

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.

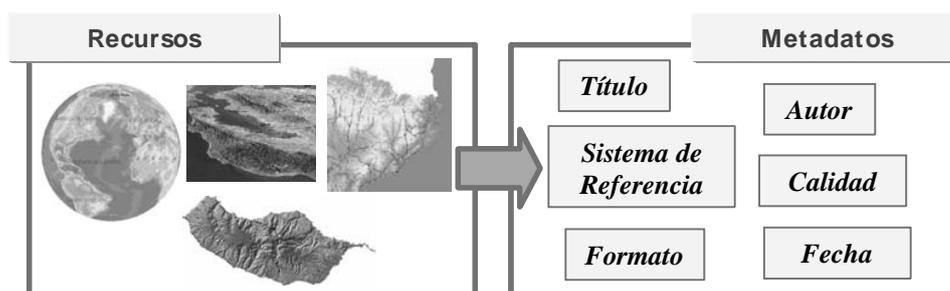


Figura 6.1.- Recursos asociados a información geográfica y ejemplos de metadatos

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 describirá 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).

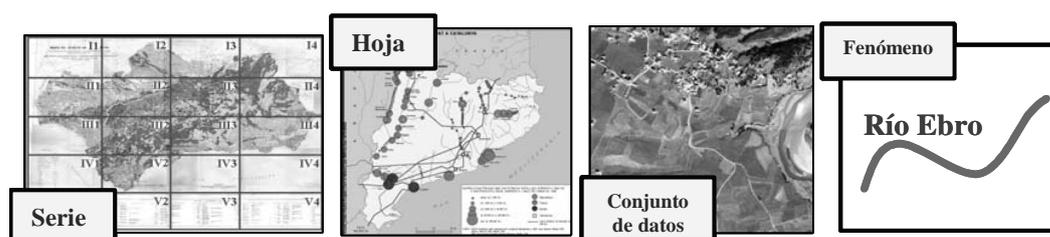


Figura 6.2.- Ejemplos prácticos de elementos a los que se puede aplicar la norma

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.

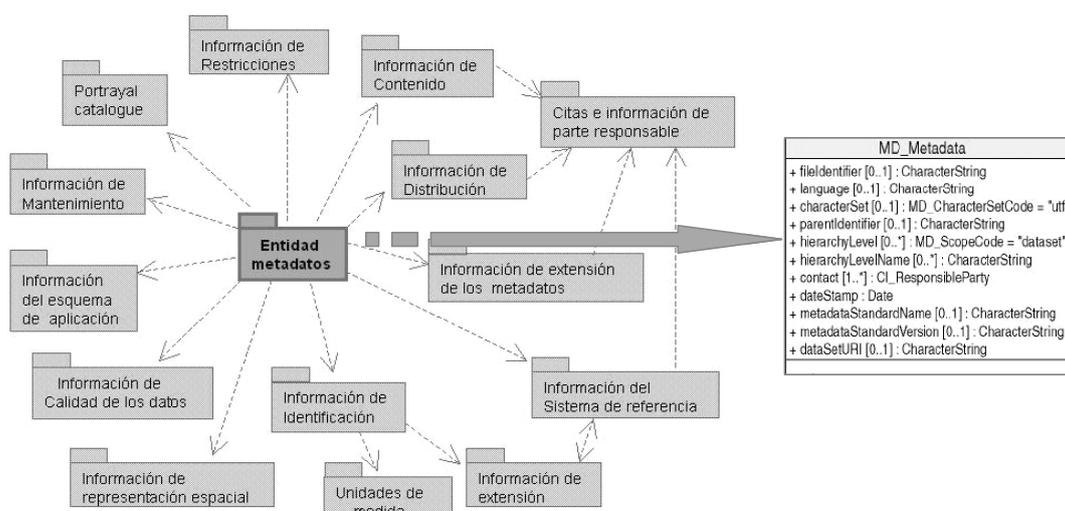


Figura 6.3.- Relaciones entre paquetes y ejemplo de metadatos en un paquete (*MD_Metadata*)

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 (*Date 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 10646-1 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 / hierarchyLevel 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 / hierarchyLevel 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.

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

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/), 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.	http://www.isotc211.org/2005/gco
Gmd	Contiene la implementación de los elementos de la norma ISO 19115.	http://www.isotc211.org/2005/gmd
Gmx	Contiene la declaración de los tipos XML necesarios para crear un archivo de metadatos XML.	http://www.isotc211.org/2005/gmx
Gss	Contiene la implementación de los elementos de la norma ISO 19107 –Esquema Espacial.	http://www.isotc211.org/2005/gss
Gsr	Contiene la implementación de los elementos de la norma ISO 19111-Referenciación espacial por coordenadas.	http://www.isotc211.org/2005/gsr
Gts	Contiene la implementación de los elementos de la norma ISO 19108- Esquema Temporal.	http://www.isotc211.org/2005/gts

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>

```

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 la imágenes y datos ráster, como son: descripción de los instrumentos de medición, plataforma a partir de la cual los datos fueron obtenidos, etc.

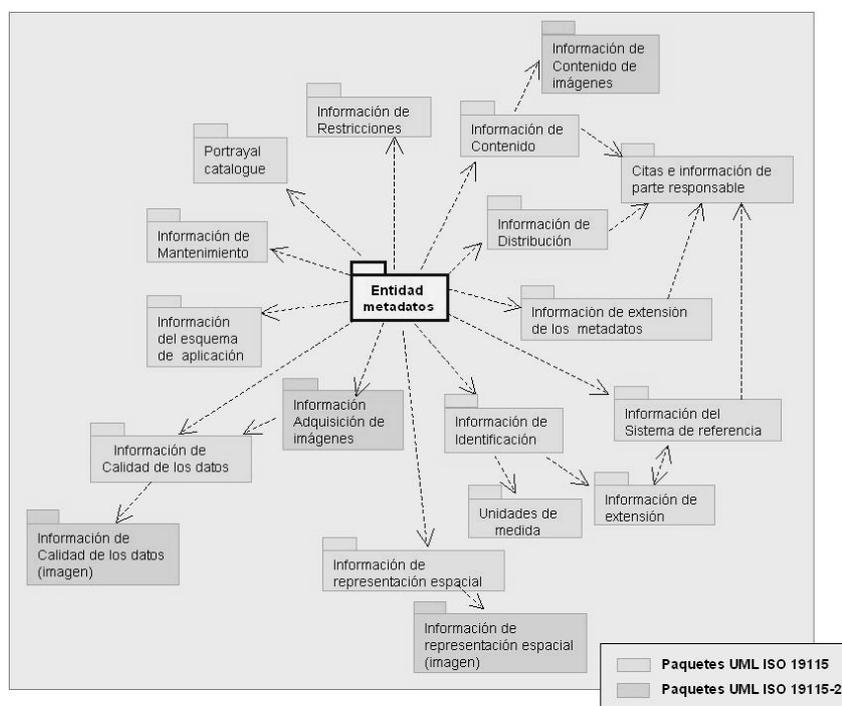


Figura 6.9.- Paquetes de metadatos de la norma ISO 19115-2 y su relación con la norma ISO 19115.

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

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).

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

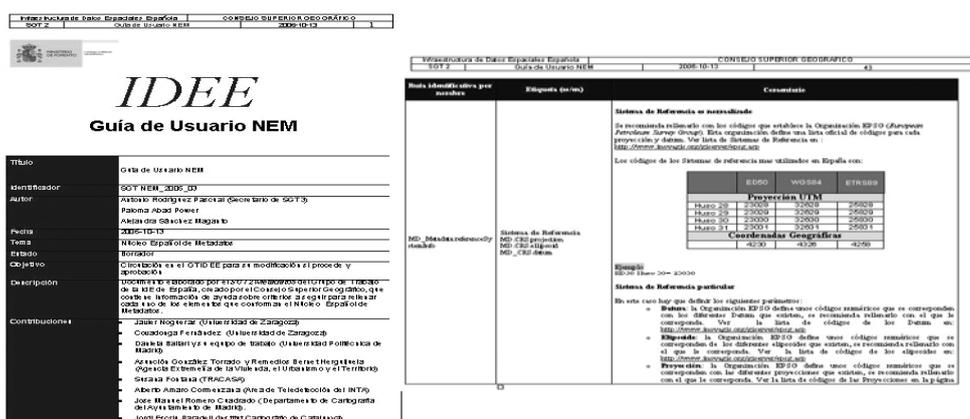


Figura 6.11.- Guía de usuario NEM

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).

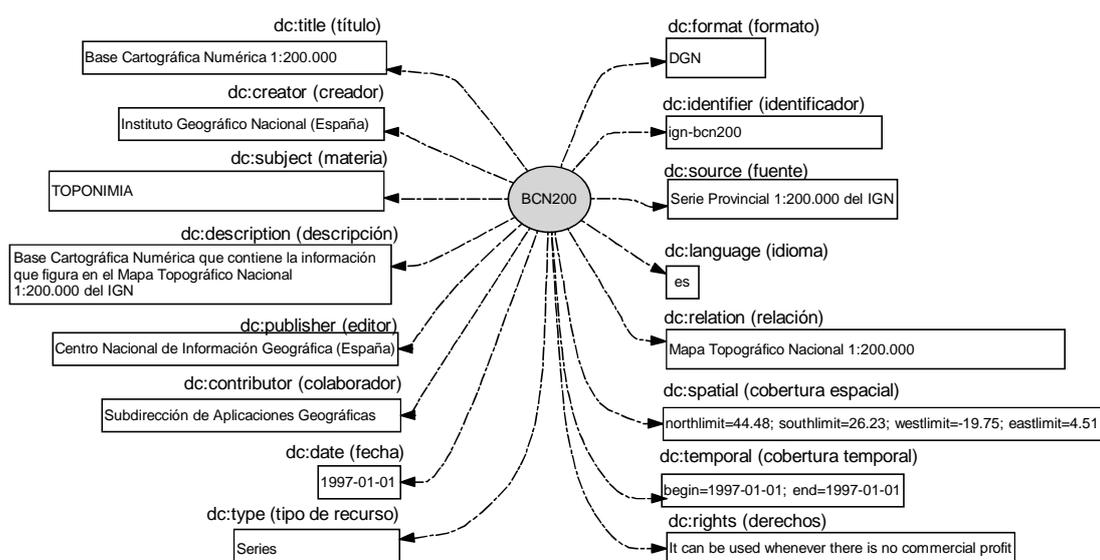


Figura 6.12.- Metadatos en Dublin Core de la BCN200

Actualmente, Dublin Core se ha convertido en una parte importante de la infraestructura emergente de Internet. La simplicidad de Dublín 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.

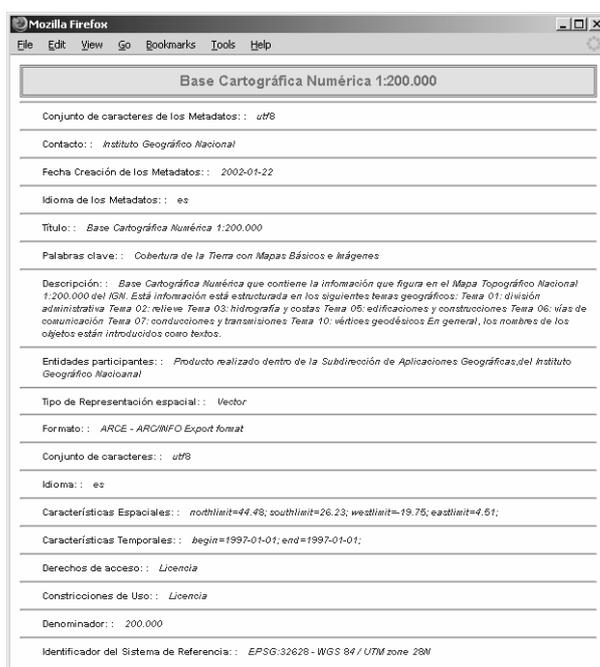


Figura 6.13.- Descripción de la BCN200 del IGN de acuerdo al perfil espacial de Dublin Core definido por el proyecto SDIGER

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) 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.

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
- 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
- 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.idee.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.idee.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
- EUROGEOGRAPHICS (2007b). *European Global Map*. Accesible en: 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
- 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.; GRZYNA, 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.
- SENLLE, 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.