 - *Information and Documentation- The Dublin Core Metadata Element Set*” que presenta un modelo de metadatos de propósito general para la descripción de recursos.

A continuación se describen cada una de estas normas y su aplicabilidad en distintos contextos. Posteriormente se hace un análisis de las mismas y se finaliza con una serie de conclusiones.

## **6.2.- Normas ISO para metadatos geográficos**

### **ISO 19115: Metadatos**

Los datos geográficos digitales pretenden modelar y describir el mundo real para su posterior análisis y visualización mediante medios muy diversos. Sus características principales así como sus limitaciones deben estar completamente documentadas mediante los metadatos. Con el fin de definir una estructura que sirva para describir los datos geográficos se creó la norma Internacional *ISO 19115:2003- Geographic Information Metadata*.

Para la elaboración de esta norma fue necesaria la colaboración de 33 países miembros de ISO/TC211 y un total de 16 países que aportaron expertos al Grupo de Trabajo (WG) encargado de su definición. En 1996 se disponía ya de un primer borrador, en el año 2003 se aprobó el texto definitivo como Norma Internacional de metadatos que fue adoptada como Norma Europea por CEN/TC 287 en 2005. AENOR (Asociación Española de Normalización) ha decidido también su adopción como Norma Española, con la identificación: UNE-EN ISO19115.

Esta norma internacional proporciona un modelo y establece un conjunto común de terminología, definiciones y procedimientos de aplicación para los metadatos. Mediante la definición de elementos de metadatos se va a poder describir información sobre la identificación, la extensión, la calidad, el modelo espacial y temporal, la referencia espacial y la distribución de los datos geográficos. Se aplica a:

- La catalogación de conjuntos de datos, actividades de *clearinghouse*, y la descripción completa de conjuntos de datos.
- Diferentes niveles de información: conjuntos de datos geográficos, series de conjunto de datos, fenómenos geográficos individuales, propiedades de los fenómenos, etc. (Figura 6.2).

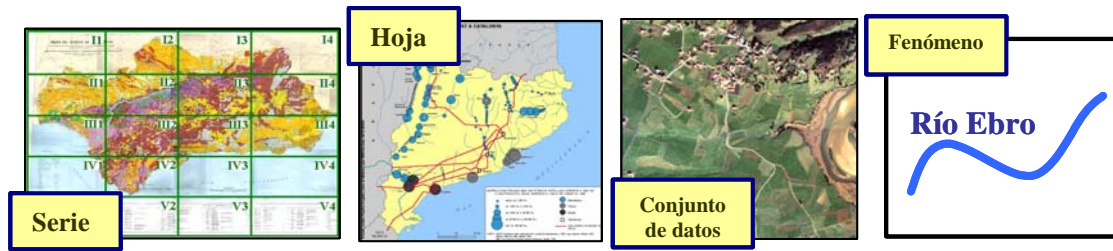


Figura 6.2.- Ejemplos prácticos de elementos a los que se puede aplicar la norma

Esta Norma de Metadatos es de una gran complejidad e incluye una extensa serie de elementos de metadatos, unos obligatorios y otros opcionales. El documento consta de 140 páginas, incluye un total de 409 ítems y define 27 listas controladas, mediante las que se definen los posibles valores válidos de ciertos campos.

Los metadatos para datos geográficos se presentan mediante paquetes UML. Cada paquete contiene una o más entidades (clases UML), que pueden estar especificadas (*subclassed*) o generalizadas (*superclassed*). Las entidades contienen elementos (atributos de clases UML) que identifican las unidades o ítems discretos de metadatos. Dentro de cada paquete una entidad puede estar relacionada con una o más entidades.

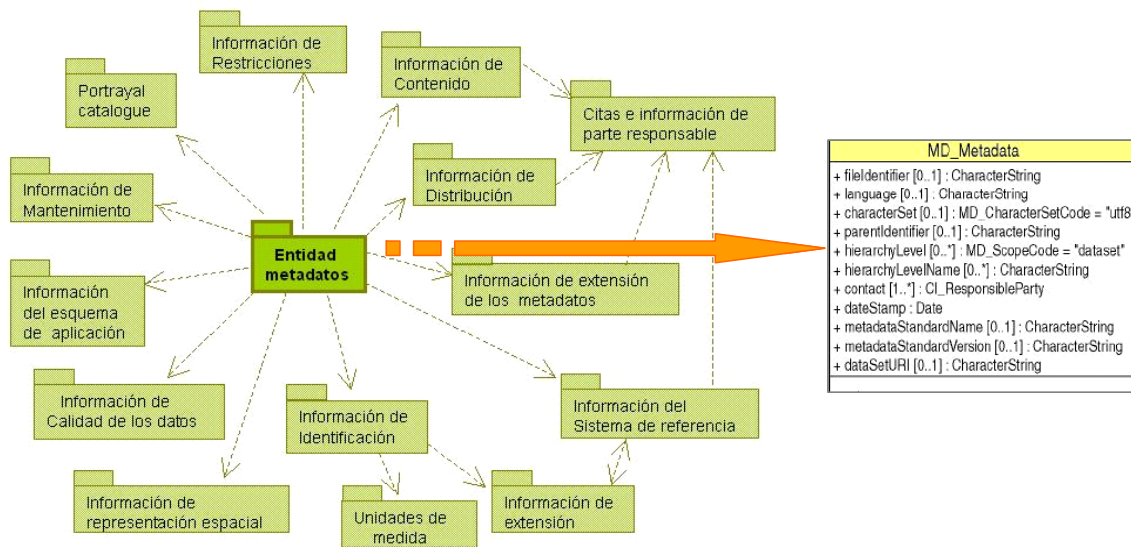


Figura 6.3.- Relaciones entre paquetes y ejemplo de metadatos en un paquete (*MD\_Metadata*)

Todos los metadatos están completamente identificados mediante “Diagramas de Modelado UML” (Figura 6.3) y un “Diccionario de Datos” (Figura 6.4), que contiene la siguiente información para cada elemento de metadato:

- Nombre (*name*): etiqueta asignada a la entidad o al elemento de metadatos.
- Nombre Corto (*Short Name*): nombres definidos para cada elemento para la posterior implementación en XML.
- Definición (*Definition*): descripción del elemento o entidad de metadatos.



- Obligación/condición (*Obligation/Condition*): establece si la inclusión del elemento es obligatoria, opcional o condicional.
- Ocurrencia máxima (*Maximum Occurrence*): número máximo de instancias que la entidad o el elemento de metadatos puede tener.
- Tipo de dato (*Data Type*): cadena de texto, clase, asociación,..., etc.
- Dominio (*Domain*): texto libre, enumeración, valores concretos, etc.

	Name / Role name	Short Name	Definition	Obligation / Condition	Maximum occurrence	Data type	Domain
1	MD_Metadata	Metadata	root entity which defines metadata about a resource or resources	M	1	Class	Lines 2-22
2	fileIdentifier	mdFileID	unique identifier for this metadata file	O	1	CharacterString	Free text
3	language	mdLang	language used for documenting metadata	C / not defined by encoding?	1	CharacterString	ISO 639-2, other parts may be used
4	characterSet	mdChar	full name of the character coding standard used for the metadata set	C / ISO/IEC 10645-1 not used and not defined by encoding?	1	Class	MD_CharacterSetCode <<CodeList>> (B.5.10)
5	parentIdentifier	mdParentID	file identifier of the metadata to which this metadata is a subset (child)	C / hierarchy_level is not equal to "dataset"?	1	CharacterString	Free text
6	hierarchyLevel	mdHrLv	scope to which the metadata applies (see Annex H for more information about metadata hierarchy levels)	C / hierarchyLevel is not equal to "dataset"?	N	Class	MD_ScopeCode <<CodeList>> (B.5.25)
7	hierarchyLevelName	mdHrLvName	name of the hierarchy levels for which the metadata is provided	C / hierarchy_level is not equal to "dataset"?	N	CharacterString	Free text
8	contact	mdContact	party responsible for the metadata information	M	N	Class	CI_ResponsibleParty (B.3.2) <<DataType>>
9	dateStamp	mdDateSt	date that the metadata was created	M	1	Class	Date (B.4.2)

Figura 6.4.- Ejemplo de un fragmento del diccionario de datos

Aunque esta norma define un extenso número de elementos de metadatos, establece un “conjunto mínimo” de metadatos (el núcleo o *Core*), a considerar para todo el rango de aplicaciones de los metadatos (desde mapas en formato papel a datos en formato digital, como imágenes satélite, modelos digitales del terreno, etc.). Con este conjunto se pretende establecer unos mínimos para facilitar el descubrimiento, el acceso, la transferencia y la utilización de los datos. Este núcleo está formado por elementos obligatorios y otros opcionales que usados todos ellos aumenta la interoperabilidad de los datos y permite a los usuarios entenderlos sin ambigüedades (Figura 6.5.-). Todo perfil que se defina a partir de esta norma debe estar formado como mínimo por los elementos definidos en dicho núcleo.

Título del Conjunto de Datos	Tipo de representación espacial
Fecha de Referencia	Sistema de Referencia
Parte responsable del Conjunto de Datos	Linaje
Localización geográfica de los Datos	Recurso en línea
Idioma del Conjunto de Datos	Identificador del Fichero de Metadatos
Conjunto de caracteres del Conj. de Datos	Norma de Metadatos
Categoría del tema	Versión de la Norma de Metadatos
Resolución espacial del conjunto de datos	Idioma de los Metadatos
Resumen descriptivo	Conjunto de caracteres de los Metadatos
Formato de Distribución	Punto de contacto para los Metadatos
Extensión vertical y temporal	Fecha de los Metadatos

Elementos obligatorios  
 Elementos optativos  
 Elementos condicionales

Figura 6.5.- Tabla de elementos del Núcleo de ISO 19115

### ISO 19139: Metadatos. Esquema de implementación XML

La norma ISO 19115 proporciona una estructura para describir información geográfica mediante elementos de metadatos y establece una terminología común para los mismos pero no desarrolla como poder llevar a cabo su implementación.

ISO 19139 (“*ISO/TS 19139-Geographic Information-Metadata -XML schema implementation*”) es una especificación técnica que desarrolla una implementación en XML del modelo de metadatos descrito por ISO 19115. XML es un lenguaje de marcado que se utiliza para crear documentos que contengan información estructurada. Para la creación de estos documentos es necesario definir etiquetas y relaciones entre las mismas.

Una de las formas de definir la sintaxis de los documentos XML es mediante una tecnología asociada a XML y denominada “*XML-Schema*”. Para cada lenguaje derivado de XML, se debe crear un documento siguiendo la especificación de *XML-Schema*, comúnmente denominado “Esquema XML”, que describa la estructura de los documentos XML y permita posteriormente validarlos, garantizando así que la estructura sea válida para un contexto determinado. El propósito de un esquema es definir los componentes válidos de un documento XML: elementos que pueden aparecer, atributos, elementos hijos, orden y número de los elementos, tipos de datos, valores por defecto de los elementos, etc.

Algunas de las características de los documentos *XML-Schema* para la definición de los lenguajes derivados XML son las siguientes:

- Los tipos de datos que a utilizar pueden ser o simples (Figura 6.6) (no tienen ni elementos hijos ni atributos), o complejos (tienen elementos hijos y/o atributos).
- La declaración de posibles espacios de nombres (*namespace*). Los espacios de nombres son colecciones de nombres, identificados mediante una referencia URI (*Uniform Resource Identifier*), que se utiliza como tipos de elementos y nombres de atributos. La ventaja de la utilización de los espacios de nombres es que permitirá eliminar las ambigüedades y solucionar los problemas de homonimia que se producen en todos documentos XML, ya que

pueden existir etiquetas con un mismo nombre pero con diferentes significados y espacios semánticos.

```

<!--INFORMACIÓN NOMBRE NORMA DE METADATOS -->
<gmd:metadataStandardName>
  <gco:CharacterString
    xmlns:gco="http://www.isotc211.org/2005/gco">
      ISO 19115 Geographic information - Metadata
    </gco:CharacterString>
  </gmd:metadataStandardName>
<!--FIN INFORMACIÓN NOMBRE NORMA DE METADATOS -->

```

**Dato simple**

Figura 6.6.- Ejemplos de tipo de dato para esta especificación

Un archivo de intercambio de metadatos, acorde con el estándar ISO19115 y en formato XML, va a ser un documento XML que siga la sintaxis definida por la especificación técnica ISO19139. Es decir, esta especificación técnica define un conjunto de esquemas en XML que van a describir los metadatos asociados a cada nivel de información, permitiendo así su descripción, asegurando su validación y su posterior intercambio a través de archivos de metadatos. Estos esquemas XML se han generado a partir los modelos UML definidos en ISO19115 aplicando las reglas de codificación definidas en la norma *ISO 19118 Geographic Information-Encoding*. Esta norma establece un conjunto de reglas de codificación para transformar los esquemas conceptuales UML descritos en cualquiera de las normas de la serie ISO 19100 en esquemas XML.

La implementación de esquemas XML, mediante codificaciones basadas en reglas construidas para los modelos UML de las series 19100, permite que los esquemas creados cumplan una serie de características:

- La interoperabilidad: Entre esquemas procedentes de especificaciones de las series ISO 19100.
- La previsibilidad: Estos esquemas son previsibles para cualquier clase, atributo, asociación, etc., se codifican igual para cualquier elemento UML del mismo tipo.
- La usabilidad: Tener una codificación basada en reglas permite generar XML de un modo automático o semiautomático.
- La extensibilidad: Se han definido extensiones mediante la creación de un diccionario de datos, con las mismas características que el definido en ISO 19115, para facilitar la interoperabilidad, facilidad en el uso, etc. Entre las extensiones que se definen están:
  - Para el entorno WEB.
  - Culturales y lingüísticas.
  - Las basadas en la transferencia de información espacial: para la transferencia, para los catálogos.
  - Para las enumeraciones y las lista de códigos.
- El polimorfismo: La habilidad para asumir diferentes formas, es decir, facilitar la adaptabilidad cultural y lingüística.

La Figura 6.7.- enumera los esquemas XML principales que han sido definidos por la especificación técnica ISO19139. Cada uno de estos esquemas, descargables de la página web de ISO ([http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO\\_19139\\_Schemas/](http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/)), define su propio espacio de nombres.

Prefijo	Descripción	URI
Gco	Contiene la implementación de los elementos conceptuales de la norma ISO 19118-Codificación y los tipos básicos de la norma ISO/TS 19103-Lenguaje del Esquema Conceptual.	<a href="http://www.isotc211.org/2005/gco">http://www.isotc211.org/2005/gco</a>
Gmd	Contiene la implementación de los elementos de la norma ISO 19115.	<a href="http://www.isotc211.org/2005/gmd">http://www.isotc211.org/2005/gmd</a>
Gmx	Contiene la declaración de los tipos XML necesitados para crear un archivo de metadatos XML.	<a href="http://www.isotc211.org/2005/gmx">http://www.isotc211.org/2005/gmx</a>
Gss	Contiene la implementación de los elementos de la norma ISO 19107 –Esquema Espacial.	<a href="http://www.isotc211.org/2005/gss">http://www.isotc211.org/2005/gss</a>
Gsr	Contiene la implementación de los elementos de la norma ISO 19111-Referenciación espacial por coordenadas.	<a href="http://www.isotc211.org/2005/gsr">http://www.isotc211.org/2005/gsr</a>
Gts	Contiene la implementación de los elementos de la norma ISO 19108- Esquema Temporal.	<a href="http://www.isotc211.org/2005/gts">http://www.isotc211.org/2005/gts</a>

Figura 6.7.- Ejemplos de algunos espacios de nombres

Para facilitar el entendimiento de la codificación definida en esta especificación la Figura 6.8 presenta un ejemplo de implementación, que es un fragmento de un archivo de metadatos correspondiente a un mapa vectorial producido por el Instituto Geográfico Nacional.

```

- <gmd:MD_Metadata>
  - <gmd:fileIdentifier>
    <gco:CharacterString>ign-bcn200</gco:CharacterString>
  </gmd:fileIdentifier>
  - <gmd:language>
    <gco:CharacterString>es</gco:CharacterString>
  </gmd:language>
  + <gmd:characterSet></gmd:characterSet>
  + <gmd:hierarchyLevel></gmd:hierarchyLevel>
  + <gmd:contact></gmd:contact>
  + <gmd:dateStamp></gmd:dateStamp>
  + <gmd:metadataStandardName></gmd:metadataStandardName>
  + <gmd:metadataStandardVersion></gmd:metadataStandardVersion>
  + <gmd:spatialRepresentationInfo></gmd:spatialRepresentationInfo>
  + <gmd:referenceSystemInfo></gmd:referenceSystemInfo>
  + <gmd:referenceSystemInfo></gmd:referenceSystemInfo>
  + <gmd:referenceSystemInfo></gmd:referenceSystemInfo>
  + <gmd:identificationInfo></gmd:identificationInfo>
  + <gmd:contentInfo></gmd:contentInfo>
  + <gmd:contentInfo></gmd:contentInfo>
  + <gmd:distributionInfo></gmd:distributionInfo>
  + <gmd:dataQualityInfo></gmd:dataQualityInfo>
  + <gmd:metadataConstraints></gmd:metadataConstraints>
  + <gmd:metadataConstraints></gmd:metadataConstraints>
  + <gmd:applicationSchemaInfo></gmd:applicationSchemaInfo>
</gmd:MD_Metadata>

- <gmd:MD_DataIdentification>
  - <gmd:citation>
    - <gmd:CI_Citation>
      - <gmd:title>
        <gco:CharacterString>Base Cartográfica Numérica 1:2.000.000</gco:CharacterString>
      </gmd:title>
      + <gmd:alternateTitle></gmd:alternateTitle>
      + <gmd:date></gmd:date>
      - <gmd:edition>
        <gco:CharacterString>1ª Edición-Año 2000</gco:CharacterString>
      </gmd:edition>
      + <gmd:identifier></gmd:identifier>
      + <gmd:citedResponsibleParty></gmd:citedResponsibleParty>
      + <gmd:citedResponsibleParty></gmd:citedResponsibleParty>
      - <gmd:presentationForm>
        <gmd:CI_PresentationFormCode codeList="/resources/codeList.xml#CI_PresentationFormCode"
        codeListValue="mapDigital">mapDigital</gmd:CI_PresentationFormCode>
      </gmd:presentationForm>
    </gmd:CI_Citation>
  </gmd:citation>
  - <gmd:abstract>
    - <gco:CharacterString>
      Base Cartográfica Numérica a escala 1:2.000.000 que cubre toda España, fue generada en el año 2000, por el Instituto Geográfico Nacional a partir de la generalización de la Base Cartográfica Numérica a escala 1:200.000. La información que contiene esta estructurada en los siguientes temas: - Tema 01: límites provinciales. - Tema 03: hidrografía. - Tema 05: núcleos de población. - Tema 06: comunicaciones (carreteras y ferrocarriles). En general, los nombres de los objetos están introducidos como textos. El formato de almacenamiento en que están los datos es: DGN.
    </gco:CharacterString>
  </gmd:abstract>
  </gmd:MD_DataIdentification>
  
```

Figura 6.8.- Ejemplos de implementación de metadatos

## ISO 19115-2: Metadatos para imágenes y datos en malla

Aunque la norma ISO19115 define un extenso número de elementos para poder describir un amplio número de recursos de IG, en ocasiones resulta insuficiente para describir con detalle

algunas características de recursos utilizados en dominios específicos. En este subapartado se describe una extensión de la norma ISO19115.

Una importante fuente de información utilizada en los Sistemas de Información Geográfica son las imágenes de satélite, orto-fotografías, modelos digitales, etc. Estos datos de tipo ráster y malla poseen características intrínsecas particulares, que deben quedar reflejadas mediante los metadatos.

A pesar de que la norma ISO 19115 contiene algunos elementos destinados a documentar este tipo de información, éstos resultan escasos para documentar de forma correcta y completa la información ráster. En consecuencia y para complementar esta norma, se está elaborando: La norma *ISO 19115- 2 “Geographic Information- Metadata for imagery and gridded data”*, que se trata una extensión de la norma ISO 19115 para datos ráster e imágenes.

Para que un documento elaborado por ISO se convierta en norma internacional debe de pasar por varios estados. ISO 19115-2 no es todavía una norma internacional, se encuentra en estado de CD, es decir, en proceso de revisión dentro del TC 211.

El objetivo de esta norma es definir los metadatos asociados a datos ráster y malla que van a contener información sobre:

- Las propiedades de los equipos de medición usados para adquirir los datos.
- La geometría de los procesos de medición empleados por los equipo.
- Los procesos de producción usados para obtener los datos.
- Los métodos numéricos y procesos informáticos usados.

Al igual que en ISO 19115, en esta norma los metadatos se presentan mediante paquetes UML que incluyen las entidades que contendrán los elementos. Por otro lado, esta norma incluye también, un “Diccionario de Datos” que contiene las definiciones de las entidades y elementos para los esquemas de metadatos adicionales definidos.

A continuación se enumeran los paquetes de metadatos que la norma ISO 19115-2 modifica o añade sobre el modelo general de ISO 19115 para la descripción de imágenes o datos malla (Figura 6.9):

- Información de Calidad de los Datos (*Data Quality Information*): Proporciona información sobre la calidad del conjunto de datos y contiene información sobre fuentes, procesos e informes de calidad específicos para imágenes y datos ráster.
- Información de Representación Espacial (*Spatial Representation Information*): Contiene información relativa a los mecanismos usados para la representación de la información espacial. Es posible incluir elementos de metadatos con puntos de control para georectificar y/o georeferenciar los datos.
- Información de Contenido (*Content Information*): Contiene 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.

- Información de Adquisición (*Acquisition Information*): Proporciona detalles sobre la adquisición de las imágenes y datos ráster, como son: descripción de los instrumentos de medición, plataforma a partir de la cual los datos fueron obtenidos, etc.

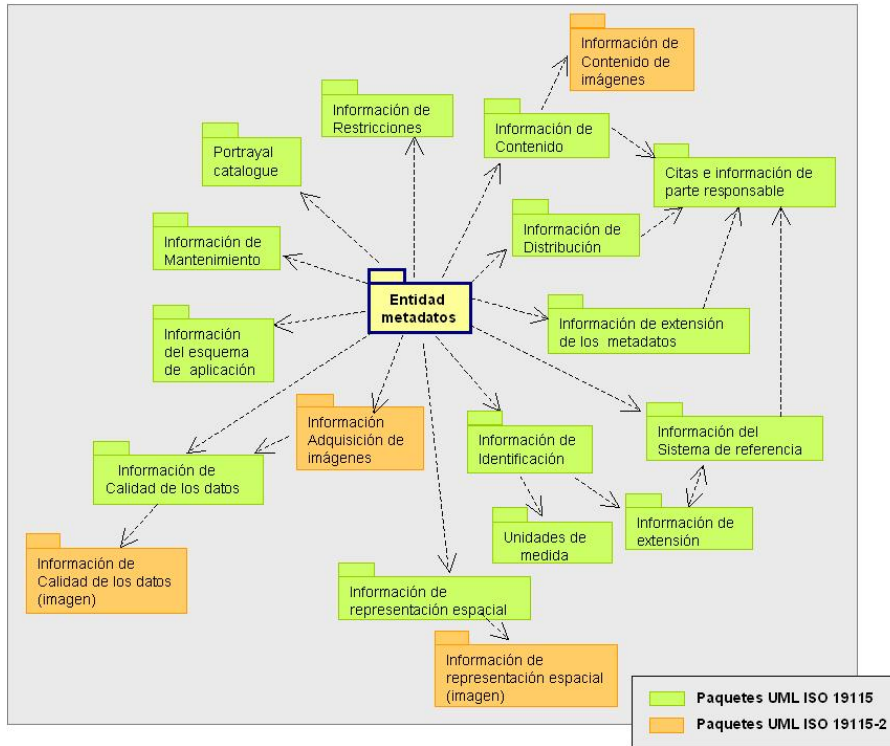


Figura 6.9.- Paquetes de metadatos de la norma ISO 19115-2 y su relación con la norma ISO 19115.

### Perfiles de aplicación: el ejemplo del Núcleo Español de Metadatos

La complejidad del modelo general propuesto por ISO19115 (409 elementos) implica que en algunas organizaciones resulte difícil adoptar directamente este modelo como guía para la descripción de los recursos de información geográfica.

Debido a esta complejidad, suele ser frecuente que se recurra a la definición de perfiles de ISO 19115 que, ajustándose a las reglas especificadas por la norma, simplifiquen el modelo general de ISO19115. Un ejemplo de implementación de un perfil de esta norma en España es el Núcleo Español de Metadatos (NEM) (CSG, 2005). El NEM es un perfil de metadatos de ISO 19115:2003 de acuerdo con el concepto de perfil definido en la Norma ISO 19106.

El Núcleo Español de Metadatos establece un conjunto mínimo de metadatos recomendados para la descripción de recursos relacionados con la Información Geográfica (serie o producto completo, hojas o unidades, etc.) dentro de España. La Figura 6.10 enumera de forma esquemática este conjunto de elementos definidos dentro del perfil y que se caracteriza por ser:

- Consolidado: Ha sido aprobado por el Consejo Superior Geográfico (órgano superior, consultivo y de planificación del Estado en el ámbito de la cartografía que depende del Ministerio de Fomento, en el que están representados los productores de datos geográficos digitales de referencia de ámbito nacional, autonómico y local).

- Consensuado: Es el resultado de un amplio consenso, a partir de opiniones, comentarios y aportaciones de un grupo abierto de expertos en materia de metadatos pertenecientes a organizaciones e instituciones de diferentes ámbitos regionales: nacional, autonómico y local.
- Estable: No se irán incorporando nuevos ítems conforme vayan surgiendo iniciativas en el mundo de los metadatos, sino que se mantendrá razonablemente invariable.
- No restrictivo: No pretende que se implemente directamente tal y como se define, sino que cada organismo o institución en función de sus necesidades y la finalidad que persiga añada otros elementos que considere necesarios.

<p><b>7 elementos obligatorios del Núcleo de ISO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Título</li> <li>• Fecha de referencia de los datos</li> <li>• Idioma de los datos</li> <li>• Categoría de tema</li> <li>• Resumen</li> <li>• Punto de contacto de los metadatos</li> <li>• Fecha de creación de los metadatos</li> </ul>	<p><b>15 elementos opcionales y condicionales del Núcleo de ISO.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parte responsable de los datos</li> <li>• Formato de distribución</li> <li>• Tipo de representación espacial</li> <li>• Resolución espacial</li> <li>• Sistema de referencia</li> <li>• Recurso en línea</li> <li>• Información de extensión</li> <li>• Calidad: Linaje</li> <li>• Nombre del estándar de metadato</li> <li>• Versión del estándar de metadatos</li> <li>• Identificador del archivo de metadatos</li> <li>• Conjunto de caracteres de los datos</li> <li>• Idioma de los metadatos</li> <li>• Conjunto de caracteres de los metadatos</li> <li>• Localización geográfica</li> </ul>
<p><b>3 elementos que se encuentran en el estándar Dublin Core.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Información de agregación</li> <li>• Créditos</li> <li>• Restricciones del recurso</li> </ul>	
<p><b>5 elementos adicionales, pertenecientes a la Norma ISO 19115, propuestos por expertos en metadatos y aprobados por el Subgrupo de Trabajo del NEM.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Palabras claves descriptivas</li> <li>• Nivel jerárquico</li> <li>• Forma de representación</li> <li>• Propósito</li> <li>• Uso específico</li> </ul>	<p><b>Otros elementos adicionales pertenecientes a la Norma ISO 19115 y que se ocupan de profundizar en el tema de la calidad.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad: Información cuantitativa</li> </ul>

Figura 6.10.- Elementos del NEM

La implementación de metadatos es una tarea difícil y complicada que requiere cierta especialización y considerable dedicación, pues, además de conocer bien las características técnicas y básicas del recurso a catalogar, hay que saber qué información hay que recoger en cada elemento de metadatos, cómo y con qué criterios. Para facilitar esta tarea se ha elaborado el documento, “La Guía de Usuario de NEM” (CSG, 2007) que describe para cada uno de los elementos que forman NEM los criterios a seguir para rellenarlo (Figura 6.11).



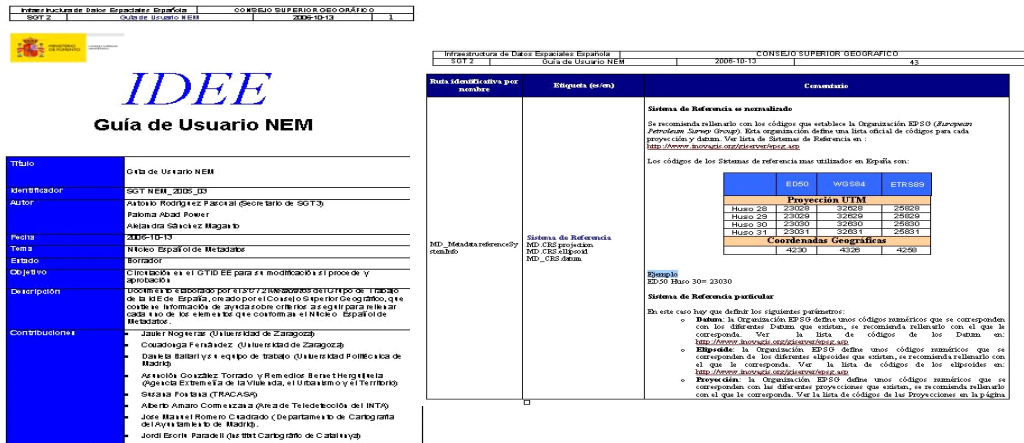


Figura 6.11.- Guía de usuario NEM

### 6.3.- Normas ISO para metadatos de propósito general

#### ISO15836: Dublin Core

Un buen ejemplo de norma de metadatos de propósito general es la propuesta de la iniciativa "Dublin Core Metadata Initiative" (DCMI) (DCMI, 2007). Esta iniciativa, creada en 1995, promueve la difusión de estándares/normas de metadatos interoperables y el desarrollo de vocabularios de metadatos especializados que permitan la construcción de sistemas de búsqueda de información más inteligentes.

Dublin Core es una norma para la descripción de recursos de información en dominios cruzados, es decir, descripción de todo tipo de recursos independientemente de su formato, área de especialización u origen cultural. Dublin Core ha atraído un apoyo internacional y multidisciplinario ya que muchas comunidades deseaban adoptar un núcleo común semántico para la descripción de recursos. La norma Dublin Core se ha traducido a más de 20 idiomas, y tiene un carácter oficial ya que se ha aprobado como norma americana (ANSI/NISO Z39.85) (ANSI, 2001), se ha adoptado dentro del comité técnico europeo CEN/ISSS (*European Committee for Standardization / Information Society Standardization System*), y desde Abril de 2003 también tiene carácter de norma ISO internacional (ISO 15836:2003 "Information and Documentation- The Dublin Core Metadata Element Set").

Esta norma consiste en quince descriptores básicos que son el resultado de un consenso internacional e interdisciplinario. La figura 6.12 muestra un ejemplo de cómo describir en Dublin Core un recurso de IG, en este caso la BCN200 del Instituto Geográfico Nacional (IGN).



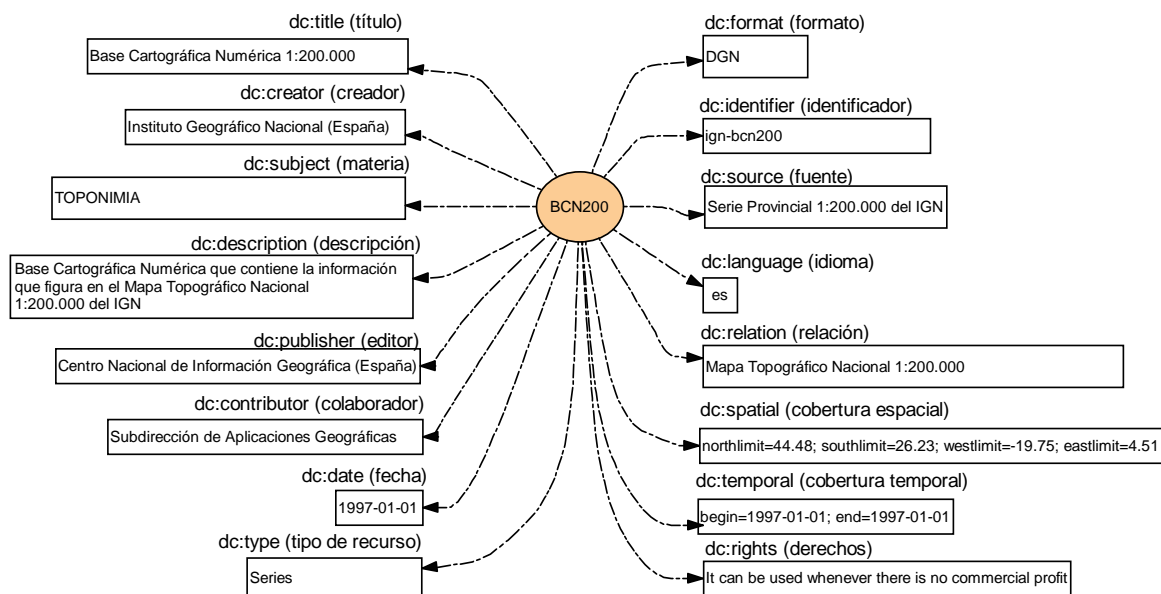


Figura 6.12.- Metadatos en Dublin Core de la BCN200

Actualmente, Dublin Core se ha convertido en una parte importante de la infraestructura emergente de Internet. La simplicidad de Dublin Core permite un fácil emparejamiento con otros esquemas de metadatos más específicos (Tolosana-Calasanz et al, 2006). Gracias a esta simplicidad, muchas organizaciones en el dominio de la IG consideran la adopción de Dublin Core en determinadas situaciones:

- Formato de intercambio entre sistemas que utilizan distintos estándares de metadatos. Por ejemplo, un emparejamiento entre ISO19115 y Dublin Core permitiría exponer metadatos geográficos ISO19115 en otras comunidades interesadas en la utilización puntual de IG.
- Recopilación (*harvesting*) de metadatos provenientes de distintas fuentes.
- Facilitar la rápida creación de contenidos de catálogo.

De hecho, la especificación de Servicios de Catálogo propuesta por el *Open Geospatial Consortium* (Nebert and Whiteside, 2004) propone utilizar Dublin Core como modelo básico de búsqueda y presentación de metadatos para la descripción de recursos geográficos.

Adicionalmente, también cabe destacar el uso combinado de Dublin Core con la tecnología RDF (*Resource Description Framework*): RDF y *RDF Vocabulary Description Language* (RDFS) (Manola y Miller, 2004). RDF está adquiriendo gran importancia porque es una de las tecnologías básicas en la nueva concepción de la Web: la Web Semántica. Según Berners-Lee y col. (2001), "la Web Semántica es la extensión de la Web actual dentro de la cual la información recibe un significado bien definido, permitiendo que computadores y personas puedan trabajar en cooperación".

RDF es una recomendación W3C para el modelado e intercambio de metadatos, que se expresa en formato XML. La mayor ventaja de RDF es su flexibilidad. RDF no es realmente un estándar de metadatos al uso definiendo una serie de elementos. Por el contrario, se puede considerar como un metamodelo que permite la definición de esquemas de metadatos o la combinación de ellos. El núcleo básico de RDF únicamente ofrece un modelo simple para describir relaciones

entre recursos en términos de propiedades con un nombre asociado y una serie de valores. Para la declaración y la interpretación de esas propiedades RDFS proporciona un amplio conjunto de constructores que permite definir y restringir la interpretación de los vocabularios en una comunidad de información particular.

## Perfiles de aplicación de Dublin Core

Dublin Core ofrece una gran flexibilidad para la creación de perfiles de aplicación para dominios específicos. El concepto de perfil de aplicación nació dentro de Dublin Core como medio de declarar qué elementos se deberían usar en una aplicación, proyecto o dominio particular. Los perfiles de aplicación se adaptan al dominio específico mediante la posibilidad de definir cualificadores (refinamientos y esquemas de codificación) o la inclusión, si fuese necesario, de nuevos elementos definidos en el dominio específico.

Por ejemplo, el CEN/ISSS Workshop ha desarrollado un perfil de aplicación geoespacial de Dublin Core (CEN, 2003). Este perfil define: los elementos tomados del modelo general de Dublin Core; el dominio de valores de cada elemento (especificando el uso de esquemas de codificación específicos); los cualificadores y elementos adicionales que se toman del dominio particular de la IG; y la condicionalidad y ocurrencia de los elementos.

Otro ejemplo de aplicabilidad es el proyecto SDIGER (proyecto piloto de la Directiva europea INSPIRE para analizar los problemas de creación de una IDE en una zona transfronteriza e interadministrativa), en el que se ha definido un perfil de aplicación de Dublin Core para la minería de datos geográficos. A modo de ejemplo, la Figura 6.13 presenta un esquema de la descripción de la BCN200 según las especificaciones de este proyecto.

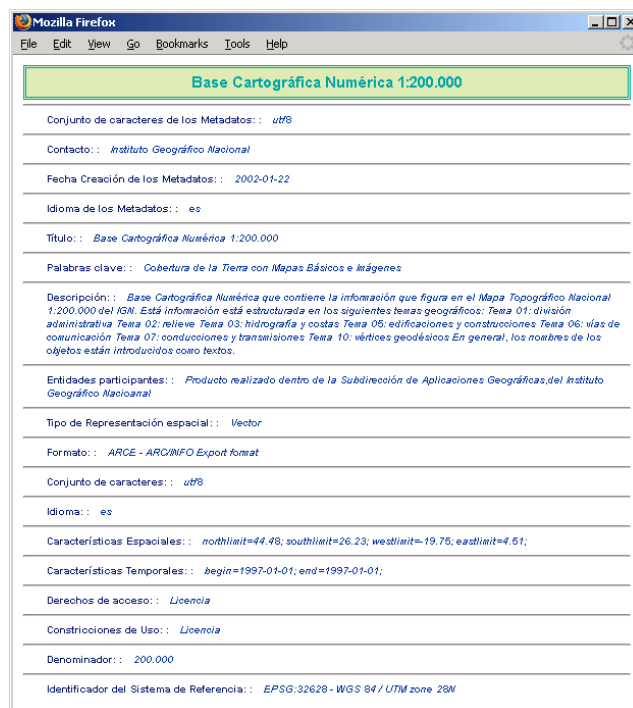


Figura 6.13.- Descripción de la BCN200 del IGN de acuerdo al perfil espacial de Dublin Core definido por el proyecto SDIGER

## 6.4.- Aplicabilidad de las normas

Existen diversas herramientas que permiten crear metadatos conforme a las normas (incluyendo extensiones y perfiles) presentados en las secciones anteriores. Entre ellas, podemos destacar las siguientes:

- CatMDEdit 3.8.0: Herramienta de edición de metadatos que facilita la documentación de recursos, haciendo especial énfasis en la descripción de los recursos de información geográfica. Es una herramienta *Open source* (código abierto) que ha sido desarrollada por el consorcio TeIDE y bajo el apoyo de varias instituciones y proyectos (ver <http://catmdedit.sourceforge.net/>), destacando entre ellos el apoyo otorgado por el IGN en su labor de coordinador para la creación de la IDEE. Esta herramienta, desarrollada en Java, es multiplataforma (Windows, Linux, Mac, etc.), proporciona soporte a distintos idiomas, y permite la creación de metadatos de acuerdo a distintos perfiles de ISO 19115 (XML según el esquema definido por ISO/TS 19139) y *Dublin Core* (ISO 15836).
- IME (ISO Metadato Editor) 4.0: Herramienta desarrollada por el INTA (Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales) del Ministerio de Defensa que nos permite crear metadatos según las normas ISO 19115 y presenta la posibilidad de validar archivos XML según el esquema definido por ISO/TS 19139.
- MetaD: Programa gratuito de edición y exportación de metadatos desarrollado por el ICC para dar soporte a la IDE de Cataluña. Se trata de un subconjunto del estándar ISO 19115, con su implantación ISO 19139, destinado a describir la IG (gráfica, alfanumérica...).

Respecto a la aplicabilidad de las distintas normas para la descripción de recursos, podemos destacar los siguientes proyectos donde se ha generalizado su uso. A continuación se describen brevemente:

- Documentación de datos en distintas organizaciones. La norma ISO19115 se ha adoptado en organizaciones a nivel estatal como el IGN (Rodríguez y col., 2004), o el Ministerio de Medio Ambiente (Banco de Datos de la Biodiversidad) para describir los conjuntos de datos producidos por dichas entidades.
- Publicación de datos a través de catálogos de información geográfica. Aunque hace muy poco tiempo que NEM ha nacido, ya existen IDEs en el ámbito nacional y regional que están utilizando dicho perfil como base para la definición del suyo propio. Hay varios ejemplos de IDEs regionales que definen su perfil de metadatos como la suma de NEM más otros elementos que consideran necesarios según sus propias necesidades, como el perfil IDENA de la Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA) o el perfil IDERIOJA de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Rioja (IDERioja). Por otro lado Andalucía, la Comunidad Valenciana y Extremadura son otros ejemplos de comunidades que están considerando a NEM como base del perfil de sus metadatos. A nivel nacional la IDE de España (IDEE) basa su perfil de metadatos en NEM.
- Catalogación de información de diversos proyectos e iniciativas. Es el caso de la iniciativa GBIF (*Global Biodiversity Information Facility* /Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad – [www.gbif.es](http://www.gbif.es)) en España, que está migrando sus metadatos al NEM para que, en un futuro cercano, se encuentren disponibles en el catálogo de la IDEE.

## 6.5.- Conclusiones

Este capítulo ha presentado las principales normas relacionadas con la definición de metadatos utilizados en la descripción de recursos de IG.

Tras el estudio de las normas relacionadas con metadatos podríamos extraer que en general resultan de difícil comprensión a los usuarios y organizaciones que las deben adoptar debido principalmente a los siguientes motivos:

- Terminología compleja y detallada. Se utilizan una terminología de amplia extensión y detalle que dificulta el entendimiento de las normas por personas no familiarizadas con documentos ISO. Como cualquier norma de la familia ISO presenta una estructura establecida que incluye una serie de capítulos que se repiten en cada una de ellas, como pueden ser: objeto y campo de aplicación, normas para consultar, abreviatura o el conjunto de pruebas genéricas. Sin embargo, los problemas principales se encuentran en las definiciones dadas para los elementos de los modelos de metadatos. Seguramente, debido al alcance genérico con el que se quiere dotar a los modelos, las descripciones de los elementos resultan poco claras y presentan cierta ambigüedad.
- Complejidad de los modelos de metadatos. La norma ISO19115 define un gran número de elementos (409) organizados en complejas jerarquías. Aunque muchos de estos elementos no son obligatorios, es difícil proporcionar a los usuarios una visión clara y simple de aquellos elementos que resultan de mayor interés.

En la parte positiva, podemos destacar la versatilidad y flexibilidad de las normas elaboradas dentro del ISOTC211. Entre las principales ventajas podemos resaltar las siguientes:

- Facilidad proporcionada para definir perfiles reducidos y simplificados. Aparte de proponer en el propio documento de la norma ISO19115 el subconjunto mínimo de metadatos para la descripción de conjuntos de datos geográficos (“*Core Metadata for Geographic Datasets*”), se ha visto la posibilidad de definir perfiles reducidos como el NEM.
- Posibilidad de definir extensiones para la descripción de recursos de información geográfica específicos. Aunque todavía se encuentra en proceso de revisión (*Comité Draft*), hemos visto como la norma ISO19115-2 permitirá describir de forma detallada datos obtenidos mediante técnicas de teledetección (imágenes de satélite, ortofotos, modelos digitales), cuyo volumen cada día es más creciente.
- Soporte multilingüe en los metadatos. Tanto la norma ISO19115 como la especificación técnica tienen en cuenta la posibilidad de poder rellenar los elementos de los metadatos en distintos idiomas (atributo *locale* en la clase *MD\_Metadata*).

Por tanto, aunque existen deficiencias e imprecisiones, ISO19115 constituye la referencia inexcusable para todo el que quiera trabajar en el campo de los metadatos referentes a datos y servicios geográficos. Se trata de la normativa a seguir, tanto por ser la Norma Internacional, como por estar ya implementándose a todos los niveles (serie, unidad, clase de objeto, instancia, etc.), y en todos los ámbitos de la información geográfica (temáticos, de referencia, etc).

En relación a la norma ISO15836 (Dublin Core), aunque no podemos decir que sea una norma específica para la catalogación de recursos de IG, sí que se puede destacar su utilidad en escenarios donde se requiera interoperabilidad entre sistemas, y dónde el principal objetivo sea

describir mínimamente los recursos de información geográfica y facilitar el descubrimiento de los mismos. Esta utilidad viene refrendada principalmente por las recomendaciones de dos organizaciones:

- La especificación de Servicios de Catálogo propuesta por el *Open Geospatial Consortium* propone utilizar Dublin Core como modelo básico de búsqueda y presentación de metadatos.
- Las reglas de implementación de metadatos de la directiva europea INSPIRE, proponen a nivel abstracto un conjunto de elementos de metadatos para el descubrimiento con correspondencias tanto en la norma ISO19115 como en Dublin Core.

Respecto a los metadatos, se ha de deducir después de leer este capítulo que son algo vivo en la sociedad actual y que avanzan a pasos agigantados. Para facilitar su entendimiento y divulgación la organización Internacional ISO elaboró y sigue elaborando, a través de sus comités técnicos, documentos relacionados con esta temática, abarcando los diferentes tipos en que se puede presentar la información geográfica: vectorial, ráster, malla, etc.

Debido a la gran velocidad a la que se están desarrollando las IDEs, los metadatos son cada vez más demandados por los usuarios y a su vez, necesitados tanto por ellos mismos como por los organismos productores de datos. Para facilitar su creación ya existen herramientas (CatMDEdit, IME, etc.) que cumplen con lo definido por estos documentos normalizados y que facilitan la difícil tarea de su creación.

El abanico de los metadatos se ha empezado a agitar y cada día se mueve con más fuerza y con aires más frescos dentro del mundo de la información geográfica. Este movimiento “*in crescendo*” es debido a que a las organizaciones productoras de datos les están llegando unos nuevos aires relacionados con las IDEs que están contribuyendo poco a poco al desarrollo y difusión de sus catálogos, debido a la creación de metadatos de sus productos y su libre disposición, a través de Internet.

ISO ha contribuido, como organización de normalización que es, a fijar los criterios para que el movimiento de este abanico sea “normalizado” y garantice su “interoperabilidad”, requisitos muy interesantes e importantes para la información geográfica en los tiempos de hoy en día.



---

Emilio Doménech Tofiño (Instituto Geográfico Nacional)  
Guillermo Villa Alcázar (Instituto Geográfico Nacional)  
Nuria Valcárcel Sanz (Instituto Geográfico Nacional)

## CAPÍTULO 7

# Normas para datos ráster y malla (ISO 19101-2, ISO 19121, ISO 19123, ISO 19124, ISO 19129, ISO 19130)

---

### **7.1.- Introducción**

La familia de normas ISO19100 ha estado desde el inicio de su definición concebida y diseñada esencialmente para datos vectoriales, sin tener suficientemente en cuenta, al menos en un principio, los datos ráster y los datos de malla, también llamados datos matriciales. Esto resulta evidente si se consultan las fechas de publicación de la Norma Internacional del Modelo de Referencia (ISO 19101: 2002) y de la Norma de Metadatos (ISO 19115: 2003) y se tiene en cuenta que cinco y cuatro años más tarde, respectivamente, las extensiones a estos dos documentos para datos ráster y de malla (ISO 19101-2 y ISO 19115-2) todavía no están disponibles ni siquiera como documentos DIS.

No es necesario insistir mucho en la importancia de tener en cuenta las peculiaridades y problemática específica de la información recogida en estos dos grandes tipos de modelo de datos, ya que incluyen información tan valiosa y tan utilizada como las imágenes de satélite, las imágenes radar, los vuelos fotogramétricos, los Modelos Digitales del Terreno, los Modelos Digitales de Elevación, las ortofotos así como todas las coberturas que describen aproximadamente la variación espacial de una variable (temperatura, humedad, precipitación,...) mediante una matriz de valores regularmente espaciados.

El motivo por el que este tipo de datos no ha sido considerado suficientemente, creemos que se debe a dos causas fundamentales. Por un lado, la mayor implantación y desarrollo existentes en la actualidad de los SIG vectoriales, lo que hace que la mayoría de los expertos que colaboran en grupos y organismos de normalización tengan un mayor conocimiento del modelo vectorial y tengan cierta tendencia a centrarse en ese modelo. Por otro lado, la mayoría de los sistemas informáticos que gestionan datos ráster son compatibles con un conjunto bastante reducido de formatos de intercambio establecidos por el uso, es decir estándares de facto, que solucionan la importación y exportación de datos aceptablemente. Algo parecido ocurre con el caso de los Modelos Digitales. Y esto ha sido posible gracias a que la parte semántica de los modelos ráster

y malla es en realidad relativamente sencilla, y se basa en considerar el valor de uno o más atributos en cada posición de una matriz, mientras que la parte semántica o temática de los datos vectoriales, basada en fenómenos con jerarquías, relaciones y atributos, es bastante más complicada.

En cualquier caso, en lo que respecta a datos ráster y de malla, la familia de Normas Internacionales ISO 19100 hace referencia a ellos en seis documentos básicos, que pueden estructurarse tal y como se presenta en la Figura 7.1.

El Modelo de Referencia (ISO 19101-2) define el marco de trabajo general de este grupo de normas dentro del conjunto de las ISO 19100; ISO 10129 define como se relacionan y encajan estas normas entre sí; ISO 19124 ha servido para estudiar qué normas exactamente era necesario definir; y las tres normas restantes abordan los tres aspectos fundamentales, los modelos de sensores y datos fuente (ISO 19130), las coberturas (ISO 19123) y los datos de imágenes y en malla (ISO 19121).

Dado que las normas no han sido todavía traducidas de manera oficial se mantienen los títulos originales en inglés para evitar confusiones y traducciones incorrectas, en caso contrario.

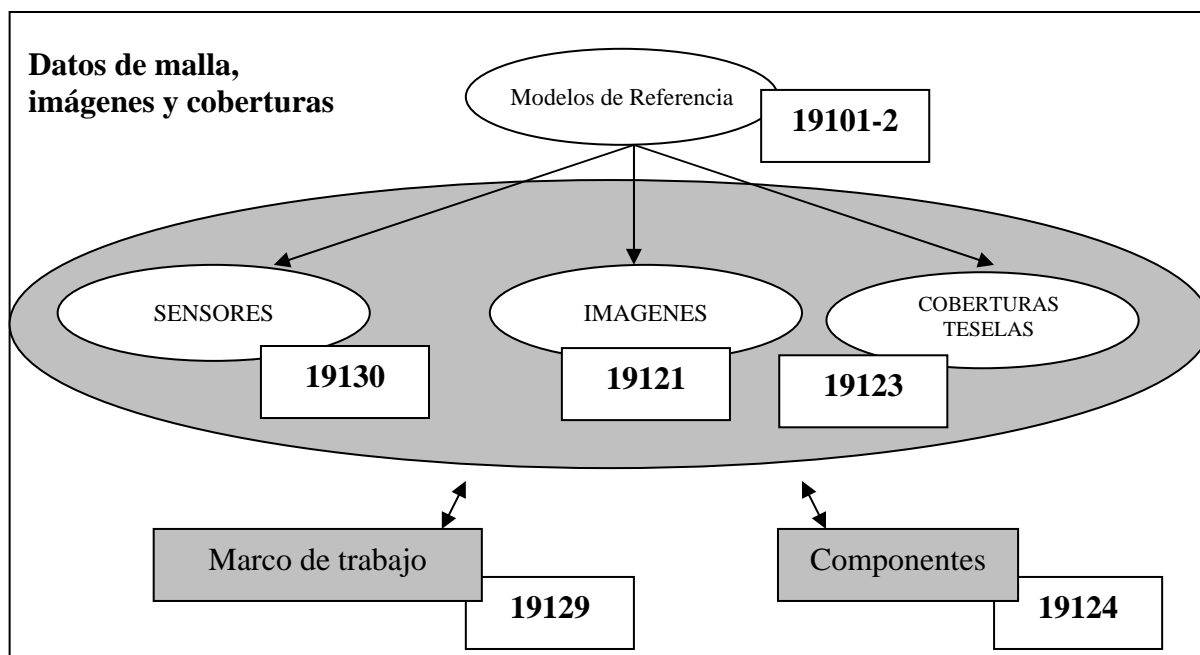


Figura 7.1.- Documentos de ISO 19100 relativos a datos ráster y malla

### 7.2.- ISO 19101-2: Reference model – Imagery

Esta norma define el marco de referencia de toda la familia de normas, orientado tanto al intercambio de datos como a la interoperabilidad de servicios, es decir al procesamiento distribuido (entre distintos centros -nodos- de una red) de las imágenes geográficas.

Para ello, se consideran los puntos de vista definidos en *Reference Model for Open Distributed Processing* (RM-ODP):

- *Enterprise*: Usuarios típicos, modelos de negocio y políticas.



- *Information*: Estructuras de datos y cadena de valor añadido.
- *Computational*: Servicios individuales y encadenados.
- *Engineering*: Componentes necesarios para el despliegue en centros de procesamiento distribuido.

El GFM descrito en ISO 19101 se extiende para incorporar las imágenes y datos de malla como un tipo más de información geográfica, tal como se presenta en la Figura 7.2.

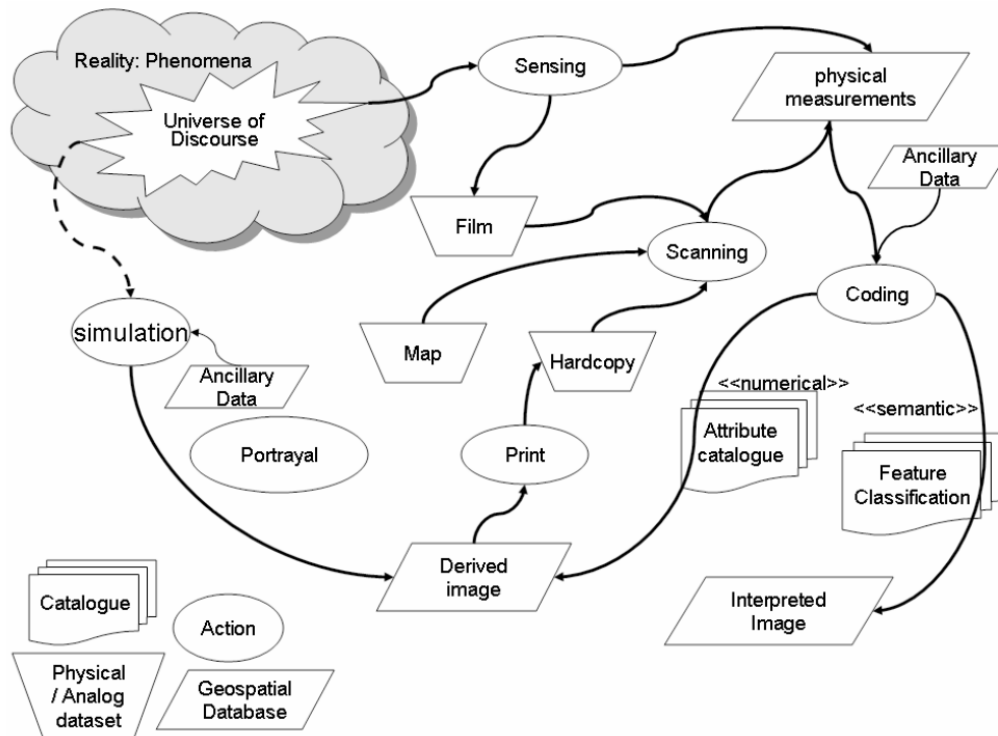


Figura 7.2.- Modelo de entidad extendido para imágenes

### 7.3.- 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 proporcionará la estructura de los diferentes esquemas de cobertura, en el estándar ISO 19123, del que hablaremos a continuación, 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.

La información podrá ser cambiada de un formato a otro o pueden existir cambios en el proceso de almacenamiento de los datos.

#### **7.4.- ISO 19124: Imagery, gridded data components**

En esta norma se analizan cinco áreas relativas a otros tantos aspectos de los datos ráster y de malla, para que sean tenidos en cuenta e incorporados en las correspondientes normas:

- Los modelos o esquemas de datos.
- Metadatos.
- Codificación.
- Servicios.
- Registros espaciales.

El documento realiza un análisis de los distintos estándares y analiza el impacto que tienen sobre las Normas de la familia ISO 19100 los datos de malla y las imágenes.

#### **7.5.- ISO 19130: Sensor data model for imagery and gridded data**

Existe una amplia gama de sensores, cada uno de ellos con unas especificaciones y unas características determinadas. De forma general, van montados sobre una plataforma, captan la información que reciben de un objeto con respecto al sistema de referencia del propio sensor y la almacenan.

Posteriormente, la información que se ha capturado, en forma de malla de puntos o de imagen, es tratada convenientemente para que pueda ser utilizada en múltiples aplicaciones cartográficas. Uno de estos tratamientos es la georreferenciación, esto es, la ubicación precisa de los datos en un sistema de referencia terreno.

El proceso de georreferenciación de un conjunto de datos puede realizarse de diversas formas y de acuerdo a distintos procedimientos dependiendo del tipo de sensor y de la información proporcionada. Es por esta razón por la que se hace necesario estandarizar este proceso, definir de forma unívoca cada uno de los elementos que, de alguna manera, intervienen o pueden intervenir en la georreferenciación de una imagen o de un conjunto de datos de malla.

#### **Objetivo y alcance**

Como hemos dicho anteriormente, uno de los principales objetivos de la información proporcionada por la amplia gama de sensores es su uso para aplicaciones cartográficas. Para ello es necesario que la información se encuentre georreferenciada.

Los objetivos de la norma internacional ISO 19130 son, por un lado, definir el conjunto de parámetros a incorporar a la información captada por los sensores a fin de conocer 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.

Con este documento se podrá conocer o registrar todo el proceso necesario para una correcta utilización de los datos. Cualquier usuario podrá georreferenciar o saber cómo se han georeferenciado los datos proporcionados por un sensor.

En definitiva se trata de conocer la relación que existe entre la imagen o la malla de puntos con el terreno. Para establecer esta relación deberemos conocer la posición temporal y espacial del sensor, o en su defecto, un conjunto de valores que nos permitan determinarlos.

Por consiguiente, los fabricantes de sensores deberían tener presente esta especificación a la hora de definir la información que acompañará a los datos captados.

### Características generales

Para ubicar las clases definidas en este estándar, partimos de la clase DS\_Dataset definida en la Norma ISO 19101-2 en la que se especifican las características de un conjunto de datos. Esta clase, a su vez contará con otras dos, en las cuales se definen el conjunto de medidas y los metadatos del conjunto de datos definidos en la Norma ISO 19115-2, estas son las clases SD\_SensorMeasurement y MD\_Metadata respectivamente.

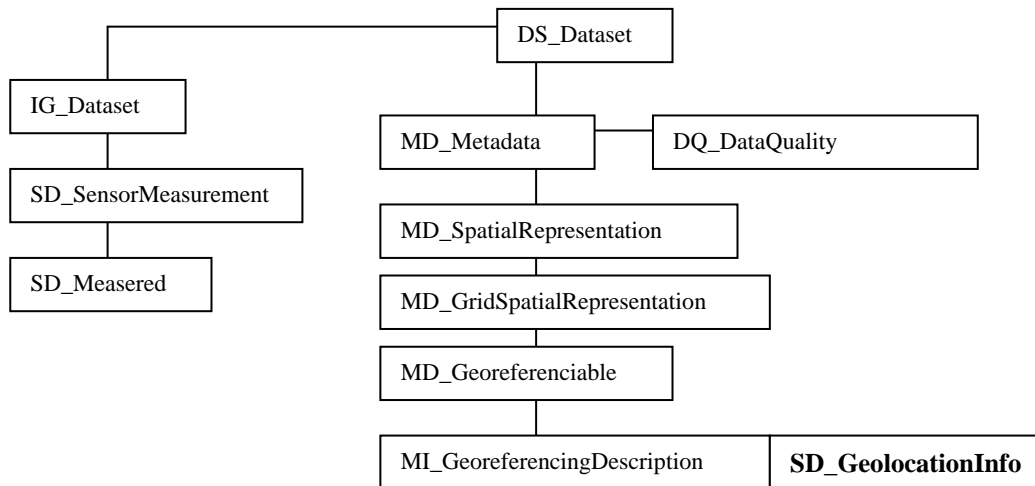


Figura 7.3.- Esquema de DS\_Dataset

Dentro de la clase MI\_GeoreferencingDescription definida por la Norma ISO 19115-2 de metadatos, se encuentra definida la clase principal de la Norma ISO 19130.2 la clase SD\_GeolocationInformation.

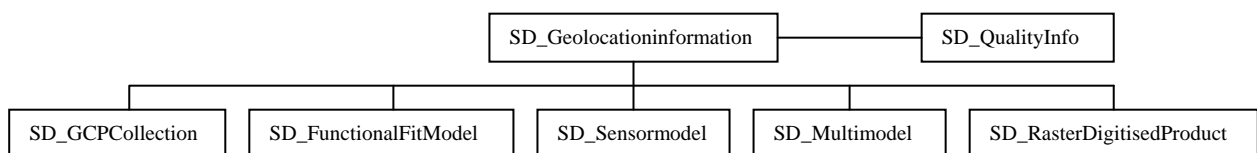


Figura 7.4.- Esquema de SD\_GeolocationInformation

De acuerdo con esta norma, de la clase *SD\_GeolocationInformation* se derivan distintos modos de georeferenciar los datos: a) Puntos de control del terreno, b) Funciones de ajuste, c) Modelo de datos del sensor.

Se realiza un tratamiento especial cuando la información obtenida procede del rasterizado de papel o de película (*SD\_RasterDigitisedProduct*). También se considera en la Norma toda la información relativa a la calidad en la clase *SD\_Qualiyinfo*.

Si se utilizan puntos de control para la georreferenciación (*SD\_GCPCollection*), se especifica el tipo de puntos de control que se ha utilizado, es decir, si proceden de un registro de puntos, o de una malla o si han sido medidos en el terreno. En cualquier caso, cada punto deberá estar perfectamente identificado y asociado a su correspondiente sistema de coordenadas terreno. La calidad de los puntos, esto es, la precisión con la que han sido determinados, en caso de que sea conocida, será igualmente proporcionada.

Si la georreferenciación se realiza a partir de funciones de ajuste (*SD\_FunctionalFitModel*), se establece una relación funcional o un modelo matemático entre la información captada por el sensor y el objeto. Podremos definir funciones normalizadas, en las que definirá el factor de escala y la translación necesarios para la normalización, ó modelos de localización, basados en funciones polinómicas ó en modelos racionales cuya definición concreta vendrá dada, en ultima instancia, por medio de un conjunto de coeficientes polinómicos.

El polinomio proporciona información en el sistema de coordenadas terreno en función de los datos del sensor. Se pueden aplicar funciones polinómicas para todo el conjunto de datos o aplicar una función diferente a regiones distintas.

Si se realiza una georreferenciación en tiempo real, se deberá conocer la correspondiente tabla de corrección (*SD\_CorrectionTable*), en la que se indicará, para unas coordenadas concretas, la corrección por fila y por columna.

Mediante un modelo de datos sensor (*SD\_SensorModel*), se proporcionarán los parámetros necesarios para realizar una georreferenciación rigurosa de la información captada por el sensor: Fecha y hora, Posición de la plataforma, Ángulos de orientación de la plataforma, Posición ó ángulos de orientación relativos del sensor con respecto a la plataforma.

Cualquier sensor, ya sea un escáner de línea, un sensor “*pushbroom*”, una cámara, un lidar, etc. Capta un fenómeno físico, una radiación incidente, y la transforma en intensidad mediante una función característica del sensor. Todo esto quedará registrado de acuerdo con la Norma ISO 19130 en el modelo de datos del sensor. Por un lado tendremos la plataforma en la que se encuentra instalado el sensor, la clase *SD\_PlatformParameters* que dará información de todas las características de la plataforma. En la plataforma irá instalado un sensor que captará una imagen, las características básicas del sensor y de esta imagen captada, quedan definidos en las clases *SD\_Sensor Parameters* y *SD\_ImageryParameters* respectivamente.

Las clases que describen los parámetros de la plataforma y del sensor, cuentan con los metadatos definidos en la Norma ISO 19115-2, son las clases *MI\_Platform* y *MI\_Instrument*. Del sensor se derivan las características de la imagen captada, que quedarán registradas en la clase *SD\_ImageryParameters*

En el caso de que se utilice un sensor óptico la clase SD\_Optics registrará todos los parámetros adicionales de este tipo de sensores, como puede ser la focal o el punto principal de autocolimación.

Hay que registrar también otro tipo de información cuando el sensor utilizado es un radar. De la clase SD\_ImageryParameters saldrán las clases SD\_RadarData y SD\_EmitterModel, con toda la información que afecta al procesado de la señal del radar.

Se contempla la posibilidad de aplicar modelos diferentes para cada una de las regiones de un conjunto de datos de malla o de una imagen, es lo que se identifica mediante los multimodelos, definidos en la entidad SD\_Multimodel.

También, mediante la clase SD\_RasterDigitisedProduct se da un trato diferenciado a la información que procede de la rasterización de documentos en papel o en película. 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.

En lo que respecta a las medidas realizadas por el sensor, la clase SD\_Measure de la Norma ISO 19130 define los distintos tipos de medidas de un sensor, como pueden ser frecuencia, velocidad, etc.

Finalmente la Norma ISO19130 se complementa con un Diccionario de Datos, una lista de códigos, una completa definición de los sistemas de coordenadas y transformaciones.

## 7.6.- ISO 19121: Imagery and gridded data

Este TR, cuyo texto final es de Mayo de 2000, tiene por objetivo identificar en qué formas deben las normas de ISO/TC 211 considerar las imágenes y datos en malla. En él se hace una revisión detallada de las normas y estándares existentes en el año 2000, y que afectan a las imágenes y datos de malla. Entre estos estándares se encuentran:

- ISO/IEC 12087: *Image Processing and Interchange, Image Interchange Facility (IPI-IIF)*.
- ISO/IEC 12087-5: *Basic Image Interchange Format (BIIF)*, que establece un mecanismo sencillo de “traducción” entre dos formatos de imagen cualesquiera, con la única condición de traducir a uno cualquiera de los formatos soportados en él.
- ISO/IEC 10918: *Digital compression and coding of continuous-tone still images (JPEG)*.
- ISO 12639: *Graphic technology Prepress digital data exchange - Tag image file format for image technology (TIFF/IT)*.
- DIGEST (*D*igital *G*eographic *E*xchange *S*tandard) que incluye el manejo de datos ráster tales como imágenes de diversos tipos (visibles, SLAR, TIR, FLIR, ópticas, hiperespectrales, etc.). En el Anexo D se definen una serie de “extensiones” para temas tales como: parámetros de georreferenciación, puntos de control, precisión geométrica, etc.

- ANSI NCITS 320:1998. *Spatial Data Transfer Standard (SDTS)*, que tiene un perfil para datos ráster.
- EOSDIS, *Hierarchical Data Format (HDF)*.
- Open GIS Consortium Abstract Specification. "*Coverage Subtype*" en el Topic 6, y el "*Earth Image*" en el Topic 7.

Finalmente, en este documento también se realizaba un listado exhaustivo de todos los trabajos que debían emprenderse para completar normas ISO, existentes o en desarrollo, de cara a soportar los datos ráster (p.e. normas: 19101, 19102, 19104, 19107, 19108, 19109, 19110, etc.). A la fecha de hoy, muchos de estos trabajos están acabados o en curso y han incluido el aspecto ráster siguiendo las indicaciones de este TR.

### **7.7.- ISO 19123: Schema for coverage geometry and functions**

Históricamente, los fenómenos geográficos se han clasificado en dos grandes grupos: discretos y continuos, aunque algunos fenómenos puedan considerarse de uno u otro tipo alternativamente según el análisis del fenómeno que se esté considerando. Asociada a esta clasificación general, la información geográfica asociada a los fenómenos discretos se ha almacenado comúnmente en forma de datos vectoriales, mientras que en el caso de fenómenos continuos, se ha optado por una organización de los datos en formato ráster. Pero un ráster es una estructura de datos que contiene un conjunto de valores organizado en una matriz regular de puntos o celdas. Y este no es el único modo de representar fenómenos que varían de modo continuo en el espacio. Por ello, esta norma usa el término cobertura (*coverage*) en adelante, adoptado del *Abstract Specification* del *Open Geospatial Consortium*, para referirse a cualquier representación de datos que asignan valores directamente a posiciones espaciales. Por tanto, se define el término cobertura como una función que relaciona un dominio espacio-temporal con un dominio para un cierto tipo de atributo. Se asocia una posición con un cierto valor de un tipo de dato predefinido. El término cobertura es, en realidad, un tipo específico de fenómeno (*feature*), definido en la Norma ISO 19101 como la abstracción de un ente del mundo real.

Esta norma internacional define un esquema conceptual para las características espaciales de una cobertura. Las coberturas permiten representar espacialmente, dentro de un determinado dominio espacio-temporal, una abstracción de un fenómeno 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 de dicho rango de atributos no son objeto de definición en este documento.

Incluye además tres anexos, un *Abstract Test Suite* para examinar la conformidad a la norma según el tipo de cobertura que se desee verificar, otro describiendo los tipos posibles de interpolación para coberturas continuas y otro describiendo métodos de enumeración secuencial para asignar valores a cada posición considerada en una cobertura.

La Norma ISO 19123 establece dos niveles de conformidad. El primero es el más sencillo, y no entra a especificar la estructura interna de la cobertura, mientras que el segundo indica clases e interfaces para determinados tipos de cobertura, con más detalle en la estructura interna de estos tipos.

### **Coberturas: definiciones y características fundamentales**

A continuación se desarrollan las definiciones y características fundamentales sobre las que se trabaja en esta norma:

- Cobertura (*coverage*): Subtipo de *feature* (Norma ISO 19101) que asocia posiciones en un espacio acotado (dominio espacio-temporal) con valores de un atributo dentro de un cierto rango. En su forma más general está definida por la clase CV\_Coverage.
- Dominio espacio-temporal de una cobertura: conjunto de objetos geométricos descritos en términos de posiciones directas, asociadas a un sistema de coordenadas de referencia. En general estos objetos no se superpondrán, aunque la norma lo permite. En la clase CV\_Coverage este dominio está representado por la clase CV\_DomainObject, que es una agregación de objetos que pueden incluir cualquier combinación de GM\_Objects (ISO 19107), TM\_GeometricPrimitives (ISO 10108), o de objetos espaciales o temporales definidos en otros estándares.
- Rango de una cobertura: conjunto de valores para un atributo de la cobertura. Este conjunto puede ser finito o infinito, y de cualquier tipo de datos, aunque en muchos casos nos encontraremos con números, vectores, etc.
- Coberturas discretas: su dominio espacio-temporal es una colección finita de objetos geométricos.
- Coberturas continuas: su dominio espacio-temporal no es finito, aunque sí acotado dentro de un determinado marco de posiciones geográficas.

La clase CV\_Coverage presenta tres atributos, dos operaciones y tres asociaciones, según se esquematiza en la Tabla 7.1.

Tabla 7.1.- Clase CV_Coverage	
Clase	CV_Coverage
Atributos	
+domainExtent	Describe el dominio espacio-temporal. Tipo EX_Extent, definido en la Norma ISO19115
+rangeType	Describe el rango de la cobertura
+commonPointRule	Describe el procedimiento para evaluar la cobertura en una posición que cae o en los límites de dos objetos geográficos, o entre varios objetos que se superponen.
Operaciones	
+evaluate	Con una posición de entrada, esta operación devuelve un valor dentro del rango de la cobertura
+evaluateInverse	Dado un valor del rango de la cobertura , esta operación devuelve un conjunto dentro del dominio espacio temporal de la cobertura
Asociaciones	
Coordinate Reference System	Asociación entre la entidad CV_Coverage y
Domain	Asociación entre la entidad CV_Coverage y dominio espacio-temporal (CV_DomainObjects)
Range	Asociación entre la entidad CV_Coverage y el rango de la cobertura (AttributeValues)

Para el caso de datos discretos la clase apropiada es CV\_DiscreteCoverage. Ésta, además de las características de la clase CV\_Coverage, incluye tres operaciones más que le permiten actuar como interface. Las operaciones son:

- *Locate* (+locate): Dada una localización, devuelve el conjunto de objetos del dominio espacio-temporal CV\_DomainObjects (en forma de CV\_GeometryValuePairs) que contienen dicha posición.
- *Find* (+find): Dada una localización, devuelve los CV\_DomainObjects (en forma de CV\_GeometryValuePairs) más cercanos a dicha localización y sus distancias.
- *List* (+list): Devuelve el conjunto de CV\_DomainObjects en el dominio de dicha CV\_DiscreteCoverage, cada uno emparejado junto con su valor del rango.

De esta clase a su vez derivan otras, clasificadas en función del tipo de objeto geométrico que presentan en su dominio espacio-temporal:

- CV\_DiscretePointCoverage: Dominio espacio-temporal compuesto de puntos (clase GM\_Point, ISO 19107).
- CV\_DiscreteCurveCoverage: Dominio espacio-temporal compuesto de curvas (clase GM\_Curve, ISO 19107).
- CV\_DiscreteSurfaceCoverage: Dominio espacio-temporal compuesto de superficies (clase GM\_Surface, ISO 19107).
- CV\_DiscreteSolidCoverage: Dominio espacio-temporal compuesto de sólidos (clase GM\_Solid, ISO 19107)

Para el caso de datos continuos la clase adecuada es CV\_ContinuousCoverage. Ésta, además de las características de la clase CV\_Coverage, incluye los atributos y operaciones que se indican en la Tabla 7.2.



Tabla 7.2.- Atributos de la clase <b>CV_DiscreteCoverage</b>	
Atributos	
+interpolationType	Este atributo incluye el código que identifica el método de interpolación que se usa para obtener el valor del atributo para cualquier posición en la cobertura
+interpolationParameterTypes	Atributo opcional que especifica los tipos de parámetros requeridos en el método de interpolación.
Operaciones	
+locate	Dada una localización, devuelve el conjunto de CV_DomainObjects (en forma de CV_GeometryValuePairs) que contienen dicha posición

Esta clase tiene a su vez las siguientes subclases (Figura 7.5):

- **CV\_ThiessenPolygonCoverage**: Esta cobertura contiene una colección finita de puntos que determina una partición del espacio en una colección de polígonos igual al número de puntos. Un polígono Thiessen se genera obteniendo el conjunto de posiciones que están más cercanas a ese punto que al resto de los puntos del conjunto. Este punto será denominado el centro del polígono resultante. Estos polígonos son conocidos también como Diagramas Voronoi.
- **CV\_ContinuousQuadrilateralGridCoverage**: Estas coberturas emplean una teselación sistemática del dominio espacio-temporal. Un grid es una red compuesta de dos o más conjuntos de curvas que se intersecan de modo sistemático. Dichas curvas se denominan `grid_lines`, mientras que los puntos en que se intersecan son los `grid_points`, y los intersticios serán las celdas del grid. Los más comunes son aquellos en los que la teselación queda definida por curvas que son líneas rectas, y hay un solo conjunto de curvas para cada dimensión. La clase `CV_Grid` define las características geométricas del dominio espacio-temporal de un cuadrilateral grid.
- **CV\_HexagonalGridCoverage**: Estas coberturas presentan una teselación compuesta de hexágonos regulares.
- **CV\_TINCoverage**: Se basan en la transformación de una cobertura discreta de puntos dentro del dominio espacio-temporal en un conjunto de triángulos no superpuestos. Cada triángulo está formado por tres de esos puntos de la cobertura discreta. Normalmente se usa el método de triangulación de Delaunay para producir esta teselación TIN, con triángulos óptimamente equiangulares, de modo que el círculo que circunscribe cada triángulo no contenga otros puntos de la cobertura discreta que no sean los vértices del triángulo. La clase `GM_TIN` de la ISO 19107 describe dicha triangulación Delaunay.
- **CV\_SegmentedCurveCoverage**: Estas coberturas modelan fenómenos que varían tanto continua como discretamente a lo largo de curvas, que pueden ser elementos de una malla. El dominio espacio-temporal se describe por un conjunto de curvas, con todas sus posiciones.

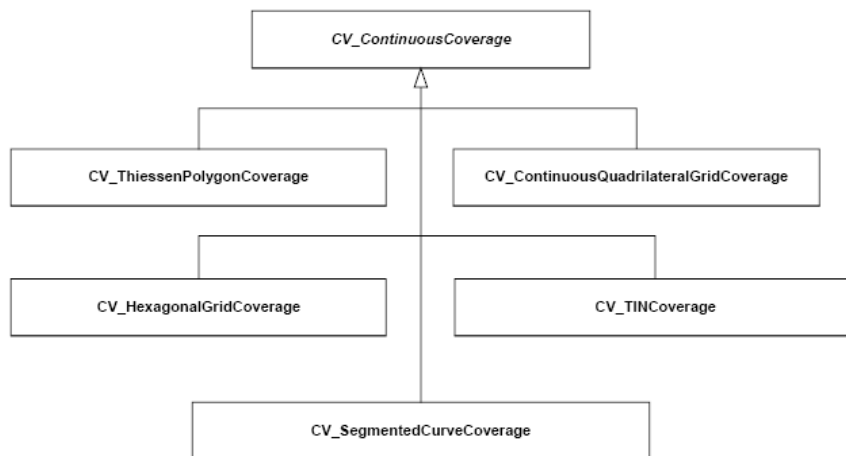


Figura 7.5.- Subclases de Continuous\_coverage

### 7.8 Conclusiones

No es posible concebir un sistema de producción de datos geográficos o cartográficos moderno y eficaz, partiendo desde la captura de la información, pasando por los tratamientos hasta llegar a la diseminación de los datos, en el que haya una ausencia de la correspondiente normalización.

Todo proceso productivo debe concebirse bajo la perspectiva de un conjunto de normas que, sin encorsetar el conjunto de procedimientos, asegure que toda la información que le llegue al usuario haya sido tratada conforme a un conjunto de estándares que den fiabilidad a los datos y aseguren la interoperabilidad de la información.

Los usuarios, cada vez más, necesitan y demandan información ráster y de malla con diferentes niveles de procesamiento: los productores de datos, con el concurso del resto de agentes que utilizan información geográfica, hemos de conseguir que sea posible el intercambio, independientemente de quién proporcione la información y de quién la trate.

Para ello, deberemos considerar la captura de la información con sensores cuyas características técnicas hayan sido definidas de acuerdo a unas especificaciones técnicas normalizadas, los cuales capten imágenes con parámetros y características estandarizadas en un sistema de referencia y bajo un marco de trabajo previamente definido y consensuado. Dicho marco de trabajo debe estar sustentado en un conjunto de normas internacionales que aseguren que la consulta e intercambio de información ráster y de malla, así como la referente a todos los procesos e instrumentos de captura y producción de la misma, sean perfectamente identificables y comprensibles para cualquier usuario que las precise.

Todo este planteamiento ha sido abordado de una manera ordenada y coherente por las normas definidas, hasta ahora, en la familia normativa ISO 19100, que pese a sus deficiencias, su no completión y problemas de consistencia, tienen entre otras, dos utilidades muy claras como material de referencia básico:

- Para investigadores y para todo usuario que quiera formarse en materia de normalización de información geográfica de datos ráster y de malla, como normas de obligado estudio, al contener toda la información que refleja el estado tecnológico en este campo.

- Para Organizaciones, empresas o instituciones que participen en proyectos de producción o gestión de datos ráster y de malla, cualquiera que sea su papel (captura, tratamiento, almacenamiento, catalogación, distribución, explotación, etc.) como material imprescindible para estudiar qué aspectos de tales proyectos interesa normalizar desde un punto de vista realista. En cualquier caso, creemos que hay cuatro aspectos que, en general, es imprescindible normalizar: como son la calidad de los datos, los metadatos que los describen, los modelos conceptuales y las especificaciones del producto o productos finales.

En ocasiones la falta de expertos en determinadas materias supone el abandono temporal de algún proyecto normativo, que como hemos dicho anteriormente, habría sido un inestimable documento de referencia. Por esta razón, es necesario decir que, la postura adecuada de quien trabaja con información geográfica, ya sea desde la universidad, la empresa privada o el sector público, frente a las actividades de normalización, creemos que no puede ni debe ser pasiva ante la definición de normas o estándares, a pesar de la reconocida capacidad técnica de los grupos de expertos que las elaboran.

En la medida de lo posible, deberíamos colaborar al menos analizando las normas que van estando disponibles, estudiándolas y probándolas, y haciendo llegar comentarios y sugerencias a las instancias encargadas de la normalización en cada país, para que las canalicen hasta el grupo de trabajo de normalización correspondiente, con el objetivo de mejorar la norma con visiones multidisciplinarias, basadas en las experiencias y requisitos reales de los usuarios finales de la información geográfica.



Francisco Javier Ariza López (Universidad de Jaén)  
José Luis García Balboa (Universidad de Jaén)

## CAPÍTULO 8

# Normas sobre calidad en información geográfica (ISO 19113, ISO 19114, ISO 19138, ISO 2859 e ISO 3951)

---

### **8.1.- Introducción**

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 Información Geográfica (IG), se incluya dentro de las mismas algún documento relativo a la calidad.

En el caso de la familia ISO 19100 las normas que abordan esta temática de una manera específica son:

- ISO 19113: Información Geográfica – Principios de la calidad.
- ISO 19114: Información Geográfica – Procedimientos de evaluación de la calidad.
- ISO 19138: Información Geográfica – Medidas de la calidad.

Estos tres documentos presentan un objetivo común: normalizar los aspectos relativos a la identificación, evaluación y descripción de la calidad de la IG en aras a: dar transparencia y posibilidad de comparación, evitar informaciones ambiguas y facilitar la elección y uso adecuado de los productos. Es decir, se trata de unas normas que pretenden facilitar el entendimiento inequívoco entre productores y usuarios de este tipo de información, facilitando la comercialización, difusión y el uso eficientes 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. Conviene matizar que aquí producto es sinónimo de conjunto de datos geográficos o de Base de Datos Geográficos (BDG).

Estas normas se conforman como una triada consistente pero también presentan una estrecha relación con otras normas ISO, tanto de su propia familia (p.e. ISO 19115, 19131), como de otras familias (p.e. ISO 2859 e ISO 3951). Por su relevancia, estas dos últimas normas también van a ser presentadas en este capítulo. De manera gráfica, los procesos en los que intervienen y las interrelaciones entre todas estas normas se presentan en la Figura 8.1, que pasamos a explicar brevemente a continuación.

La calidad tiene aspectos cualitativos o descriptivos, lo que la norma denomina información no cuantitativa, y aspectos cuantitativos, que se concretan en elementos de la calidad. Aspectos cualitativos son el linaje o historia de los datos, el uso o recopilación de casos de uso reales y el propósito o descripción de los usos teóricos para los que los datos han sido producidos. La idea básica de los elementos de la calidad es la “medida” o determinación de la calidad, lo cual significa comparación. La obtención de dichas medidas se realiza en un proceso que se denomina evaluación. De esta forma, la Figura 8.1 presenta en su centro un área que se refiere a la evaluación y que coincide con el alcance de ISO 19114. Indudablemente para evaluar hace falta saber qué se ha de evaluar y por ello es necesario atender a las especificaciones del producto y a su materialización práctica en una BDG.

Las especificaciones de un producto (recogidas en la familia ISO 19100 por la propuesta de norma 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.e. 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 19113 es la base para la conceptualización y definición de esos aspectos. Para la materialización de la evaluación se necesita establecer las medidas y cómo desarrollar el propio proceso de medición. Estos pasos se apoyan en las normas ISO 19138 (medidas) e ISO 2859 y 3951 (métodos de muestreo y aceptación). El resultado de aplicar estos procesos a un conjunto de datos concreto bajo análisis por métodos directos, ya sean externos (frente al universo de discurso) o internos (los propios datos de la BDG), permite la obtención de unos resultados. Sobre estos resultados se puede informar por dos vías distintas y complementarias: un informe cuantitativo, a través de los mecanismos de ISO 19114, o por un informe de conformidad, al enfrentar el resultado de la evaluación a los niveles de conformidad previamente establecidos. En este último caso se utilizan los mecanismos propuestos por ISO 19115.

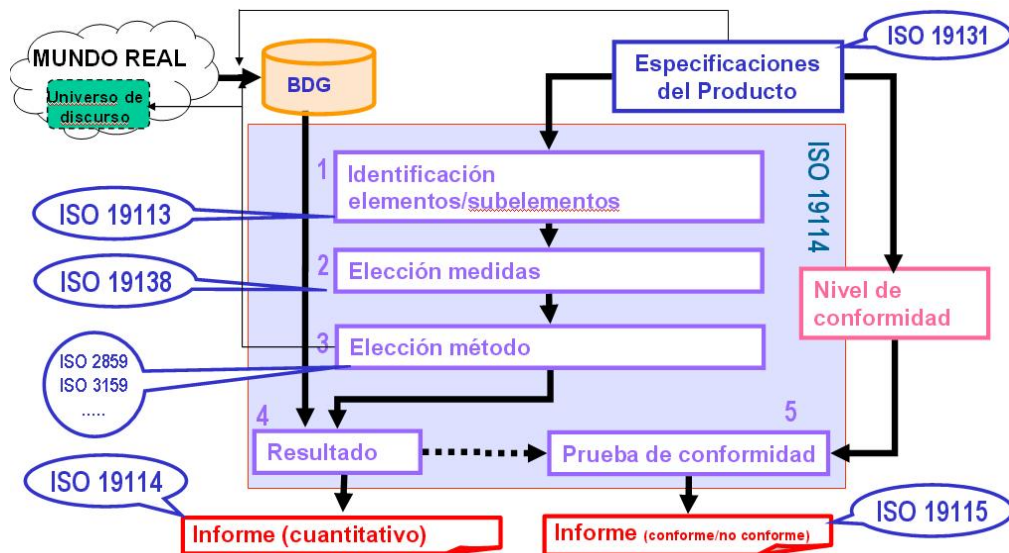


Figura 8.1.- Relación entre los procesos y normas relativas a la calidad de la Información Geográfica

De esta forma, la Figura 8.1 ha presentado el marco general en el que se desenvuelven los aspectos de la calidad en el caso de la IG. En este documento se va a realizar una presentación independiente de cada una de las normas citadas anteriormente, con la salvedad de la ISO 19131 que es tratada en el Capítulo 11. Se presentarán por tanto normas de la familia ISO 19100 pero también las normas ISO 2859 e ISO 3159 por su relevancia práctica. Si bien la explicación de cada una de las normas se realizará atendiendo a las principales aportaciones conceptuales y prácticas que realizan, para lo cual se incluirá algún ejemplo que permita entender mejor el interés y alcance de las mismas, se desea incidir que todas ellas han de trabajar de manera coordinada, en un esquema similar el indicado en la Figura 8.1. Finalmente, este capítulo acaba con unas conclusiones en las que además se incluye un cierto juicio crítico.

## 8.2.- ISO 19113: Principios de la calidad

El objetivo de esta norma es establecer los principios para describir la calidad de un conjunto de datos, e informar sobre la misma. Por tanto tiene una gran importancia para los productores, que son los que deben generar esta información, pero también para los usuarios, que son los que han de decidir en función de ella. La visión general de la propuesta que realiza la norma es la que se presenta en la Figura 8.2, que se comenta a continuación. ISO 19113 establece que la descripción de la calidad de una BDG puede realizarse mediante:

- Información no cuantitativa de la calidad: Es información de carácter general, de gran interés para conocer el objetivo e historial de una información, así como para considerar otros posibles usos en aplicaciones distintas a las consideradas comúnmente. Esto se describe mediante los denominados “elementos generales de la calidad” (*Data Quality Overview Elements*).
- Información cuantitativa de la calidad: Se considera que hay aspectos del comportamiento de una BDG que pueden ser medidos. Esta información se describe mediante los denominados “elementos de la calidad” (*Data Quality Elements*), que vienen a ser los denominados tradicionalmente como componentes de la calidad del dato geográfico.

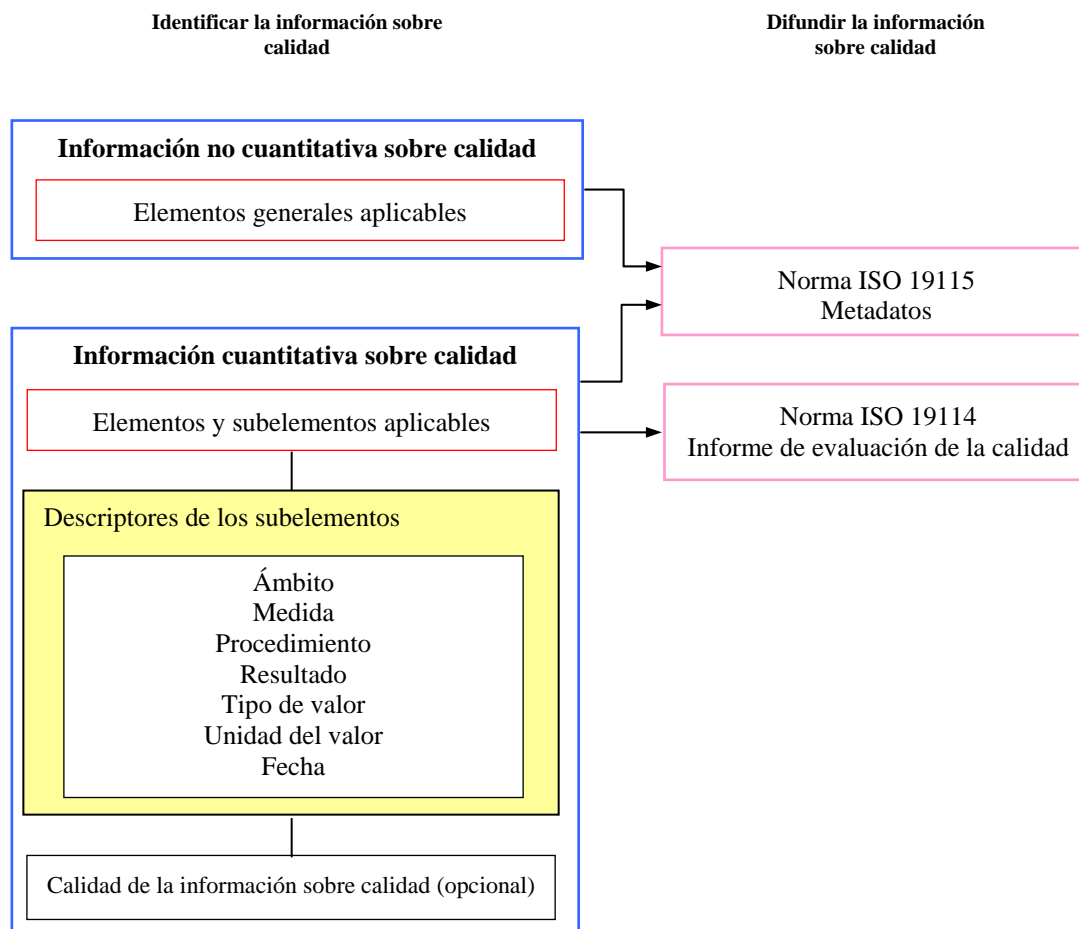


Figura 8.2.- Visión general de la información sobre la calidad de datos según ISO 19113

Según ISO 19113 los elementos generales de la calidad de un conjunto de datos son:

- Propósito: Razones de la creación de la BDG e información sobre el uso al que se pretende destinar. Por ejemplo:

*“La Carta Digital del Mundo (Digital Chart of the World) es una base de datos global, digital, y de propósito general diseñada para soportar aplicaciones en los Sistemas de Información Geográfica (SIG).”*(En MIL-D-89009, apartado 3.4.1 descripción del producto).
- Uso: Descripción de la(s) aplicación(es) para las cuales el conjunto de datos geográficos se ha usado. Por ejemplo:

*Uso nº X: Desarrollo de series de mapas electrónicos: “Se ha preparado una serie mapas digitales en formato WHEAT a partir de la Carta Digital del Mundo; un conjunto de mapas digitales E1000K basados en las Cartas de Navegación Operacional de la Defense Mapping Agency (EE.UU.). Estos fragmentos de la Carta Digital del Mundo fueron importados con varios propósitos: facilitar la explotación de recursos naturales en los países en vías de desarrollo para impulsar el desarrollo de sus necesidades básicas, para proporcionar cartografía adecuada para trabajos de ayuda en el Tercer Mundo, y para facilitar*



*conjuntos de datos de ejemplo para emplearlos con WHEAT. Se confía que proporcionando cartografía topográfica regional, en un formato fácil de emplear, se facilitará la exploración de las aguas subterráneas, la planificación agronómica y la logística de los proyectos de ayuda“. (En User’s Manual for Digital Chart or the World 1 Quadrangles, Geohidrology Section, Kansas Geological Survey, este uso ha sido hallado en Internet.)*

- ↪ Linaje: Descripción de la historia del un conjunto de datos geográficos, atendiendo fundamentalmente a las fuentes y pasos del proceso de producción. Por ejemplo:

**Fuente:** *El contenido de la Carta Digital del Mundo está basado principalmente en los contenidos de la serie de Navegación Operacional a E1000K (para todas las regiones exceptuando la región antártica) de la Defense Mapping Agency (DMA, ahora la National Imagery and Mapping Agency, NIMA). Las Cartas de Navegación Operacional utilizadas para crear el producto fueron generadas por la DMA entre los años 1974 y 1991.*

**Pasos del proceso:** *se generaron positivos sobre una base estable a partir de los negativos de reproducción originales (hasta 35 negativos por hoja de la Carta de Navegación Operacional) y se digitalizaron mediante un escaneado y conversión raster-vector o por medio de digitalización manual en formato vectorial. Los datos vectoriales fueron etiquetados con la información de sus atributos utilizando el software ARC/INFO. La transformación a coordenadas geográficas fue realizada usando las retículas de la proyección de cada hoja. La información digital fue depurada y enlazada en los bordes de hoja para crear grandes conjuntos de datos de carácter regional. Estos conjuntos fueron luego subdivididos en celdas 5°x5°, y convertidos desde ARC/INFO al formato VPF. A continuación los datos fueron premasterizados para su difusión en CD-ROM. El control de calidad fue realizado para cada paso del proceso por un grupo independiente. El proceso fue completado en enero de 1991.*

La descripción puede hacerse con uno o más de los elementos mencionados, e incluso añadiendo otros nuevos siempre que se refieran a aspectos no cuantitativos.

Según ISO 19113 los elementos de la calidad de una BDG son:

- ↪ Compleción: Describe los errores de omisión/comisión en los elementos, atributos y relaciones.
- ↪ Consistencia lógica: Adherencia a reglas lógicas del modelo, de la estructura de datos, de los atributos y de las relaciones.
- ↪ Exactitud posicional: Exactitud alcanzada en la componente posicional de los datos.
- ↪ 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.

Para cada uno de los elementos anteriores se establecen unos subelementos que permiten concretar el aspecto de la calidad al que se refieren dichos elementos. Los suplementos considerados por la norma son:

- ↯ **Compleción:** Comisión y omisión, 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:** Consistencia conceptual, de dominio, de formato, topológica. En este caso hay un modelo “lógico” cuyas reglas se violan con: valores fuera de dominio, registros que no se adhieren al formato establecido, o relaciones no consideradas en el modelo o la topología.
- ↯ **Exactitud posicional:** Exactitud externa o absoluta, interna o relativa, exactitud para datos en malla. La exactitud absoluta es la proximidad entre los valores de coordenadas indicados y los valores verdaderos o aceptados como tales. La exactitud relativa se refiere a las posiciones relativas de los objetos de un conjunto de datos y sus respectivas posiciones relativas verdaderas o aceptadas como verdaderas. La exactitud posicional de datos en malla es la proximidad de los valores de posición de los datos en estructura de malla regular a los valores verdaderos o aceptados como verdaderos.
- ↯ **Exactitud temporal:** Exactitud de la medida del tiempo, consistencia temporal, validez temporal. Hace referencia a la corrección de: las referencias temporales asignadas a un elemento (informe del error en la medida del tiempo asignado), los eventos o secuencias ordenadas, si se indican, y a la validez de los datos respecto al tiempo.
- ↯ **Exactitud temática:** Corrección de la clasificación, corrección de los atributos cualitativos, exactitud de los atributos cuantitativos. 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.

Cada uno de estos subelementos se registra con un paquete de seis descriptores obligatorios que informan sobre las medidas:

- ↯ **Ámbito:** Se debe identificar al menos un ámbito de la calidad por cada subelemento aplicable. El ámbito puede ser una serie de conjuntos de datos, a la que pertenece el conjunto de datos, el propio conjunto de datos, o una a agrupación más pequeña de datos, localizados físicamente en el conjunto y que comparten unas características comunes. Si no se puede identificar un ámbito, éste debe ser el conjunto de datos. Como ámbito se pueden utilizar: tipos de objetos, temas, extensiones espaciales o temporales, etc.
- ↯ **Medida:** Para cada ámbito de la calidad se debe proporcionar una medida de la calidad. La medida debe describir brevemente y denominar, si el nombre existe, el tipo de prueba a aplicar a los datos especificados por el ámbito; también debe incluir los valores límite de los parámetros.
- ↯ **Procedimiento de evaluación:** Para cada medida se debe proporcionar un procedimiento de evaluación de la calidad. Éste siempre debe describir, o referenciar documentación que describa, la metodología empleada para aplicar cada medida a los datos especificados por su ámbito, debiendo incluir un informe de la metodología.

- ↪ Resultado: Se debe proporcionar un resultado por cada medida. El resultado de la calidad puede ser un valor o conjunto de valores numéricos o el resultado de evaluar el valor, o conjunto de valores, obtenidos frente a un nivel de conformidad especificado como aceptable.
- ↪ Tipo del valor: Se debe especificar un tipo, éste se corresponderá con algunas de las tipologías (p.e. byte, entero, real, etc.).
- ↪ Unidad del valor: Si procede, se debe proporcionar una unidad del valor para cada resultado de la calidad de datos. Así, las unidades correspondientes a una incertidumbre posicional podrán ser: metros [m], decímetros [dm], centímetros [cm], milímetros [mm], etc.
- ↪ Fecha: Se debe proporcionar una fecha para cada medida, lo cual se realizará en conformidad con los requisitos del modelo temporal de la Norma ISO 19108.

Cabe puntualizar que la norma permite que, junto a los elementos y subelementos establecidos en ella, y según las necesidades de cada usuario, se proceda a definir nuevos elementos y subelementos, en cuyo caso sólo han de cumplir con ciertas limitaciones de coherencia que establece la propia norma. De esta forma, el conjunto de elementos y subelementos indicados en la norma es un conjunto inicial que puede extenderse tanto como se necesite, lo cual da gran versatilidad.

Otro aspecto importante de la norma es el relativo a las directrices que da para realizar el reporte o informe sobre la calidad en forma de metadatos. La información cuantitativa sobre la calidad de un conjunto de datos se puede registrar para múltiples ámbitos. Así, la información cuantitativa sobre la calidad puede ser recogida, y ser diferente, para un conjunto de datos concreto (p.e. serie), o para las agrupaciones de datos más reducidas especificadas por un ámbito (p.e. subzonas). Por regla general, solamente se registra la información cuantitativa sobre la calidad para los datos especificados por un ámbito cuando difiere de la información sobre la calidad informada para un nivel superior de su jerarquía. Al reportar información sobre la calidad es usual comenzar por los niveles superiores de un conjunto de datos y después descender a partir de él.

La Norma ISO 19115 no estipula explícitamente el registro de información cuantitativa sobre la calidad, en forma de metadatos, para instancias, valores de atributo u ocurrencias individuales de relaciones entre objetos (esto puede solucionarse identificando los datos específicos mediante un ámbito consistente en una instancia, un valor de atributo o una ocurrencia particular de relación entre objetos). Cuando la información cuantitativa sobre la calidad de ocurrencias individuales difiere de la de sus ancestros, puede implementarse incluyendo dicha información dentro del conjunto de datos como un atributo de la ocurrencia. El principio jerárquico para el informe puede aplicarse también entre tipos y ocurrencias. Se sugiere reportar información cuantitativa sobre una instancia de objeto solamente cuando difiera de la de su ancestro; para un valor de atributo solamente cuando difiera de la del valor del atributo del objeto padre y, para el caso de una ocurrencia individual de relación entre objetos, solamente cuando difiera de la propia de la relación entre ancestros. Dado que la forma en que se produce la atribución en un conjunto de datos es dependiente de éste, no pueden proporcionarse pautas para ello.

La Figura 8.3 ilustra los niveles jerárquicos de un conjunto de datos para los que la información cuantitativa sobre la calidad se reporta en forma de metadatos, así como el método sugerido de informe (tanto como parte de un archivo o depósito de metadatos, o como atributos dentro del conjunto).

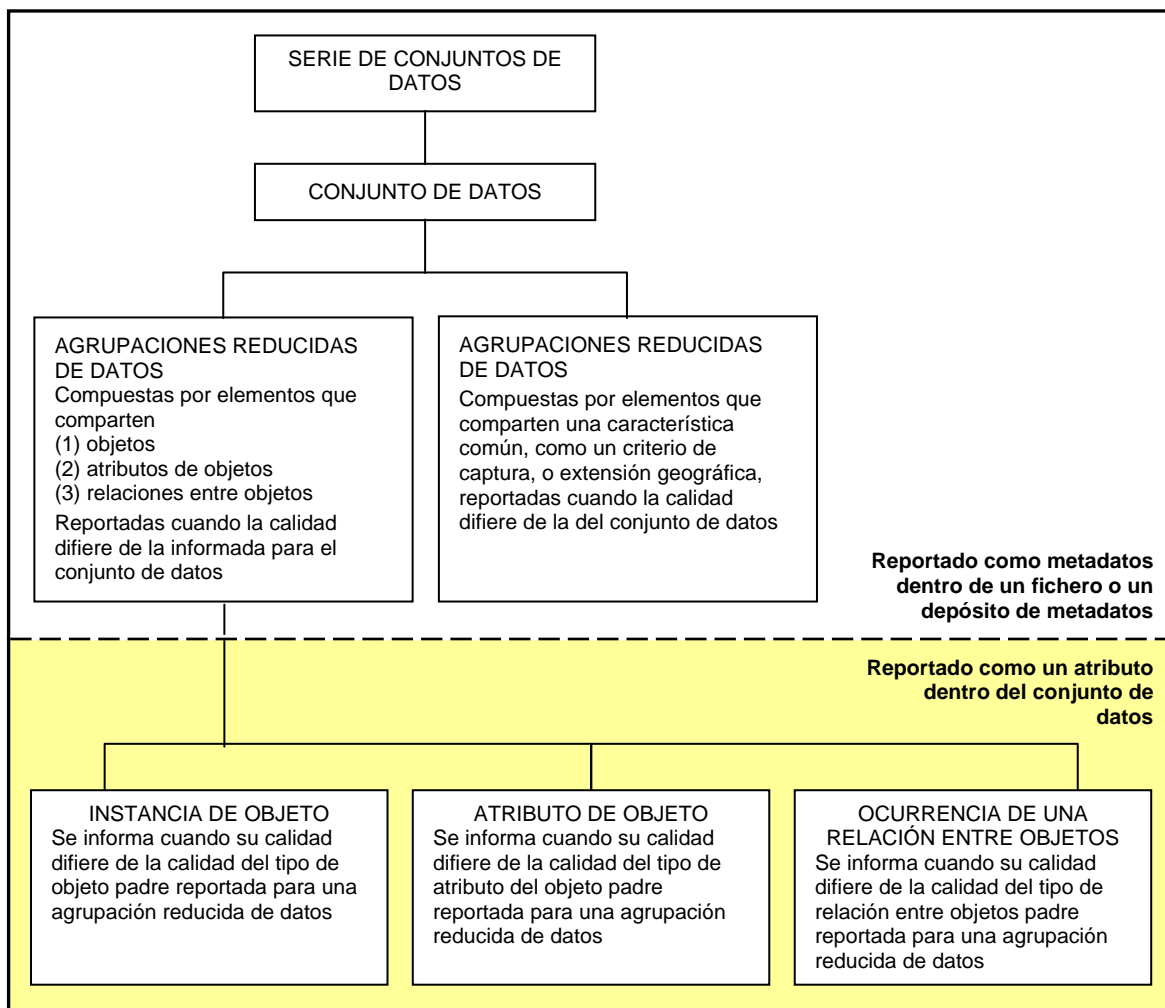


Figura 8.3.- Método sugerido en ISO 19113 para el reporte de información cuantitativa sobre calidad como metadatos

### 8.3.- ISO 19114: Procedimientos de evaluación de la calidad

El objetivo de esta norma es establecer un marco para la evaluación de la calidad y para informar sobre esa evaluación. El productor debe seguir unos procesos de evaluación que han de ser explicados. Junto con las otras normas de la familia, esta información ayuda al usuario a decidir sobre el interés del uso de una BDG concreta.

La norma ISO 19114 se refiere a los procedimientos de evaluación de la calidad, estableciendo para ello un proceso estándar que ha de cumplirse tanto si se dispone de especificaciones para la evaluación de la calidad como si no se dispone de ellas. Para esta norma la evaluación de la calidad consiste en la obtención de un(os) índice(s) de la calidad de un producto. Esta indicación podrá ser cuantitativa o no.

La Tabla 8.1 especifica los pasos del proceso propuestos, en tanto que la Figura 8.1 ya presentada esquematizaba el flujo y relaciones entre los mismos. En la Figura 8.1 cada uno de los pasos aparecía numerado.

Paso del proceso	Acción	Descripción
1	Identificar un elemento, subelemento y ámbito aplicables.	De acuerdo con los requisitos de la Norma ISO 19113, se deben identificar el elemento, subelemento y ámbito de la calidad a evaluar. Esto se repite para todas las diferentes pruebas que sean requeridas por las especificaciones del producto, o los requisitos de usuario.
2	Identificar una medida de la calidad.	Para cada prueba a desarrollar se debe identificar: una medida de la calidad, el tipo de valor y, si es de aplicación, la unidad de medida. El anexo D de esta norma presenta ejemplos de medidas para los elementos y subelementos dados en la Norma ISO 19113.
3	Seleccionar y aplicar un método de evaluación de la calidad.	Se debe seleccionar un método adecuado para la evaluación de la calidad para cada medida que se haya identificado. Aquí se establece la relación directa con otras normas como ISO 2859 e ISO 3159.
4	Determinar el resultado de la calidad de los datos.	El resultado de aplicar el método es: un resultado cuantitativo, un valor o conjunto de valores, una unidad de medida y la fecha de la prueba.
5	Determinar la conformidad.	Siempre que se haya especificado un nivel de conformidad para la calidad, bien en las especificaciones del producto o en los requisitos de usuario, el resultado de la calidad se compara con aquel para determinar la conformidad. El resultado de la conformidad (cumple/no_cumple) es la comparación del resultado cuantitativo de la calidad con un nivel de conformidad para la calidad.

Para la evaluación de la calidad se pueden aplicar métodos directos e indirectos (Figura 8.4). Los métodos directos son aquellos que se basan en la comparación o medida y se dividen en internos y externos. En el primer caso sólo se utilizan datos de la propia BDG, es el caso de comprobaciones como la de consistencia lógica de carácter topológico. Los métodos externos necesitan fuentes externas a la BDG, como por ejemplo para el caso de un topónimo la comprobación otra fuente más exacta o la salida a campo para consultar a los lugareños. Dentro de esta alternativa de métodos directos existen procesos plenamente automatizables, que permiten lo que se denomina una inspección o control al 100%. No obstante son muchos los elementos de la calidad que requieren procesos de control con un desarrollo manual, lo cual lleva al uso de técnicas de muestreo o inspección como las apuntadas en las normas ISO 2859 e ISO 3159.

Los métodos indirectos se basan en estimaciones e informaciones relacionadas con la BDG pero con fuentes distintas a los propios datos de la BDG bajo consideración, en este caso no se realiza medición o cuantificación alguna. Estos métodos indirectos pueden estar al alcance de los usuarios avezados, dado que en muchos casos se trata de interpretaciones basadas en la experiencia. Si los metadatos son adecuados darán buena información. En este sentido, el linaje y otras informaciones que presenten ejemplos de uso, o los productos derivados del producto que se referencia, serán datos de gran valor, y de ello se encarga la norma ISO 19115.

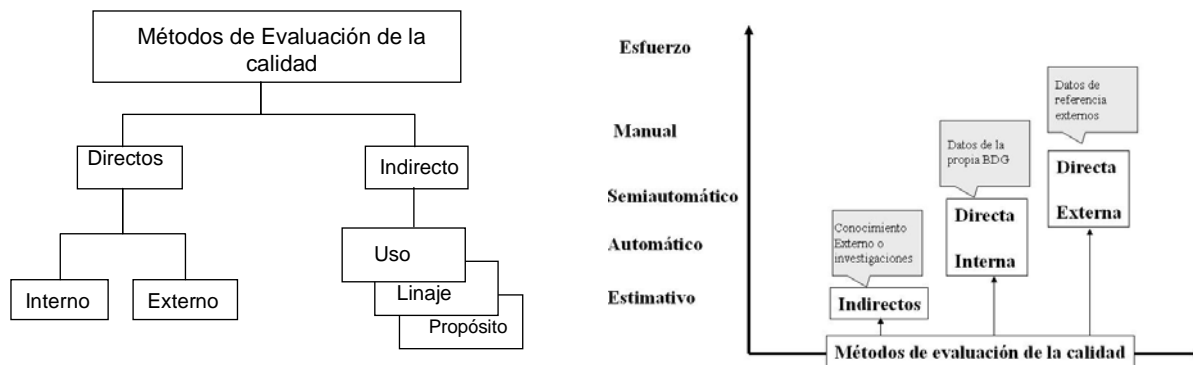


Figura 8.4.- División de los métodos de evaluación de la calidad según ISO 19114 y esfuerzo relativo en su aplicación

Los resultados cuantitativos de la evaluación de la calidad deben reportarse como metadatos de acuerdo con la norma de metadatos (ISO 19115, ver Capítulo 6). ISO 19114 incluye un informe de evaluación de la calidad que debe usarse en los siguientes casos:

- Cuando los resultados de la evaluación de la calidad se informan en los metadatos usando el tipo “pasa/falla”.
- Cuando se generan resultados de evaluación del tipo agregado.
- Cuando se informa sobre la calidad de la calidad.

En cualquier caso se puede generar este informe, siempre que se desee, para dar mayor información pero nunca como sustituto del informe de metadatos.

Junto a la metodología de evaluación, otro de los intereses fundamentales de la norma consiste en asegurar una base estadística adecuada al proceso, al objeto de alcanzar resultados representativos para la calidad, y por ello dedica algunos de sus epígrafes a los muestreos. En esta parte, la norma internacional ISO 19114 hace referencia a las normas ISO 2859 e ISO 3951, en el sentido de que pueden ser aplicadas a los muestreos para evaluar la conformidad frente a una especificación de producto.

Esta norma se completa con un conjunto de anexos de gran valor. Entre ellos cabe destacar: el Anexo A, de carácter normativo, establece un conjunto de pruebas que se deben aplicar para la conformidad de los procesos expuestos en la norma. Destacan también los anexos D y E dedicados a exponer ejemplos de evaluaciones de la calidad de los datos y una guía para la aplicación de técnicas de muestreo a las BDG. La Tabla 8.2 presenta dos ejemplos extraídos del Anexo D relativos a la componente posicional. La columna de la izquierda presenta el esquema o estructura que marca la norma y las columnas encabezadas con “ejemplo 1” y “ejemplo 2” desarrollan los ítems de esa estructura. Como se puede observar, se procede a una descripción de los aspectos más definitorios de un proceso de evaluación. Las contestaciones a algunos ítems (p.e. elementos, subelemento, método de evaluación, etc.) recogen lo ya avanzado y se corresponden con listas acotadas de opciones. En otros casos (p.e. descripción del método), se puede proceder a una descripción prosaica, la cual debe ser sucinta pero suficiente para una definición que evite la ambigüedad y facilite la interpretación.

Componente de la calidad de los datos	Ejemplo 1	Ejemplo 2
DQ_Scope		
DQ_Element	3 – Exactitud posicional	3 – Exactitud posicional
DQ_Subelement	2 – Exactitud relativa o interna	2 – Exactitud relativa o interna
DQ_Measure		
DQ_MeasureDesc	EMC	Porcentaje de elementos cuyo error en coordenadas supera un límite especificado.
DQ_MeasureID	30201	30202
DQ_EvalMethod		
DQ_EvalMethodType	2 – Externo	2 – Externo
DQ_EvalMethodDesc	Para cada nodo se mide el error en distancia entre los valores de las coordenadas relativas del nodo en el conjunto de datos y en el universo del discurso. Se calcula el EMC a partir de los errores en distancia.	Para cada nodo se mide el error en distancia entre los valores de las coordenadas relativas del nodo en el conjunto de datos y en el universo del discurso. Se contabiliza el número de nodos cuyo error en distancia excede el límite de la especificación (por ejemplo, 1 m). Se divide el número de nodos no conformes entre el número total nodos en el ámbito. El resultado anterior se multiplica por 100.
DQ_QualityResult		
DQ_ValueType	2 – Número	4 - Porcentaje
DQ_Value	1,50 m	20 %
DQ_ValueUnit	Metro	Por ciento
DQ_Date	2000-03-06	2000-03-06
DQ_ConformanceLevel	No especificado	No especificado
Ejemplo de parámetros	Omitido	Omitido
Ejemplo de interpretación del resultado de la calidad	El EMC en distancia de los nodos es de 1,50 m. Dado que no se especifica un nivel de conformidad de la calidad, sólo se informa del EMC.	El 20% de los nodos en el ámbito posee un error en distancia mayor a 1 m. Dado que no se especifica un nivel de conformidad de la calidad, sólo se informa del porcentaje de casos.

#### 8.4.- ISO 19138: Medidas de la Calidad

La norma ISO 19138 se propone normalizar las medidas de la calidad a aplicar a la IG, es decir, utilizar un conjunto de medidas que siendo conocidas puedan ser bien y fácilmente interpretadas por las partes (productores y usuarios). La manera de normalizar las medidas es establecer un conjunto o selección de ellas y dotarlas de unas especificaciones que las definan de manera inequívoca, a estas especificaciones se las denomina en la norma “componentes técnicos” y son los siguientes:

- Nombre: Es el que se da a la medida. Si ya existe uno asumido es el que se debe usar, en otro caso se ha de proponer uno adecuado.
- Alias: Se refiere a otro nombre o abreviatura reconocidos para la referirse a la medida. Se puede dar más de un alias.
- Elemento de la calidad del dato: El que corresponda según ISO 19113.
- Subelemento de la calidad del dato: El que corresponda según ISO 19113.
- Medida básica: Referencia a la medida básica que es de aplicación en este caso y según son establecidas por esta propia norma.

- ↪ Definición: Determina el concepto fundamental de la medida.
- ↪ Descripción: Describe la medida y sus métodos de cálculo, incluyendo fórmulas, figuras, definición de los tipos de error en los que se basa, etc.
- ↪ Parámetro: Variable auxiliar a utilizar por la medida, se puede incluir nombre, definición, descripción, etc. Puede necesitarse uno o varios (p.e. el parámetro de la tolerancia para los *overshoots/undershoots*).
- ↪ Tipo de valor: Se refiere a la tipología del dato que ha de soportar el resultado (booleano, byte, entero, doble, etc.).
- ↪ Estructura: Se refiere a la estructura que debe utilizarse para informar sobre el resultado de la calidad, ésta puede ser un dato único, un vector, una matriz, o cualquier otra.
- ↪ Fuente: Referencia o cita a la(s) fuente(s) bibliográfica sobre la medida de la calidad.
- ↪ Ejemplo: Ejemplo(s) de aplicación de la medida y de su resultado.
- ↪ Identificador: Valor entero que actúa como identificador único de la medida en un sistema de registro como ISO 19135.

No todos estos componentes técnicos son obligatorios, los hay optativos y también condicionados al uso previo de algún otro.

Un aspecto importante de esta norma es que define lo que denomina “medidas básicas” de la calidad del dato. Éstas se introducen para evitar la repetición en la definición de conceptos y evitar así problemas y ambigüedades. De esta forma sirven como base para el desarrollo de todas las medidas concretas posibles que se pueden utilizar. Se relacionan con dos formas de trabajo muy propias del control de calidad como son:

- ↪ Conteo de errores: Se expresan mediante medidas de conteo. Son aquellas que cuentan el número de errores (defectos) o casos correctos. Son adecuadas para los aspectos de la calidad en los que la medida es el conteo de ocurrencias de una circunstancia (error). La Tabla 8.3 presenta el conjunto de medidas básicas de conteo que se proponen.

Tabla 8.3.- Medidas de conteo		
Indicador de error	Indica que un ítem tiene error	Verdadero (booleano)
Indicador de corrección	Indica que un ítem es correcto	Falso (Booleano)
Casos de error	Indica el número de casos que poseen un error de una tipología dada	5 (Entero)
Casos correctos	Indica el número de casos libres de un error concreto	111 (Entero)
Tasa de error	Número de elementos erróneos frente al total de esos elementos	0.11; 11%; 11:100 (real, porcentaje, ratio)
Tasa de elementos correctos	Número de elementos correctos frente al total de esos elementos	0.21; 21%; 21:100 (real, porcentaje, ratio)



- Estimación de la incertidumbre: Se expresa mediante medidas de incertidumbre. Son aquellas que se basan en modelos estadísticos sobre la incertidumbre en las medidas y son adecuadas para los aspectos medibles. La Tabla 8.4 recoge las medidas básicas de la incertidumbre que establece la norma ISO 19138. En esta tabla se indica el número de dimensiones a las que es aplicable (1D, 2D, y 3D), la probabilidad o nivel de confianza que conlleva la medida de incertidumbre, la formulación matemática de la medida, y el nombre propuesto para cada una de ellas.

**Tabla 8.4.- Medidas de Incertidumbre (1D, 2D y 3D)**

Dimensión	Probabilidad	Medida básica	Nombre	Tipo del valor
1D	50.0%	$0.6745 \sigma_z$	LE50(r)	Medida
1D	68.3%	$1.0 \sigma_z$	LE68.3(r)	Medida
1D	90.0%	$1.645 \sigma_z$	LE90(r)	Medida
1D	95.0%	$1.960 \sigma_z$	LE95(r)	Medida
1D	99.0%	$2.576 \sigma_z$	LE99(r)	Medida
1D	99.8%	$3.0 \sigma_z$	LE99.8(r)	Medida
2D	39.4%	$\frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$	CE39.4	Medida
2D	50.0%	$\frac{1.1774}{\sqrt{2}} \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$	CE50.0	Medida
2D	90.0%	$\frac{2.146}{\sqrt{2}} \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$	CE90.0	Medida
2D	95.0%	$\frac{2.4477}{\sqrt{2}} \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$	CE95.0	Medida
2D	99.8%	$\frac{3.5}{\sqrt{2}} \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$	CE99.8	Medida
3D	50.0%	$0.51(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$	Error probable esférico (SEP)	Medida
3D	61.0%	$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2}$	Error radial medio esférico (MRSE)	Medida
3D	90.0%	$0.833(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$	Estándar de exactitud esférica al 90%.	Medida
3D	99.0%	$1.122(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$	Estándar de exactitud esférica al 99%.	Medida

Al igual que en los casos anteriores, esta norma se completa con anexos de gran valor. Destaca en anexo D dedicado a desarrollar más de 70 medidas de diversa índole (conteo, incertidumbre, posición, tema, coherencia, etc.). El listado de las mismas es el que se incluye en la Tabla 8.5. Para cada una de esta medidas se especifican todos los componentes técnicos, tal y como se realiza en la Tabla 8.6 para un ejemplo sacado de la lista anterior. Este listado es interesante dado que con el amplio abanico que presenta seguro que va a permitir utilizar directamente alguna de las propuestas que contiene.

**Tabla 8.5.- Medidas propuestas en la norma ISO 19138**

Nombre	Elemento	Subelemento	Medida básica
Ítem sobrante	Compleción	Comisión	Indicador de error
Número de ítems sobrantes	Compleción	Comisión	Contador de errores
Ratio de ítems sobrantes	Compleción	Comisión	Tasa de error
Número de instancias duplicadas	Compleción	Comisión	Contador de errores
Ítem faltante	Compleción	Omisión	Indicador de error
Número de ítems faltantes	Compleción	Omisión	Contador de errores
Ratio de ítems faltantes	Compleción	Omisión	Tasa de error
No cumplimiento del modelo	Consistencia lógica	Consistencia conceptual	Indicador de error

Tabla 8.5.- Medidas propuestas en la norma ISO 19138

Nombre	Elemento	Subelemento	Medida básica
conceptual			
Cumplimiento del modelo conceptual	Consistencia lógica	Consistencia conceptual	Indicador de corrección
Número de ítems que no cumplen las reglas del modelo conceptual	Consistencia lógica	Consistencia conceptual	Contador de errores
Número de superposiciones no válidas entre superficies	Consistencia lógica	Consistencia conceptual	Contador de errores
Ratio de no cumplimiento respecto a las reglas del modelo conceptual	Consistencia lógica	Consistencia conceptual	Tasa de error
No conformidad valor-dominio	Consistencia lógica	Consistencia de dominio	Indicador de error
Conformidad de valor-dominio	Consistencia lógica	Consistencia de dominio	Indicador de corrección
Número de ítems no conformes con su valor-dominio	Consistencia lógica	Consistencia de dominio	Contador de errores
Ratio de conformidad valor-dominio	Consistencia lógica	Consistencia de dominio	Ratio de ítems correctos
Ratio de no conformidad valor-dominio	Consistencia lógica	Consistencia de dominio	Ratio de error
Conflicto de estructura física	Consistencia lógica	Consistencia de formato	Contador de errores
Tasa de conflictos de estructura física	Consistencia lógica	Consistencia de formato	Tasa de error
Número de fallos en conexión punto-curva	Consistencia lógica	Consistencia topológica	Contador de errores
Tasa de fallos en conexión punto-curva	Consistencia lógica	Consistencia topológica	Tasa de error
Número de conexiones faltantes por undershoots	Consistencia lógica	Consistencia topológica	Contador de errores
Número de conexiones faltantes por overshoots	Consistencia lógica	Consistencia topológica	Contador de errores
Número de polígonos astilla no válidos	Consistencia lógica	Consistencia topológica	Contador de errores
Número de errores de auto intersecciones	Consistencia lógica	Consistencia topológica	Contador de errores
Número de errores de auto superposiciones	Consistencia lógica	Consistencia topológica	Contador de errores
Valor medio de incertidumbre posicional (1D, 2D, 3D)	Exactitud posicional	Absoluta o externa	No aplicable
Valor medio de incertidumbre posicional excluyendo outliers (2D)	Exactitud posicional	Absoluta o externa	No aplicable
Número de incertidumbres posicionales sobre una tolerancia	Exactitud posicional	Absoluta o externa	Contador de errores
Ratio de incertidumbres posicionales sobre una tolerancia	Exactitud posicional	Absoluta o externa	No aplicable
Matriz de covarianzas	Exactitud posicional	Absoluta o externa	No aplicable
Error lineal probable	Exactitud posicional	Absoluta o externa	LEP50.0 o LE50.0(r)
Error lineal estándar	Exactitud posicional	Absoluta o externa	LE68.3 o LE68.3(r)
Exactitud lineal al 90% de significación	Exactitud posicional	Absoluta o externa	LE90 o LE90(r)
Exactitud lineal al 95% de significación	Exactitud posicional	Absoluta o externa	LE95 o LE95(r)
Exactitud lineal al 99% de significación	Exactitud posicional	Absoluta o externa	LE99 o LE99(r)
Error lineal casi cierto	Exactitud posicional	Absoluta o externa	LE99.8 o LE99.8(r)
Raíz del error cuadrático medio	Exactitud posicional	Absoluta o externa	No aplicable
Error absoluto lineal al 90% de significación de datos verticales con sesgo	Exactitud posicional	Absoluta o externa	No aplicable
Desviación circular estándar	Exactitud posicional	Absoluta o externa	CE39.4
Error circular probable	Exactitud posicional	Absoluta o externa	CE50
Error circular estándar	Exactitud posicional	Absoluta o externa	CE90
Error circular al 95% de significación	Exactitud posicional	Absoluta o externa	CE95
Error circular casi cierto	Exactitud posicional	Absoluta o externa	CE99.8
Raíz del error cuadrático medio planimétrico	Exactitud posicional	Absoluta o externa	No aplicable
Error absoluto circular al 90% significación de datos con sesgo	Exactitud posicional	Absoluta o externa	No aplicable
Elipse de incertidumbre	Exactitud posicional	Absoluta o externa	No aplicable

Tabla 8.5.- Medidas propuestas en la norma ISO 19138

Nombre	Elemento	Subelemento	Medida básica
Elipse de confianza	Exactitud posicional	Absoluta o externa	No aplicable
Error vertical relativo	Exactitud posicional	Relativa o interna	No aplicable
Error horizontal relativo	Exactitud posicional	Relativa o interna	No aplicable
Exactitud temporal al 68.3% de significación	Exactitud temporal	Exactitud de la medición del tiempo	LE68.3 o LE68.3(r)
Exactitud temporal al 50% de significación	Exactitud temporal	Exactitud de la medición del tiempo	LE50 o LE50(r)
Exactitud temporal al 90% de significación	Exactitud temporal	Exactitud de la medición del tiempo	LE90 o LE90(r)
Exactitud temporal al 95% de significación	Exactitud temporal	Exactitud de la medición del tiempo	LE95 o LE95(r)
Exactitud temporal al 99% de significación	Exactitud temporal	Exactitud de la medición del tiempo	LE99 o LE99(r)
Exactitud temporal al 99.8% de significación	Exactitud temporal	Exactitud de la medición del tiempo	LE99.8 o LE99.8(r)
Número de elementos clasificados incorrectamente	Exactitud temática	Corrección de la clasificación	Contador de errores
Tasa de malclasificación	Exactitud temática	Corrección de la clasificación	Tasa de error
Matriz de confusión	Exactitud temática	Corrección de la clasificación	
Matriz de confusión relativa	Exactitud temática	Corrección de la clasificación	
Coefficiente Kappa	Exactitud temática	Corrección de la clasificación	
Número de valores de atributos incorrectos	Exactitud temática	Corrección de los atributos no cuantitativos	Contador de errores
Tasa de valores de atributos correctos	Exactitud temática	Corrección de los atributos no cuantitativos	Tasa de ítems correctos
Tasa de valores de atributos correctos	Exactitud temática	Corrección de los atributos no cuantitativos	Tasa de error
Incertidumbre valor atributo al 68.3% de significación	Exactitud temática	Exactitud atributos cuantitativos	LE68.3 o LE68.3(r)
Incertidumbre valor atributo al 50% de significación	Exactitud temática	Exactitud atributos cuantitativos	LE50 o LE50(r)
Incertidumbre valor atributo al 90% de significación	Exactitud temática	Exactitud atributos cuantitativos	LE90 o LE90(r)
Incertidumbre valor atributo al 99% de significación	Exactitud temática	Exactitud atributos cuantitativos	LE99 o LE99(r)
Incertidumbre valor atributo al 99.8% de significación	Exactitud temática	Exactitud atributos cuantitativos	LE99.8 o LE99.8(r)

Tabla 8.6.- Ejemplo de medida de conteo aplicada a la consistencia topológica		
Línea	Componente	Descripción
1	Nombre	Número de auto-intersecciones erróneas
2	Alias	Lazo
3	Elemento de la calidad del dato	Consistencia lógica
4	Subelemento de la calidad del dato	Consistencia topológica
5	Medida básica de la calidad del dato	Conteo de errores
6	Definición	Conteo de todos los elementos del conjunto de datos que se intersecan ilegalmente consigo mismos.
7	Descripción	--
8	Parámetro	--
9	Tipo de valor	Entero
10	Estructura del valor	--
11	Referencia fuente	--
12	Ejemplo	
13	Identificador	26

### 8.5.- ISO 2859 e ISO 3951: Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos y variables

Se incluyen las normas ISO 2859 e ISO 3159 dentro de este capítulo dada la gran importancia de las mismas en el control de calidad de los procesos industriales así como su potencial de aplicación a la IG tal y como se constata en la norma ISO 19114. Estas normas son aplicadas cotidianamente, desde hace décadas, en el ámbito industrial y son la base de lo que se denominan los procesos de aceptación por muestreo. Es decir, procesos en los que se toma la decisión de aceptar o rechazar un producto en función de que satisfaga o no unas especificaciones establecidas previamente, y en base a las conclusiones extraídas de un subconjunto o muestra. La aceptación/rechazo se realiza en un paradigma estadístico en el que se asumen ciertos riesgos (riesgos de productor y de usuario), bajo el beneficio de evitar la inspección al 100%, pero con el claro objetivo de evitar que se transfieran elementos de mala calidad al siguiente eslabón de la cadena, ya sea un cliente interno o externo.

El propósito de estas normas es estimular a los proveedores para que, conociendo que se van a controlar sus suministros, mantenga una media de proceso como mínimo tan buena como la especificada, a la vez que proporciona un límite superior para el riesgo del cliente a la hora de aceptar un lote deficiente. Ambas normas pueden servir de referencia para definir o especificar productos y/o procesos en lo relativo a su comportamiento respecto a la calidad tanto en contratos, instrucciones de inspección o cualquier otro documento. Como ejemplo, la Tabla 8.7 presenta una clasificación de productos según el Nivel de Calidad Aceptable (NCA), concepto se explicará más adelante.

Tabla 8.7.- Ejemplo de posibles clasificaciones de productos según las exigencias de calidad					
Elemento de la calidad	Clasificación según exigencias de calidad				
	0 NCA=0%	A NCA=5%	B NCA=10%	C NCA=20%	D No importa
Compleción	No se permiten errores	Es deseable que no existan errores	Se permiten niveles bajos de error	Se permite cierto grado de error	No se requiere evaluación
Consistencia lógica (1)	No se permiten errores	Es deseable que no existan errores	Se permiten niveles bajos de error	Se permite cierto grado de error	No se requiere evaluación
Exactitud posicional (2)	Se requiere una gran exactitud posicional	Se requiere un nivel concreto de exactitud	La exactitud posicional es menos estricta que un valor indicado	La exactitud posicional es mucho menos estricta que un valor indicado	No se requiere evaluación
Exactitud temporal	No se permiten errores	Es deseable que no existan errores	Se permiten niveles bajos de error	Se permite cierto grado de error	No se requiere evaluación
Exactitud temática	No se permiten errores	Es deseable que no existan errores	Se permiten niveles bajos de error	Se permite cierto grado de error	No se requiere evaluación

Notas:

- 1) Dado que la consistencia lógica puede chequearse automáticamente para toda la población, también se podría considerar la depuración completa de todos sus errores, para todas las tipologías consideradas según las exigencias de calidad.
- 2) En el caso de la exactitud posicional los niveles de calidad pueden entenderse como el porcentaje de elementos que pueden sobrepasar una tolerancia marcada. Así, a modo de ejemplo, para la clase 0 no se admitiría ningún caso (0%) con valores dos o mas veces superiores a la tolerancia, y para la clase B se admitirían hasta un 10% de esos casos.

Las normas ISO 2859 e ISO 3951 establecen los denominados planes de muestreo para la aceptación. Sin estar limitadas a esta enumeración, los planes de muestreo recogidos en ellas pueden ser de aplicación a: elementos finales, componentes y materias primas, actividades, materiales en proceso, existencias de almacén, operaciones de mantenimiento, datos o registros, procedimientos administrativos...; por lo que se entiende la importancia de conocer y aplicarlas en el sector cartográfico.

ISO 2859 hace referencia a los procedimientos de muestro para la inspección por atributos, mientras que ISO 3951 lo hace para la inspección por variables. Son *variables* las características susceptibles de ser medidas sobre una escala continua, por ejemplo, un error cuya dimensión ha sido mensurada, como es el caso de la longitud de los lados de una hoja de papel respecto al tamaño nominal para ese formato, o una discrepancia posicional entre un punto de control y su homólogo en la BDG. Se denominan *atributos* las características cuya consideración hace que una unidad pueda ser clasificada como “buena” o “defectuosa”. Los ejemplos de este caso son numerosos: el cumplimiento de una relación topológica, la presencia de una arruga en el papel sobre el que se imprime un mapa, etc.

La inspección del 100% de todos los elementos de un conjunto garantizaría la detección de cualquier elemento defectuoso, pero esta manera de actuar es cara y, a veces, imposible de realizar (p.e. cuando la prueba requiere la destrucción del elemento a inspeccionar, como puede ser la resistencia al doblado o a la erosión del papel). Frente a la inspección al 100% se tiene la opción de la inspección por muestreo, que es más económica, y se realiza sobre una muestra representativa de la población. De esta forma, mediante el análisis de las propiedades en un número de elementos, se decide sobre la aceptación o no del conjunto de artículos que

conforman la población. Para que la decisión de aceptación/rechazo sea lo más acertada posible se establecen exigencias tanto sobre la población como sobre la muestra. La población se denomina en este caso *lote*. Un lote es un conjunto de elementos producidos bajo unas condiciones homogéneas. En el caso de la IG podemos considerar que la homogeneidad se alcanza con un mismo productor que aplica una misma metodología, con unos mismos operarios e instrumental, en una ventana espacio-temporal acotada, ejemplo de lo anterior puede ser la restitución correspondiente a un bloque fotogramétrico. A la muestra se le requiere que siga un esquema de muestreo adecuado, lo más común del tipo aleatorio simple, pero si hay sublotos o estratos se utilizará un muestreo estratificado.

De manera práctica podemos decir que las normas ISO 2859 e ISO 3159 presentan las instrucciones para la utilización de un conjunto de tablas y gráficos que permiten determinar un plan de muestreo eficaz, es decir, que permita garantizar que la calidad no sea inferior a ciertos niveles previamente especificados. De esta forma, conociendo el tamaño del lote  $N$  y la calidad considerada, la norma permite determinar el tamaño de muestra  $n$  y el número máximo de unidades defectuosas que se admiten en la inspección (número de aceptación,  $Ac$ ) para la inspección por atributos o la constante de aceptabilidad ( $k$ , basada en estimaciones de la tendencia central y la variabilidad de la distribución de las medidas en el lote) para la inspección por variables.

Dado que la inspección se realiza mediante un muestreo, siempre va a existir una probabilidad de aceptación  $P_{ac}$  de un lote malo o que no cumple con las especificaciones. El  $P_{ac}$  de un lote que contiene un determinado porcentaje de unidades defectuosas, y al que se le aplica un plan de muestreo definido por  $\{n, Ac\}$ , es el valor que se refiere, en término promedio, a cuántas de cada 100 veces que se realizaran muestreos del tipo  $\{n, Ac\}$  resultaría aceptado el lote. Las denominadas *curvas operativas* permiten conocer la  $P_{ac}$  de un lote en función del tamaño de muestra, el  $Ac$  y porcentaje de defectuosos que realmente tiene. La eficacia de cualquier plan de muestreo se define mediante estas curvas, cuya forma puede variar como se aprecia en la Figura 8.5 para el caso de distintos valores de aceptación, de tamaño de muestra y de población. La curva tiene menos capacidad discriminante cuanto más plana es y en las distintas gráficas se puede apreciar, *ceteris páribus*, que  $Ac$  bajos dan mayor protección, que tamaños de muestra mayores generan un comportamiento también mejor y que el tamaño de lote es el elemento de menor influencia.

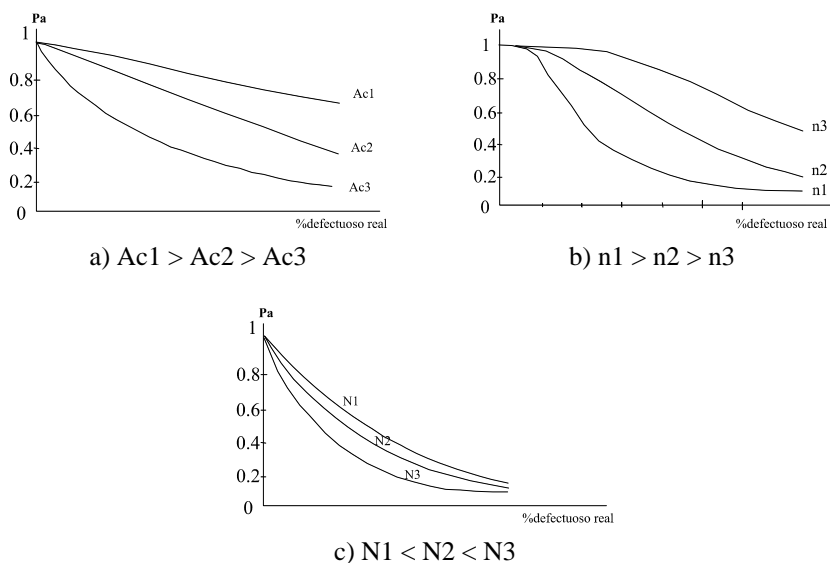


Figura 8.5.- Comportamiento de la curva característica frente: a) número de aceptación  $Ac$ , b) tamaños de muestra  $n$ , c) tamaño del lote  $N_{lote}$

En algunos casos la primera decisión a tomar es decidir la opción a aplicar: una inspección por variables o por atributos. La inspección por atributos es más simple y se realiza sobre un mayor número de elementos. La inspección por variables requiere un procedimiento más complejo, invirtiendo más tiempo y dinero en cada elemento inspeccionado, aunque a cambio proporciona una información más precisa sobre el nivel de calidad del producto y permite detectar más rápidamente una modificación de este nivel. En el caso de ensayos destructivos, o si el método de inspección es caro, es preferible la inspección por variables. Sin embargo, será menos conveniente si son muchas las características a medir sobre un mismo elemento, ya que deben examinarse por separado (a no ser que se trate de características muy importantes, como las exigencias de seguridad, fiabilidad, etc.). De esta forma, puede ser aconsejable realizar un estudio económico antes de tomar la decisión, teniendo en cuenta los costes de registro y cálculo, muestreo y de inspección de cada unidad.

### **Inspección por atributos**

De la inspección por atributos se encarga la norma ISO 2859. Ésta se subdivide a su vez en las normas ISO 2859-1, para lotes suministrados de forma continua, e ISO 2859-2, para lotes independientes o cuando: la producción es intermitente (no es continua), la producción procede de diferentes fuentes y en cantidades variables, las compras se realizan a almacenistas, los lotes son pequeños o los lotes son aislados. Para que el suministro de lotes sea considerado continuo, éstos no deberán recibirse distanciados en intervalos grandes de tiempo y deben existir motivos para pensar que se han obtenido bajo las mismas condiciones.

Volviendo a ISO 2859 y a una inspección lote a lote, a éstos se les imponen fundamentalmente dos características básicas: por un lado que sean homogéneos y, por otro, que tengan un tamaño adecuado, dado que las muestras a tomar en lotes grandes son, porcentualmente, más pequeñas que para lotes de menor tamaño. Cada lote estará formado por unidades de producto, siendo primero necesario definir cuál será la unidad de producto considerada. Así, una unidad de producto puede ser un dato geográfico por sí solo, un subconjunto de datos de una base de datos geográfica (p.e. correspondientes a un tema o a un área determinada), etc.

La inspección del lote se podrá realizar atendiendo al número de unidades no conformes o al número de no conformidades. En el primer caso, cada unidad se clasifica únicamente como correcta o defectuosa, mientras en el segundo se contabilizan los defectos tal que cada unidad puede contener más de uno.

Dado que cada lote presentará un número de defectuosos (o defectos) distinto y que, por lo general, se pueden recibir numerosos lotes de un mismo suministrador, se puede definir el Nivel de Calidad Aceptable (*NCA*) de un producto como el máximo número de defectuosos que admite el cliente como promedio de los porcentajes de defectuosos que aparecen en los lotes. Esto supone una cierta calidad media de los lotes, por lo que se pueden aceptar lotes con porcentajes superiores al valor estipulado siempre y cuando se compensen con otros de menor porcentaje de defectuosos. Como es lógico pensar, el proveedor tendrá que producir con un nivel de defectos menor o, a lo sumo, igual al *NCA* para que sus lotes sean aceptados con alta probabilidad. A modo de ejemplo, la Tabla 8.8 presenta diversos aspectos relativos a las exactitudes temática y lógica y los *NCA* que se podrían establecer sobre los mismos. Como se puede observar, para un mismo producto, los niveles de calidad deseables pueden ser distintos para cada tipología de elemento según la importancia que tengan para ese producto. Hay elementos cuya calidad podrá chequearse mediante una inspección al 100%, que son aquellos con posibilidad de

automatización. Cuando la evaluación deba hacerse por métodos manuales se utilizan técnicas de muestreo estadístico dado el coste que tendría una inspección al 100%.

Tabla 8.8.- Ejemplos de posibles controles, muestras de control y NCA			
Prueba	Comprobación	Tamaño muestra	NCA
<b>Atributos</b>			
1	Los identificadores únicos (ID) son válidos y están en el rango asignado	Población	Sin error
2	Todos los elementos tienen punteros a los datos de calidad (PDC) válidos	Población	2%
3	Todos los atributos distintos de los IDs e PDCs son válidos y están dentro del rango asignado según el diccionario de datos	Población	2%
4	Los elementos tienen asignados códigos correctos	Muestra	1%
5	Los cursos de agua tienen el nombre correcto	Muestra	5%
6	Las carreteras tienen la matrícula correcta	Muestra	5%
7	Las poblaciones tienen el nombre correcto	Muestra	1%
<b>Consistencia</b>			
8	Los nombres de los ficheros de exportación son correctos	Población	Sin error
9	Los nombres de las tablas son correctos	Población	Sin error
10	Los elementos lineales poseen más de dos coordenadas	Población	Sin error
11	Los elementos lineales tienen más de 10m de longitud	Población	5%
12	No existen seudonodos	Población	2%
13	No hay undershoots	Muestra	0.5%
14	No hay overshoots	Muestra	1%
15	Ficheros distintos de zonas geográficas contiguas mantienen la continuidad de las líneas	Muestra	5%

Dado que el *NCA* es un valor promedio, para la protección respecto a porcentajes de defectuosos elevados, se establece el concepto de calidad límite *CL*. La calidad límite se considera como el porcentaje máximo de defectuosos (o defectos) que se puede admitir en un lote aislado, de tal manera que no se admitan lotes con calidad inferior a este umbral.

La Norma ISO 2859-1 se basa en el concepto de *NCA* mientras la Norma ISO 2859-2 lo hace sobre el concepto de *CL*. La primera es la que tiene un uso más extendido. Además, aunque un cliente reciba un lote aislado y lo inspeccione mediante la *CL*, siempre es útil para el proveedor inspeccionar su producción bajo la perspectiva del *NCA*. El *NCA* se establece mediante acuerdo entre el proveedor y el cliente, basándose en consideraciones económicas.

Otra diferencia fundamental con la anterior es que mientras que el *NCA* proporciona una guía para el productor, y de paso al cliente, acerca del nivel de calidad que necesita para que su producción sea aceptada, la *CL* no suele proporcionar una guía fiable para el consumidor acerca de la verdadera calidad de los lotes aceptados. Esto obliga a que la calidad límite sea elegida de forma realista, siendo como mínimo tres veces la calidad deseada.

Otra diferencia radica en el nivel de inspección. En el caso de ISO 2859-1 el incremento del tamaño de la muestra se corresponde con una mayor protección para el consumidor. En el caso de ISO 2859-2 la protección se mantiene aproximadamente constante y el efecto de incrementar su tamaño es para permitir al suministrador una mayor amplitud en la medida del proceso.

Las normas distinguen tres opciones de severidad en la inspección: normal, rigurosa y reducida. La inspección normal tiene un criterio de aceptación que asegura al fabricante una alta probabilidad de aceptación cuando la calidad media de su proceso es mejor que el *NCA*. La inspección rigurosa tiene un criterio de aceptación más riguroso (mismo tamaño de muestra pero *Ac* más bajo) y se utiliza cuando se tienen indicios de que la media del proceso es peor que el



NCA. La reducida propone un tamaño muestral más reducido para un criterio de aceptación comparable al de la inspección normal y se utiliza cuando se tienen indicios de que la media del proceso es mejor que el NCA, sabiendo que la capacidad de discriminación será más reducida que en la inspección normal. Durante la inspección de una serie de lotes, la norma indica cuáles son los criterios de paso entre estas opciones según se recoge en la Tabla 8.9. Aquí se tiene en cuenta el comportamiento de los lotes anteriores, por lo que realmente se trabaja sobre una serie temporal o proceso en flujo al que se le aplican dichas reglas y un sistema de “puntos”.

de	A	Criterio
Reducida	Normal	1 lote no es aceptado, la producción es irregular, u otras condiciones que justifiquen el cambio
Normal	Rigurosa	2 de 5 o menos lotes consecutivos no son aceptados
Rigurosa	Normal	5 lotes consecutivos son aceptados
Normal	Reducida (1)	La producción está en régimen uniforme. Es aprobado por la autoridad responsable. La puntuación de cambio es al menos 30. Se establece en 0 al comienzo de la inspección normal, actualizándose en el muestreo simple: - Añadiendo 3 si el lote es aceptado con un número de aceptación de 2 ó más. En caso contrario se restablece a cero. - Añadiendo 2 si el lote es aceptado con un número de aceptación de 0 ó 1. En caso contrario se restablece a cero.
Nota: 1) También es necesario que la producción esté en régimen uniforme y que la inspección reducida sea considerada deseable por la autoridad responsable		

Además, se distinguen diferentes niveles de inspección que fijan la cantidad relativa de la inspección, es decir, el tamaño de la muestra respecto al lote. Existen tres niveles para uso general (niveles I, II y III) y tres niveles especiales (niveles S-1, S-2, S-3 y S-4). El nivel II es el que debe utilizarse a menos que se indique otro expresamente. Si se necesita una mayor protección contra el riesgo de aceptar lotes malos, se utiliza el nivel III. Si puede admitirse un mayor riesgo para el cliente, se puede utilizar el nivel I o alguno de los niveles especiales. Éstos últimos se emplean fundamentalmente para inspecciones costosas. A modo de ejemplo y para ver qué significan cuantitativamente estos niveles, la Tabla 8.10 permite comparar los tamaños muestrales sugeridos por los distintos niveles de inspección para la inspección normal de un lote de 1000 unidades. Como se observar el tamaño muestral sugerido va entre el 0.5% y el 12.5%, lo que supone una relación de tamaños de 25. El nivel es establecido por la autoridad responsable según la discriminación deseada y debe mantenerse inamovible cuando se cambia entre inspección normal, rigurosa y reducida.

Nivel de inspección	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
Tamaño muestral	5	5	13	20	32	80	125

El uso de la norma se realiza mediante tablas. En el caso del muestreo simple se utilizan cuatro, una primera tabla (Tabla 8.11) que, en función de los niveles de inspección y del tamaño del lote da una letra-código de entrada a una de las otras tres tablas, según se trate de inspección normal (Tabla 8.12), rigurosa o reducida. En éstas tres últimas, y con el código anterior, se obtienen el tamaño de la muestra y los valores de los números de aceptación y de rechazo para cada NCA.

**Tabla 8.11.- Códigos de tamaño de muestra (ISO 2859-1)**

Tamaño	Niveles de inspección especiales				Niveles de inspección generales		
	S1	S2	S3	S4	I	II	III
2	8	A	A	A	A	A	B
9	15	A	A	A	A	B	C
16	25	A	A	B	B	C	D
26	50	A	B	B	C	D	E
51	90	B	B	C	C	E	F
91	150	B	B	C	D	F	G
151	280	B	C	D	E	G	H
281	500	B	C	D	E	F	J
501	1200	C	C	E	F	G	K
1201	3200	C	D	E	G	H	L
3201	10000	C	D	F	G	J	M
10001	35000	C	D	F	H	K	N
35001	150000	D	E	G	J	L	P
150001	500000	D	E	G	J	M	Q
más de	500001	D	E	E	J	N	R

**Tabla 8.12.- Plan de muestreo simple para inspección normal (ISO 2859-1)**

Código	Tamaño muestra	Niveles de calidad aceptable (NCA)																				
		0,15		0,25		0,4		0,65		1,0		1,5		2,5		4,0		6,5		10		
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	
A	2	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1			↓		
B	3	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1		↑		↓	
C	5	↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1		↑		↓		1	2
D	8	↓		↓		↓		↓		↓		0	1		↑		↓		1	2	2	3
E	13	↓		↓		↓		↓		0	1		↑		↓		1	2	2	3	3	4
F	20	↓		↓		↓		0	1		↑		↓		1	2	2	3	3	4	5	6
G	32	↓		↓		0	1		↑		↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8
H	50	↓		0	1		↑		↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11
J	80	0	1		↑		↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15
K	125		↑		↓	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	
L	200		↓	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22		↑	
M	315	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22			↑		
N	500	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	2		↑		↑		↑	
P	800	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22		↑		↑		↑		↑	
Q	1250	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22		↑		↑		↑		↑		↑	
R	2000	7	8	10	11	14	15	21	22		↑		↑		↑		↑		↑		↑	

↓ = Utilizar el primer plan de muestreo situado debajo de las flechas. Si el tamaño de la muestra es igual o superior al tamaño del lote, efectuar una inspección al 100%.

↑ = Utilizar el primer plan de muestreo situado encima de las flechas.

Ac = Número de aceptación.

Re = Número de rechazo.

A modo de ejemplo, si se recibe un lote de 1000 unidades en una inspección normal de nivel II y el NCA deseado es de 1.0, la Tabla 11 indica una letra código J. Si se observa ahora la Tabla 8.12, la fila de la letra código J indica que la muestra ha de ser de  $n=80$  unidades, y bajo la columna de  $NCA=1.0$  se indica que el número de aceptación es 2 y el de rechazo 3. Es decir, al extraer de un lote 80 elementos de manera aleatoria y someterlos al análisis correspondiente (p.e. revisión de un atributo dado), para considerar que se satisface el nivel de calidad indicado podrán aparecer, como máximo, hasta 2 errores (valor de aceptación). Si se encuentran 3 errores o más el lote sería rechazado para el nivel de calidad establecido, en este caso se procederá como se haya convenido respecto al suministrador.

Cuando los productos tienen una calidad muy marcada (buena o mala) puede interesar aplicar un muestreo múltiple, siendo el caso más elemental el muestreo doble. En estos casos se establece un tamaño de muestra  $n_1$  sobre el que se decide la aceptación/rechazo o la ejecución de la

segunda fase del muestreo. Si no existe evidencia clara de aceptación/rechazo se toma una segunda muestra de tamaño  $n_2$ , sobre la que se toma la decisión final de aceptación/rechazo. La ventaja de este tipo de muestreos se da cuando con  $n_1$  se logra tomar una decisión de aceptación/rechazo. La norma contiene las tablas correspondientes en caso de querer establecer planes de muestreo dobles o múltiples.

Finalmente, comentar que la norma contiene todas las curvas operativas correspondientes a todos los planes de muestreo que incluye. Las curvas se encuentran tabuladas y ordenadas según la letra código de tamaño de muestra. De esta forma es posible saber las probabilidades de aceptación de cualquier plan de inspección.

### Inspección por variables

La inspección por variables permite obtener una información más completa respecto a la característica de calidad que se inspecciona. Esta característica debe expresarse mediante un valor numérico y, además, debe existir un buen fundamento de que la distribución de las medidas sigue una función de distribución Normal (gausiana) o muy próxima a la Normal. Cada característica se controla por separado, fijando unos límites de tolerancia y utilizando un plan de muestreo para cada una de ellas.

Puede establecerse un límite único en la especificación (p.e. error máximo o valor mínimo para el caso de un límite superior e inferior, respectivamente) o una especificación doble (límite superior e inferior de manera independiente o conjunta). Por ejemplo, para el tamaño de las hojas de papel utilizadas en la impresión de un mapa podría establecerse un límite doble para cada lado (serían dos características a inspeccionar), siendo conforme toda hoja cuyo lado mayor midiese  $Ancho_{Nominal} \pm 0.1mm$ , y el lado menor  $Alto_{Nominal} \pm 0.1mm$ . Para el error posicional de un dato puntual de una BDG podría establecerse un límite único de forma que no fuera conforme si el error es superior a 2.5 m.

La norma ISO 3951 establece los planes y reglas de muestreo para la inspección por variables en lotes continuos, siendo complementaria de la norma ISO 2859, con la que mantiene una filosofía, reglas y vocabulario comunes, mostrando numerosas semejanzas:

- ↪ Utiliza también el concepto de *NCA*, y los valores recomendados son los mismos.
- ↪ Distingue inspección normal, rigurosa y reducida, con criterios para el cambio casi idénticos.
- ↪ Ambas consideran niveles de inspección especiales y generales, aunque ISO 3951 sólo contempla dos niveles especiales (S-3 y S-4).
- ↪ La operativa de manejo de la norma es similar, el tamaño del lote y el nivel de inspección determinan una letra código. Con la letra y el *NCA*, las tablas ofrecen el tamaño de la muestra y el criterio de aceptabilidad.

En cuanto a la diferencia entre ambas normas, se pueden destacar las siguientes:

- ↪ En la inspección por variables la aceptabilidad está basada en estimaciones de tendencia central y variabilidad de la distribución de medidas en el lote, en relación con los límites de especificación, mientras en la inspección por atributos queda determinada por el número de unidades defectuosas.

- ↪ En ISO 2859 no existen exigencias relativas a la distribución normal, mientras en ISO 3951 sí.
- ↪ En ISO 3951 el tamaño de la muestra para la misma letra código es generalmente más pequeño.
- ↪ No se contemplan muestreos dobles o múltiples.

ISO 3951 distingue dos métodos fundamentales de muestreo, denominados método “ $\sigma$ ”, y método “ $s$ ”. El método “ $\sigma$ ” es el más económico al requerir un menor tamaño de muestra, pero debe determinarse primero el valor de  $\sigma$ . La norma recomienda comenzar por el método “ $s$ ”. No obstante, si la desviación típica es estable y conocida, se puede aplicar el método “ $\sigma$ ”, aceptando que  $\sigma$  es igual a la media cuadrática de los valores de  $s$ .

Tanto el método “ $s$ ” como el “ $\sigma$ ” tienen un funcionamiento similar, utilizando una primera tabla que ofrece la letra código en función del nivel de inspección (si no se indica lo contrario, se usará el nivel general II) y el tamaño del lote. A continuación, con la letra código y el *NCA* se utiliza una segunda tabla (existiendo una para la inspección normal, otra para la rigurosa y otra para la reducida) en la que se determina el tamaño de la muestra y la constante de aceptabilidad  $k$ . Seguidamente, se toma la muestra al azar y se mide la característica en cada elemento para calcular la media muestral  $x$  y, en el caso del método “ $s$ ”, la desviación típica muestral  $s$ .

Para decidir sobre la aceptabilidad del lote, primero hay que observar si la media  $x$  se encuentra fuera del límite de especificación, en cuyo caso se rechaza el lote directamente. Después hay que observar si el límite de especificación es único, doble separado (se especifica un *NCA* para cada límite) o doble combinado (se especifica un único *NCA* aplicable a cualquiera de los dos límites). En el método “ $s$ ”, para un límite único o doble separado se rechazará el lote según el límite inferior  $L_i$  si:  $Q_i = (L_i - x) / s < k_i$ , y se rechazará según el límite superior  $L_s$  si:  $Q_s = (L_s - x) / s < k_s$ . En el método “ $\sigma$ ” se utilizan las mismas expresiones pero utilizando el valor de  $\sigma$  donde aparece  $s$ . En el método doble combinado la norma sugiere un método gráfico.

## 8.6.- Conclusiones

Dentro de la familia ISO 19100 sobre IG se dispone de un conjunto de tres normas (ISO 19113, 19114 y 19138) relativas a la calidad. Éstas se centran en aspectos complementarios y relativos a: 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.

Se trata de tres normas abstractas, generales, que dejan algunos aspectos de la información geográfica sin tratar, por ejemplo: calidad aspectual de las imágenes, evaluación del grado de interoperabilidad entre conjuntos de datos, etc.; pero que permiten que cada cual las amplíe según sus necesidades. Esto es una gran ventaja, pero indudablemente se debería haber realizado un mayor esfuerzo normativo para incluir desde el principio un marco común lo más amplio posible.

Desde el punto de vista formal son tres documentos con una estructura similar. Todas ellas incluyen anexos de gran interés práctico para el auto aprendizaje y mejor comprensión de los

conceptos y propósitos de cada una de la normas. La aplicación de cada una de ellas tiene sentido pleno dentro de la familia pero sus conceptos pueden ser aprovechados para usos fuera de la misma.

Respecto a los contenidos de cada una de ellas, algunos aspectos pueden ser bastante criticables. Así, la norma ISO 19113 divide la componente posicional en absoluta, relativa y en aquella de los datos en malla. En primer lugar, parecería lógico pensar que el modelo de datos no debería afectar a la clasificación de los subelementos y por otro, que para los datos en malla son relevantes tanto el aspecto absoluto como relativo. Igualmente, esta norma refiere algunos aspectos de la metacalidad sin mencionarla abiertamente, y sin definir el concepto. ISO 19114 incluye un anexo que trata someramente el informe de la evaluación de la calidad pero sin definir una estructura conceptual, lo que resulta en que este aspecto de la norma quede, en cierta forma, desdeñado. En ISO 19138 se encuentran algunas contradicciones internas entre las definiciones y ejemplos, etc.

Las tres normas pueden interactuar entre ellas y, a su vez, con el resto de la familia, especialmente con ISO 19115 de la que presentan alguna dependencia. Sin embargo, es aquí donde existen las mayores disfunciones debidas a problemas de coherencia ocasionados por lagunas, repeticiones de ítems, cambios en la denominación de los mismos conceptos, cambios en las estructuras relativas a los mismos objetos, etc. Lo que incluso ha ocasionado algunas propuestas de modificación y reunificación entre algunas de ellas, si bien el ISO/TC 211 las ha desestimado.

Dado que las normas son muy generales, normalizan modelos, conceptos y métodos, 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. En esta línea, existe una relación directa con otras normas ISO dedicadas a la evaluación de la calidad, como son ISO 2859 e ISO 3951, cuya descripción también se ha realizado en este capítulo. El concepto de Nivel de Calidad Aceptable desarrollado en estas normas es de plena aplicación al ámbito geomático, así como los métodos de evaluación por técnicas de muestreo. Se trata de un conjunto de normas de gran solidez, ampliamente utilizadas por la industria desde hace décadas y que permiten definir niveles de calidad y procesos de evaluación normalizados.

Respecto a las normas ISO 19113, 19114, 19138 no existe una gran experiencia en su aplicación práctica, aunque las instituciones cartográficas más punteras llevan utilizando los conceptos base de las mismas desde hace años. En la actualidad hay un claro interés creciente en los aspectos de la calidad de la IG, lo que está favoreciendo que cada vez sean más los que las aplican. Se puede afirmar que la aplicación de las normas no es compleja, la mayor problemática estriba en el estado tecnológico de las organizaciones que deseen aplicarlas con respecto a la gestión que hacen de la calidad sus productos. De las tres normas la que puede suponer un mayor esfuerzo de aplicación es la ISO 19113 dado que supone decidir qué es relevante para la calidad. Esto conlleva conocer muy bien el producto y sus usos. Lo “relevante” debe estar directamente ligado a la voz del cliente (Ariza, 2006), orientando de esta forma la producción y los procesos propios de la calidad (niveles de calidad, medidas y evaluación). En esta línea la norma ISO 19113 está muy relacionada con la ISO 19131 dedicada a las especificaciones del producto. La norma ISO 19114 es un documento cuyo principal valor es llevar al ámbito de la información geográfica los pasos que definen el proceso para realizar una evaluación de la calidad; en este sentido es una norma que puede considerarse deudora de otras normas ISO, de hecho, la aplicación práctica de ISO 19114 viene de normas como ISO 2859 e ISO 3159. Por su parte ISO 19138 es bastante elemental por cuanto sólo establece un conjunto de medidas base y el método de extender la definición de las mismas a otras que se consideren necesarias.

Por otro lado, existe cierta disfuncionalidad en la transición que se está produciendo desde el paradigma SIG, centrado en los datos, hacia el paradigma IDE, centrado en los servicios, y un conjunto de normas orientado exclusivamente en la calidad de datos. Esta transición se evidencia en la familia de normas ISO 19000, que incluye parte de normas centradas en los datos (de ISO 19017 a 19115), y parte centradas en los servicios (ISO 19116, 19119, 19128, 19132 a 19134). Pendiente queda la elaboración de normativa para describir adecuadamente la calidad de los servicios.

De cualquier forma, a pesar de los problemas apuntados, conviene entender que las normas analizadas son de gran importancia y que marcan el discurrir inmediato de la calidad en el ámbito 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, experiencia que no debe ser rechazada de ningún modo. Finalmente indicar que todos estos elementos deberían inscribirse y desarrollarse dentro de un Sistema de Gestión de la Calidad (p.e. ISO 9000, que se trata en el capítulo 9), pues la adopción aislada de un grupo de normas tiene unas bondades muy claras pero a la vez muy limitadas. Son los Sistemas de Gestión de la Calidad los que, a partir del compromiso de la alta dirección y mediante el establecimiento de estrategias, políticas, planes y objetivos permiten desplegar todos los recursos necesarios, no ya para alcanzar unos niveles de calidad determinados, sino para lograr una mejora continua en toda la organización.

Jordi Escriu Paradell (Instituto Cartográfico de Cataluña)  
José Luis Lucas Martínez (Instituto Geográfico Nacional)  
Dolors Barrot Feixat (Instituto Cartográfico de Cataluña)

## CAPÍTULO 9

# Normas para la gestión de la calidad (ISO 9000)

### 9.1.- Introducción

La familia de normas ISO 9000 ha supuesto la institución, a nivel mundial, de una cultura de la calidad, utilizando un lenguaje común y facilitando un modelo de sistema de calidad aplicable a las distintas actividades y tipologías de empresa. Este conjunto de normas proporciona una de las vías más extendidas para implantar un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) en la empresa moderna, al orientar su actividad hacia la mejora continua y la satisfacción del cliente, aspectos que hoy en día resultan clave a la hora de administrar de forma adecuada la oferta de productos y servicios a los usuarios.

El cumplimiento de dichas normas y su certificación ya no supone un hecho diferencial positivo para las empresas; sin embargo, la situación contraria sí constituye un hecho diferencial, en este caso, negativo.

Las normas ISO 9000 son una herramienta para la puesta en marcha y el funcionamiento eficaz de sistemas de gestión de la calidad en las organizaciones. La serie la constituyen unas normas básicas respaldadas por directrices (*Guidelines*) o informes técnicos (*technical reports TR*). Entre esas normas se establecen relaciones de inclusión que se tratan de expresar gráficamente en la Figura 9.1.

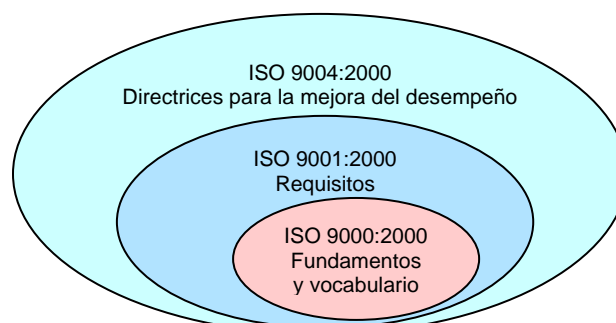


Figura 9.1.- Familia de normas ISO 9000 y relación entre ellas

Bajo esta orientación común, cada una de las normas persigue alcanzar objetivos diferentes que conviene puntualizar:

- ISO 9000:2000 – Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario: Describe los fundamentos de la calidad según esta familia de normas y su propósito consiste en establecer una terminología específica de utilización en dicho ámbito, tanto en ISO 9001 como en ISO 9004. Adicionalmente, define una serie de principios básicos a impulsar desde la dirección de una organización que pretenda conseguir una mejora continua de su desempeño. Estos principios son conocidos como Principios de gestión de la calidad.
- ISO 9001:2000 – Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos. Este documento establece los requisitos mínimos que debe cumplir un sistema de gestión de la calidad según ISO 9000. Los objetivos fundamentales son la mejora continua en la organización y el incremento de la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos, los reglamentarios que sean de aplicación al producto y/o a la organización y aquellos que esta última fije en su planificación. La norma se utiliza para obtener la certificación, para cumplir condiciones contractuales que requieran su cumplimiento o como referente para implantar un sistema de gestión de la calidad. Esta norma es la única que puede ser objeto de certificación.
- ISO 9004:2000 – Sistemas de gestión de la calidad – Directrices para la mejora del desempeño. Proporciona las directrices que deben ser puestas en marcha en una organización que aspire a realizar su actividad con eficacia y eficiencia mediante la aplicación de un sistema de gestión de la calidad, más allá de los requisitos que establece ISO 9001. El objetivo fundamental de esta norma es la mejora del desempeño de la organización, al mismo tiempo que aumentar la satisfacción del cliente y la de otras partes interesadas (empleados, gerentes, accionistas, proveedores, etc.). En este caso, la norma no está enfocada a la certificación ni al cumplimiento de objetivos contractuales, sino que pretende ser una guía más amplia para orientar las empresas hacia la calidad.
- Directrices e informes técnicos: ISO 100xx y modificaciones sucesivas. En estas normas se recogen pautas o criterios sobre aspectos concretos de las normas básicas como las auditorías, técnicas estadísticas, gestión de la documentación etc.

Se trata pues de una familia de normas internacionales de gran importancia y con estrecha relación con otros conjuntos de normas, también de gestión de sistemas (p.e. ISO 14000), así como de la evaluación de la calidad (p.e. series ISO 2859 y 3951). Si bien es cierto que quizás estas normas están más enfocadas a entornos productivos puramente industriales, en que los procesos deben seguir instrucciones específicas, las normas ISO 9000 deben aplicarse de forma lo suficientemente flexible como para adaptarse a la realidad de cualquier organización y clase de producto.

A diferencia del caso de la producción en serie, la IG, como producto, debe tener en cuenta la realidad del territorio y los procedimientos disponibles que se utilizan en su captura. La heterogeneidad y complejidad de los diferentes tipos de datos modelizados en el producto final se deben tener en cuenta a la hora de definir los requisitos a cumplir, adaptándolos según ciertos criterios de relajación. Por ejemplo, la exactitud posicional vertical de un conjunto de datos obtenidos mediante procedimientos fotogramétricos, puede diferir entre una zona de terreno desnudo y una zona dotada de una espesa cubierta boscosa, y ello debe quedar reflejado en los requisitos que satisface dicho producto. De forma análoga, no sería lógico esperar la misma



compleción para las edificaciones que para los manantiales naturales, a menos que se realice una minuciosa y costosa revisión en campo.

Así mismo, aunque en la producción cartográfica ya se definen una serie de procesos productivos, la gestión y el control de los mismos puede ser una ventaja, por ejemplo, para implantar de forma progresiva los estándares internacionales sobre IG, por ejemplo para la generación de metadatos según ISO 19115.

En este capítulo se pretende esbozar, en líneas generales, la filosofía y el contenido de la familia ISO 9000, así como analizar las ventajas y los inconvenientes de su aplicación en el ámbito de la IG, siempre complejo y en constante dinamismo.

## 9.2.- Bases de los Sistemas de Gestión de la Calidad

En ISO 9000 se presenta la organización como un complejo sistema socio-técnico en el que la optimización atiende no sólo a los resultados del sistema productivo sino al aprovechamiento de los recursos, en especial, los humanos para lograr una mayor flexibilidad. Dos fundamentos base de esta filosofía son: Los ciclos de mejora y el enfoque basado en procesos.

A continuación se exponen estos principios dado que resultan muy aclaratorios en cuanto a las bases de la filosofía en la que se sustentan las normas ISO 9000.

### El ciclo de Deming (ciclo PDCA)

Este modelo, desarrollado por W. Edwards Deming, se popularizó durante la segunda mitad del siglo XX y es utilizado extensamente en los ámbitos de la gestión y la calidad. Trata de establecer en la organización una metodología de trabajo encaminada a la mejora continua.

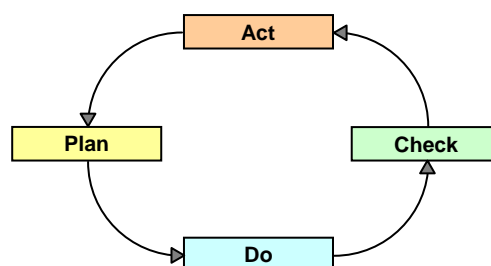


Figura 9.2.- El ciclo de Deming o PDCA.

Está formado por un bucle cerrado constituido por el conjunto de cuatro grupos de acciones, cada uno de ellos con una tipología común (Figura 9.2). A continuación, describiremos cada uno de estos grupos.

Desde la dirección de la organización comienza la definición del problema y el análisis de datos, se marca una política junto con una serie de directrices, metodologías, procesos de trabajo y objetivos que se desean alcanzar en un periodo determinado, incluyendo la asignación de recursos. Se trata de las actividades relacionadas con el liderazgo empresarial. Se engloban bajo el término “Planificar” (“Plan”, en inglés), que constituye el primero de los grupos anteriormente citados.

Teniendo en cuenta las directrices incluidas en la planificación, la organización efectúa una serie de actividades encaminadas a la obtención de los productos que proporciona a sus clientes, es decir, la producción en sí misma. En estos procesos, englobados bajo el término “Desarrollar” (“Do”), se deben tener en cuenta todos los requisitos del cliente, de forma que el producto obtenido se ajuste lo más posible a sus expectativas. De ello dependerá el grado de satisfacción del cliente.

Finalizado el conjunto de procesos productivos estamos en condiciones de evaluar su eficacia y eficiencia de forma analítica, realizando el seguimiento y control de una serie de parámetros medidos previamente y que son indicativos de su funcionamiento. Se trata de “Comprobar” (“Check”) objetivamente los resultados obtenidos por la organización mediante el análisis de sus procesos, comparándolos con los resultados esperados definidos en los requisitos, la política y los objetivos de la organización, para verificar si se han producido las mejoras esperadas, averiguar las causas de las desviaciones y plantear posibles mejoras.

En función de los resultados obtenidos en el grupo anterior, la dirección marca una serie de nuevas acciones para corregir los aspectos a mejorar con respecto a los procesos de la organización. En consecuencia, se tiene que “Actuar” (“Act”) para estandarizar las soluciones, mejorar la actividad global de la empresa y en concreto la satisfacción del cliente.

Para finalizar y cerrar el modelo, la dirección, haciendo un análisis global del ciclo completo, vuelve a planificar una serie de objetivos aplicables a la siguiente iteración del bucle.

### Enfoque basado en procesos

La actividad global de una organización es compleja y para facilitar su gestión se puede descomponer en una serie de actividades individuales relacionadas entre sí. Cada una de ellas, denominada proceso, transforma unos elementos de entrada en productos o elementos de salida, cumpliendo ciertos condicionantes, requisitos y normas, y consumiendo una serie de recursos disponibles (Figura 9.3.- ).

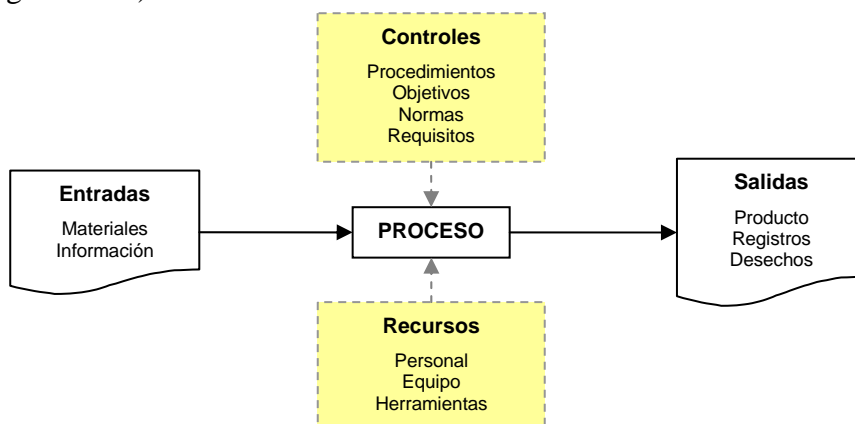


Figura 9.3.- Esquema de un proceso

La ventaja principal de una modelización de este tipo es que permite controlar de forma continua y más precisa los procesos y su interacción. Ello facilita la comprobación de que los procesos o actividades individuales se están llevando a cabo según los requisitos definidos, midiendo su eficacia y eficiencia mediante indicadores y posibilitando la mejora continua.

### **9.3.- ISO 9000: Fundamentos y vocabulario**

La norma ISO 9000, además de fijar una terminología, plantea los aspectos esenciales y el enfoque en que debe basarse un sistema de gestión de la calidad según este conjunto de normas. Por tanto, su consulta o lectura resulta muy apropiada y aconsejable si se tiene interés en impulsar un sistema de estas características.

A continuación se muestra una selección de los términos imprescindibles para establecer la base de las normas ISO 9000, junto con algunas aclaraciones a los mismos:

- Requisito: Necesidad o expectativa establecida, en general implícita u obligatoria.
- Cliente: Organización o persona que recibe un producto.
- Calidad: Grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

De acuerdo con estas definiciones, debe entenderse que un determinado producto no es de inferior calidad porque, por ejemplo, su exactitud sea menor o su compleción no sea total. Todo depende de las expectativas del cliente, o de las condiciones para su uso. En este sentido, resulta de vital importancia proporcionar unas especificaciones técnicas del producto, de las que se pueda derivar la capacidad del mismo para servir en determinadas aplicaciones.

- Sistema, Gestión de la calidad, Sistema de gestión de la calidad: Estos tres conceptos son definidos de forma enlazada en la norma ISO 9000. Aquí se presenta la definición integrada del tercer concepto (Sistema de gestión de la calidad), teniendo en cuenta las definiciones de los conceptos precedentes: “Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan, para establecer una política, unos objetivos y lograr dichos objetivos, diseñado para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad”.
- Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
- Eficacia: Extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los objetivos planificados. El concepto “Extensión” debemos entenderlo como “Situación” o “Contexto”. Explicado más llanamente, se trata de lograr los objetivos que la organización se había propuesto, mediante la realización de las actividades previstas o planificadas.
- Eficiencia: Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados. Cuantos menos recursos consume, más eficiente será un determinado proceso. Los procesos incluidos en el ámbito de sSGC deben proporcionar medidas para determinar en que grado se han alcanzado las metas propuestas y valorar de forma objetiva los recursos consumidos. En otras palabras, el sistema debe proporcionar información objetiva sobre la eficacia y eficiencia de los procesos.
- Mejora continua: Actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos. El hecho de mejorar en el tiempo es un requisito indispensable, lo cual constituye un reto constante. La organización se compromete a analizar periódicamente los datos que proporciona el sistema de gestión de la calidad y definir nuevos objetivos.

Una vez expuestos estos conceptos básicos también resulta imprescindible conocer los principios de gestión de la calidad que propone esta norma. Estos principios son a modo de orientaciones

para lograr el éxito. Para que una organización alcance el éxito es necesario tener en consideración las expectativas de las distintas partes interesadas. Por ello resulta fundamental controlar y gestionar sus actividades en diversos aspectos, siendo la calidad uno de los más importantes.

En este sentido, la norma ISO 9000 distingue ocho principios que resultan clave a la hora de orientar a los directivos de las organizaciones en la implantación de un sistema de gestión de la calidad y conseguir una mejora continua de su desempeño. Dichos principios, que se ilustran en la Figura 9.4.-, son la base de las normas de la familia ISO 9000 e integran el ciclo de la calidad:

- Enfoque al cliente: Orientar la actividad de la organización a las necesidades y requisitos del cliente, tanto las presentes como las futuras. Se trata de satisfacer e intentar superar sus expectativas.  
Para los organismos cartográficos públicos, encargados de publicar y editar IG oficial, es conveniente tener presente que el cliente es el ciudadano o usuario. Un conjunto muy indefinido, que puede albergar un grupo de expectativas muy amplio y, por tanto, difícil de concretar. Así mismo, resulta difícil satisfacer de forma simultánea los intereses de todos los individuos que forman parte del citado conjunto.
- Enfoque basado en procesos: Los resultados esperados se logran de forma más fácil, eficaz y eficiente al gestionar las actividades y los recursos de la organización como un conjunto interrelacionado de procesos.  
Como ya se ha mencionado anteriormente, este enfoque puede ayudar en la generación de metadatos ISO 19115 aprovechando la información utilizada y registrada en la gestión de los procesos.
- Mejora continua: La mejora en el desempeño de una organización ha de constituir un objetivo permanente de la misma.  
En el campo de la IG la mejora continua no solo se debe entender como una constante adaptación de los procesos de producción para aumentar la calidad del producto. En una disciplina fuertemente influenciada por el ritmo acelerado del desarrollo tecnológico resulta esencial un aspecto como la innovación, tanto en productos como en procesos, obliga a dotarse de mecanismos de adaptación y aprendizaje interno para adaptarse a un entorno tan cambiante. Hace unos años la distribución de IG digital en un soporte físico tipo CD era suficiente, actualmente el medio más adecuado es la distribución en línea o su acceso a través de internet
- Relaciones con el proveedor: La consideración de los proveedores como un elemento más del sistema de gestión de la calidad crea relaciones de interdependencia entre una organización y sus proveedores que, si se gestiona adecuadamente, resulta beneficiosa para ambas partes.

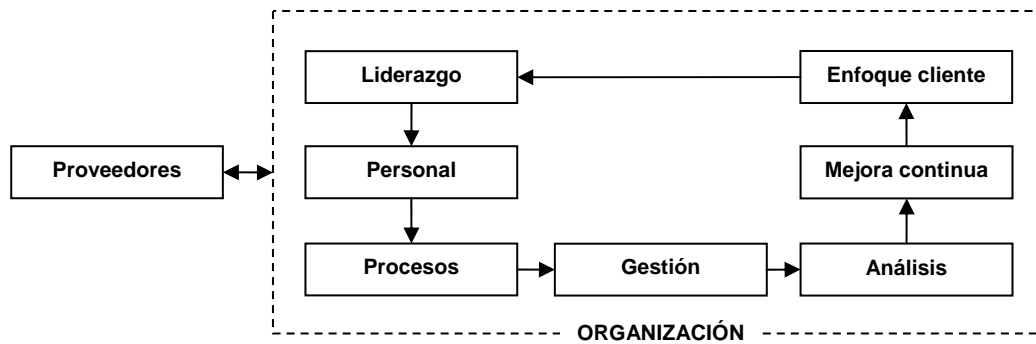


Figura 9.4.- Los principios de gestión en el ciclo de la calidad

### 9.4.- ISO 9001: Requisitos

Fijada la terminología de referencia y los principios básicos sobre los que construir el SGC, la norma ISO 9001 concreta los requisitos que debe cumplir una organización que aspira o desea mantener una certificación según ISO 9001.

Como se puede observar en el gráfico que presenta la Figura 8.5, el modelo propuesto por ISO se basa fundamentalmente en el ya expuesto ciclo de Deming, adaptado al contenido y puntos de la norma ISO 9001 e ISO 9004, y orientado a los requisitos del cliente y a la evaluación de su percepción respecto al cumplimiento de estos últimos, es decir, su satisfacción.

A continuación se expone una síntesis de los requisitos siguiendo el mismo orden que en la norma.

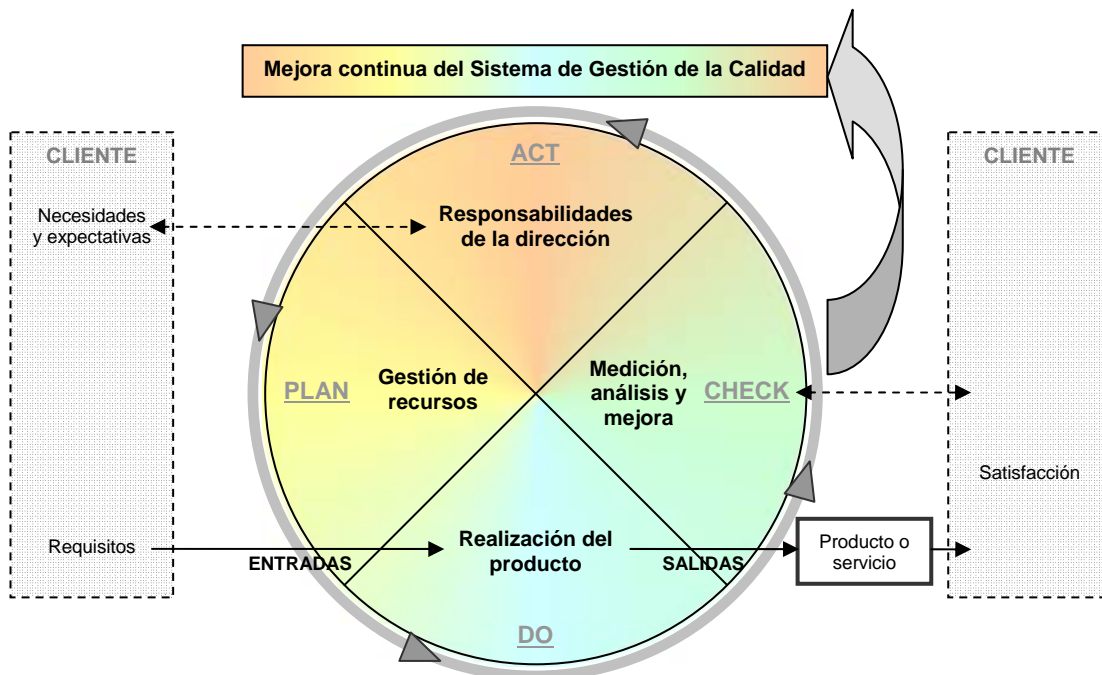


Figura 9.5.- Ciclo de mejora continua de ISO 9000

## Requisitos generales del SGC

La norma dicta que se establezca, documente, implemente y mantenga un SGC basado en la premisa de la mejora continua. Para ello la organización debe estructurar su actividad en procesos y determinar la relación y secuencia existente entre ellos, junto con los criterios para asegurar su funcionamiento eficaz. También hay que definir los mecanismos de medición necesarios para realizar su seguimiento, análisis y corrección.

Respecto a los requisitos de la documentación, el sistema debe incluir una declaración de la política de calidad en la organización, los objetivos de calidad del periodo en curso, un manual de calidad que determine el alcance o ámbito al que afecta el sistema de gestión de la calidad dentro de la empresa, los procedimientos y registros o evidencias del correcto funcionamiento del sistema. La norma exige que ciertos procedimientos estén documentados, así como los que pueda establecer el propio sistema.

Esta documentación debe integrarse en un sistema documental que sea una herramienta eficaz para la administración de los procesos, es decir, debe controlarse de forma que se asegure su identificación, fácil localización y protección, y se establezcan los mecanismos de revisión, actualización, control de cambios, aprobación y verificación de su uso correcto dentro de la organización. Para lograr este control pueden ser muy útiles los *Sistemas de Gestión Documental*, aplicaciones informáticas que ayudan a realizar estas funciones más fácilmente.

## Responsabilidad de la dirección

La dirección debe mostrar y demostrar su compromiso con el desarrollo y la implantación del SGC en la organización manifestando su política de calidad, que deberá ser conocida y entendida por los trabajadores. La política debe incluir explícitamente el compromiso de la dirección con la mejora continua de la eficacia del sistema de gestión de la calidad, proporcionando el contexto para la definición y revisión de los objetivos de calidad del sistema.

La dirección también tiene la responsabilidad de planificar los objetivos a alcanzar en el ámbito del sistema, teniendo en cuenta que éstos deben tener un impacto positivo en el mismo y cumplir las siguientes condiciones: ser medibles (en el grado de su consecución) y alcanzables por la organización (ser realistas y no utópicos), que sean desarrollables (que sea posible planificar el proceso para llegar a su consecución en una serie de metas), ser representativos y específicos.

Finalmente se compromete a revisar a intervalos planificados del estado del sistema (revisiones por la dirección), para asegurar su conveniencia, adecuación y mejora.

## Gestión de los recursos

A fin de lograr el funcionamiento efectivo del sistema la dirección debe asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades planificadas y cumplir con los objetivos de calidad.

En la misma línea, la organización debe cuidar la idoneidad del personal que ocupa cada puesto de trabajo en función de su formación, habilidades y experiencia. Para ello, debe fijarse el grado de competencia adecuada a cada ocupación (descripción de los puestos de trabajo) y proporcionar al personal la formación necesaria para el desempeño de sus funciones. La formación no debe circunscribirse a la difusión de conocimientos técnicos o a la adquisición de habilidades sino que debe incluir la aprehensión e interiorización de la política de calidad de la organización.

La organización debe proveer una infraestructura y un ambiente de trabajo adecuados al logro de los requisitos del producto, incluyendo el espacio, equipos, servicios asociados y de apoyo. Un buen ejemplo sería la necesidad de proveer de una iluminación atenuada en aquellos lugares donde el personal ejerza tareas de restitución.

## **Realización del producto**

La puesta en marcha del sistema se efectúa mediante el diseño de los procesos necesarios para la realización del producto de forma que cumpla con los requisitos especificados por el cliente, los que sean indispensables para su correcto funcionamiento o uso previsto, los legales y reglamentarios de aplicación al producto, así como los adicionales impuestos por la propia organización.

La planificación de los procesos comporta la creación de los documentos necesarios para definir correctamente la producción, inspección y validación del producto, con la descripción de sus diferentes etapas, el establecimiento de los mecanismos de revisión, verificación y validación para cada una de ellas y la determinación de responsabilidades.

Deben guardarse los correspondientes registros de cada proceso, como prueba evidente de su funcionamiento y eficacia.

Las adquisiciones necesarias para el ejercicio de la actividad productiva deben ser inspeccionadas y aprobadas previa aceptación. En este sentido, es aconsejable establecer unos criterios de evaluación y selección de proveedores que sean más o menos restrictivos según el impacto sobre el producto final.

El conjunto de procesos encaminados a la obtención del producto debe estar bajo control. Ello implica la existencia y disponibilidad de instrucciones de trabajo para el personal implicado, el empleo de equipos adecuados y de dispositivos de seguimiento y medición que sean de aplicación. El producto debe identificarse a través de todo el proceso productivo, permitiendo su trazabilidad.

Aquellos procesos productivos que no puedan ser controlados mediante dispositivos de seguimiento y medición deben controlarse mediante procesos de validación adecuados.

La evidencia objetiva de la conformidad del producto y la validez de las medidas realizadas se justifica mediante la calibración de los dispositivos de seguimiento y medición, y la comprobación de que el proceso se lleva a cabo conforme a lo planificado.

## **Medición, análisis y mejora**

Las actividades de seguimiento, medición, análisis y mejora requeridas por la norma incluyen las descritas anteriormente para controlar los procesos, aquellas que prueban la conformidad del producto más todas aquellas que aporten información para controlar el propio sistema. Una de estas medidas debe ser indicativa del grado de satisfacción del cliente, lo que conlleva la planificación y diseño de una metodología concreta para conseguir dicha información. En este sentido resulta muy adecuado utilizar las nuevas tecnologías de la información, como Internet.

Se deben analizar los datos recogidos en el ámbito del SGC para obtener información acerca de la conformidad de los procesos y del producto con los requisitos del cliente, de su satisfacción,

de la relación con los proveedores y, finalmente, de las tendencias de los procesos, para detectar oportunidades de mejora y peligros potenciales, evitables mediante la aplicación de acciones preventivas.

Además, a intervalos de tiempo planificados, se llevarán a cabo auditorías internas para determinar la conformidad del sistema de gestión de la calidad respecto a las premisas planificadas, los requisitos de la norma ISO 9001 y aquellos que pueda haber establecido la propia organización.

La organización debe mejorar continuamente la eficacia del SGC mediante el empleo de las propias herramientas que éste proporciona: definición de la política y los objetivos de calidad, los resultados de las auditorías internas y externas, el análisis de los datos recogidos, las acciones correctivas y preventivas desarrolladas, su seguimiento y las revisiones por la dirección, que concluyen con los objetivos de calidad para el siguiente periodo.

### **9.5.- ISO 9004: Directrices para la mejora del desempeño**

Podemos considerar la norma ISO 9004 como una extensión de la norma ISO 9001, que persigue, además de la satisfacción del cliente y la calidad del producto, la satisfacción de todas las partes interesadas en el desempeño de la organización.

En este sentido, los apartados de la norma ISO 9004 se corresponden con los de ISO 9001, lo que permite en todo momento su uso conjunto y comparación, con el objetivo de servir de guía a aquellas organizaciones que deseen enfocar su actividad hacia la calidad, más allá de los requisitos necesarios para obtener la certificación ISO 9001.

### **9.6.- Aplicación de las normas**

Aunque inicialmente las normas ISO 9000 fueron diseñadas para productos manufacturados y aplicadas posteriormente a la prestación de servicios, los principios descritos en ellas son aplicables a cualquier organización y los productores y/o distribuidores de IG no son una excepción.

La implantación de un SGC basado en ISO 9000 obliga a plantearse la actividad empresarial como un proceso que debe mejorar de forma constante y cuyo resultado debe satisfacer las expectativas de los clientes.

El primer paso consiste en el compromiso de la dirección por liderar el proceso, quedando reflejado dicho compromiso en la política de calidad. En el caso de la IG los puntos mínimos que debe recoger son los de la norma (satisfacción del cliente y mejora continua) ya que no hay requisitos legales que cumplir. No obstante, existen proyectos de estandarización (p.e. INSPIRE, CEN/TC 287, CSG, etc.) en marcha que hay que seguir de cerca. En aras de favorecer la interoperabilidad, estos proyectos, propician el entendimiento entre distintos organismos para compartir costes y mejorar las prestaciones a los usuarios. Ejemplo de ello son los trabajos de la Comisión de Normas Cartográficas del CSG e iniciativas europeas para definir modelos de datos comunes o el Plan Nacional de Ortofotografía (PNOA).

La producción de IG es descrita, con frecuencia, como un proceso técnico con un componente artesanal, e incluso artística, que presenta problemas en la formalización de un conocimiento, a



veces difuso y subjetivo. Una de las claves para potenciar la organización de la actividad productiva en procesos radica en minimizar la visión de los conjuntos de datos geográficos como piezas únicas y considerarlos como lotes de una producción en serie, con objeto de determinar las fases de la producción, homogeneizar criterios, definir los procedimientos que sean necesarios y utilizar, en la medida de lo posible, técnicas estadísticas para asegurar la calidad de procesos y productos.

Finalmente sólo resta revisar el sistema para detectar los puntos críticos, disfunciones, oportunidades de mejora y marcar nuevas metas en base a los datos imparciales obtenidos de la medición, seguimiento y control de los procesos y a los objetivos fijados.

Todo ello queda reflejado en el que podría ser el mapa de procesos del SGC (Figura 9.6).

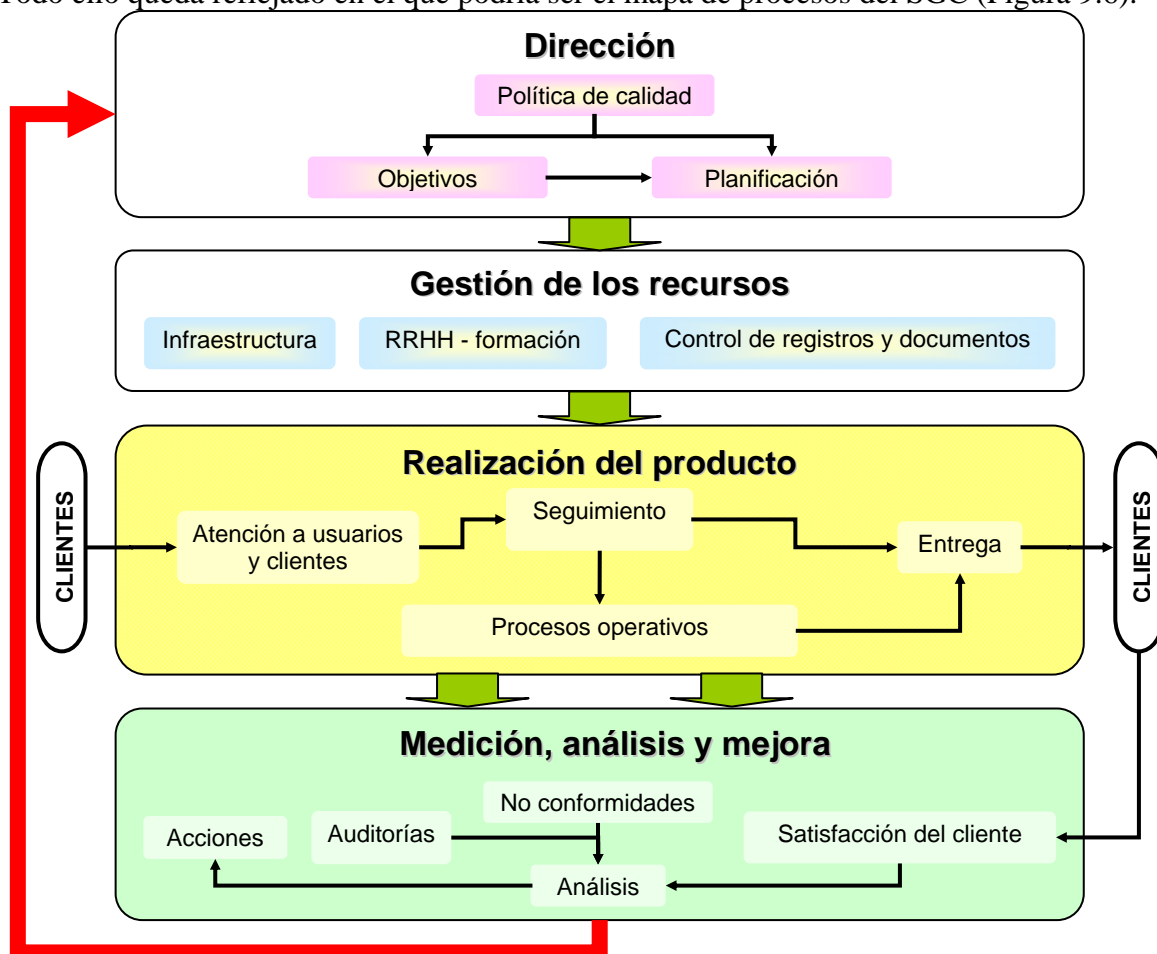


Figura 9.6.- Ejemplo de un Mapa de procesos

### Enfoque al cliente

He aquí el primer contratiempo, los clientes y usuarios de IG son tan diversos y con intereses a menudo contrapuestos que resulta imposible que un conjunto de datos sea adecuado en todos los casos.

En este punto, la dirección, al fijar la política de calidad, debe concretar o tipificar el cliente principal a satisfacer y fijar unos criterios que enmarquen los objetivos de calidad.

Así por ejemplo, la producción de una Agencia Cartográfica suele dar prioridad a satisfacer las necesidades de la Administración de la cual depende antes que las de los usuarios en general, a

pesar de poner a su alcance estos productos. Ello no es óbice para recabar la opinión de todos ellos a fin de estudiar alternativas y generar productos derivados de forma más acorde con sus exigencias.

De acuerdo con la norma, es primordial establecer mecanismos de comunicación con clientes y usuarios de forma que la organización identifique los factores que contribuyen a su satisfacción y ponga a su disposición información sobre los productos; al mismo tiempo, éstos podrán efectuar consultas, atender aspectos de carácter contractual, gestionar o modificar pedidos y presentar aquellas quejas o sugerencias que consideren oportuno. Los mecanismos usados preferentemente por los usuarios son las encuestas y hojas de sugerencias, las líneas de atención al cliente y la mensajería electrónica a través de Internet; otras alternativas son las entrevistas individuales a un conjunto de clientes representativo o la atención personalizada en el caso de los grandes clientes.

No hay que caer en la tentación de pensar que cumpliendo las peticiones de usuarios o clientes no expertos en IG se logrará su satisfacción. Es habitual que aquello que piden no sea exactamente lo que realmente necesitan, por lo que resulta muy útil facilitar información sobre las características del producto, usos previstos, aplicaciones posibles y limitaciones, a fin de no generar falsas expectativas.

Actualmente, por ejemplo, las bases de datos cartográficas concebidas para ser explotadas en un SIG son utilizadas por gran cantidad de usuarios como fondo para mostrar datos propios o como información CAD, es decir, ignoran el valor añadido de la información o, lo que es peor, a veces lo desaprueban por la complejidad del producto para un uso tan simple. En estas circunstancias es aconsejable diversificar el producto final con versiones más ajustadas a sus necesidades.

Otro punto de “conflicto” con los usuarios es el de la vigencia de los datos, ya que a menudo se lamentan de la falta de actualización de la IG sin tener en cuenta que, con el cambio constante de nuestro entorno y las rápidas transformaciones que el hombre imprime sobre él, constituye un reto considerable el contar con IG actualizada de todo un país, especialmente a escalas de detalle.

En cierto modo, la proliferación de las denominadas IDEs, que empezaron dando respuesta a las dificultades para localizar conjuntos de datos espaciales, palia esta situación con una amplia oferta de servicios de localización, consulta y superposición de datos geográficos. Los usuarios tienen a su disposición conjuntos de datos procedentes de distintos productores que pueden consultar cómodamente, lo que reduce su grado de insatisfacción.

## **Enfoque basado en procesos**

El énfasis de la norma de 2000 por la organización en procesos se manifiesta en destacar la importancia del control sobre el proceso por encima de la documentación, es decir, la evidencia del buen funcionamiento de los procesos no radica en los procedimientos documentados sino en el seguimiento y control que se hace a través de medidas y registros.

Partiendo del mapa de procesos, hay que profundizar y detallar cada uno de los procesos y subprocesos presentes en el sistema describiendo entradas, salidas, recursos y controles, tal como se indica en la Figura 9.7. Esta figura ilustra uno de los procesos específicos de la producción de IG, que a su vez podría ser descompuesto en varios subprocesos.

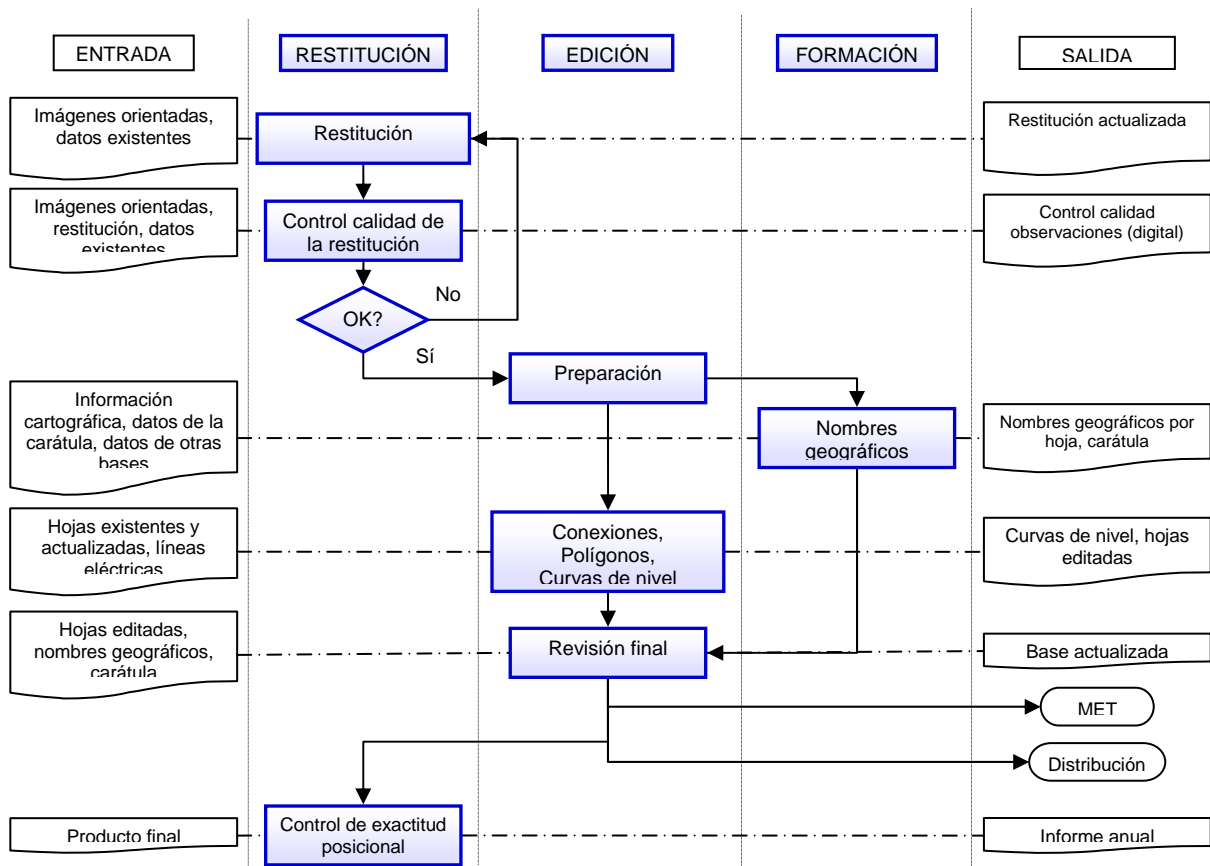


Figura 9.7.- El proceso de producción cartográfica

En este tipo de gráficos se pueden identificar las entradas, las salidas, el flujo de información (datos, registros), las unidades funcionales responsables de las distintas fases del proceso y los puntos de seguimiento, medición y control más relevantes.

Para completar la definición del proceso puede que sea necesario añadir manuales operativos que sirvan de material de consulta y aprendizaje.

Si el conjunto de procesos interrelacionados se gestiona entendiéndolos como un sistema, se contribuirá a lograr los objetivos definidos de forma más eficaz y eficiente. A medida que los procesos se desglosan en subprocesos se observa que los productos o salidas de los mismos son entradas o material indispensable para la ejecución de otro u otros. Desde esta perspectiva, es preciso alcanzar acuerdos para evitar la duplicidad de tareas o esfuerzos innecesarios.

En la Figura 9.8 se muestra como desde un proceso además de hacer el seguimiento, medición y control del propio proceso también se valida que las entradas cumplen con los requisitos establecidos para el correcto desarrollo de la actividad y se verifica la conformidad de los resultados, que a su vez serán validados como entrada en el proceso siguiente.

En el proceso de restitución, imágenes y orientaciones son el resultado “conforme” de procesos anteriores (vuelo y orientación).

Si los requisitos mínimos para dar conformidad al producto son suficientes para el proceso de “Producción cartográfica”, concretamente para el subproceso de “Restitución”, la aceptación del material recibido será más eficiente.

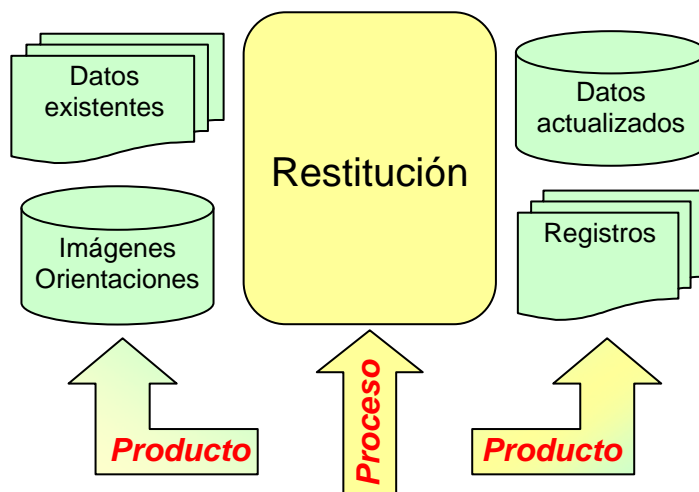


Figura 9.8.- Controles de calidad

El compromiso para evitar duplicidad de tareas de control debe contemplar criterios de conformidad así como registros o evidencias de la actividad que aseguren el cumplimiento de los requisitos acordados.

La relación con proveedores debería tratarse de forma análoga.

### Mejora continua

La mejora continua del SGC es una condición *sine qua non* de la norma de 2000. Se exige un análisis de los datos que generan los distintos procesos para detectar los aspectos que se pueden mejorar, seleccionar algunos de ellos, precisar el nivel de mejoría deseado y planificar las acciones correctivas o preventivas para lograrlo en un intervalo de tiempo determinado.

Se consideran acciones correctivas aquellas que se plantean para mejorar la eficacia de los procesos o reducir las no conformidades del producto o del sistema.

Para asegurar la capacidad de los procesos incluidos en el sistema y alcanzar los resultados planificados se han implementado mecanismos para medir su funcionamiento, que indican dónde intervenir. En caso de no obtener los resultados esperados deben ponerse en marcha acciones correctivas para paliar dicha situación.

También hay controles para evaluar la conformidad del producto por lo que de producirse en algún proceso un número anómalo de no conformidades se tomarán medidas para determinar la causa de los errores y solucionar el problema.

Otra fuente de información que requiere la atención de la dirección la constituyen las desviaciones detectadas en las auditorías y el seguimiento de las acciones en curso. En ambos casos se deben tomar medidas que deriven en acciones correctivas o en la revisión de la política y objetivos de calidad de la organización.

Se denominan acciones preventivas aquellas que se planifican para prevenir potenciales problemas y mejorar la eficiencia, al detectar oportunidades de mejora, o para adelantarse a las demandas de los clientes.

En el ámbito de la IG las innovaciones se suceden a un ritmo constante, ya sea en la fase de captura como en la de tratamiento o distribución de la información, lo que obliga a las empresas del sector a seguir la evolución tecnológica y a incorporarla a las líneas de producción para seguir siendo competitivas.

En esta línea, la distribución de datos por zonas definidas por el usuario o la distribución en-línea son acciones de mejora pensadas para satisfacer a los usuarios.

### **9.7.- Experiencias en agencias cartográficas**

El número de agencias cartográficas con una certificación ISO 9000 no es relevante, lo que no significa que dichas organizaciones no se interesen por la calidad. Las razones para no solicitar una certificación suelen ser diversas, desde el coste que comporta el concurso de una entidad externa de certificación hasta el prestigio e imagen corporativa de profesionalidad bien establecida que ya tienen por sí mismas las agencias oficiales de cartografía, sin obviar que la correcta implementación de un sistema de gestión de la calidad no requiere una certificación explícita.

Aquellos organismos que han implantado un SGC constatan una mayor estabilidad en los niveles de calidad del producto final, una mejora de los productos y servicios existentes en cuanto al producto; la incorporación del punto de vista de clientes y usuarios, una mejora en el diseño de los procesos por la localización de errores, fallos y puntos críticos en cuanto a los procesos; y la protección del know-how ante cambios de personal y una mejor comunicación en cuanto a la organización.

### **9.8.- Conclusiones**

La realidad muestra que existen empresas con la certificación ISO 9000 cuya actividad se desarrolla alrededor de la IG. Ahora bien, la implantación de un SGC cuyo objetivo sea la obtención de un certificado para tener más oportunidades de negocio será un sistema viciado de origen, que difícilmente aportará beneficios a medio y largo plazo.

Uno de los mayores inconvenientes de la aplicación de la norma es el volumen de documentación que comporta y su gestión, es decir, existe el riesgo de incrementar innecesariamente la burocracia hasta tal punto que el sistema deviene una carga en vez de una herramienta de mejora. Incrementar el papeleo o complicar los trámites administrativos sólo para cubrir el expediente se percibe como desconfianza hacia el trabajador, genera descontento y desvirtúa el espíritu de la norma además de aumentar los costes de producción.

La versión de 2000, en cambio, reduce sensiblemente la documentación requerida. Sólo se deben incluir en el sistema aquellos documentos necesarios para la gestión y que forman parte del proceder habitual (correos electrónicos, registros de bases de datos etc.) adaptándolos a los requisitos de la norma.

Otra afirmación que se repite con frecuencia es que no mejora la calidad del producto, lo cual es cierto en sentido estricto, pero que debería ser matizado con la coletilla si las directrices de la organización no lo exigen. El sistema de gestión es un instrumento para gestionar la calidad que se persigue, pero el significado de calidad aplicada al resultado de la actividad empresarial lo marca la organización (reducción de coste o tiempo, incremento de las prestaciones, mejora del servicio postventa etc.).

La calidad de la IG utilizada por los navegadores o la de productos como GoogleEarth, GoogleMaps o similares se asocia con el grado de actualización, compleción y eficiencia en su consulta, sin tener en cuenta para nada la exactitud posicional. En cambio, la misma IG suministrada por una Agencia Cartográfica o Catastral sería inadmisibile sin una referencia explícita a la exactitud de las coordenadas.

El SGC ayuda a velar por el cumplimiento de unos requisitos que reflejan la visión que tiene la empresa de la calidad.

En cambio, una de las mayores dificultades para implantar correctamente un SGC según ISO 9000, y que pasa desapercibida, es el cambio de paradigma de empresa. La norma apuesta por la transparencia, por un liderazgo sólido capaz de crear un clima interno que favorezca la implicación del personal en la consecución de los objetivos y por adoptar una visión constructiva ante los fallos del sistema.

Emilio López Romero (Ministerio de la Vivienda)  
José Ángel Alonso Jiménez (Instituto Geográfico Nacional)

## CAPÍTULO 10

# Normas sobre servicios (ISO 19119, ISO 19128, ISO 19133 e ISO 19134)

---

### **10.1.- Introducción**

En el estado actual de la tecnología, en el que Internet se expande con pasmosa rapidez y los ciudadanos tienen acceso a este nuevo entorno con velocidades cada vez mayores, es necesario experimentar un cambio de mentalidad. Tanto los usuarios como el personal técnico, especialmente aquellos que forman parte de las organizaciones e instituciones productoras de datos, deben abandonar la concepción más convencional de su actividad, centrada en el dato para pensar en el dato siempre en función de y a través del servicio.

En este mundo donde el papel que juega Internet es cada vez mayor no sirve de nada tener datos de gran calidad si no se dispone de servicios que permitan aprovecharlos. En Internet no hay datos si no existe el correspondiente servicio capaz de mostrarlos. Los datos serán lo que el servicio determine que sean. Este nuevo marco general o paradigma es el de las IDE.

Junto a lo ya apuntado sobre Internet, las IDE y los datos, no se puede olvidar tampoco que un ámbito fundamental de aplicación de la IG es el que tiene lugar sobre dispositivos móviles, y más concretamente, el de dar apoyo a todo lo que es la gestión de flotas sobre redes de transporte. De esta forma, surge la necesidad de servicios específicos para la navegación, los cuales son considerados especialmente por las normas de la familia ISO 19100.

De esta forma, las normas ISO que se van a considerar en este capítulo tienen una relación directa no sólo con el resto de normas ISO 19100, sino también con otras normas que proceden de ámbitos como el de los sistemas inteligentes de transportes. Éste es el caso de la norma funcional ISO 14825 que establece el modelo *Geographic Data File* utilizado por numerosos navegadores, como los que cotidianamente utilizamos en nuestros vehículos particulares.

Así, dentro de este capítulo de servicios se van a tratar las dos perspectivas ya apuntadas introduciendo brevemente las siguientes normas, cuyo título original se traduce en aras de la claridad:

- 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.

Se trata pues de un conjunto de normas que se están aplicando intensivamente, que están muy bien implantadas en un sector industrial de gran actividad, con una utilidad práctica inmediata y que están sirviendo de plataforma tecnológica para definir nuevos productos y servicios. En suma, se puede decir que la contribución de este grupo de normas a la satisfacción de las demandas de los usuarios e incluso, a la construcción de la sociedad de la información, es bastante notable.

### **10.2.- ISO 19119: Servicios**

ISO 19119 proporciona un entorno de trabajo para el desarrollo de software que permitan 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. La definición de servicio incluye un conjunto de aplicaciones con diferentes niveles de funcionalidad para el acceso y uso de IG. La estandarización de los interfaces de estos servicios permite la interoperabilidad entre productos propietarios.

La arquitectura de servicios geográficos especificada en ISO 19119 ha sido desarrollada para conseguir los siguientes propósitos:

- Proporcionar un entorno de trabajo para permitir el desarrollo coordinado de servicios específicos.
- Permitir la interoperabilidad entre servicios a través del uso de estándares de interfaces.
- Facilitar el desarrollo de catálogos de servicio a través de la definición de metadatos de servicio.
- Permitir la separación de instancias de datos e instancias de servicios.
- Permitir el uso de un servicio de un proveedor con datos de otro proveedor.
- Definir un entorno de trabajo abstracto que pueda ser implementado de múltiples formas.

ISO 19119 fue desarrollada al principio considerando la funcionalidad proporcionada 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 comprobados por el OGC.



ISO 19119 “Información Geográfica - Servicios” ha sido adoptada como parte del “*OGC Abstract Specification*”, tema 12 “Arquitectura OGC”.

ISO 19119 está basado en el Modelo de Referencia del Procesamiento Distribuido Abierto (RM-ODP) (ISO/IEC 10746). La arquitectura es un conjunto de componentes, conexiones y topologías definida a través de una serie de puntos de vista:

- Computacional: considera los patrones de interacción entre componentes (servicios) del sistema, descrito a través de sus interfaces.
- Información: aborda la semántica de la información y los procesos de información. Una especificación de información de un sistema RM-ODP está compuesto por un modelo de información y los procesos de información.
- Técnico: trata el diseño de los aspectos orientados a la distribución, es decir, la infraestructura requerida para soportar la distribución.
- Tecnológico: describe la implementación del sistema RM-ODP en términos de una configuración de objetos tecnológicos que representan los componentes hardware y software de la implementación.

### **Definición de servicio**

ISO 19119 utiliza ampliamente un conjunto de términos que conviene aclarar:

- 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.

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.

Para una mejor comprensión de estos conceptos, a continuación se da un ejemplo muy cotidiano del mundo real, como es el uso de un cajero automático:

- Es un servicio que permite al cliente operar sobre su cuenta corriente.
- La interfaz del cajero automático define el conjunto de operaciones que se pueden realizar (sacar dinero, consultar saldo y/o movimientos, recargar tarjeta del móvil...).

- La operación de recarga del móvil permite aumentar el saldo de nuestra tarjeta. Los parámetros de entrada son el número del móvil y la cantidad de euros a recargar.

### Encadenamiento de servicios

Una cadena de servicios se define como una secuencia de servicios donde, por cada pareja de servicios contiguos, la ocurrencia de la primera acción es necesaria para la ocurrencia de la segunda. El encadenamiento de servicios se representa mediante grafos, donde los nodos son los servicios y los arcos la interacción entre los mismos.

Los encadenamientos pueden ser de varios tipos: Cíclicos o acíclicos, Inmutables o plantillas y Paralelos o en serie.

Existen distintas arquitectura para el encadenamiento de servicios:

- Definido por el usuario (transparente): El usuario gestiona el flujo de tareas (*workflow*).
- *Workflow* gestionado (translúcido): El usuario invoca un servicio de gestión de *workflow* que controla la cadena y el usuario es consciente de los servicios individuales.
- Servicio agregado (opaco): El usuario invoca un servicio que lleva a cabo la cadena; el usuario no es consciente de los servicios individuales.

### Metadatos de servicio

Para evaluar si un servicio es adecuado a un propósito determinado, los usuarios necesitan revisar la descripción del servicio. Estas descripciones de un servicio se llaman 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)

En la Figura 10.1 se muestra el diagrama UML de los metadatos de servicio definidos en ISO 19119. Las clases y propiedades fundamentales son:

- Identificación del servicio (*SV\_ServiceIdentification*): Permiten identificar el servicio, brindando las principales características que lo definen.
  - *serviceType* (M): Tipo de servicio.
  - *serviceTypeVersion* (O): Versión del servicio.
  - *accessProperties* (O): Condiciones de acceso al servicio.
  - *restrictions* (O): Restricciones de acceso al servicio.
  - *keywords* (O): Lista de palabras claves asociadas al servicio.
  - role name: *containsOperations* (M): Operaciones del servicio.
  - role name: *operatesOn* (O): Datos sobre los que opera el servicio.
- Metadatos de la operación (*SV\_OperationMetadata*): Da metadatos básicos sobre cada operación que realiza el servicio.
  - *operationName* (M): Nombre de la operación.

- *DCP* (M): Plataforma de computación distribuida.
  - *operationDescription* (O): Descripción de la operación.
  - *invocationName* (O): Nombre para invocar la operación.
  - *parameters* (O): Parámetros.
  - *connectPoint* (M): Dirección URI.
  - *dependsOn* (O): Relación de encadenamiento entre operaciones.
- Información sobre el proveedor del servicio (*SV\_ServiceProvider*): Permite conocer y contactar con el proveedor.
- *providerName* (M): Nombre del proveedor.
  - *serviceContact* (M): Información de contacto.
- Identificación de los datos (*MD\_DataIdentification*): Permite identificar los datos, para ello aplica ISO 19115.
- Parámetros del servicio (*SV\_Parameter*): Describe los parámetros necesarios para el uso del servicio:
- *Name* (M): Nombre del parámetro.
  - *Direction* (O): Indica si *el* parámetro es de entrada o salida.
  - *Description* (O): Descripción del parámetro.
  - *Optionality* (M): Indica si es opcional o no.
  - *Repeatability* (M): Indica si puede repetirse o no.

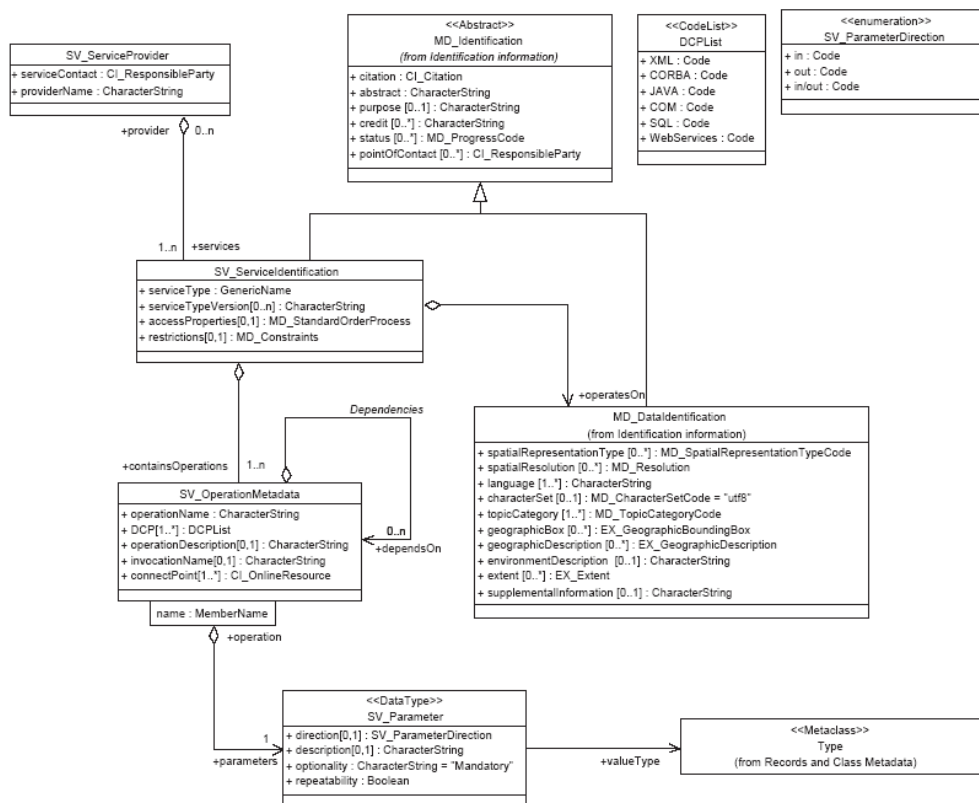


Figura 10.1.- Esquema UML con las relaciones y propiedades de los servicios según ISO 19119

## Clasificación de servicios

Los sistemas que sean conformes con este estándar internacional deben usar la clasificación de servicios geográficos para organizar sus servicios. Un servicio determinado debe clasificarse en una, y sólo una, categoría, a menos que sea un servicio compuesto que permita realizar servicios de más de una de las categorías.

A continuación se indican las principales, por su temática, categorías de clases de servicios:

- De interacción humana.
- De gestión de modelos de IG.
- De gestión de tareas y workflow.
- De procesamiento geográfico (espacial).
- De procesamiento geográfico (temático).
- De procesamiento geográfico (temporal).
- De procesamiento geográfico (metadatos).
- De comunicaciones.

Como se puede apreciar en el listado anterior, las categorías cubren los distintos ámbitos en los que pueden necesitarse capacidades o servicios. Como complemento, la Tabla 10.1 da un listado detallado de todos los servicios identificados en ISO 19119 para cada una de tales categorías. Esta tabla nos permite conocer el nivel de detalle alcanzado en la especificación de servicios y por ende, las posibilidades de interoperabilidad que pueden alcanzar los sistemas abiertos y las IDE.

<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Servicios de interacción humana                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cliente de catálogo</li> <li>- Visualizador (animación, mosaicado, perspectiva e imágenes)</li> <li>- Visualizador de hojas de cálculo</li> <li>- Editor de servicios</li> <li>- Editor de definición de cadenas</li> <li>- Gestor de reglas de <i>workflow</i></li> <li>- Editor de entidades geográficas</li> <li>- Editor de símbolos</li> <li>- Editor de generalizaciones de entidades</li> <li>- Visor de estructuras de datos geográficos</li> </ul> </li> <li>→ Servicios de gestión de modelos de IG                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de acceso a entidades</li> <li>- Servicio de acceso a mapas</li> <li>- Servicio de acceso a coberturas</li> <li>- Servicio de descripción de sensores</li> <li>- Servicio de acceso a productos</li> <li>- Servicio de tipos de entidades</li> <li>- Servicio de catálogo</li> <li>- Servicio de registro</li> <li>- Servicio de nomenclátor</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de manipulación de entidades</li> <li>- Servicio de emparejamiento de entidades</li> <li>- Servicio de generalización de entidades</li> <li>- Servicio de rutómetro</li> <li>- Servicio de posicionamiento</li> <li>- Servicio de análisis de proximidad</li> <li>→ Servicios de procesamiento geográfico (temático)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de cálculo de geoparámetros</li> <li>- Servicio de clasificación temática</li> <li>- Servicio de generalización de entidades</li> <li>- Servicio de <i>subsetting</i></li> <li>- Servicio de cuenta espacial</li> <li>- Servicio de detección de cambios</li> <li>- Servicio de extracción de IG</li> <li>- Servicio de procesamiento de imágenes</li> <li>- Servicio de generación de reducción de resoluciones</li> <li>- Servicio de manipulación de imágenes</li> <li>- Servicio de interpretación de imágenes</li> <li>- Servicio de síntesis de imágenes</li> <li>- Servicio de manipulación de imágenes multibanda</li> </ul> </li> </ul>
---	---

Tabla 10.1.- Listado de servicios contemplados en ISO 19119	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de control de peticiones</li> <li>- Servicio de ordenación de peticiones</li> <li>↪ Servicios de gestión de tareas y <i>workflow</i></li> <li>- Servicio de definición de cadenas</li> <li>- Servicio de reglas de <i>workflow</i></li> <li>- Servicio de suscripción</li> <li>↪ Servicios de procesamiento geográfico (espacial)</li> <li>- Servicio de conversión de coordenadas</li> <li>- Servicio de transformación de coordenadas</li> <li>- Servicio de conversión cobertura/vector</li> <li>- Servicio de conversión de coordenadas de imágenes</li> <li>- Servicio de rectificación</li> <li>- Servicio de ortorrectificación</li> <li>- Servicio de ajustes de modelo geométrico de sensores</li> <li>- Servicio de conversión de modelo geométrico de imagen</li> <li>- Servicio de <i>subsetting</i></li> <li>- Servicio de muestreo</li> <li>- Servicio de cambio de hojas</li> <li>- Servicio de mediciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de detección de objetos</li> <li>- Servicio de <i>geoparsing</i></li> <li>- Servicio de geocodificación</li> <li>↪ Servicios de procesamiento geográfico (temporal)</li> <li>- Servicio de transformación del sistema de referencia temporal</li> <li>- Servicio <i>subsetting</i></li> <li>- Servicio de muestreo</li> <li>- Servicio de análisis de proximidad temporal</li> <li>↪ Servicios de procesamiento geográfico (metadatos)</li> <li>- Servicio de cálculo de estadísticas</li> <li>- Servicio de anotaciones geográficas</li> <li>↪ Servicios de comunicaciones</li> <li>- Servicio de codificación</li> <li>- Servicio de codificación</li> <li>- Servicio de transferencia</li> <li>- Servicio de compresión</li> <li>- Servicio de conversión de formatos</li> <li>- Servicio de mensajería</li> <li>- Servicio de gestión de ejecución de ficheros remotos</li> </ul>

### Arquitectura de servicios

La arquitectura ISO 19119 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. En este caso, un cliente pesado contendrá una gran parte de la funcionalidad en el servicio de usuario. Un cliente ligero (comúnmente un navegador *web*) contendrá principalmente la presentación y la interacción del usuario. Un navegador es un cliente que interactúa con un servidor *web*, usando el protocolo HTTP y en que el contenido está representado como HTML y/o XML.

La Figura 10.2 muestra la arquitectura de cuatro niveles y su interacción con los clientes ligeros y pesados.

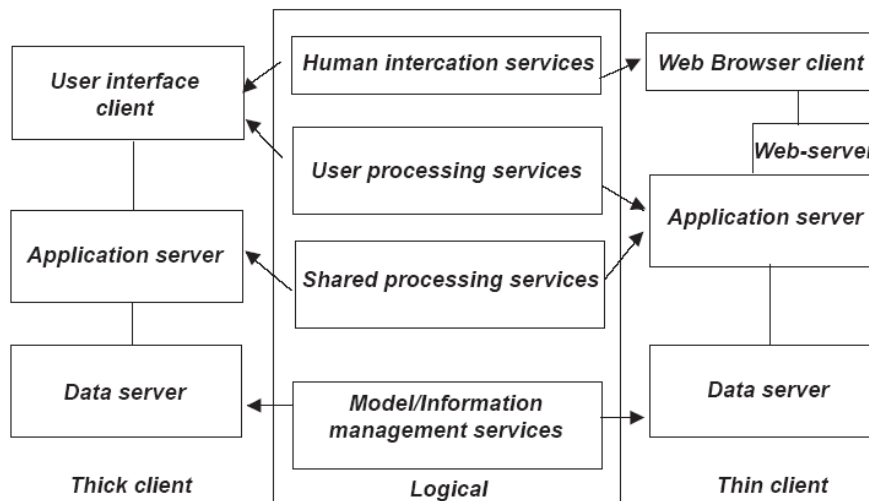


Figura 10.2.- Arquitectura de los servicios según ISO 19119

### 10.3.- ISO19128: Interfaz de servidor web de mapas

Este estándar, originalmente definido por OGC especifica el comportamiento de un servicio que produce mapas georreferenciados. 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.

Es aplicable a mapas en formato gráfico. No es aplicable para la recuperación de valores de datos de entidades o de datos de cobertura.

Los mapas son generalmente dibujados en un formato de imágenes como PNG, GIF o JPEG, y ocasionalmente como elementos gráficos vectoriales en formato SVG o 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. Este documento define tres operaciones, de las cuales las dos primeras son requeridas en cada WMS:

- *GetCapabilities* (requerido): 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.
- *GetMap* (requerido): Obtiene una imagen del mapa cuyos parámetros geoespaciales y dimensionales se han definido correctamente.
- *GetFeatureInfo* (opcional): Pregunta por información sobre entidades particulares mostradas en un mapa.

Un navegador web estándar puede consultar un WMS para realizar las operaciones simplemente utilizando peticiones en forma de URLs. El contenido de estas URLs depende de que tarea se haya solicitado. Todas las URLs incluyen un número de versión de la especificación y un parámetro de tipo respuesta. Además, cuando un cliente WMS invoca *GetMap*, puede especificar la información a mostrar sobre el mapa (una o más capas), los posibles estilos de esas capas, la porción de la Tierra cartografiada (el marco límite), el sistema de referencias de coordenadas geográficas o proyectadas usado (el sistema de referencia espacial o SRS), el formato de salida

deseado, el tamaño de la salida (anchura y altura), y el color y transparencia de fondo. Cuando se invoca `GetFeaturesInfo` el cliente indica qué mapa es consultado y qué localización del mapa interesa.

Cuando se producen más de dos mapas con los mismos límites, sistema de referencia espacial, y tamaño de la imagen, los resultados pueden disponerse en capas para producir una composición de mapas. El uso de formatos de imagen que soporten transparencias de fondo (por ejemplo, GIF o PNG) permite que las capas inferiores sean visibles. Además, capas de mapas individuales pueden ser requeridas desde servidores diferentes. La operación `GetMap` de WMS permite así la creación de una red de servidores de mapas distribuidos desde los cuales los clientes pueden construir mapas personalizados.

Un proveedor WMS en una red WMS distribuida sólo necesita ser el agente de su propia colección de datos. Esto contrasta con los sitios *web* de mapas con integración vertical que recogen en un lugar todos los datos que son hechos accesibles por su propia interfaz privada.

Debido a que cada WMS es independiente, un WMS debe ser capaz de proporcionar una descripción, interpretable por una máquina, de sus posibilidades. Este servicio de metadatos permite a los clientes formular consultas válidas y permite la construcción de catálogos de búsqueda que pueden dirigir a los clientes a determinados WMS.

Opcionalmente, un WMS puede permitir la operación `GetFeatureInfo`. Si lo hace, los mapas son consultables, y un cliente puede solicitar información sobre entidades en un mapa añadiendo a la URL del mapa, parámetros adicionales que especifiquen una localización (como un desplazamiento X, Y desde la esquina superior izquierda) y el número de entidades próximos sobre los que se devuelve información.

Vamos a ver ahora brevemente algunos usos que permiten los servicios WMS y su relación con otros servicios OGC.

### **Servidores de mapas en cascada**

Un servidor de mapas en cascada es un WMS que se comporta como cliente de otros WMS y se comporta como WMS para otros clientes. Por ejemplo, un servidor de mapas puede agregar el contenido de varios servidores de mapas en un único servicio. Además, un servidor de mapas en cascada puede realizar funciones adicionales como conversiones de formatos de salida o transformación de coordenadas en representación de otros servidores.

### **Descriptores de capas con estilo.**

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.

El comportamiento de un WMS puede extenderse para permitir simbolización definida por el usuario para datos de entidad en lugar de usar capas y estilos. La especificación del descriptor de capas con estilo (SLD) describe esta extensión. En resumen, un SLD-disponible WMS devuelve entidades de un Web Feature Service y se utiliza la información de estilos específica proporcionada por el usuario para dibujar un mapa.

Un SLD WMS añade las siguientes operaciones adicionales que no están disponibles en un WMS básico:

- DescribeLayer. Sirve para describir el estilo de visualización de una capa.
- GetLegendGraphic. Ofrece la leyenda del servicio WMS.
- GetStyles. Proporciona información de los estilos ya definidos y disponibles.
- PutStyles. Permite definir un nuevo estilo de usuario.

### Relación con otros servicios web de OGC

El paquete de servicios OGC incluye tres tipos principales de servicios de acceso a información georreferenciada: Web Map Service (WMS), Web Coverage Service (WCS) y Web Feature Service (WFS). Además, hay servicios como GeoParser y GeoCoder que devuelven resultados referenciados espacialmente. La Figura 10.3 es un diagrama de arquitectura que muestra conceptualmente cómo algunos servicios *web* OGC están relacionados y nombra algunas de las operaciones que definen.

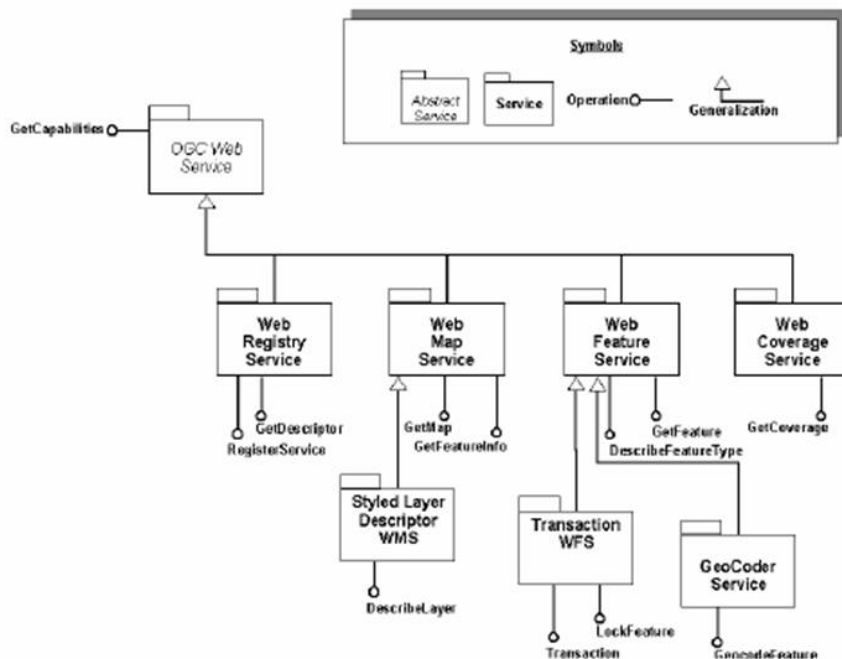


Figura 10.3.- Esquema de la arquitectura de los servicios web

### 10.4.- ISO 19133: Servicios de rastreo y navegación basados en localización

Esta norma se ocupa de los servicios de rastreo y la navegación. La comprensión de estos dos conceptos hace necesaria la introducción de uno adicional, el enrutamiento:

- Enrutamiento es la búsqueda de las rutas óptimas entre distintas posiciones de una red.
- Rastreo es el proceso de seguir e informar de la posición de un vehículo 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.



## Rastreo

Las posiciones rastreadas se definen por coordenadas u otro tipo de descripciones de la posición. Un servicio de rastreo (clase *TK\_TrackingService*) entrega las posiciones, una a una o como lista secuencial. Las posiciones pueden contener información del tipo coordenadas, nombre del lugar, fenómeno, referencia lineal, red, dirección o teléfono.

Un disparador define el momento o la localización para la entrega de la información referente a la posición. 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. La calidad de las posiciones puede ser indicada de 5 formas diferentes:

- Estimación del punto mediante círculo.
- Estimación del punto mediante elipse.
- Estimación del punto mediante arco.
- Estimación del punto mediante esfera.
- Estimación del punto mediante elipsoide.

La Figura 10.4 da varios ejemplos gráficos de estas posibilidades.

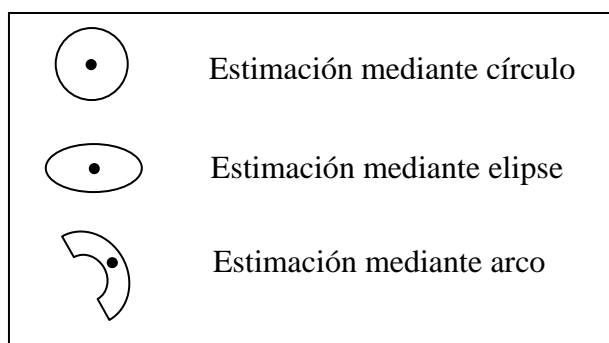


Figura 10.4.- Geometría del punto estimado mediante círculo, elipse y arco

Para coordenadas del tipo posición, el servicio de rastreo usa sistemas de referencia lineal, los cuales se encuentran muy extendidos en el ámbito del transporte. Permiten la especificación de posiciones a lo largo de fenómenos curvilíneos mediante el uso de distancias medidas desde posiciones conocidas, normalmente representadas a través de marcadores físicos a lo largo de los fenómenos de transporte.

El sistema de referencia lineal es una extensión de los Sistemas de Referencia de Coordenadas estandarizados en la norma ISO 19111.

Para tratar con posiciones del tipo dirección, la norma ISO 19133 introduce un modelo de direcciones. Actualmente no hay ningún estándar internacional que pueda ser aplicado, y los formatos de dirección varían de un país a otro y de una cultura a otra. A continuación la Tabla 10.2 muestra la lista de elementos que ISO 19133 proporciona para especificar una dirección

Tabla 10.2.- Elementos del modelo de direcciones establecido en ISO 19133		
Destinatario	Número de teléfono	Cuadrante de la municipalidad
Intersección de la calle	Nombre del lugar	Código de la región (país)
Calle	Dirección de la calle	Número
Código postal	Clasificación del lugar	Lista de lugares
Localización de la calle	Edificio	

## Navegación

La computación de navegación está basada en la red sobre la que se encuentra. La red contiene los siguientes elementos:

- Los nodos representan puntos en la red, como intersecciones.
- Los enlaces representan caminos no interrumpidos entre nodo con una orientación que indica en qué dirección debe ser atravesado el enlace.
- Los giros vinculan un nodo a un enlace de entrada y un enlace de salida a un nodo.
- Las paradas consisten en nodos o posiciones en enlaces dentro de la red. El principio y el fin de la ruta son un tipo de parada.

Una red tiene dos topologías diferentes. Su topología geométrica sólo contiene nodos y enlaces. La segunda topología contiene enlaces, cruces y giros. Aunque los enlaces, cruces y giros están basados en la misma geometría tienen su propia conectividad basada en rutas usables por vehículos. Si un enlace llega a un cruce de carreteras y se permite un cambio de sentido entonces hay hasta 4 giros que salen de ese enlace y entran en uno de los enlaces que abandonan el nodo.

La descripción de una red incluye restricciones tanto de vehículo como temporales y de carriles.

Un servicio de navegación entrega la ruta óptima entre dos posiciones dentro de una red y guía al vehículo a través de esa ruta.

Un servicio de navegación solicita una ruta de un sistema de navegación y recibe una ruta propuesta basada en los parámetros proporcionados.

Según el grado de complejidad que presentan, los servicios de navegación se clasifican en 5 tipos distintos:

- Servicio de navegación básico. Al menos 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 calcula la ruta óptima basada en costes mínimos. La norma ISO 19133 recomienda los algoritmos de Dijkstra y Bellman-Ford.

### **10.5.- ISO 19134: Servicio de enrutamiento y navegación basados en localizaciones de modo múltiple**

Hoy en día, cualquier persona tiene a su disposición diferentes medios de transporte para llegar a un lugar determinado. El problema que debe afrontar consiste en determinar cuál es la forma más óptima de combinar los mismos. Esta norma contiene un esquema conceptual para la descripción de los datos y servicios necesario para proporcionar aplicaciones de enrutamiento y navegación para clientes móviles que tienen la intención de alcanzar su destino mediante el uso de dos o más modos de transporte.

La norma ISO 19134 especifica, por tanto, los tipos de datos y las operaciones asociadas a los mismos para la implementación de servicios de enrutamiento y navegación basados en ubicaciones de modo múltiple.

Mediante las correspondientes adiciones y/o ampliaciones de la norma ISO19133, esta norma incrementa la habilidad de compartir información geográfica entre aplicaciones de servicios basados en ubicaciones de modo múltiple.

El enrutamiento y la navegación de modo múltiple consisten en 6 distintos paquetes: ISO 19133, Modelo de red, Enrutamiento, Trasbordos y aviso, Restricción y Servicio de navegación. A continuación se presenta cada uno de ellos.

#### **Modelo de red**

Este paquete expande el modelo de red definido en la norma ISO 19133 mediante la incorporación y/o modificación de información usada para especificar enrutamiento y navegación de modo múltiple. Los nuevos tipos de elementos de una red son los indicados en la Tabla 10.3.

Tabla 10.3.- Elementos considerados en el paquete Modelo de Red de ISO 19134	
MM_Network	Se utiliza para redes de transporte de modo múltiple con rutas u horarios fijos
MM_Junction	Se emplean para definir cruces que contengan trasbordos de modo múltiple
MM_JunctionType	Se utiliza para especificar tipos de cruces de modo múltiple
MM_Link	Se emplea para definir enlaces en redes de transporte de modo múltiple
MM_RouteSegmentCategory	Es el dominio de valores par alas categorías de segmentos de rutas de modo múltiple
MM_WayPoint	Indican fenómenos o posiciones que deben ser atravesadas
MM_WayPointList	Lista de descripción de “WayPoints” para una ruta por la que debe pasarse

### Enrutamiento

Este paquete contiene clases para especificar una ruta dentro de una red de modo múltiple. Se trata de un subtipo de clase MM\_Network.

### Trasbordo 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:

- *MS\_RouteRequest*: Es la solicitud de itinerario especificando el origen, “waypoints”, y destino de la ruta consultada.
- *MS\_Itinerary*: Es una lista ordenada de instrucciones de viaje.
- *MS\_CostedTransfer*: Representa un trasbordo cuyo coste ha sido calculado según un función de coste dada.
- *MS\_RouteResponse*: Describe la respuesta de la ruta para un servicio de navegación de modo múltiple.
- *MS\_RenderingRequest*: Formatea una solicitud para traducir una ruta a uno o más formularios usables en los servicios de navegación de modo múltiple.
- *MS\_RenderingResponse*: Se trata de un subtipo de *NS\_RenderingResponse*.

## **10.6.- Conclusiones**

Se ha presentado un conjunto de cuatro normas que se orientan de manera general a los servicios. De este grupo, dos de las normas (ISO 19133 e ISO 19134) se refieren a servicios basados en la posición, y otras dos (ISO 19119 e ISO 19128) a servicios con un carácter más general y convencional.

La norma ISO 19119 es un documento no muy extenso, pero de difícil comprensión. Sin embargo, marca una serie de pautas muy importantes, e interesantes, para el desarrollo e integración de servicios sobre IG. Es una norma básica para todo el mundo de los servicios y se puede decir que es una especie de modelo de referencia para servicios de IG. Se trata de servicios que permiten la interacción directa del hombre con datos georreferenciados, por ejemplo para visualización, edición, consulta, etc., pero que también dan soporte a las múltiples operaciones cartográficas que tradicionalmente se han realizado sobre este tipo de información, como transformación de coordenadas, rectificación, cartometría, etcétera.

La norma ISO 19128 se ciñe a lo que se viene denominando servidores de mapas. Se trata pues de una norma centrada en la interfaz y que, como tal, se encuentra en un nivel distinto y complementario a la anterior.

Las normas ISO 19133 e ISO 19134 especifican servicios web y aplicaciones en el campo del seguimiento y navegación en redes lineales. ISO 19133 Se trata de una aportación del ISO/TC 211 que, en alguna forma, se solapa con otras normas de otros comités. Sin embargo, no existe un modelo unificador detrás de los mismos ni una ayuda para la definición de las aplicaciones. Esta norma documenta las mejores prácticas actuales y organiza los modelos separados en un todo unificado tal que se puede alcanzar la interoperabilidad entre aplicaciones de una manera semánticamente consistente. El modelo de esta norma contiene las definiciones de red, red combinada, sistema de referencia lineal, direcciones, transformaciones de localización (geocodificación directa e inversa) seguimiento, navegación y otros conceptos fundamentales.

Por su parte ISO 19134 especifica los tipos de datos y operaciones asociadas a esos tipos con vistas a implementar sistemas basados en la localización de tipo multimodal adecuados para los servicios de enrutamiento y navegación que se ofrezcan de forma inalámbrica a clientes móviles.

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 ese propósito, generando además el beneficio de los estándares internacionales (interoperabilidad, reusabilidad, difusión, ...). Desde nuestro punto de vista, se trata del conjunto de normas de la familia ISO 19100 que mayor implicación directa tienen con las demandas y tendencias actuales de la sociedad de la información.



João Luis de Matos (Instituto Superior Técnico, Universidad Técnica de Lisboa)  
Alejandra Sánchez Maganto (Instituto Geográfico Nacional)  
Javier García García (Instituto Geográfico Nacional)  
Paloma Abad Power (Instituto Geográfico Nacional)

## CAPÍTULO 11

# Normas sobre aplicaciones, formato y representación (ISO 19109, ISO 19110, ISO 19117 e ISO 19131)

---

### **11.1.- Introducción**

En este capítulo se presentan cuatro normas importantes, de temática ciertamente dispar entre ellas, que no conforman un bloque temático homogéneo, pero que están relacionadas con la aplicación y utilización práctica de la familia ISO 19100 en proyectos concretos.

Las normas ISO 19109 e ISO 19110 guardan estrecha relación, por cuanto la primera es la base para el desarrollo de los modelos o esquemas de aplicación y la segunda de la creación de catálogos de fenómenos. 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 fenómeno, para ello plantea la representación como una consulta a la que se aplica un catálogo de representación. Finalmente, ISO 19131 propone recoger de una manera normalizada las especificaciones de producto y por ello, conceptualmente, es una norma cercana tanto a la de metadatos como a la de calidad.

La inclusión de estas cuatro normas en este documento se justifica plenamente por la importancia de las mismas, y su agrupamiento en este capítulo es simple cuestión de utilidad práctica a la hora de organizar el barrido expositivo que sobre la extensa familia ISO 19100 se viene realizando.

### **11.2.- ISO 19109: Reglas para el esquema de aplicación**

El uso cada vez más extendido de las aplicaciones SIG y la reciente aparición de las IDE ha conducido a una mayor utilización de los datos geográficos. Los conjuntos de datos se comparten, se consultan y se intercambian cada vez más, llegándose a utilizar para propósitos distintos para los cuales fueron creados.

Para poder asegurar que los datos sean entendidos tanto por los sistemas informáticos como por los propios usuarios de las aplicaciones, es necesario que sus estructuras estén “correctamente

documentadas”, definiendo, para ello, cada uno de los elementos que las forman, y así de este modo lograr que se mejore su acceso e intercambio.

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 sus estructuras de datos. Para poder describir las estructuras es necesario, primeramente, realizar una descripción general de sus elementos (fenómenos) y sus atributos, a través de la definición del “Modelo General de Fenómenos” (*General Feature Model, GFM*), cuyas principales características se describen también en esta norma.

## El Fenómeno Geográfico

El núcleo de esta norma es la definición de un fenómeno (*feature*) como una abstracción del mundo real. Por ejemplo, un fenómeno puede ser un modelo digital del terreno, un árbol en medio de una parcela, un mapa de un continente, etc. (Figura 11.1). Para un fenómeno se distingue: el tipo (definición o descripción), los atributos asociados a cada tipo, las relaciones entre los tipos y el comportamiento del fenómeno.

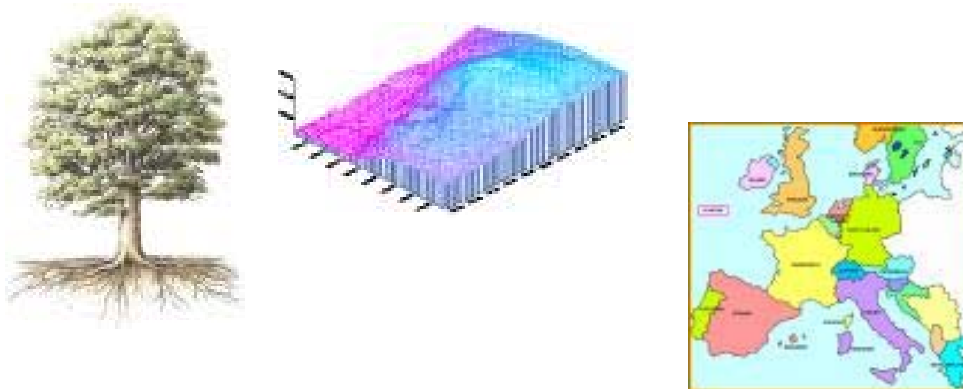


Figura 11.1.- Ejemplos de fenómenos geográficos

Para poder integrar, de un modo homogéneo, los fenómenos en modelos de información geográfica esta norma define el “Modelo General de Fenómenos” (GFM).

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

- Asociaciones de fenómenos: entre el tipo de fenómeno y sí mismo u otros tipos de fenómenos (se pueden mostrar asociaciones del tipo intersección (clase *GF\_AssociationType*), y roles de asociación (clase *GF\_AssociationRole*).
- Relaciones de generalización y especialización para otros tipos de fenómenos.
- Restricciones en el tipo de fenómeno. En ocasiones es conveniente imponer restricciones a la definición de un fenómeno, un ejemplo puede ser que un fenómeno de tipo una curva no puede estar definida por más de 8 vértices. El GFM permite formular estas restricciones (clase *GF\_Constraint*).



Los fenómenos pueden diferir en importancia y tamaño, por lo que se realiza un agrupamiento jerárquico de los mismos. Por ejemplo, carreteras de uso público y carreteras de pago son ambas carreteras. El GFM va a permitir la construcción de un árbol de generalización donde los tipos de fenómeno público y de pago, reflejados en la clase *GF\_FeatureType*, van a ser especializaciones dentro de el tipo de fenómeno carretera.

El GFM se expresa en CSL (*Language Schema Conceptual*), lenguaje basado en UML que mediante diagramas de clase UML, como el de la Figura 11.2, describe las características de los diferentes tipos de fenómeno usados en un esquema de aplicación.

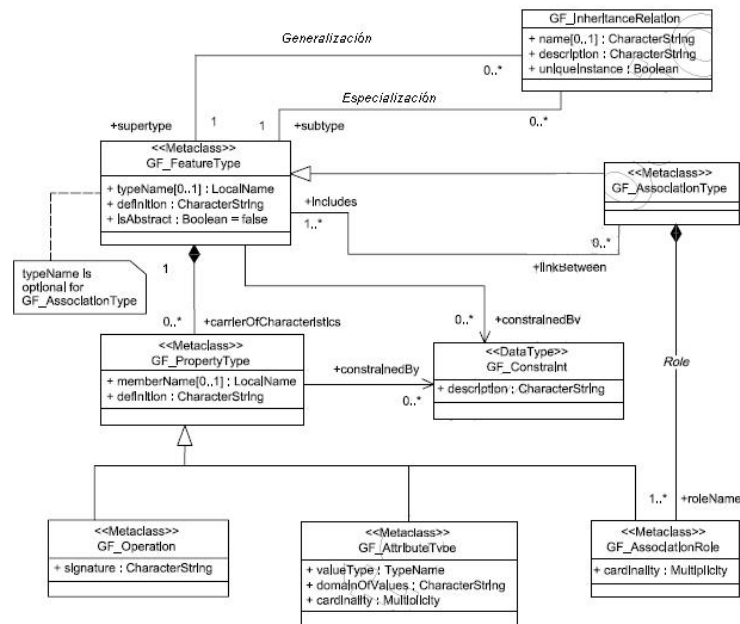


Figura 11.2.- Fragmento de GFM

Los modelos de datos que se definen para los SIG tienen principalmente como elementos la geometría (puntos, líneas, polígonos) y sus atributos asociados. Los fenómenos 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 fenómeno llevan asociadas el tipo de fenómeno.
- Un fenómeno puede tener más que una geometría asociada a él, o:
  - Representar múltiples propiedades geométricas del fenómeno. (cada etiqueta con un papel diferente: cetroide, límite, ... )
  - Implementar diferentes representaciones de una propiedad (por ejemplo, diferentes escalas, o usar diferentes modelos tales como malla o triangulación para los modelos de superficies.

### El esquema de aplicación (*Application Schema*)

Un esquema de aplicación se crea para proceder a la definición de los fenómenos. Todos los detalles de cada uno de estos fenómenos, una vez definidos, se muestran mediante un catálogo de

fenómenos. La norma Internacional 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 estructura de los mismos, 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 sino que define solamente 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. Todas estas reglas definen como crear esquemas de aplicación basándose en clases definidas en cada una de las siguientes normas: ISO 19115, ISO 19108, ISO 19107, ISO 19110 e ISO 19112, respectivamente.

Un ejemplo de esquema de aplicación según las reglas temporales y espaciales definidas para un modelo formado por la clase Estación y Medidas sería el que establece la Figura 11.3.

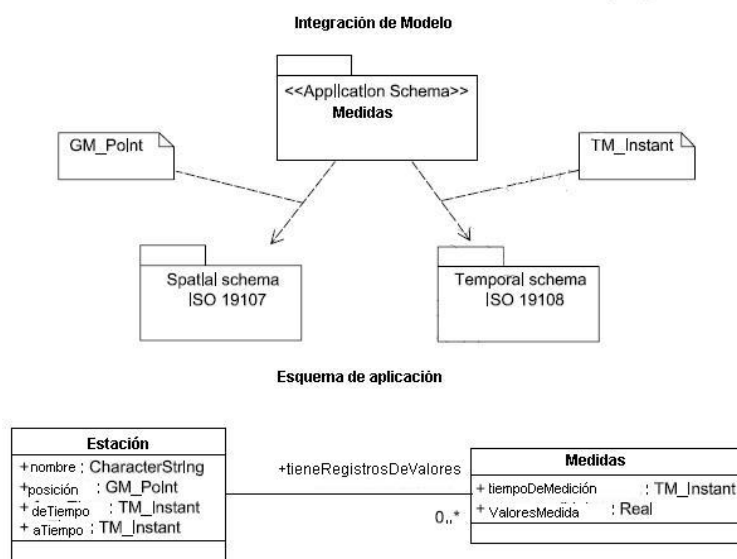


Figura 11.3.- Ejemplos de fenómenos

### Ejemplo de uso

A continuación, se muestra un fragmento de un ejemplo de implementación teórica, que aparece en el documento normativo, ello en aras a mostrar al lector la utilidad de la implementación de esta norma.

El ejemplo consiste en una descripción simplificada de un modelo conceptual de datos para una red eléctrica de alto voltaje. Se muestran tres líneas que se conectan a una torre eléctrica. En este caso, la geometría muestra las conexiones. Dos líneas se conectan a cada subestación principal, pero aquí la geometría no muestra conexiones. Hay un cruce sin intersección entre las líneas C-d y a1-b1 (Figura 11.4)

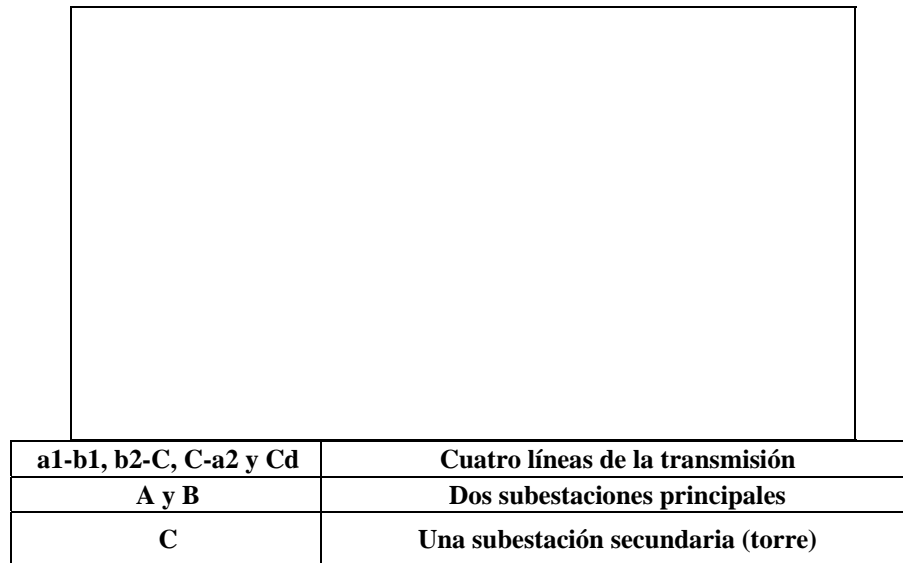


Figura 11.4.- Red de alto voltaje

Los pasos a seguir son:

- Las estructuras de datos de la aplicación deben ser modeladas en el esquema de aplicación.
- Todas las clases usadas en la definición del esquema de aplicación serán instanciables.
- Cada esquema de aplicación debe ser documentado.
- Si una clase u otro componente UML corresponde a información de un catálogo de fenómenos, se documentará la referencia al catálogo.

El modelo de datos de la aplicación de electricidad descrita en UML podría ser como se muestra en la Figura 11.5

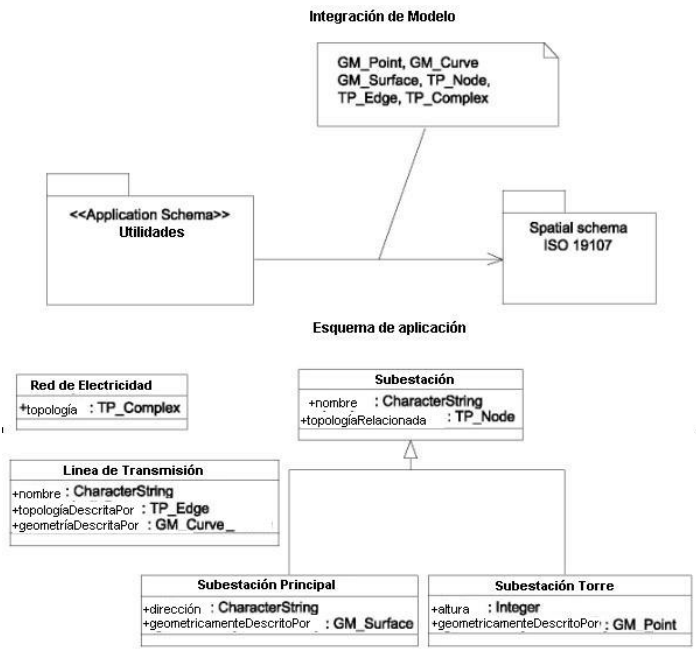


Figura 11.5.- Ejemplo de Esquema de aplicación

Este modelo de datos va a ir acompañado de unas tablas que describirán la información a almacenar para cada uno los fenómenos. Las tablas que serían necesario crear corresponderían a: la subestación, la subestación principal, la torre de Subestación, la línea de transmisión y la red de Electricidad. Una muestra de algunas de las tablas que se crearían, por ejemplo, para la Red Eléctrica y a para la subestación son los ejemplos recogidos en las Tablas 11.1 y 11.2, respectivamente.

Tabla 11.1- Red eléctrica		
Tipo de Fenómeno	Nombre	Red de electricidad
	Definición	Red que provee a la comunidad de electricidad
	Nombres De la Cualidad	Topología
Atributo del Fenómeno	Nombre	Topología
	Definición	Topología de la red, que consiste en líneas de transmisión con los bordes y subestaciones como nodos
	Tipo De Datos	TP_Complex

Tipo de Fenómeno	Nombre	Subestación
	Definición	Estación subsidiaria en la cual se transforma la corriente eléctrica
	Nombres de atributo	Nombre, topologíaRelacionada
Atributo del Fenómeno	Nombre	Nombre
	Definición	Nombre único de la subestación
	Tipo De Datos	Cadena de caracteres
Atributo del Fenómeno	Nombre	TopologíaRelacionada
	Definición	La subestación es un nodo de la red de la transmisión.  Restricciones: El nodo conectará más de uno de las líneas de transmisión representada por TM_Edges. Esto no puede ser un nodo aislado.
	Tipo De Datos	TM_Node

### 11.3.- ISO 19110: Metodología para la creación de catálogos de elementos

Según ISO 19101, los fenómenos son objetos del mundo real asociados a una localización relativa en la tierra, sobre la cual se recogen, mantienen, y se distribuyen los datos.

La interpretación de los fenómenos que ocurren en la naturaleza es una actividad natural del ser humano. Desde el principio, el hombre ha intentado explicar las causas del comportamiento del entorno en el cual se encuentra. Para la realización de esta actividad el ser humano se ha basado en su capacidad de abstracción; capacidad mediante la cual somos capaces de simplificar el proceso de interpretación, simplificando o reduciendo el número de parámetros y relaciones existentes en el fenómeno natural que se desea interpretar.

En el momento de realizar una abstracción del mundo real resulta imprescindible definir las clases de elementos del universo de discurso que se van a considerar, al igual que caracterizarlas debidamente. Una herramienta fundamental para este cometido son los catálogos de fenómenos. Estos definen los tipos de fenómenos, sus operaciones, características, y las asociaciones representadas en datos geográficos, representa el vínculo entre los fenómenos y los datos almacenados, sin este vínculo la información no tiene sentido

Cualquier conjunto de datos geográficos son una abstracción muy simplificada y reducida del Universo de Discurso (UoD). Un catálogo de tipos de fenómenos nunca puede capturar la riqueza de la realidad geográfica. Sin embargo, el catálogo de fenómenos debe presentar la abstracción particular representada en un conjunto de datos de manera clara, exacta, y en una forma fácilmente comprensible y accesible a los usuarios de los datos.

Las necesidades de usos particulares determinan la manera en que las instancias son agrupadas en tipos dentro de un esquema particular de clasificación.

ISO 19110 define la metodología para catalogar tipos de fenómenos. Especifica cómo se organiza la clasificación de tipos fenómenos en un catálogo y se presenta a los usuarios. Es decir,

proporciona un marco normativo para organizar y divulgar la clasificación de fenómenos del mundo real en un conjunto de datos geográficos.

Esta normativa consigue reducir los costes de adquisición de datos y simplifica el proceso de especificación del producto, ya que establece una metodología normalizada que facilita la descripción de la abstracción del mundo real y, también, facilita la comparación entre catálogos de fenómenos normalizados.

Una manera normalizada de organizar la información del catálogo de fenómenos no dará, automáticamente, como resultado la interoperabilidad entre aplicaciones.

La descripción completa del contenido y la estructura de un conjunto de datos geográficos es dada por el esquema de aplicación desarrollado de acuerdo con ISO 19109. El catálogo de fenómenos define, exclusivamente, el significado de los tipos de fenómenos, el de sus atributos asociados, las operaciones del fenómeno y las asociaciones de fenómenos contenidas en el esquema de aplicación.

### **Requisitos para la realización de un catálogo de fenómenos**

En esta norma se establece que el nivel básico en la clasificación de un catálogo de fenómenos debe ser el tipo de fenómeno. Los fenómenos 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 fenómenos.

Desde la norma se recomienda uso de un lenguaje de modelo conceptual para modelar la información del catálogo de fenómenos

En ISO 19110 se especifican los elementos de información que se deben determinar para caracterizar de forma adecuada un catálogo de fenómenos. 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. Resulta de gran ayuda el anexo C, de carácter informativo, donde aparecen una serie de ejemplos de aplicación de las plantillas. La mayoría de estos ejemplos están basados en la parte 4ª de DIGEST (*Features and attribute Coding Catalogue*) (STANAG, 1998).

Por lo tanto, el primer requisito del catálogo de fenómenos es que debe de contener todos los elementos de información necesarios que se determinan en el anexo B de la norma.

A parte de los requisitos de información, la norma determina una serie de requerimientos en cuanto al formato de los diferentes elementos de información.

Se establece que todos los tipos de fenómenos, atributos de fenómenos, asociaciones de fenómenos, papel que desenvuelven los tipos de fenómenos en las asociaciones, y operaciones de fenómeno incluidas en un catálogo de fenómenos deben ser identificados por un nombre único en el catálogo de fenómenos. Si se repitieran, deberían tener la misma definición y el mismo contenido.

El catálogo de fenómenos debe incluir definiciones y descripciones de todos los tipos de fenómenos contenidos en los datos, incluido algunos atributos de fenómeno, asociaciones de

fenómenos contenidas en estos datos que son asociados con cada tipo de fenómeno, y opcionalmente incluir operaciones de fenómenos que son soportadas por los datos.

Como todas las normas de la familia ISO 19110, esta norma especifica unas pruebas de conformidad. A parte de las pruebas dependientes de las características del catálogo, existen otras 15 que se encargan de comprobar si en el catálogo se han introducido, con el formato indicado, todos los elementos de información que exige ISO 19110. Este conjunto de pruebas de conformidad se detalla en el Anexo A de la norma.

En el Anexo B, como ya se ha dicho anteriormente, están presentes las diferentes plantillas que determinan los elementos de información necesarios para definir el catálogo. Además, en ese mismo anexo se incluye el modelo conceptual de un Catálogo de Fenómenos, y que se representa en la Figura 11.6.

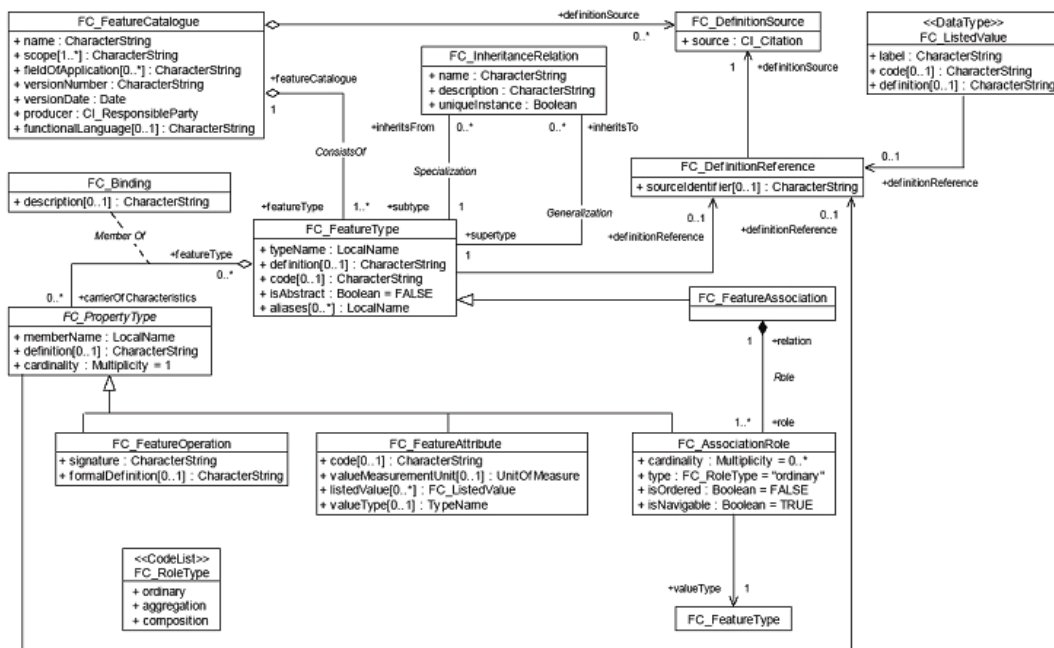


Figura 11.6.- Diagrama de clases de la norma ISO 19110. (ISO 19110)

En este modelo, como se puede ver en la Figura 11.6, se determina una clase *FC\_FeatureCatalogue* que está formado por la agregación elementos de la clase *FC\_FeatureType*. Esta última representa los diferentes tipos de fenómenos que se contemplan en el catálogo.

Las propiedades del tipo de fenómeno están determinadas por la clase *FC\_PropertyType* y, por la especialización de esta clase, se establecen tres subclases que determinan las operaciones (*FC\_FeatureOperation*), los atributos (*FC\_FeatureAttribute*) y los roles en las asociaciones (*FC\_AssociationRole*).

Por otra parte, existe una subclase de *FC\_FeatureType* que se denomina *FC\_FeatureAssociation* que tiene una relación de composición con *FC\_AssociationRole*, de manera que se determinan los tipos de Fenómenos y los roles que tienen en esa asociación de fenómenos.

Es importante, reseñar como se establece la relación de herencia mediante la asociación de la clase *FC\_InheritanceRelation* con *FC\_FeatureType*.

También la clase *FC\_FeatureCatalogue* es agregación de otra clase *FC\_DefinitionSource*, donde se determina las definiciones de los diferentes tipos de fenómenos.

#### **11.4.- ISO 19117: Representación**

El ámbito de esta norma es la representación geográfica, definiendo un esquema para poder crear salidas gráficas de las bases de datos gráficas y de los metadatos. Además se incluye una descripción de la metodología de descripción de símbolos, y de mapeo del esquema a un esquema de aplicación.

En ISO 19117 la simbolización cartográfica es tratada independientemente de los tipos de fenómenos 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 fenómenos de una base de datos. En esta norma no se pretende describir la implementación directa. El mecanismo de representación que se describe en la norma hace posible partir de reglas generales válidas para toda base de datos y, al mismo tiempo, reglas válidas para un valor específico de un atributo de entidad solamente. También se incluyen un mecanismo para la declaración de los atributos de representación, ya que por ejemplo un área se puede representar con diferentes atributos como son el color, textura, borde, etc. ISO 19117 no incluyen la 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.e. 19103, 19107, 19109, 19115).

La representación se define como la presentación de la información a los humanos, y esta 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 la ISO 19109 y las relaciones entre la geometría espacial y la topología asociada se definen en la ISO 19107.

Se distinguen los siguientes conceptos:

- Representación: representación de información de modos comprensible.
- El catálogo de representación: colección de todas las representaciones cartográficas definidas.
- Especificaciones de representación: es un conjunto de operaciones que se aplican a las instancias de los fenómenos para representarlas.
- Regla de representación: regla que se aplicada al fenómeno para determinar que especificación de representación se utiliza.
- Servicio de representación: interfaz genérica utilizada para los fenómenos de representación



En esta norma se describen el mecanismo de representación y el esquema de representación, los cuáles se presentarán a continuación.

### El mecanismo de representación

Las bases de datos que contiene información geográfica se representa a través de la información de representación. Esta información de representación es aplicada según las reglas de representación. El mecanismo de representación puede representar el mismo conjunto de datos de diferentes formas sin alterar el conjunto de datos en si mismo. Las relaciones entre estos elementos son las que se presentan en la Figura 11.7.

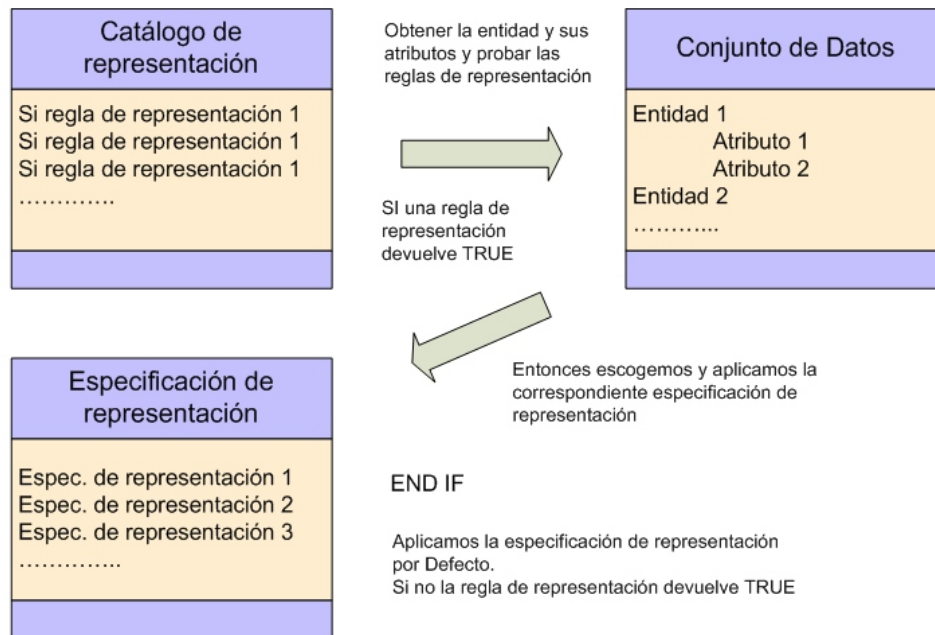


Figura 11.7.- Mecanismo de representación sin atributos prioritarios

Algunas consideraciones sobre el mecanismo de representación:

- Las especificaciones de representación y las reglas de representación no deberían ser parte del conjunto de datos.
- Las reglas de representación deberían estar almacenadas en un catálogo de representación.
- Las especificaciones de representación deberían estar almacenadas separadamente y referenciadas desde las reglas de representación.
- Las reglas de representación deberían estar especificadas para las clases de entidades o instancias de entidades.
- La especificación de representación debe estar almacenada externamente y referenciada utilizando un estándar de referencia universal como una URL.

La definición de la representación cartográfica para un fenómeno determinado es almacenada en un catálogo de representación. Este catálogo consiste en una lista de referencias que relaciona los códigos de cada fenómeno que es utilizado para identificar diferentes tipos de entidades, con una representación cartográfica individual para cada fenómeno.

Por otra parte, las reglas de representación determinan, que símbolo debe ser seleccionado para una entidad dada, pudiendo ser representaciones sencillas como por ejemplo “línea negra” para representar una carretera local o “triángulo negro sólido” para representar un vértice geodésico. O representaciones más sofisticadas como por ejemplo “línea roja punteada doble” para representar una carretera con un tráfico determinado. En esta línea, la Figura 11.8 recoge algunos ejemplos de la representación cartográfica de fenómenos almacenados en una base de datos:

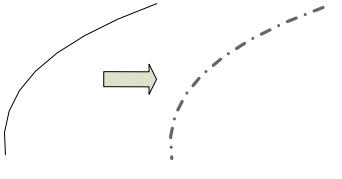

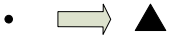
		
<b>Línea Fronteriza</b>	<b>Edificio</b>	<b>Vértice Geodésico</b>

Figura 11.8.- Ejemplos de representaciones cartográficas de una base de datos

La especificación de representación contiene todos los atributos y operaciones necesarias para producir la representación gráfica para un tipo de fenómeno dado según la regla aplicable. Y el catálogo siempre especificara una representación por defecto si la regla que se busca un tipo de fenómeno dado falla.

Para adaptar los gráficos a cualquier catálogo de simbolización dado, se deben de aplicar funciones externas a las reglas individualizadas o a la base de datos. Como por ejemplo, en el caso de gráficos muy saturados de simbolización, se deben de permitir definir atributos prioritarios, mediante las funciones externas, para que no se produzca una superposición de los elementos de manera descontrolada, y de esta manera los elementos con atributos prioritarios, estarán por encima de los menos prioritarios, escondidos por otros en el caso de múltiples elementos en el caso que se de la misma posición de los elementos.

En Figura 11.9 se muestra la representación de un fenómeno mediante un catálogo de representación. El catálogo de representación consiste de la representación del fenómeno, la regla de representación y la función externa. Para producir diferentes productos diferentes catálogos de representación deben de existir, representando uno o más conjunto de datos. La base de datos es explicada en la norma ISO 19109.

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

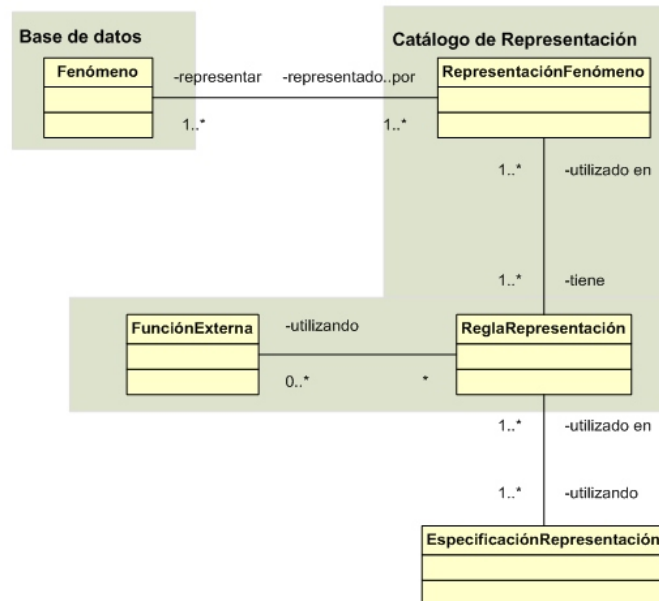


Figura 11.9.- Visión general de la representación

En la figura se han utilizado bloques de color azul para enfatizar que todo lo referente a la Base de Datos, el Catálogo de Representación y la Especificación de la Representación son cosas diferentes que no tienen por qué estar integradas en un mismo sistema o base de datos y, de hecho, la arquitectura más frecuente y deseable es que no sea así, sino que se trate más bien de recursos interoperables disponibles en la red.

Por ejemplo, una base de datos contiene instancias de la clase fenómeno Carretera. La clase fenómeno Carretera contiene dos atributos, clasificación y segmento. El atributo clasificación es un tipo de dato *string*, y debe tener el valor “carretera comarcal” o “carretera nacional”. El atributo segmento es un tipo *GM\_Curve* y contiene la descripción espacial de la carretera. La Especificación de Representación utilizada es llamada *N50\_especificación*. Las dos Reglas de Representación en este ejemplo podrían ser las siguientes declaraciones (las reglas de representación son declaraciones SQL):

```
IF (Carretera.clasificación EQ “carretera comarcal”) THEN drawCurve
    (“N50_especificación.Línea_Roja_Solida”, Carretera.segmento)
```

```
IF (Carretera.clasificación EQ “Carretera nacional”) THEN drawCurve
    (“N50_especificación.Línea.amarilla.sólida”, Carretera.segmento)
```

En este ejemplo THEN separa las declaraciones de pregunta y acción. El *drawCurve* es una declaración de acción que dibuja la curva utilizando la geometría de *Carretera.segmento* y el color, ancho de la línea de la especificación *N50\_especificación.Línea\_amarilla\_sólida*.

### Esquema de representación

El esquema de representación consiste en tres partes principales:

- El servicio de representación, define las operaciones de representación. Este servicio es utilizado para representar una instancia o instancias de fenómeno.
- El paquete de catálogo de representación, define las reglas de representación para las clases de fenómenos definidas en un esquema de aplicación.

- El paquete de especificación de representación, define los parámetros subyacentes que son necesarios para el servicio de representación.

En resumen se puede decir que para poder representar un tipo de fenómeno es necesario mediante una regla seleccionar una representación gráfica. En el primer paso, las reglas disponibles son testeadas según el tipo de entidad dada y sus parámetros adjuntos. Y el segundo paso, es cuando la especificación de representación es utilizada para encontrar la regla válida que hay que aplicar. A continuación se aplica la regla sobre el fenómeno. Las reglas están almacenadas en el catálogo de representación, es decir contiene la representación cartográfica para cada tipo de fenómeno.

### **11.5.- ISO 19131: Especificación de productos de datos**

En el desarrollo de los trabajos del ISO/TC 211 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 IG, materia omisa hasta ese momento en el diseño de la familia ISO 19100.

La existencia de una especificación de producto surgió como un requisito fundamental frente a la posibilidad de una evaluación objetiva de la calidad, y su importancia proviene de la necesidad de traducir los objetivos de utilización de la información geográfica en indicaciones técnicas adecuadas para dirigir el proceso de producción. Esta última perspectiva es actualmente tanto más importante cuanto más diversos son los productos y más amplio el abanico de las aplicaciones.

La existencia de una especificación estaba presente en muchas normas, principalmente en 19109, mas no se encontraba descrita de una forma estructurada y completa e ninguna de las normas.

Este ítem de trabajo fue propuesto por la delegación del Reino Unido y aprobado en Julio de 2001, es el fruto de la constatación de que la calidad sólo podía ser determinada por confrontación con una especificación. La estructura de la ISO 19131 se ha mantenido prácticamente inalterada desde su inicio, lo que refleja el consenso rápidamente alcanzado sobre el tema.

El principal problema a resolver, también desde su inicio, fue la relación con la norma ISO 19115 relativa a los Metadatos. Esta cuestión procede del hecho de que los metadatos ya son una descripción del producto, pudiendo ser innecesaria más de una norma. Efectivamente, los metadatos describen los datos que ya existen y no propiamente un producto aún por hacer, por otro lado, su estructura y contenido no son los más adecuados para la especificación de un producto, que debe incluir indicaciones para la propia producción. No obstante, existen notables puntos de coincidencia entre ambas normas.

### **La realidad, el universo de discurso y la abstracción geográfica**

La construcción de una especificación para un producto de datos geográficos puede resultar de motivaciones y limitaciones diversas. Una especificación puede surgir para satisfacer las funcionalidades de un contexto organización, comercial o para modelar un fenómeno geográfico en un proyecto dado y puede ser condicionada por la viabilidad técnica y económica del proceso de producción o distribución. Los objetivos condicionarán la selección de las características geográficas a incorporar, establecerán la estructura de datos y determinarán un nivel de calidad para los datos.

La especificación hay que entenderla como un instrumento que media entre el Mundo Real, interpretado según un Universo de Discurso y un Conjunto de datos Geográficos (Figura 11.10). El universo de discurso está compuesto por las ontologías que asociamos a un determinado fenómeno o conjunto de fenómenos. Una ontología debe ser entendida como la definición de los contenidos de la realidad conceptualizada y es fundamentalmente un problema de reconocimiento de identidad a un determinado fenómeno (Raper, 2000).

Parte de la dificultad en la construcción de una especificación deriva de la superposición de conceptos entre diferentes ontologías utilizadas para referenciar fenómenos distintos yuxtapuestos en un mismo universo de discurso. Por ejemplo, los fenómenos geográficos definidos por “área inundada”, “balsa”, “pantano” o “arena”, “duna” y “playa” presentan una proximidad geosemántica elevada (Brodeur y col., 2001).

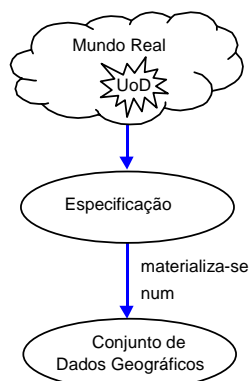


Figura 11.10.- Del mundo real a un conjunto de datos geográficos

Así, en un primer nivel, la especificación traduce ese entendimiento del fenómeno que se pretende convertir en dato geográfico. Más importante aún es traducir ese entendimiento de una forma tan objetiva como sea posible, para que sea entendida por los diferentes usuarios de la especificación.

Para una comunidad profesional todavía frecuentemente condicionada por el modo de pensar de la cartografía tradicional, la simple idea de que los datos geográficos no son “una representación fiel de la realidad”, pero si una de las posibles representaciones, es ya un progreso significativo.

### El producto geográfico

La definición de producto fue uno de los primeros obstáculos a superar en la elaboración de la norma. La generalidad de las definiciones existentes encontradas en diferentes fuentes escritas era una tautología. Se optó por definir un producto geográfico como: Conjunto de datos geográficos, o una serie de conjuntos de datos geográficos, producidos de acuerdo a una especificación.

Y la especificación de un producto de datos geográficos como: Descripción detallada de un conjunto de datos geográficos, o una serie de conjuntos de datos geográficos, con información adicional que permita su producción, conocimiento y uso por otra entidad.

Si bien la norma no establece nada, la necesidad de la norma es mayor en el caso de un producto que tiene un carácter persistente, algo producido a gran escala y que tiene mantenimiento. Podría ser, por ejemplo, una serie cartográfica, un conjunto de datos de ejes de vías o límites

administrativos. En este sentido, las propias reglas de producción y actualización, así como la distribución del producto, son tenidas como parte integrante de la especificación del producto.

Una especificación, realizada de acuerdo con la norma ISO 19131, en tanto puede ser utilizada como cuaderno de encargo para la producción de un producto geográfico específico en un ámbito de uso restringido. En este sentido, el mayor beneficio de la norma es proveer una lista de chequeo de todo lo que debe ser especificado.

La estructura de la norma se inspiró en la experiencia práctica de producción de cuadernos de encargo. De esa experiencia resulta el conocimiento del hecho de no poder asumir, en el contexto de la producción de datos geográficos, que el entendimiento de un concepto, o de un proceso, sea algo único y objetivo. Valga como ejemplo:

- ↯ Identificar un datum para un conjunto de datos geográficos puede no ser suficiente sin que se explicita la forma de ligar las operaciones de posicionamiento a la materialización de ese datum.
- ↯ Identificar un valor para la exactitud posicional no es suficiente, se deberá explicitar conjuntamente el proceso de medición.
- ↯ Identificar un producto como una “cartografía a escala 1/10.000” tiene un significado muy reducido, pudiendo describir productos muy diferentes.

La presentación de las especificaciones de una forma normalizada ayuda al usuario a buscar en el documento la información que necesita y, en el caso de estar omitida, a identificar claramente esa omisión.

### **Estructura General de una especificación de producto según ISO 19131**

La norma ISO 19131 pretende establecer los descriptores que se deben incluir en la elaboración de una especificación de un producto de datos geográficos. Un producto de datos geográficos engloba la los datos geográficos, la información adicional en la forma digital de presentación teniendo en cuenta su disponibilidad como una unidad identificable.

La norma prevé, para un documento de especificación de datos geográficos, la siguiente organización:

- A. Descripción general del producto.
- B. Ámbitos de especificación.
- C. Identificación del producto.
- D. Contenido y estructura de los datos.
- E. Sistema de referencia.
- F. Calidad de los datos.
- G. Distribución del producto.
- H. Metadatos.

- I. Adquisición de los datos.
- J. Mantenimiento.
- K. Representación gráfica.
- L. Información adicional.

La Figura 11.11 es una representación en UML relativa a la especificación de un producto de datos geográficos.

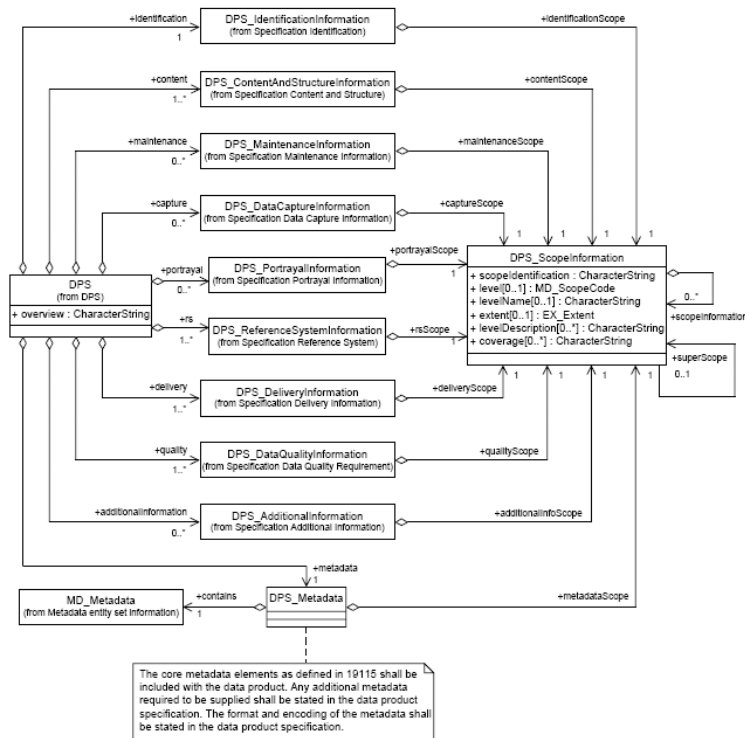


Figura 11.11.- Modelo UML para la especificación de productos

A continuación se especifican los aspectos fundamentales de cada uno de los ítems de la estructura propuesta por ISO 19131.

### Descripción general del producto geográfico

A pesar de que la estructura de la especificación refleja la preocupación respecto a la posibilidad de una lectura automatizada, también se consideró importante que incluyera una descripción sintética que permita una comprensión rápida de las principales características de un producto. 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 norma reconoce que diferentes componentes de los datos geográficos pueden tener diferentes especificaciones, por ejemplo, diferentes niveles de calidad. Así, desde el inicio de la especificación son identificados los diferentes ámbitos, que podrán ir desde la totalidad del producto hasta un nivel de atributo de una característica geográfica particular.

Los criterios para la definición de los ámbitos pueden incluir, entre otros, la extensión espacial u otro tipo de característica geográfica.

### **Identificación del producto**

Reflejando la preocupación, en tanto y cuanto fuera posible, de reaprovechar los componentes de las restantes normas 19100, la identificación del producto deberá ser realizada de acuerdo con la norma ISO 19115 sobre Metadatos.

Como mínimo, la identificación de un producto deberá contener:

- ⊣ Título: El título del producto.
- ⊣ Resumen: Una breve descripción narrativa del contenido del producto.
- ⊣ Tópico: Tema principal del producto.
- ⊣ Descripción geográfica: Extensión geográfica del área cubierta por el producto.

### **Contenido y estructura de los datos**

El contenido y estructura de los datos debe definirse de acuerdo con la norma ISO 19109: Reglas para el esquema de aplicación. Ésta es la componente de la especificación que típicamente tendrá un mayor tamaño y que requiere conocer la norma ISO 19109.

La información relativa al contenido estructura se define por un “esquema de aplicación” y por “un catálogo de características”. Un esquema de aplicación contiene una descripción formal de una estructura y del contenido de los datos, incluyendo:

- ⊣ Representación de los tipos de características.
- ⊣ Tipos de atributos.
- ⊣ Relaciones entre características.
- ⊣ Restricciones.

En la norma son referidas de manera explícita las cláusulas 8.3, 8.5, 8.6, 8.7 y 8.9 de la norma ISO 19109. En el caso de que se trate de coberturas de imágenes, la norma de referencia es la ISO 19123.

### **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. Nótese que un mismo producto de datos geográficos puede tener varios sistemas de referencia, por ejemplo, para una altimetría y planimetría que además de cubrir una extensa área está compuesta por diferentes datos.



Según sean aplicables, deberán ser seguidas las normas: ISO 19111, ISO 19112, o la norma ISO 19108. En cualquier caso se utilizará un código identificador del sistema de referencia.

### **Calidad de los datos**

La descripción de la calidad de los datos deberá realizarse de acuerdo con ISO 19113 e ISO 19114. En un futuro se prevé como recurso preferencial el documento ISO 19138, que podrá evolucionar a un sistema de registro de medidas de la calidad. En el establecimiento de niveles de conformidad para la calidad de un producto geográfico se deberá tener en consideración que:

- ↪ Se podrán aplicar diferentes métodos de validación a diferentes partes del conjunto de datos (diferentes ámbitos).
- ↪ Para un mismo elemento de la calidad, se podrán obtener resultados diferentes al ser medidos por diferentes métodos de evaluación de la calidad.
- ↪ Los niveles de conformidad pueden ser diferentes para diferentes características geográficas de un conjunto de datos.

### **Distribución del producto**

En esta cláusula se incluye la información relativa al 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**

Los metadatos que acompañan a los datos geográficos pueden ser entendidos como parte del producto y, en este caso, también deben ser objeto de especificación, seleccionando los más relevantes de entre los descritos por la norma ISO 19115.

### **Adquisición de datos**

El objetivo de la norma no contempla la descripción del proceso de adquisición de la información, si bien reconoce que el proceso y la calidad final están fuertemente relacionados. Cuando sea procedente, las fuentes y procesos de adquisición podrán ser aquí descritos.

### **Mantenimiento de los datos**

Para algunos productos el mantenimiento es una característica intrínseca, de ahí que por medio de la especificación se deban incluir referencias a los sus procesos y frecuencia de actualización.

### **Información adicional**

En esta cláusula se añaden los elementos eventualmente existentes que se entienda que son necesarios para la especificación del producto y que no están incluidos en ninguna de las restantes partes de la especificación.

## **11.6.- Conclusiones**

Se ha presentado un conjunto de cuatro normas (ISO 19109, ISO 19110, ISO 19117, ISO 19131) que no forman un grupo homogéneo puesto que sus ámbitos son diversos (aplicaciones, representación, producto), pero que poseen una gran importancia dentro de la familia ISO 19100.

La norma ISO 19109 explica como definir los fenómenos geográficos asociados a los procesos informáticos. Para poder posteriormente integrarlos en los modelos de IG de un modo homogéneo. Esta norma define el Modelo General de Fenómeno, que ha de materializarse en un

diagrama UML que contiene información relacionada con cada uno de los fenómenos como: atributos, operaciones, restricciones, etc.

A partir de la definición de fenómenos se define “el esquema de aplicación”. Los detalles de cada uno de los fenómenos se recogen posteriormente en un catálogo de fenómenos. La metodología para construir un catálogo de fenómenos es explicada en la norma ISO 19110.

Esta norma fue aprobada en el año 2005, y a día de hoy es todavía una gran desconocida. Pese a las ventajas que ofrece definir esquemas de aplicación de las estructuras de datos, no se conocen muchos casos de aplicación en España.

Tal vez sea el momento de empezar a considerar esta norma dentro de las organizaciones como una herramienta de trabajo, ya que son muchos los beneficios que se pueden obtener con su implementación. La normalización en la información geográfica es un tema de actualidad dejémonos, pues, enriquecer con cada granito que cada una de las normas ISO nos pueda aportar.

Por su parte, la norma ISO 19110 establece una estructura para la realización de catálogos de fenómenos. Esta estructura facilita la posibilidad de comparar diferentes catálogos de una manera sencilla. Por otra parte, los elementos que definen el catálogo dan una idea más concreta de los tipos de fenómenos y las propiedades que los definen.

Otra idea muy importante es la evolución en el concepto de las propiedades que definen los fenómenos. No sólo se pueden determinar los atributos, que representan la propiedades estáticas, sino operaciones (propiedades dinámicas que cambian en el tiempo) y roles en asociaciones.

No todo es positivo, se han podido detectar algunos problemas. Por ejemplo, existe falta de coherencia con el GFM que se define en la norma ISO 19109, donde se permite la determinación de atributo de atributo, no siendo así en esta norma. Es decir, que si cogemos como clase “depósito genérico” y definimos un atributo “Contenido” estableciendo una lista controlada de valores “Gasolina, gas, agua...” El depósito de agua será de la clase “deposito” y el valor para el atributo “contenido”=”agua”. Si queremos almacenar el valor del PH de ese agua tendríamos que establecer un atributo “PH” del atributo agua. En el caso del GFM se podría hacer pero con ISO 19110 deberíamos hacer una clase “deposito de agua” y establecer los atributos necesarios, ya que no existe la posibilidad de establecer un atributo de atributo. En ese sentido se está preparando una corrección sobre el texto de ISO 19110 para facilitar su aplicación y para asegurar la coherencia con el GFM definido en ISO 19109.

Tradicionalmente la presentación gráfica de la información geográfica ha sido estrictamente del dominio de la cartografía pero actualmente ha empezado a tener una sección importante en el dominio de la geomática. Por ello del interés y oportunidad de la norma ISO 19117. El objetivo de ésta es definir un esquema para poder representar los fenómenos mediante salidas gráficas, sin especificar la normalización de los símbolos cartográficos de los fenómenos almacenados en la base de datos.

Para que se pueda cumplir el esquema de aplicación, la norma indica que la especificación de representación y las reglas de representación no son parte de la base de datos, y que la especificación de representación está almacenada independientemente de las reglas de representación. Esta especificación de representación debe almacenarse externamente utilizando una referencia universal, tal y como una URL. Mientras que las reglas de representación están almacenadas en el catálogo de representación.

La Norma ISO 19131 da respuesta a un aspecto tan fundamental como la especificación de los productos de datos geográficos pero su aparición ocurrió de manera sobrevenida, lo que viene a indicar que no siempre es posible planificar adecuadamente el diseño de los conjuntos normativos.

La aplicación de la norma ISO 19131 está fuertemente condicionada por la adopción de las restantes normas de la serie ISO 19100 una vez que la especificación remite obligatoriamente a los documentos normativos específicos con los cuáles debe ser conforme. 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 de las instituciones y empresas. No es difícil producir una especificación conforme o, por lo menos, parcialmente conforme, una vez que se trata básicamente de seguir un formulario con los componentes de la especificación. La mayor dificultad reside, posiblemente, en la reflexión sobre los objetivos de utilización de la información geográfica que, naturalmente, condicionan la especificación del producto y para los cuáles, una norma con un nivel de abstracción necesariamente elevado, no puede presentar indicaciones concretas. La aplicabilidad también será favorecida por la existencia de catálogos de características, catálogos de representación gráfica, catálogos de sistemas de referencia y catálogos de medidas de calidad con vistas a minimizar el esfuerzo y la complejidad de la construcción de la especificación.



Emilio López Romero (Instituto Geográfico Nacional)  
Paloma Abad Power (Instituto Geográfico Nacional)

---

## CAPÍTULO 12

# Geographic Markup Lenguaje (ISO 19136)

---

### **12.1.- Introducción**

*Geography Markup Language* (GML) es un lenguaje basado en XML para codificar IG para ser almacenada y transportada por Internet, y que fue desarrollado por OGC para definir la geometría y las propiedades de los objetos que comprenden la información geográfica.

Se puede decir que GML es una aplicación práctica para transferir información cartográfica por la Web. Además de transmitir un mapa GIF o JPEG, GML permite que los datos sean controlados en el navegador por el usuario, quien decide cómo serán mostrados los datos.

Una entidad geográfica es una abstracción de un fenómeno del mundo real; es una entidad geográfica que esta asociada a una localización de la Tierra, por ejemplo una carretera, un límite administrativo, un río. El estado de una entidad se define por un conjunto de propiedades, donde cada propiedad puede estar definida por su nombre, tipo y valor.

El número de propiedades que una entidad debe tener, junto con nombre y tipo, están determinadas por su tipo de definición. Las entidades geográficas espaciales, es decir con geometría, son aquellas cuyas propiedades son valores geométricos, por ejemplo: puntos, líneas, curvas o áreas. En GML también se admiten entidades sin geometrías, pero no serán entidades geográficas.

Una colección de entidades es un conjunto de entidades el cual puede ser considerado como una entidad en sí y tiene sus propias propiedades, por ejemplo una ciudad.

Como cualquier codificación XML, GML representa la información geográfica en formato texto. Al ser texto, le da simplicidad y es visible por sí mismo, fácil de revisar y de cambiar. Por tanto, GML representa la información geográfica por medio de texto, para representar geometrías y objetos geográficos. No representa las entidades geográficas de manera gráfica.

GML es una codificación para el transporte, y almacenamiento de IG modela según el esquema de modelización conceptual utilizada en las serie de Normas Internacionales ISO 19100, y tal que incluye tanto las propiedades espaciales, como las no espaciales de las entidades geográficas.

Esta norma define la sintaxis del XML *Schema*, 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.
- Soporta 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.

Se puede decir que es un sublenguaje de XML descrito como una gramática en XML Schema para el intercambio de la información geográfica. Su importancia radica en que a nivel informático se constituye como una lengua franca para el manejo y trasvase de información entre los diferentes software que hacen uso de este tipo de datos, como los SIG.

GML se diseñó a partir de la especificación abstracta producida por el OGC y de la serie de documentos ISO 19100. 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.

En la norma GML se especifica la codificación XML de clases conceptuales definidas en las Normas Internacionales de la serie 19100 y en las Especificaciones de OGC. Los modelos conceptuales están definidos en:

- ISO/TS 19103: Lenguaje de esquema conceptual (unidades de medida).
- ISO 19107: Esquema espacial (geometría especial y topología).
- ISO 19108: Esquema temporal (geometría temporal y topológica y sistema de referencia temporal).
- ISO 19109: Reglas para la aplicación de esquemas (entidades).
- ISO 19111: Referenciación espacial por coordenadas (sistema de referencia de coordenadas).

→ ISO 19123: Esquema para la geometría de coberturas y funciones (coberturas y grids).

Además de estas normas, GML proporciona codificación XML para conceptos adicionales que no están modelados ni en la serie de Normas Internacionales 19100, ni en las Especificaciones de OGC.

En el apartado siguiente se presentan los contenidos de la norma, y en los posteriores algunas ideas sobre su aplicación, así como un análisis de sus ventajas e inconvenientes, y una conclusión final.

## **12.2.- ISO 19136: Geographic Markup Lenguaje**

Es importante aclarar las distinciones entre datos geográficos (que son codificados en GML) y la interpretación gráfica de esos datos que podría aparecer en un mapa o en otro formato de visualización. Los datos geográficos están relacionados con una representación del mundo en términos espaciales y es independiente de una determinada visualización de esos datos. Cuando se habla de datos geográficos se trata de capturar la información sobre las propiedades y geometría de los objetos del universo del problema. Cómo se simbolice esto en un mapa, el color o el grosor de las líneas que se usen para representarlos es independiente del GML.

Esta propiedad de separar contenido de representación proviene de su derivación de XML.

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 *TatukGIS Viewer*. 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.

### **GML es texto**

Como cualquier documento XML, GML representa la información en forma de texto. El texto aporta como ventaja su simplicidad y visibilidad. Es fácil de inspeccionar y cambiar. Y al ser XML facilita también que sea controlado.

Los formatos de texto para geometría y geografía han sido empleados anteriormente (SAIF format, por ejemplo). Otro ejemplo del uso de texto para conjuntos de datos geométricos complejos es VRML (*Vector Markup Language*). Se han construido modelos VRML grandes y complejos, que han sido accedidos a través de la Web, usando una codificación basada en documentos de texto.

### **GML codifica fenómenos geográficos y propiedades**

GML se basa en el modelo geográfico abstracto desarrollado por el OGC. Este modelo describe el mundo en término de entidades geográficas llamadas fenómenos geográficos. Esencialmente, un fenómeno 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. De todas formas, extensiones que gestionen geometrías 2 ½ y 3D pueden aparecer próximamente, así como las relaciones topológicas entre fenómenos.

GML ya permite la creación de fenómenos complejos. Un fenómeno geográfico puede, por ejemplo, estar compuesto de otros fenómenos. Un único fenómeno como un aeropuerto podría estar compuesto por otros fenómenos como carril-bus, autovía, hangares y terminales. La geometría de un fenómeno geográfico también puede estar compuesta de muchos elementos geométricos. Un fenómeno con geometría compleja puede estar constituido de la mezcla de tipos de geometría como puntos, líneas y polígonos,

Para codificar la geometría de un fenómeno como un edificio simplemente se escribe:

```
<Feature fid="142" featureType="colegio" Description="Un colegio">
  <Polygon name="extent" srsName="epsg:27354">
    <LineString name="extent" srsName="epsg:27354">
      <CDATA>
        491888.999999459,5458045.99963358 491904.999999458,5458044.99963358
        491908.999999462,5458064.99963358 491924.999999461,5458064.99963358
        491925.999999462,5458079.99963359 491977.999999466,5458120.9996336
        491953.999999466,5458017.99963357 </CDATA>
      </LineString>
    </Polygon>
  </Feature>
```

Nótese que este fenómeno no tiene propiedades no geométricas. Pero podrían añadirse de la siguiente forma:

```
<Feature fid="142" featureType="colegio" >
  <Description>Pablo Ruiz Picasso</Description>>
  <Property Name="NumeroPlantas" type="Integer" value="3"/>
  <Property Name="NumeroEstudiantes" type="Integer" value="987"/>
  <Polygon name="extent" srsName="epsg:27354">
    <LineString name="extent" srsName="epsg:27354">
      <CDATA>
        491888.999999459,5458045.99963358 491904.999999458,5458044.99963358
        491908.999999462,5458064.99963358 491924.999999461,5458064.99963358
        491925.999999462,5458079.99963359 491977.999999466,5458120.9996336
        491953.999999466,5458017.99963357 </CDATA>
      </LineString>
    </Polygon>
  </Feature>
```

A continuación, la Figura 12.1 presenta el diagrama UML que muestra la jerarquía de clases utilizada en GML.

GML contempla el conjunto de los distintos objetos a considerar cuando se intercambia o almacena IG, como son fenómenos, geometrías, topologías, etc. encapsulándolos en una jerarquía de objetos GML, etiquetados y estructurados ya en un formato físico.



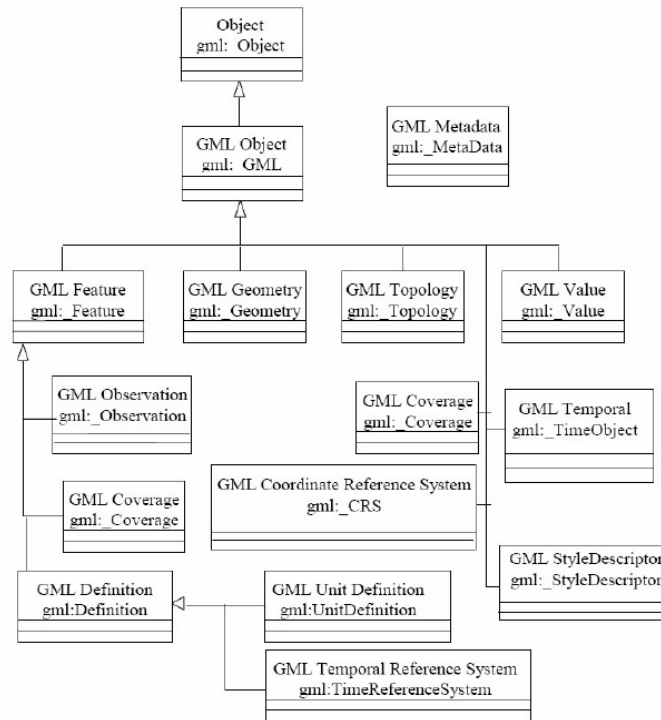


Figura 12.1.- Diagrama de clases en GML

### GML codifica sistemas de referencia espaciales

Un componente esencial de un sistema geográfico es un medio para referenciar los fenómenos geográficos a la superficie terrestre o a alguna estructura relativa a la misma. La versión actual de GML incorpora un sistema de referencia espacial que es extensible y que incorpora los principales marcos de referencia geocéntricos y proyecciones de hoy en día.

Esto permite codificar todos los sistemas de referencia que pueden encontrarse en el portal web del *European Petroleum Standards Group*. Además los esquemas codificados permiten al usuario definir unidades y parámetros de los sistemas de referencia. Probablemente, versiones futuras de GML proveerán mayor flexibilidad para gestionar sistemas de coordenadas locales.

¿Por qué codificar un sistema de referencia espacial y no simplemente proporcionar un único nombre? En muchos casos tal aproximación es suficiente y GML no requiere que el proveedor de datos geográficos también proporcione una codificación de los sistemas de referencia para poder georreferenciar los datos. Pero hay casos, donde tal información es muy valiosa e incluye:

- Validación del cliente de un SRS del servidor. Un cliente puede solicitar una descripción del SRS (un documento XML) y compararlo con sus propias especificaciones o mostrárselas al usuario para su verificación.
- El cliente muestra el SRS específico del servidor.
- Usado por un Servicio de Transformación de Coordenadas para validar el SRS de una fuente de datos.

- Un Servicio de Transformación de Coordenadas puede comparar la descripción del SRS con sus propias especificaciones para ver si el SRS es consistente con la transformación seleccionada.
- Control automático de la transformación de coordenadas al añadir como entrada y salida los nombres de los SRS y los valores de los parámetros.

Con la codificación GML para sistemas de referencia, es posible crear un sitio Web en el que se almacene cualquier número de definiciones de sistemas de referencia espacial.

### **GML: Colecciones de Fenómenos Geográficos**

La recomendación XML 1.0 del W3C se basa en la noción de documento. La versión actual de GML está basada en XML 1.0, y usa una *FeatureCollection* como base de sus documentos.

Una *FeatutreCollction* es una colección de fenómenos o un *Envelope* (entorno) (que limita el conjunto de *Features*), una colección de *Properties* (propiedades) que se aplican al *FeatureCollection* y una lista opcional de definiciones de Sistemas de Referencia Espaciales. Una *FeatureCollection* también puede contener otras *FeatureCollections*, siempre que el *Envelope* de la *FeatureCollection* englobe los *Envelopes* de todos los *FeatureCollections* contenidos.

Cuando se realiza una petición de datos GML a un servidor GML, los datos siempre son devueltos en *FeatureCollections*. No hay límite en el GML RFC del número de fenómenos que pueden ser contenidos en un *FeatureCollection*. Debido a que un *FeatureCollection* puede contener otros *FeatureCollections* es un proceso relativamente simple unir los *FeatureCollections* recibidos desde un servidor en una gran colección.

### **GML: Más que un formato de transporte de datos**

Aunque GML es un medio efectivo para transportar información geográfica de un lugar a otro, se espera que también llegue a ser un importante medio de almacenamiento de información geográfica. El elemento clave aquí es *XLink* y *Xpointer*. Estas dos especificaciones mantienen grandes expectativas para crear construcciones complejas y conjuntos de datos distribuidos.

Los datos geográficos son, obviamente, eminentemente geográficos. Están distribuidos naturalmente sobre la superficie de la Tierra. Al mismo tiempo, hay aplicaciones que necesitan un mayor alcance y obtener datos de una base global para análisis de escalas grandes o por el interés en un dominio vertical más estrecho. Las aplicaciones de este último tipo también abundan en una colección diversa de campos desde protección medioambiental hasta minería, construcción de carreteras y gestión de desastres. Sería muy útil que los datos fueran desarrollados en la escala local e integrados a escala regional y local.

La mayoría de las veces, los datos geográficos son obtenidos por agencias particulares para un propósito específico. Las oficinas forestales recolectan información de la disposición de los árboles (diámetro, condiciones del hábitat, ratios de crecimiento) para la gestión efectiva del comercio forestal. Los departamentos de medioambiente recolectan información sobre la distribución de animales y su hábitat. El departamento de Desarrollo está interesado en mantener información sobre demografía y fenómenos existentes en el entorno de las construcciones. Los problemas del mundo real raramente se ciñen a los límites de los departamentos agencias y oficinas. Sería muy útil si los datos generados para un propósito pudieran ser integrados con datos generados con otro fin.

GML como formato de almacenamiento, combinado con XLink y XPointer proporcionarán algunas contribuciones muy útiles para tratar esos problemas.

### Las tecnologías de las que depende GML

GML está basado en XML. XML, aunque algunas veces es mencionado como un sustituto de HTML, es mejor pensar en él como un lenguaje para la descripción de datos. Más correctamente, XML es un lenguaje para expresar lenguajes de descripción de datos. XML, de tos formas, no es un lenguaje de programación. No hay muchos mecanismos en XML para expresar comportamiento u operaciones de computación. Esto se deja a otros lenguajes como Java y C++.

### XML Versión 1.0

XML 1.0 proporciona un medio de describir (etiquetado) datos usando etiquetas definidas por el usuario. Cada segmento de un documento XML está limitado por una etiqueta de inicio y una etiqueta de fin. Esto se expresa del siguiente modo:

```
<Feature>
  ... Más descripciones XML ...
</Feature>
```

La validez de los nombres de las etiquetas queda determinada por el esquema XML (ficheros .xsd). Qué etiquetas pueden aparecer dentro de un par de etiquetas de inicio y fin también se determina por el esquema XML.

Las etiquetas XML también tienen atributos asociados. También hay restricciones en el esquema XML sobre el nombre y en algunos casos el dominio de valores que los atributos pueden tomar.

Normalmente XML es leído por un intérprete o “parser”. Todos los intérpretes XML chequean que los datos están bien formados de modo que no pueda haber una corrupción de datos (por ejemplo, una etiqueta de fin olvidada) que no sea detectada. Muchos intérpretes de XML también validan, es decir, chequean que el documento es conforme a un esquema XML asociado.

Usar XML para generar y validar estructuras de datos jerárquicos complejas es relativamente fácil. Tales estructuras son comunes en aplicaciones geográficas.

### XSL y XSLT (transformando WWW)

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. Con el tiempo, esto ha evolucionado, de modo que XSL son realmente dos tecnologías diferentes.

La tecnología llamada XSLT (la T por *Transformation*), está enfocada a la transformación de XML. La otra tecnología se encarga del formateo de texto o imágenes y se refiere a los términos de objetos de formato y objetos de flujo.

Es el carácter transformacional de XML el que es más importante, y XSL (XSLT) proporciona un medio declarativo claro para expresar esas transformaciones. Desde este punto de vista XSLT es tan esencial a GML como el propio XML.

XSL es un lenguaje bastante simple. Proporciona una rica sintaxis para expresar patrones de emparejamiento y reemplazamiento. Es declarativo. Se puede leer fácilmente lo que XSLT dice hacer. Usando sus especificaciones asociadas (XPath y XQL) se puede especificar algunas

consultas muy potentes sobre un documento XML. Además 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.

### SVG, VML y X3D – Gráficos vectoriales para la Web

XML es utilizada en muchos ámbitos, uno de los cuales es el campo de los gráficos vectoriales. Se han desarrollado varias especificaciones basadas en XML para describir gráficos vectoriales, incluyendo *Scalable Vector Graphics* (SVG), *Microsoft's Vector Markup Language* (VML), y X3D, la encarnación XML de la sintaxis y comportamiento de VRML (*Virtual Reality Markup Language*).

Estas especificaciones tienen muchas similitudes con GML, pero tienen un objetivo muy diferente. Cada una de ellas tiene un medio de describir la geometría. Las especificaciones gráficas, de todas formas, están enfocadas sobre la apariencia y a partir de ahí incluyen propiedades y elementos para colores, grosor de líneas y transparencia, por nombrar unos pocos aspectos. Para ver un fichero de datos SVG, VML o X3D es necesario tener un visor de datos gráficos compatible. En el caso de VML está construido dentro de IE 5.0 (y en ningún sitio más). En el caso de SVG, Adobe ha desarrollado una serie de plug-ins para Internet Explorer y Netscape Communicator así como Adobe Illustrator, mientras que IBM y otras compañías, están, o ya tienen desarrollado, visores SVG o soportal librerías gráficas.

Para dibujar un mapa desde datos GML se necesita transformar GML a uno de los formatos de datos gráficos (SVG, VML o VRML). Esto significa asociar un “estilo” gráfico (es decir, símbolo, color, textura) con cada tipo de fenómeno GML o instancia.

La Figura 12.2 ilustra la representación de un mapa usando el estilo XSLT en un cliente de mapas compatible:

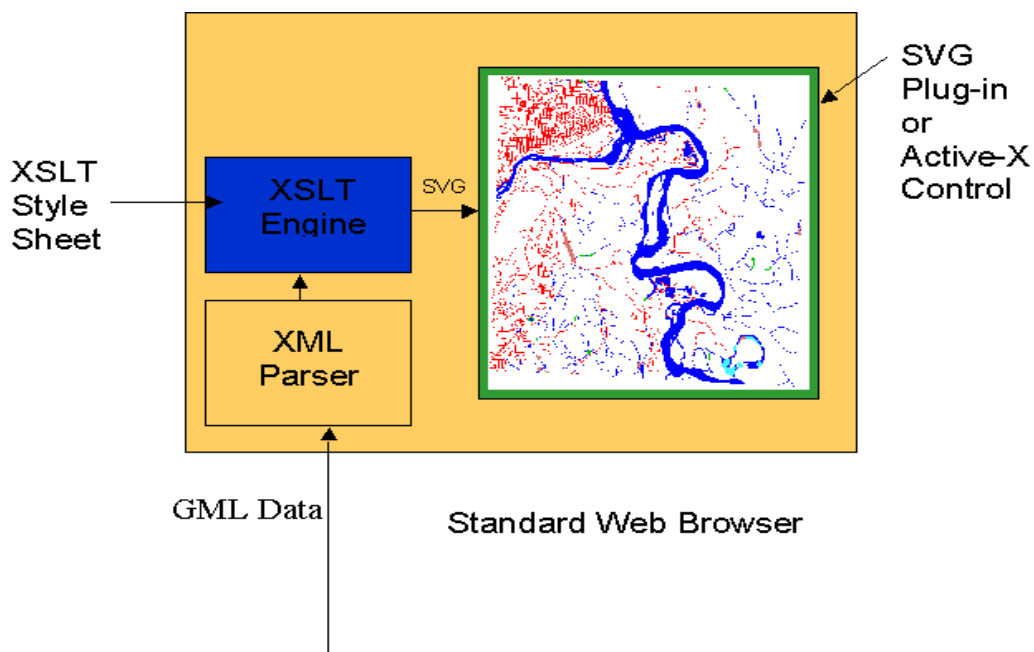


Figura 12.2.- Esquema del proceso de representación de una cartografía a partir de datos GML



(IDE-Ebro), el servicio WFS de la IDE de Galicia (IDEG) y el de la IDE de A Coruña. Para más detalles véase <http://www.idee.es/CatalogoServicios/cat2/indexWFS.html>. A nivel internacional, la IDE de Canadá (CGDI) concentra la mayor gama de servicios, con un total de 46, sirviendo datos en GML.

Prácticamente todos los software 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 TatumGIS, OpenMap; y para importar GML desde las bases de datos más extendidas (Oracle, PostGIS).

Incluso, algunos proyectos importantes utilizan GML como formato para almacenar los datos, como GiMoDig (<http://gimodig.fgi.fi>), un proyecto financiado por la UE a través del programa IST (IST-2000-30090) de tres años (2001-2004), cuyo objetivo era proporcionar cartografía a dispositivos móviles integrando y generalizando en tiempo real datos existentes. Han participado los organismos responsables de la cartografía oficial de Finlandia, Suecia, Dinamarca y Alemania, junto con la Universidad de Hanover y la coordinación del Instituto Geodésico Finlandés.

#### **12.4.- Conclusiones**

En resumen, la ISO 19136 estandariza una implementación de los estándares relacionados con la geometría de la familia ISO 19100, en particular la ISO 19107 (Esquema Espacial) y la ISO 19123 (Esquemas para la geometría para la cobertura y funciones).

Sin embargo, la ISO 19123 parece que trata más con interfaces mientras que las coberturas en GML son descritas más desde un punto de vista de la información. El GML es una aplicación del XML construido sobre el XML Schema.

El GML está diseñado para la modelización, el transporte y almacenamiento de la información geográfica. Los esquemas predefinidos GML proporcionan un rico vocabulario que puede ser utilizado para crear esquemas de aplicación GML en dominios específicos. El GML sirve como una fundación para la web geoespacial y para la interoperabilidad independientemente del desarrollo de las aplicaciones distribuidas incluyendo servicios basados en la localización.

El GML constituye una capa semántica sobre XML para expresar fenómenos geográficos.

Dado que hay multitud de estándares de codificación de información geográfica (COGIF -Italia-, MDIFF, SAIF -standard format for the storage and interchange of geographical data-, DLG -USGS-, SDTS -USGS-, MIGRA -España-...), nos debemos preguntar ¿por qué utilizar GML?, ¿cuáles son sus ventajas?. A continuación se indican algunas de estas ventajas:

- GML es texto.
- GML está basado en un modelo común de datos geográficos, la Especificación Abstracta del OGC, acordada por gran número de fabricantes. Hay un consenso para convertirse en un estándar (ISO/DIS 19136).
- Lo más importante de GML es que está basado en XML y eso abre la puerta a todas las ventajas que ello conlleva.

- GML descansa sobre una amplia cantidad de estándares públicos que se han adoptado. Lo cual asegura que los datos GML pueden ser visualizados, editados y transformados por una gran variedad de herramientas comerciales y gratuitas.
- Hay una gran cantidad de profesionales de las Tecnologías de la Información que dominan XML y lo pueden aplicar al desarrollo de herramientas GML.
- Verificación automática de la integridad de los datos.
- GML puede ser leído por herramientas públicas o genéricas.
- GML puede ser fácilmente editado.
- GML puede ser integrado fácilmente con datos No-Espaciales. Los formatos binarios dificultan este proceso porque necesitamos conocer las estructuras y ser capaces de modificarlos.
- Permite obtener representaciones (mapas) de mayor calidad.
- Funcionan en los navegadores sin la necesidad de comprar software en el lado del cliente.
- Estilos de mapa personalizados. Separación de los datos y la presentación.
- Mapas editables basados en GML-SVG.
- Mejores capacidades de consulta frente a los mapas raster.
- Control sobre los contenidos. La selección y filtrado de la información.
- Entidades animadas.
- Permite pensar no sólo en navegadores Web convencionales, también en dispositivos móviles....
- Facilita el encadenamiento de servicios.

Aún siendo muchas sus ventajas, GML también presenta claros inconvenientes, el fundamental es el gran tamaño de los ficheros. GML es texto y por tanto la información no está optimizada desde el punto de vista del almacenamiento como si lo están los formatos binarios. Para ello hay dos soluciones:

- Comprimir los archivos en formato gzip para el transporte y almacenamiento, obligando a introducir en las aplicaciones mecanismos de compresión/descompresión. Por otro lado, son operaciones sencillas de implementar y se obtienen ratios de compresión 5:1 o superiores.
- BinXML por ExpWay ([expway.com](http://expway.com)). XML binario que es soportado tanto por API's nativas como abiertas ( e.j. Sax, Dom). BinXML también da la posibilidad de streaming y expansión incremental del XML binario.<http://www.expway.com/>

Pero también existen otros inconvenientes de diferente índole, entre ellos:

- Coste de la adaptación y formación a la tecnología GML.
- Dificultades para manejar ficheros ráster de gran tamaño. Las fotografías aéreas y ortofotos se siguen almacenando en los formatos ráster usuales (Tiff). Aunque está previsto para las próximas actualizaciones poder trabajar con grandes ficheros raster, incluso vídeo.
- Es una tecnología de lenta implantación, que lleva desarrollada desde el año 2000 con su versión 1, que aún necesita popularizarse y convertirse en un estándar de facto. ¿Es éste el momento de comenzar a trabajar con GML?



Francisco Javier Ariza López (Universidad de Jaén)  
Antonio Federico Rodríguez Pascual (Instituto Geográfico Nacional)

## CAPÍTULO 13

# Conclusiones

---

### **13.1.- Conclusiones**

En este número especial de la Revista Mapping se ha realizado la presentación y análisis de 36 normas ISO, 31 pertenecientes a la familia ISO 19100, dedicada a la Información Geográfica Digital, y 5 pertenecientes a otros grupos temáticos. Se trata de un conjunto amplio, y por tanto heterogéneo, que cubre gran parte del abanico normativo desplegado por la Organización Internacional de Normalización en el campo de las IG. Es una selección realizada bajo la consideración de la importancia de los documentos atendiendo a su temática y contenidos.

De esta forma, los documentos presentados se han agrupado en un total de 11 capítulos que cubren 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 y sistemas de gestión de la calidad, servicios, aplicaciones y representación y, finalmente, formato vectorial.

Por lo general, todas estas normas presentan estrechos lazos entre si, e incluso con otras normas internacionales que no pertenecen a la familia ISO 19100, como UML sobre el Lenguaje Unificado de Modelado, ISO 9000 sobre gestión de la calidad, la ISO 8601 acerca de fechas y horas. En el caso de la temática sobre la calidad se ha considerado imprescindible extender la presentación y análisis que se realiza en este documento a algunas de estas normas (p.e. ISO 2859, ISO 3951, ISO 9000 e ISO 9001), al objeto de ofrecer una visión completa, facilitando el mejor entendimiento del marco en el que se han de resolver las normas de la familia ISO 19100.

La familia ISO 19100 es un trabajo ingente de liderazgo, planificación y coordinación, desarrollado en el seno del Comité Técnico de Normalización 211 de ISO. Se trata de una obra 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 13 años de trabajo del ISO/TC 211, 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.

Los documentos más significativos de la familia ISO 19100 son las normas internacionales, pero junto a las mismas destacan también otros tipos de documento, informativos, como los informes técnicos y las especificaciones técnicas, que también pueden ser de gran interés. 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, hay que entender que 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 que traten con mayor detalle aspectos más específicos. Los perfiles son una manera de especificar una norma o conjunto de normas, y aproximarlas a unas necesidades más concretas y cercanas a los sistemas reales. El desarrollo de estos perfiles es una tarea que conviene empezar cuanto antes, y a la que animamos desde aquí a todas las instituciones españolas.

La familia ISO 19100 presenta una gran coherencia interna, conseguida gracias a los distintos mecanismos de control establecidos por el ISO/TC 211, 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, la complejidad del mismo, 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. Se trata de las primeras versiones. Muchas de las normas se han establecido sin a penas experimentación previa y esto, que puede ser visto como una temeridad, también hay que entenderlo como una apuesta, como una firme voluntad de innovar marcando pautas generales para que desde ya, nadie se desvíe de las directrices generales. El tiempo, y la experiencia adquirida en su aplicación, ayudarán a definir y conocer mejor estos problemas, por lo que cabe esperar que, tras unos años de rodadura, en los futuros procesos de revisión de las normas se pueda reducir al máximo este problema.

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 normativo realizado para la IG. 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 (capítulo 3). Se trata de verdaderos modelos de referencia dentro del sistema ISO 19100 y por ello serán continua referencia y base de otras muchas normas.

El modelo espacial es un modelo complejo y rico que se plasma en un documento denso y largo (ISO 19107), que ha llevado a establecer un perfil más reducido (ISO 19137). La principal virtud de este modelo es haber establecido un marco común del cual se benefician ahora todas las herramientas SIG. Este modelo procede de la comunidad OGC y se encuentra difundido entre los productores de software SIG. Sus beneficios nos alcanzan a diario, él nos permite disfrutar de los actuales niveles de interoperabilidad entre aplicaciones. Es importante indicar aquí cómo ISO/TC 211 ha adoptado, sin limitación alguna, los trabajos desarrollados dentro del OGC. Se trata por tanto no ya de una colaboración sino de una delegación o aceptación directa de un trabajo realizado por terceros. Esta forma de actuar es común en ISO frente a trabajos solventes y pioneros desarrollados por otras organizaciones.

Mucho más simple que el espacial es el modelo temporal, sin embargo, se trata de una especificación que consideramos va a tener una gran importancia de cara al futuro, cuando el análisis temporal se incluya en los SIG de una manera natural.

Los sistemas de referencia son el elemento base para referir los fenómenos geográficos a posiciones concretas. Tal y como se ha indicado en el capítulo 4, la familia ISO 19100 permite tanto la referenciación o posicionamiento directo, por coordenadas, (ISO 19111), como indirecto, por identificadores geográficos, (ISO 19112). Además, un aspecto importante de ISO 19111 es que también cubre las operaciones que se realizan con las coordenadas (conversiones y transformaciones), y establece una estructura de atributos cuyo objetivo es dar una información precisa sobre las características y propiedades del sistema de referencia, ya sea mediante un indicador o *in extenso*. Lo anterior es crucial para conocer adecuadamente un conjunto de datos desde esta perspectiva.

Consideramos que la inclusión de una norma para la referenciación por identificadores geográficos es un acierto dada la gran proyección, presente y futura de este tipo de referenciacines para alcanzar la integración de las grandes bases de datos alfanuméricas, de carácter estadístico y referidas a unidades del territorio (p.e. secciones, distritos, términos municipales, comarcas etc.), con sus correspondientes objetos geográficos.

Sin embargo, respecto a los modelos de referencia espacial queda sin tratar lo que se ha venido en denominar sistemas basados en la medida, es decir, aquellos en los que el sistema no provee la posición o coordenadas, sino la medición realizada para determinar la posición de los objetos, así como las funciones y las reglas para determinar las posiciones interpoladas (Goodchild, 2002). Se trata de un sistema de referenciación con cierta similitud al de geometría por coordenadas. Esta limitación actual de la familia ISO 191000 no es óbice para que si, en un futuro, estos sistemas alcanzan mayor difusión, se pudiera desarrollar una norma específica.

Planteando una cierta complementariedad entre estas normas (ISO 19111 e ISO 19112) y las de los modelos (ISO 19107), pudiera parecer que el modelo ISO deja el tiempo en una situación de inferioridad dado que no existe una norma específica sobre sistemas de referencia temporales. Éste contenido, aunque de manera reducida, se incluye en la norma ISO 19108.

Entrando ya en el capítulo de metadatos (capítulo 5), 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. Los metadatos son una de las grandes bases 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.

La norma base de metadatos es la ISO 19115. Se trata de un documento extenso, detallado y complejo que suele resultar causar problemas de comprensión tanto por su terminología, y abundancia de conceptos, como por la complejidad de los modelos que incluye. Sin embargo, también hay que decir que se trata de un potente modelo que ofrece versatilidad y flexibilidad por medio de la definición de perfiles, extensiones, soporte multilingüe, etc.

Por todo lo anterior, aunque existen deficiencias e imprecisiones, ISO19115 constituye la referencia inexcusable para todo el que quiera trabajar en el campo de los metadatos referentes a datos y servicios geográficos. Su aplicación es ya una realidad por parte de numerosas instituciones cartográficas europeas, e incluso países con modelos propios, como el caso de USA con el modelo del FGDC, están adoptando este marco más general.

España no es una excepción a lo indicado en el párrafo anterior. ISO 19115 ha sido base para el desarrollo del denominado Núcleo Español de Metadatos, y este perfil está siendo aplicado en el desarrollo de las diversas IDE que componen la IDEE. Además, se han desarrollado diversas herramientas que permiten crearlos y gestionarlos.

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. En algún caso se trata de normas independientes (ISO 19121, ISO 19123, ISO 19124, ISO 19129), y en otros, se trata de partes específicas dedicadas a esta tipología, como ISO 19101-2. En el capítulo 6 se han abordado cada una de ellas.

Desde un principio, 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 más baja 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, ya se están abordando gran número de los aspectos relacionados con esta clase de información y dentro de poco tiempo dispondremos de una panoplia de normas aplicables y útiles en este campo.

La calidad es una temática muy actual e importante en todos los ámbitos de la producción y prestación de servicios y por ello constituye una preocupación ineludible de las organizaciones. La IG puede ser entendida como un producto y/o servicio que posee particularidades específicas con respecto a otros productos y servicios.

Dentro de la familia ISO 19100 sobre IG se dispone de un conjunto de tres normas (ISO 19113, 19114 y 19138) relativas a la calidad, y que han sido analizadas en el capítulo 7. Estas normas se centran en aspectos complementarios y relativos a: 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. 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.

Se trata de tres normas abstractas, generales, que dejan algunos aspectos de la información geográfica sin tratar, pero que también permiten que cada cual las amplíe según sus necesidades. En principio las tres normas pueden interactuar entre ellas y, a su vez, con el resto de la familia, especialmente con ISO 19115 de la que presentan alguna dependencia. Sin embargo, es aquí

donde existen las mayores disfunciones debidas a problemas de coherencia ocasionados por lagunas, repeticiones de ítems, cambios en la denominación de los mismos conceptos, cambios en las estructuras relativas a los mismos objetos, y otras faltas de incoherencia.

Este paquete normativo presenta gran relación con otras normas sobre calidad de ISO, especialmente con ISO 2859 e ISO 3951, por lo que se decidió incluir una breve presentación de las mismas. El concepto de Nivel de Calidad Aceptable desarrollado en estas normas es de plena aplicación al ámbito de la información geográfica, así como los métodos de evaluación por técnicas de muestreo. Se trata de una pareja de normas de gran solidez, ampliamente utilizadas por la industria desde hace décadas, y que permiten establecer procesos de evaluación normalizados.

Por otro lado, existe cierta disfuncionalidad en la transición que se está produciendo desde el paradigma SIG, centrado en los datos, hacia el paradigma IDE, centrado en los servicios, y un conjunto de normas orientado exclusivamente en la calidad de datos. Esta transición se evidencia en la familia de normas ISO 19100, que incluye parte de normas centradas en los datos (de ISO 19017 a 19115), y parte centradas en los servicios (ISO 19116, 19119, 19128, 19132 a 19134). Pendiente queda la elaboración de normativa para describir adecuadamente la calidad de los servicios y los metadatos de servicio.

En general, y a pesar de la importancia, las normas de calidad presentan un nivel de aplicación, tanto fuera de España, como en nuestro país, mucho más reducido que otras normas de esta familia ISO.

El capítulo 8 se dedica, en su conjunto, a una pareja de normas que no pertenecen a la familia ISO 19100. Es el único capítulo en el que ocurre esto y se justifica por la relevancia de la temática tratada, y de las normas que se han presentado. Las normas ISO 9000 son el exponente más evidente de los Sistemas de Gestión de la Calidad, marco en el que se ha de desenvolver la actividad de toda organización, y por ende de la producción cartográfica. En este caso no estamos hablando necesariamente de la adopción de las normas con el propósito de la obtención de la certificación correspondiente, sino de la asunción de la filosofía de éstas.

Uno de los mayores inconvenientes destacado en todas las experiencias de aplicación de ISO 9001 es el volumen de documentación que comporta y su gestión, es decir, existe el riesgo de incrementar innecesariamente la burocracia hasta tal punto que el sistema deviene una carga en vez de una herramienta de mejora. Por ello, la versión actual de la norma, del año 2000, reduce sensiblemente la documentación requerida.

Otra afirmación que se repite con frecuencia es que no mejora la calidad del producto, lo cual es cierto en sentido estricto, pero que debería ser matizado con la coletilla “si las directrices de la organización no lo exigen”. El sistema de gestión es un instrumento para gestionar la calidad que se persigue, pero el significado de calidad aplicada al resultado de la actividad empresarial lo marca la organización y debe estar imbuido de un deseo de mejora continua. Si se recoge esta vocación de mejora, el sistema reportará muchos más beneficios, tanto a la organización (capital y trabajadores) como a los clientes y a la sociedad. ISO 9004 va en esta línea de mejora continua, propia de los modelos de excelencia.

ISO 9000 ha sido implantada en diversas instituciones cartográficas europeas (p.e. *Ordnance Survey* de Reino Unido), y en el caso de España, parcialmente en el IGN (Laboratorio del Papel) y en el ICC. Junto a los problemas de burocracia, una de las mayores dificultades de su implementación procede del cambio de paradigma de empresa. La norma apuesta por la

transparencia, por un liderazgo sólido capaz de crear un clima interno que favorezca la implicación del personal en la consecución de los objetivos y por adoptar una visión constructiva ante los fallos del sistema.

En el capítulo 9 se ha presentado un conjunto de cuatro normas que se orientan, de manera general, 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 en 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.

El capítulo 10 incluye cuatro normas (ISO 19109, ISO 19110, ISO 19117, ISO 19131) que no forman un grupo homogéneo, y por ello requieren un comentario independiente.

La norma ISO 19109 explica cómo definir los fenómenos geográficos y el modelo conceptual de una aplicación concreta. Esta norma define el denominado Modelo General de Fenómenos, que ha de materializarse en un diagrama UML que contiene, para cada fenómeno, sus atributos, operaciones, restricciones y todas sus características. 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. Sin embargo, esta norma, aprobada en el año 2005, es al día de hoy una gran desconocida. Así, pese a las ventajas que ofrece definir esquemas de aplicación de las estructuras de datos, no se conocen muchos casos de aplicación en España.

Con cierta relación con la anterior, la norma ISO 19110 establece una estructura para la realización de catálogos de fenómenos. 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 fenómenos 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 fenómenos 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. Esta especificación de representación debe almacenarse externamente utilizando una referencia universal, tal y como una URL. Mientras que las reglas de representación están almacenadas en el catálogo de representación. 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, una de las de mayor utilidad práctica, define cómo describir de manera normalizada las especificaciones de datos geográficos, presentando una estructura con ciertas similitudes a la norma ISO 19115. 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. No es difícil producir una especificación conforme o, por lo menos, parcialmente conforme, pues se trata básicamente de aplicar una guía o formulario que recoge los componentes de la especificación. La mayor dificultad reside, posiblemente, en la reflexión sobre los objetivos de utilización de la IG que, naturalmente, condicionan la especificación del producto y para los cuáles, una norma con un nivel de abstracción necesariamente elevado, no puede presentar indicaciones concretas.

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, y por ello se decidió dedicar un capítulo completo a la norma que establece esta especificación. De esta forma el capítulo 12 presenta la norma ISO 19136. GML constituye una capa semántica sobre XML para expresar fenómenos 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.

GML es una propuesta realizada inicialmente por OGC que ha sido asumida por el ISO/TC 211 y elevada a la categoría de norma internacional. Es una tecnología disponible desde el año 2000, lo que indica ya cierta madurez, sin embargo no está teniendo el éxito esperado. Aún necesita popularizarse y llegar a convertirse en un estándar *de facto*.

Una vez realizado un repaso por las conclusiones principales de cada uno de los capítulos de este documento, conviene también exponer otras de un carácter más general y amplio.

Así, a pesar de los problemas apuntados en cada caso, conviene entender que las normas ISO 19100 marcan el discurrir 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. Por todo lo dicho, consideramos que su análisis debería incorporarse tanto en los estudios sobre IG, como en los requisitos o pruebas de acceso a puestos técnicos en la materia.

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.e. calidad, automoción, medioambiente, etc.), hemos de pensar que la familia ISO 19100 también evolucionará. Esta evolución permitirá eliminar las incoherencias existentes en las primeras versiones, ampliar el espacio normativo con nuevas normas, especificar mediante perfiles

aquellos desarrollos más generales, etc. Se trata de una tarea que seguirá siendo ardua y costosa, pero a la vez ilusionante y beneficiosa para nuestro sector.

La normalización es una actividad que, cuando alcanza de pleno a un sector, implica su maduración: actores bien determinados, procedimientos bien definidos, componentes universales e interfaces comunes, aumento del volumen de negocio, impacto social de la actividad, etcétera. En el ámbito cartográfico siempre han existido normas, pero la apuesta realizada por ISO con la familia 19100 supone un notable cambio cuantitativo, cualitativo y de dimensión. Esto debe ser interpretado con satisfacción dado que nos permite afirmar que la producción de bienes y servicios de IG se ha convertido en un fenómeno con mayor importancia económica y social que la que llegó a alcanzar la cartografía en sus formas más clásicas y convencionales.

Como se ha podido conocer, el grado de aplicación de las normas es bastante desigual. En general, las que son base de la interoperabilidad entre paquetes informáticos tienen un alto grado de aplicación, si bien esto está en manos de unos pocos, los productores de software. Por otra parte, el boom de las IDE está potenciando enormemente todo lo relacionado con los metadatos (ISO 19115) y los servicios. En este caso se trata de un conjunto de agentes más amplio, cuya característica base es la producción de datos. El resto de las normas tienen una implantación más desigual y mucho más reducida.

Por lo expuesto en el párrafo anterior, y dado que la normalización conlleva notables y conocidos beneficios, cabe preguntarse ¿qué ocurre? ¿existe algún problema? ¿es técnico o de otra índole? Suponemos que las causas son varias, pero consideramos que la más importante es la falta de recursos humanos capacitados para aplicarlas. Se trata pues de un problema de formación. Prácticamente no existen referencias bibliográficas ni oferta formativa en estas materias. Los especialistas que existen se han formado, en su mayoría, de manera autodidacta, peleándose con los documentos y realizando sus propios experimentos y aplicaciones. Estos especialistas trabajan, por lo general, en los organismos cartográficos más consolidados, y en algunas empresas fuertes del sector, donde existe cierta vocación de liderazgo tecnológico. Se trata pues de un problema que está afectando al éxito de la normalización, y que con ello está limitando los beneficios (p.e. economía de escala) que conlleva la normalización cuando se aplica masivamente.

Justamente lo anterior es lo que nos ha motivado y animado a desarrollar este documento. Nuestro objetivo es materializar una aportación a la divulgación tecnológica del conjunto de normas de la familia ISO 19100. Esperamos que la visión general aquí presentada pueda servir para conocer y apreciar mejor este trabajo.



---

## CAPÍTULO 14

# Recursos

---

### **14.1.- Introducción**

Este capítulo final recoge un listado de recursos que pueden ser de utilidad. En primer lugar un apartado de bibliografía en el que, a parte de las referencias aparecidas en el documento, se incluyen otras que también pueden ser de interés. Dada la trascendencia de los documentos normativos, éstos se han incorporado en un apartado específico, distinguiendo entre aquellas de la propia familia ISO 19199 y otras normas de interés. Para completar las referencias anteriores, se ha elaborado una lista de direcciones web. Finalmente, aparece un listado con todos los acrónimos que han ido apareciendo en el documento.

### **14.2.- Bibliografía**

- AENOR (1998). *UNE 148001 Ex: 1998. Mecanismo de Intercambio de información Geográfica relacional formado por agregación (MIGRA)*. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid.
- AKAO, Y. (1990). *Quality Function Deployment*. Productivity Press, Cambridge, MA.
- ANSI (2001). *The Dublin Core Metadata Element Set. ANSI/NISO Z39.85*. American National Standards Institute.
- ARIZA, F.J. (2002). *Control de Calidad en la Producción Cartográfica*. Ed. Ra-Ma. Madrid.
- ARIZA, F.J. (2006). *Factores determinantes de la calidad de los productos/servicios cartográficos*. Mapping, nº 112, pp. 30-39.
- ARIZA, F.J. GARCÍA, J.L; AMOR, R. (2004). *Casos prácticos de calidad en la Producción Cartográfica*. Universidad de Jaén. Jaén.
- ARIZA, F.J.; ATKINSON, A.D.; NERO, M. (2006). *Análisis de algunas metodologías de evaluación de la componente posicional*. Topografía y Cartografía, vol. 24, nº 140, pp. 32-45.

- AULISO, R. (2002) *Claves para la mejora de los procesos en las organizaciones*, Revista FCE, Universidad Católica.
- BALLARI, D.; SÁNCHEZ-MAGANTO A.; NOGUERAS-ISO J.; RODRÍGUEZ, A.; BERNABÉ, M.A. (2006a). Experiences in the use of an ISO 19115 profile within the framework of the Spanish SDI. *Proceedings of GSDI-9*. Santiago de Chile.
- BALLARI, D.; SÁNCHEZ-MAGANTO, A.; NOGUERAS-ISO, J.; RODRÍGUEZ, A.; BERNABÉ, M.A. (2006b). Medidas para impulsar la utilización del Núcleo Español de Metadatos (NEM). *Avances en las infraestructuras de datos espaciales*. Universidad Jaime I, Alicante.
- BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. (2001). *The Semantic Web*. Scientific American.
- BESTERFIELD, D. (1994). *Quality control*. Prentice Hall.
- BRODEUR, J.; Bédard, Y. (2001). Geosemantic Proximity, a Component of Spatial Data Interoperability. In *ACM Conference on Object Oriented Programming, Systems, Languages and Applications*.
- CEN (2003). *Dublin Core Spatial Application Profile*. CWA 14858, CEN/ISSS Workshop on Metadata for Multimedia Information. Comité Europeo de Normalización.
- CERCO (1999). *Good reasons for implementing a QMS in a National Mapping Agency*. Working Group on Quality, Comité Europeo de Responsables de la Cartografía Oficial. Accesible en: [http://www.eurogeographics.org/eng/05\\_quality\\_reports.asp](http://www.eurogeographics.org/eng/05_quality_reports.asp)
- CERCO (2000). *Handbook for implementing a QMS in a National Mapping Agency*. Working Group on Quality, Comité Europeo de Responsables de la Cartografía Oficial. Accesible en: [http://www.eurogeographics.org/eng/05\\_quality\\_reports.asp](http://www.eurogeographics.org/eng/05_quality_reports.asp)
- CHAN, K. (1999). *DIGEST. A primer for the international GIS Standard*. Lewis, Boca Raton.
- CHRISTAKOS, G.; BOGAERT, P.; SERRE, M. (2001). *Temporal GIS. Advanced Functions for Field-Based Applications*. Springer, Berlin.
- CONGALTON, R.; GREEN, K. (1998). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and Practices*. Lewis Publishers.
- CSG (2005). *SGTNEM\_2005\_01: Núcleo Español de Metadatos*. Infraestructura de Datos Espaciales Española. Consejo Superior Geográfico, Ministerio de Fomento, Madrid. Accesible en: <http://www.ideo.es/resources/recomendacionesCSG/NEM.pdf>
- CSG (2007). *Guía de Usuario del Núcleo Español de Metadatos*. Consejo Superior Geográfico, Ministerio de Fomento, Madrid. Accesible en: <http://www.ideo.es/resources/recomendacionesCSG/GuiaUsuarioNEM.pdf>
- CUATRECASAS, L. (2001). *Gestión integral de la calidad, implantación, control y certificación*. Gestión 2000. Barcelona.
- DCMI (2007). *Homepage of the Dublin Core Metadata Initiative*. Dublin Core Metadata Initiative. Dublin. Accesible en: <http://www.dublincore.org>
- ETZION, O.; JAJODIA, S.; SRIPADA, S. (1996). *Temporal Databases: Research and practice*. Springer Verlag.
- EU (2007). *Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad (INSPIRE)*. Unión Europea, Bruselas.

- EUROGEOGRAPHICS (2007a). *Euroregional Map*. Accesible en: [http://www.eurogeographics.org/eng/03\\_projects\\_euroregionalmap.asp](http://www.eurogeographics.org/eng/03_projects_euroregionalmap.asp)
- EUROGEOGRAPHICS (2007b). *European Global Map*. Accesible en: [http://www.eurogeographics.org/eng/03\\_projects\\_EGM\\_overview.asp](http://www.eurogeographics.org/eng/03_projects_EGM_overview.asp)
- FGDC (1998). *Content Standard for Digital Geospatial Metadata (FGDC-STD-001-1998)*. Federal Geographic Data Committee. Washington.
- GOODCHILD, M. (2002). Measurement-based GIS. En *Spatial Data Quality*. Shi, W.; Fisher, P.F., Goodchild, M.F. (Eds). Taylor and Francis. Londres.
- GUPTILL, S.; MORRISON, J. (ed.) (1995). *Elements of Spatial Data Quality*. Elsevier Science Ltd., Oxford.
- HANSEN, B.; GHARE, P. (1987). *Quality control and application*. Prentice Hall.
- HARRINGTON, H. (1987). *Poor Quality Cost*. ASQC Quality Press.
- IHO (2000). *Transfer Standard for Digital Hydrographic Data, Edition 3.1*. International Hydrographic Organization, Switzerland.
- INSPIRE (2007). *DT Metadata – Draft Implementing Rules for Metadata, version 2.0*. Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE), [http://www.ec-gis.org/inspire/reports/ImplementingRules/draftINSPIREMetadataIRv2\\_20070202.pdf](http://www.ec-gis.org/inspire/reports/ImplementingRules/draftINSPIREMetadataIRv2_20070202.pdf)
- ISHIKAWA, K. (1985). *What is total quality control? The Japanese Way*. Prentice Hall Inc.
- JACOBSON, I.; GRADY B.; RUMBAUGH, J. (1998). *The Unified Software Development Process*. Addison Wesley Longman.
- JAKOBSSON, A.; GIVERSEN, J. (2007). *Guidelines for implementing the ISO 19100 Geographic Quality Standards in National Mapping and Cadastral Agencies*. Eurogeographics.
- JAMES, P. (1997). *La gestión de la calidad total: Un texto introductorio*. Prentice Hall.
- JURAN, J.; BLANTON, A.; BLANFORD, A. (1998). *The Juran's Quality HandBook*. McGraw-Hill Professional.
- JURAN, J.; GRYNA, J. (1980). *Quality Planning and Analysis*. McGraw-Hill.
- KRESSE, W.; FADAIE, K. (2004). *ISO Standards for Geographic Information*. Springer Verlag, Berlin.
- LANGRAN, G. (1992). *Time in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis. Londres.
- LÓPEZ, E.; RODRÍGUEZ, A.F., ABAD, P. (2004). Normas y estándares en el entorno de la IDEE. Congreso Topcart 2004. Madrid. Accesible en: <http://www.cartesia.org/geodoc/topcart2004/conferencias/58.pdf>
- MANOLA, F.; MILLAR, E., (Eds.) (2004). *RDF Primer*. World Wide Web Consortium. Accesible en: <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/>
- MAS, S. (2002). *Experiencias y Proyectos del IGN/CNIG en el campo SIG*. II Conferencias sobre Sistemas de Información Territoriales. Pamplona. Accesible en: <http://www.cfnavarra.es/territorial2000/PONENCIAS/MASS.PDF>
- MATOS, J. (2003). *Proyecto de Información Geográfica*. Datum XXI, vol 2, nº3, pp 24-39.
- MERLI, G. (1993). *Eurochallenge. The TQM Approach to Capturing Global Markets*. IFS, Ltd.
- MFOM (2005). *Sistemas de Gestión de la Calidad según ISO 9001:2000*. Ministerio de Fomento. Madrid.

- MIRÓ, J.M. (2001). *La norma ISO 9001 del 2000: Resumen para Directivos*. Gestión 2000. Barcelona.
- MONTGOMERY, D. (2001). *Introduction to statistical quality control*. John Wiley & Sons.
- MPLMIC, (1999). *Positional Accuracy Handbook*. Minnesota Planning Land Management Information Center.
- NDEP (2004). *Guidelines for Digital Elevation Data, Version 1.0*. National Digital Elevation Program.
- NEBERT, D. (Ed.) (2004). *Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook v.2.0*. Global Spatial Data Infrastructure. Accesible en: <http://www.gsdi.org>
- NEBERT, D.; WHITESIDE, A. (2004). *OpenGIS-Catalogue services specification (version: 2.0)*. OpenGIS Project Document 04-021r2. Open GIS Consortium Inc.
- OTT, T.; SWIACZNY, F. (2001). *Time-Interactive GIS. Management and Analysis of Spatio-Temporal Data*. Springer. Berlin.
- RAPER, J.F. (2000). *Multidimensional Geographic Information Science*. Taylor and Francis. London.
- RODRÍGUEZ, A. (2000). *Sistemas de gestión de la calidad*. Mapping
- RODRÍGUEZ, A.; ABAD, P.; ROMERO, E.; SÁNCHEZ-MAGANTO, A. (2004). La norma ISO 19115 de Metadatos: Características y aplicabilidad. En *VIII Congreso Nacional de Topografía y Cartografía TOPCART 2004*. Madrid.
- SÁNCHEZ-MAGANTO, A.; RODRÍGUEZ, A.; ABAD, P.; ROMERO, E. (2005). El Núcleo Español de Metadatos, perfil mínimo de metadatos recomendados para España. En *Jornadas Técnicas de las Infraestructuras de Datos Espaciales de España 2005*. Madrid.
- SENLE, A. (2001). *ISO 9000-2000 Calidad y excelencia*. Gestión 2000. Barcelona.
- SERVIGNE, S.; LESAGE, N.; LIBOUREL, T. (2006). Quality components, standards and metadata. En *Fundamentals of Spatial Data Quality*. Devillers, R.; Jeansoulin, R. (Ed.). ISTE, Ltd. London.
- STANAG (1998). *STANAG 7074: Digital Geographic Information Exchange Standard (DIGEST)*. North Atlantic Treaty Organization Standardization Agreement. Brussels
- TOLOSANA-CALASANZ, R.; NOGUERAS-ISO, J.; BÉJAR, R.; MURO-MEDRANO, P.R.; ZARAZAGA-SORIA, F.J. (2006). *Semantic interoperability based on dublin core hierarchical one-to-one mappings*. International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies, vol 1 (3), pp. 183-188.
- UE (2007). *Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad (INSPIRE)*. Unión Europea, Bruselas.
- ZABALA, A.; MASÓ, J. (2004). *Aplicación del estándar ISO 19139 a un modelo relacional de capa, tablas y campos*. Univ. Autónoma de Barcelona.
- ZAÏDI, A. (1990). *QFD Quality Function Deployment*. Technique et Documentation Lavoisier.
- ZARAZAGA-SORIA, F.J.; NOGUERAS-ISO, J.; LATRE, M.A.; RODRÍGUEZ, A.; LÓPEZ, E.; VIVAS, P.; MURO-MEDRANO, P.R. (2007). Providing SDI Services in a Cross-Border Scenario: the SDIGER Project Use Case. *Research and Theory in Advancing Spatial Data Infrastructure Concepts*. ESRI Press.

## 14.3.- Normas

### Familia ISO 19100

- ISO 19106: Geographic information – Profiles.
- ISO 19107: Geographic information - Spatial schema.
- ISO 19107:2003 Geographic Information—Spatial Schema
- ISO 19108: 2002 Geographic Information—Temporal Schema
- ISO 19108: Geographic information - Temporal schema.
- ISO 19109: 2005 Geographic information – Rules for application schema.
- ISO 19109: Geographic information - Rules for application schema.
- ISO 19109:2005 Geographic Information—Rules for Application Schema
- ISO 19110: 2005 Geographic information - Methodology for feature cataloguing
- ISO 19111: Geographic information - Spatial referencing by coordinates.
- ISO 19111:2003, Información geográfica – Spatial referencing by coordinates
- ISO 19112: 2003 Geographic Information—Spatial referencing by geographic identifiers
- ISO 19112: Geographic information – Spatial referencing by geographic identifiers
- ISO 19113 – Geographic Information - Quality principles.
- ISO 19113:2002 Geographic information - Quality principles
- ISO 19114 – Geographic Information - Quality evaluation procedures.
- ISO 19114:2003 /Cor.1:2005 Geographic information - Quality evaluation procedures - Corrigendum 1
- ISO 19114:2003 Geographic information - Quality evaluation procedures
- ISO 19115 – Geographic Information - Metadata.
- ISO 19115:2003 /Cor.1:2006 Geographic information - Metadata - Corrigendum 1
- ISO 19115:2003 Geographic information - Metadata
- ISO 19115:2003 Geographic Information - Metadata
- ISO 19117: Geographic information – Portrayal
- ISO 19131:2007 Geographic information - Data Product Specifications
- ISO 19136 Geographic information - Geography Markup Language
- ISO 19137: Geographic information - Generally used profiles of the spatial schema and of similar important other schemas.
- ISO 19138 – Geographic Information - Quality Measures.
- ISO, 2003b. ISO 19115:2003, Geographic Information –Metadata. International Organization for Standardization (ISO).
- ISO, 2005. ISO 19118: 2005, Geographic Information –Encoding. International Organization for Standardization (ISO).
- ISO, 2005. ISO/CD 19115-2 Geographic Information –Metadata- Part 2: Metadata for imagery and gridded data. International Organization for Standardization (ISO).
- ISO, 2007. ISO/TS 19139-Geographic Information-Metadata -XML schema implementation. International Organization for Standardization (ISO).
- ISO/DIS 6709, Standard representation of geographic point location by coordinates

ISO/TC 211 N 1698 – Draft new work item proposal: Geographic Information – Quality (to replace ISO 19113 and ISO 19114 and some parts of ISO 19115).

ISO/TS 19103: Geographic information - Conceptual schema language.

Proyecto CD 19126 Geographic information - Profile - FACC Data Dictionary

### **Otras normas de interés**

ISO 14825:2004. *Intelligent transport systems - Geographic Data Files (GDF) - Overall data specification.*

ISO 15836:2003. *Information and Documentation- The Dublin Core Metadata Element Set.*

ISO 2859-1:1999. *Sampling procedures for inspection by attributes - Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection.*

ISO 2859-10:2006. *Sampling procedures for inspection by attributes - Part 10: Introduction to the ISO 2859 series of standards for sampling for inspection by attributes.*

ISO 2859-2:1985. *Sampling procedures for inspection by attributes - Part 2: Sampling plans indexed by limiting quality (LQ) for isolated lot inspection.*

ISO 2859-3:2005. *Sampling procedures for inspection by attributes - Part 3: Skip-lot sampling procedures.*

ISO 2859-4:2002. *Sampling procedures for inspection by attributes - Part 4: Procedures for assessment of declared quality levels.*

ISO 2859-5:2005. *Sampling procedures for inspection by attributes - Part 5: System of sequential sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection.*

ISO 3951-1:2005. *Sampling procedures for inspection by variables - Part 1: Specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristic and a single AQL*

ISO 3951-2:2006. *Sampling procedures for inspection by variables - Part 2: General specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection of independent quality characteristics.*

ISO 3951-3:2007. *Sampling procedures for inspection by variables -- Part 3: Double sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection.*

ISO 3951-5:2006. *Sampling procedures for inspection by variables - Part 5: Sequential sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for inspection by variables (known standard deviation).*

ISO 9000:2005. *Quality management systems - Fundamentals and vocabulary.*

ISO 9001:2000. *Quality management systems – Requirements.*

ISO 9004:2000. *Quality management systems - Guidelines for performance improvements.*

ISO/IEC 11404:2007. *Information technology - Programming languages, their environments and system software interfaces - Language-independent datatype.*

ISO/IEC 19501:2005. *Information technology - Open Distributed Processing - Unified Modeling Language (UML).*

## **14.4.- Direcciones Web de interés**

### **Normalización y calidad**

AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)

<http://www.aenor.es/desarrollo/inicio/home/home.asp>

ISO (Organización Internacional de Normalización)

<http://www.iso.org/iso/en/ISOOnline.frontpage>

ISO TC211 (Comité 211 de ISO)

<http://www.isotc211.org/>

ISO/TC 176 (Gestión y aseguramiento de la calidad)

[www.tc176.org](http://www.tc176.org)

CEN (Comité Europeo de Normalización)

<http://www.cenorm.be/cenorm/index.htm>

CEN TC287 (Comité 287 de CEN)

<http://www.cenorm.be/CENORM/BusinessDomains/TechnicalCommitteesWorkshops/CENTechnicalCommittees/CENTechnicalCommittees.asp?param=6268&title=CEN%2FTC+287>

STANAG (Acuerdo de Normalización de la OTAN)

<http://www.nato.int/docu/standard.htm>

ANSI (Instituto Americano de Normalización)

<http://www.ansi.org/>

FGDC (Comité Federal de Datos Geográficos)

<http://www.fgdc.gov/>

FGDC Normas

<http://www.fgdc.gov/standards>

Asociación Española para la Calidad (AEC)

[www.aec.es](http://www.aec.es)

Fundación Europea para la Gestión de la Calidad (EFQM)

[www.efqm.org](http://www.efqm.org)

Modelo de Excelencia Europeo

<http://www.efqm.org/Default.aspx?tabid=35>

Asociación Americana para la Calidad (American Society for Quality, ASQ)

[www.asq.org](http://www.asq.org)

Modelo de excelencia Baldrige

[www.baldrige.com](http://www.baldrige.com)

Instituto Juran  
[www.juran.com](http://www.juran.com)

Club Gestión de Calidad  
[www.clubexcelencia.org](http://www.clubexcelencia.org)

OGC (Consortio para los Sistemas Geoespaciales abiertos)  
<http://www.opengeospatial.org/>

OGC Normas  
<http://www.opengeospatial.org/standards>

Eurogeographics (Asociación Europea de Agencias Nacionales de Cartografía y Catastro, anteriormente CERCO (Comité Europeo de Responsables de la Cartografía Oficial CERCO))  
[http://www.eurogeographics.org/eng/00\\_home.asp](http://www.eurogeographics.org/eng/00_home.asp)

Eurogeographics Grupo de expertos en Calidad  
[http://www.eurogeographics.org/eng/05\\_quality.asp](http://www.eurogeographics.org/eng/05_quality.asp)

CEM (Centro Español de Metrología)  
[http://www.cem.es/cem/es\\_ES/presentacion/home2.jsp](http://www.cem.es/cem/es_ES/presentacion/home2.jsp)

ENAC (Entidad Nacional de Acreditación)  
<http://www.enac.es/html/home.html>

EFQM (Fundación Europea para la Gestión de la Calidad)  
<http://www.efqm.org/>

## **Infraestructuras de Datos Espaciales**

Geoportal INSPIRE  
<http://eu-geoportal.jrc.it/>

NEM (Núcleo Español de Metadatos)  
[http://www.ideo.es/resources/recomendacionesCSG/Propuesta\\_MNE\\_v1.0.pdf](http://www.ideo.es/resources/recomendacionesCSG/Propuesta_MNE_v1.0.pdf)

Iniciativa *Dublín Core*  
<http://dublincore.org/>

Iniciativa *Open Source*  
<http://www.opensource.org>

CatMDEdit  
<http://sourceforge.net/projects/catmdedit>

Geonetwork  
[http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group\\_id=72096](http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=72096)



## METAD

<http://www.geoportal-idec.net/geoportal/IDECServlet?pag=metad&home=s>

## IME

<http://www.crepad.rcanaria.es/metadata/index.htm>

## Geomedia Catalogue

<http://support.intergraph.com/Geospatial/Downloads/ExpansionPacks.asp?ID=102&SORT=Title>

## Esri Arc-Catalog

<http://www.esri-es.com/index.asp?pagina=440>

## Infraestructura de Datos Espaciales de España

<http://www.idee.es/>

## Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía

<http://www.andaluciajunta.es/IDEAndalucia/IDEA.shtml>

## Infraestructura de Datos Espaciales de Pamplona

<http://ide.pamplona.es/busquedas/>

## Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra

<http://idena.navarra.es/>

## Infraestructura de Datos Espaciales de la Rioja

<http://idena.navarra.es/>

## Infraestructura de Datos Espaciales de Cataluña

<http://www.geoportal-idec.net/>

## 14.5.- Acrónimos

AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
ANSI	<i>American National Standards Institute</i> (Instituto Nacional de Normalización)
BCN	Base Cartográfica Numérica
BDG	Base de datos Geográfica
BTA	Base Topográfica Armonizada
CCRS	<i>Compound Coordinate Reference System</i> (Sistema de referencia de coordenadas compuesto)
CD	<i>Committee Draft</i> (Borrador de Comité)
CEN	Comité Europeo de Normalización
CL	Calidad Límite
CRS	<i>Coordinate Reference System</i> (Sistema de referencia de coordenadas)
CSL	(Lenguaje de esquemas conceptuales)
CT	Comité Técnico (de normalización)
CTN	Comité Técnico de Normalización
DCMI	<i>Dublin Core Metadata Initiative</i> (Iniciativa de metadatos Dublin Core)
DIS	<i>Draft International Standard</i> (Borrador de Norma Internacional)

DTS	<i>Draft Technical Specification</i> (Borrador de Especificación Técnica)
FDIS	<i>Final Draft International Standard</i> (Borrador Final de Norma Internacional)
GCG	Consejo Superior Geográfico
GFM	<i>General Feature Model</i> (Modelo General de Fenómenos)
GIF	<i>Graphics Interchange Format</i> (Formato de intercambio de gráficos)
GIS	<i>Geographical Information System</i> (Sistema de Información Geográfica)
GML	<i>Geographic Markup Language</i> (lenguaje de marcas geográfico)
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i> (Sistema global de navegación por satélites)
GPS	<i>Global Position System</i> (Sistema de posicionamiento global)
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i> (Lenguaje de marcas hipertextuales)
HTTP	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i> (Protocolo de transferencia de hipertexto)
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
IEC	<i>International Electrotechnic Committee</i> (Comité Electrotécnico Internacional)
IG	Información Geográfica
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IHO	<i>International Hydrographic Organization</i> (Organización Hidrográfica Internacional)
IS	<i>International Standard</i> (Norma Internacional)
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organización Internacional de Normalización)
ISO/TC	<i>Technical Committee of the ISO</i> (Comité Técnico de ISO)
JPEG	<i>Joint Photographic Expert Group</i> (Grupo de expertos en fotografía)
NCA	Nivel de Calidad Aceptable
NEM	Núcleo Español de Metadatos
OGC	<i>Open GIS Consortium/Open Geospatial Consortium</i> (Consortio para los SIG abiertos)
OMG	<i>Object Management Group</i> (Grupo de Gestión de Objetos)
PNG	<i>Portable Network Graphics</i> (Gráfico portable)
PNOA	Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
RDF	<i>Resource Description Framework</i> (Marco para la descripción de recursos)
SGC	Sistema de Gestión de la Calidad
SIG	Sistema de Información Geográfica
SQL	<i>Structured Query Language</i> (Lenguaje de consulta estructurado)
SRS	<i>Spatial Reference System</i> (Sistema de referencia espacial)
STANAG	<i>Standard Agreement</i> (Acuerdo de Normalización de la OTAN)
SVG	<i>Scalar Vector Graphics</i> (Gráfico de Vectores escalable)
TMG	<i>Terminology Management Group</i> (Grupo de Gestión de la Terminología)
TR	<i>Technical Report</i> (Informe Técnico)
TS	<i>Technical Specification</i> (Especificación Técnica)
UE	Unión Europea
UML	<i>Unified Modeling Language</i> (Lenguaje unificado de modelado)
UNE	Una Norma Española
UoD	<i>Universe of Discourse</i> (Universo de Discurso)
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i> (Identificador uniformado de recursos)

---

URL	<i>Uniform Resource Locator</i> (Localizador uniformado de recursos)
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i> (proyección Universal Transversa de Mercator)
VML	<i>Vector Markup Language</i> (Lenguaje vectorial de marcas)
VRML	<i>Virtual Reality Modeling Language</i> (Lenguaje de modelización de la realidad virtual)
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i> (Consortio World Wide Web)
WCS	<i>Web Coverage Service</i> (Servicio Web de Coberturas)
WFS	<i>Web Feature Service</i> (Servicio Web de Fenómenos)
WG	<i>Working Group</i> (Grupo de trabajo)
WMS	<i>Web Map Service</i> (Servicio Web de Mapas)
XML	<i>eXtensible Markup Language</i> (Lenguaje de marcas extensible)
XSL	<i>eXtensible Stylesheet Language</i> (Lenguaje extensible de hojas de estilo)
XSLT	<i>XSL Transformations</i> (Transformaciones XSL)





**Documento introductorio que presenta el estado actual de la normalización internacional (ISO) en el campo de la información geográfica. Se desarrolla una visión general de la familia ISO 19100, donde se presentan las normas de esta familia de carácter más general, las relativas a los modelos espacial y temporal, a los sistemas de referencia e identificadores geográficos, las normas sobre metadatos, sobre datos ráster y malla, las normas específicas de calidad para la información geográfica, las normas sobre servicios, aplicaciones, formato y representación.**

ISBN 846122075-7



9 788461 220755 >