

# Modelo de datos UML y XML del catálogo de fenómenos de la Base topográfica 1:5000 de Catalunya v2 basado en estándares ISO19100

Zabala Torres, Alaitz<sup>1</sup>

Masó Pau, Joan<sup>2</sup>

Lleopart Grau, Anna<sup>3</sup>

Barrot Feixat, Dolors<sup>4</sup>

Dept. Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona, [a.zabala@miramon.uab.es](mailto:a.zabala@miramon.uab.es)<sup>1</sup>  
Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, CREAM, [joan.maso@uab.es](mailto:joan.maso@uab.es)<sup>2</sup>  
Institut Cartogràfic de Catalunya, ICC, [alleopart@icc.es](mailto:alleopart@icc.es)<sup>3</sup>, [dolors@icc.es](mailto:dolors@icc.es)<sup>4</sup>

**Resumen:** *Actualmente la documentación de la base no hace uso directo de los estándares internacionales. Se están reelaborando las especificaciones para incorporar los estándares de la serie ISO19100 en su descripción. Se ha desarrollado un modelo UML (basado en ISO19109) con las características básicas de los fenómenos de la base y se ha concretado un esquema XML (base para un catálogo de fenómenos). Se han usado transformaciones XSL para obtener diversas visualizaciones. Paralelamente se ha realizado un esquema de aplicación GML (ISO19136) basado en el catálogo de tipos de fenómeno que permite exportar las instancias de la base a documentos GML para intercambio de información. Esta comunicación describe como se han llevado a la práctica todos estos estándares de manera integrada exponiendo como se han realizado ampliaciones como la capacidad de cumplimentar la documentación en diversos idiomas, característica esencial en el contexto de una infraestructura de datos española.*

## MODELO PREVIO

Las especificaciones de la Base topográfica 1:5000 de Catalunya v2.0 (BT-5M) son un indicador de la calidad del producto en la medida que muestran sus características de forma que el usuario disponga de la información suficiente para saber hasta que punto satisface sus necesidades. El conjunto de documentos que configuran las especificaciones de la BT-5M son:

- **Las especificaciones técnicas:** Describe las características técnicas generales de la base: marco de referencia, modelo de datos, contenido, fuentes de información y método de captura, organización física de los datos, distribución, calidad y metadatos [1].
- **El diccionario de datos:** Describe de manera detallada los tipos de objeto que modelan los entes topográficos del mundo real: nombre, código, definición, atributos, método de obtención, criterios de clasificación, criterios de selección aplicados, combinaciones previstas de atributos y relaciones establecidas entre ellos [2].
- **Las especificaciones de formato:** Describen las características técnicas de la implementación del modelo de datos y de la codificación, organización y distribución de los datos según el formato en el que se entregan.

Estos documentos describen con precisión la base topográfica, pero no hacen uso extensivo de los recientes estándares internacionales. Los tres documentos se distribuyen en catalán y castellano y el primero también en inglés. Esta comunicación describe como se han replanteado estas especificaciones para incorporar en su descripción los estándares 19109, 19110 y 19136 tanto a nivel conceptual como práctico.

La terminología utilizada en las especificaciones de la base, cuya versión inicial es de 1999, no coincide siempre con la que establece la versión española de las normas ISO 19100 que están en proceso de traducción. Por consistencia con la documentación actual de la base, el artículo utiliza la terminología actual de la base: “objeto” en lugar de “fenómeno”, “diccionario de datos” en lugar de “catálogo de fenómenos” y “modelo de datos” en lugar de “modelo de aplicación”.

## Especificaciones Técnicas

### *Modelo de datos*

La representación de los entes topográficos del mundo real se realiza a través de objetos (*fenómenos*) a los que se les asocia una representación geométrica. Un mismo tipo de objeto se puede representar con más de un tipo de representación geométrica, por ejemplo en función de sus dimensiones o del valor que toman los atributos.

Cada objeto tiene un nombre, unos atributos que lo caracterizan (atributos calificadores) y unos atributos que aportan otras informaciones del objeto (atributos complementarios) pero que no lo calificaron desde el punto de vista de la base. Cada una de las diferentes combinaciones de atributos calificativos se denomina ‘*caso*’.

El modelo de datos contempla la existencia de objetos, llamados complejos, formados por otros objetos de la base, entre los que puede estar el propio objeto, por ejemplo líneas compuestas o polígonos formados por líneas de borde.

La definición de la base fija la estructura espacial de los datos, que se refleja en las relaciones de conexión y prioridad establecidas y especificadas en el Diccionario de Datos. Se consideran dos tipos de conexiones: conexión 3D y 2D, según si se garantiza la coincidencia de las coordenadas X, Y y Z o sólo X e Y. Por otro lado la definición de la base establece que no puede haber líneas duplicadas o líneas compartidas entre objetos. En su lugar se definen relaciones de prioridad que determinan el objeto y caso a que se asignan cuando pertenecen a más de un objeto. Dicho de otro modo, una línea común a más de una ocurrencia de objeto nunca se duplica, tan sólo existe una vez en el objeto y caso que indican las prioridades.

## Diccionario de datos

El Diccionario de Datos describe de manera detallada los tipos de objetos que modelan los entes topográficos del mundo real en la BT-5M v2.0. La definición de la base establece un nombre y un código para cada tipo de objeto. También establece los atributos que lo caracterizan, su nombre, el conjunto de valores posibles, así como los *casos* y sus códigos. Para cada tipo de objeto se proporciona además su definición, el método de captura y clasificación, los criterios de selección aplicados y las relaciones que se establecen entre distintos objetos o casos. En la tabla 1 se muestra el contenido y formato de las fichas descriptivas de cada objeto presentes en el Diccionario de Datos.

Los valores posibles para la Geometría son punto, línea y polígono. Un mismo tipo de objeto se puede representar por más de un tipo de representación geométrica. Un objeto con representación geométrica de tipo polígono es siempre un objeto complejo, el contorno del cual está compuesto por otros objetos con representación geométrica de tipo línea. Generalmente, y como objeto lineal, él mismo forma parte de este contorno.

OBJETO	nombre_objeto	código_objeto
Definición		
<b>GEOMETRÍA</b>	Tipo de representación geométrica	
<b>ATRIBUTOS</b>		
a1	Descripción de l'atribut 1	
• v11	c11	descripción del significado del valor 1
• ...	...	...
• v1m	c1m	descripción del significado del valor m
• ...	...	...
An	Descripción de l'atribut n	
• vn1	cn1	descripción del significado del valor 1
• ...	...	...
• vnp	cnp	descripción del significado del valor p
<b>CLASIFICACIÓN Y MÉTODO DE OBTENCIÓN</b>		
Descripción de los criterios de clasificación y del método de captura		
<b>SELECCION</b> Descripción de los filtros de selección aplicados		
<b>COMBINACIONES PREVISTAS DE ATRIBUTOS (CASOS)</b>		
nombre_objeto:	• /v1i /... /vnj • ... • /v1k /... /vnl	código_caso_1 ... código_caso_t
<b>COMPONENTES DEL OBJETO COMPLEJO</b>		
Se da el tipo de geometría del objeto complejo		
nombre_objeto: /v1j /... /vnk	• nombre_objeto_j: /v1p /... /vmq • ...	código_caso_1
<b>RELACIONES</b>		
• nombre_objeto: /v1j /... /vnj • ...	Relación	• nombre_objeto_k: /v1r /... /vms • ...
<b>NOTAS</b> Otra información de interés		
<b>GRÁFICOS</b> Gráficos que ilustran aspectos relacionados con el método de captura y la clasificación del objeto		

Tabla 1: Contenido y formato de las fichas descriptivas de los objetos descritos en el Diccionario de Datos

Para cada atributo se detalla su nombre y descripción. Para los de dominio fijo, además, se describen los valores posibles, los códigos asociados a estos valores y su descripción. Para los de dominio variable, además, se describe la variable que se mide, la tipología del campo y la descripción de la variable. Las relaciones establecidas para el objeto (o

distintos casos del objeto) pueden ser: conexión 3D, no conexión 3D, conexión 2D, prioridad, INV (prioridad). La Tabla 1 muestra el contenido y formato de las fichas descriptivas de los tipos de objeto descritos en el Diccionario de Datos. Este documento también incorpora algunos diccionarios usados para la codificación de los grupos y códigos de los topónimos.

## ANTECEDENTES

La mayoría de los ejemplos que hemos encontrado de trabajos similares se centran en la generación de un esquema de aplicación y en la distribución de datos. En ninguno de los casos estudiados se genera un modelo completo de distribución de datos de manera integrada, esto es, todo el proceso desde la generación de los modelos UML de los datos y la descripción de los tipos de objeto que posteriormente se reutilice o se vincule a los esquemas de aplicación y de los documentos XML de distribución de los datos.

### Ordnance Survey - MasterMaP

*OS MasterMap* es un mapa digital inteligente diseñado por *Ordnance Survey* (la agencia cartográfica de Gran Bretaña) para el uso con sistemas de información geográfica (GIS) y bases de datos. Incluye información topográfica en todos los fenómenos de paisaje - edificios, carreteras, cabinas de teléfono, buzones, hitos - y representa una evolución significativa de la cartografía tradicional. *OS MasterMap* describe el mundo real digitalmente y presenta esta información completa, avanzada en una serie de capas, cada una con millones de fenómenos. *Ordnance Survey* utiliza GML para codificar las capas de datos vectoriales de *OS MasterMap* [3].

### UKHO S-57/GML Project

Este proyecto se desarrolla por *The United Kingdom Hydrographic Office* (UKHO) en asociación con *Galdos Systems Inc.* y ha producido una versión inicial de esquemas GML para las cartas electrónicas de navegación (*Electronic Navigational Charts, ENCs*). La intención es la de favorecer la adopción del estándar GML en el campo de la hidrografía y la navegación para ayudar a la interoperabilidad entre datos producidos por diferentes organismos [4].

### IHO S-57 Edition 4.0

*The International Hydrographic Organization* (IHO) es una organización intergubernamental técnica y consultiva que se creó en 1921 para asegurar la seguridad en la navegación y la protección del medio marino. Este organismo generó un formato de transferencia para la distribución de datos hidrográficos digitales. La versión 3.1 es la actualmente vigente, aprobada en noviembre de 2005. Se está preparando la versión 4.0 (se espera que sea aprobada a finales del 2006) que considera la distribución de datos en formato GML. Este trabajo es todavía preliminar y no hemos tenido acceso a los esquemas de aplicación [5]. A pesar de la similitud en los nombres ambas iniciativas no están relacionadas.

## OBJETIVOS

Nuestro objetivo principal es el de elaborar una versión de las especificaciones de la Base topográfica 1:5000 de Catalunya y desarrollar un prototipo para la distribución de datos en GML en base a las normas o borradores ISO19107, ISO19109, ISO19110 y ISO19136.

Se pretende generar no tan sólo los esquemas de aplicación para la distribución de datos en formato GML sino también la generación de un modelo UML de esta base topográfica, integrado con estos esquemas, que permita:

- Describir las características generales del tipo de objeto de la base topográfica, contenidas en el documento de las “Especificaciones Técnicas”
- Describir detalladamente cada uno de los tipos de objeto concretos que existen en la base topográfica, equivalente a anterior documento “Diccionario de Datos”
- Elaborar una descripción concreta de los tipos de objeto GML (plasmado en un esquema de aplicación GML), equivalente a los anteriores documentos de especificaciones de formato
- Distribuir datos en formato GML como alternativa a los anteriores formatos de distribución de los datos

Los puntos anteriores permiten formalizar documentos XML que posibilitan la relación maquina-maquina, es decir la interoperabilidad entre servidores. Para facilitar la relación hombre-máquina se han utilizado hojas de estilo XSL para generar visualizaciones HTML fácilmente interpretables por los usuarios del producto.

Debido a que los usuarios están habituados a un determinado estilo de presentación de esta información una de las visualizaciones producidas presenta un aspecto similar al Diccionario de Datos (el cambio interno de estructura no tiene porque afectar al usuario final). Sin embargo futuros usuarios preferirán un catálogo de datos basado en el estándar ISO 19110, objetivo de la segunda de las visualizaciones preparadas.

Puesto que hay documentos originales en tres idiomas, se requiere que la estructura de los documentos finalmente generados permite su distribución de forma multi-idiomática.

Debido a la fuerte consolidación del estándar GML, y a la falta de especificaciones de implementación de los estándares ISO19109 y 19110 se ha decidido utilizar los esquemas XSD de GML 3.1.1 como base para la implementación de todo el proyecto. Por este motivo todos los elementos descritos llevan asociado un gmd:id que no permite realizar referencias entre los diferentes niveles de descripción mencionados anteriormente.

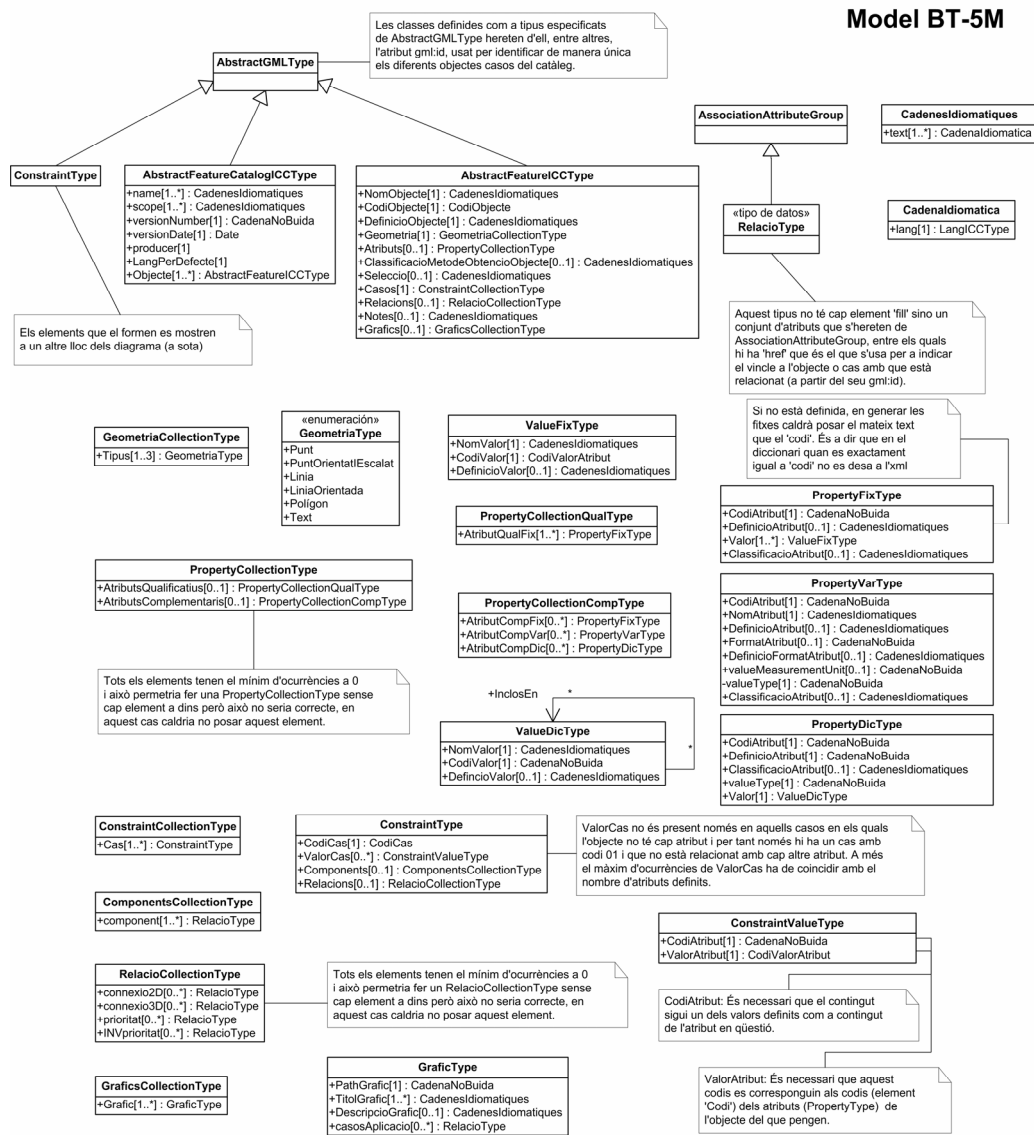


Figura 1: Modelo UML generado para el catálogo de fenómenos de la BT-5M

## MODELO UML

Se ha desarrollado un modelo UML [6] basado en el estándar *ISO19109 Rules for application schema (General Feature Model)* [7]) que describe las características básicas de la clase “fenómeno” (*feature type*) de la base topográfica. Este modelo se muestra en la Figura 1.

El modelo UML contempla todos los elementos necesarios para describir el Diccionario de Datos además de aquellos necesarios para poder realizar una exportación estándar ISO19110 [8] (y que no estaban presentes en la descripción anterior del Diccionario de Datos). Los elementos que estaban presentes en el Diccionario de datos se han comentado brevemente anteriormente, y se presentan de forma exhaustiva en la Tabla 1. Los elementos adicionales necesarios para la conformidad con ISO19110 son básicamente aquellos relacionados con la versión y el productor del catálogo. El modelo UML presenta diferentes tipos de datos que permiten almacenar toda la información necesaria. Los tipos básicos se basan en el tipo abstracto de GML (definido en el estándar ISO19136 [9]): *AbstractGMLType*, y heredan de éste diferentes atributos, entre ellos el *gml:id*, que nos será útil para realizar referencias entre objetos. El primer tipo básico es el que será usado para generar el elemento XML del catálogo (*AbstractFeatureCatalogICCType*), el segundo es el tipo para generar el elemento XML de cada objeto del catálogo (*AbstractFeatureICCType*) y el tercero el tipo para las constricciones (o descripción de los *casos* de objeto). Además se generan otros tipos de datos, basados en los tipos de datos generales, para contener la información del resto de elementos necesarios, por ejemplo la geometría del objeto (*GeometriaCollectionType*), el conjunto de atributos del mismo (*PropertyCollectionType*) o los gráficos complementarios a los objetos (*GraficsCollectionType*).

La intención inicial era integrar el modelo UML con los esquemas de aplicación XML, de manera que estos esquemas se generaran de manera automática en base al modelo UML. Ninguno de los programas generalmente usados para la generación de esquemas UML (MSVisio, ArgoUML y Altova UModel) nos permitía generar la representación automática en XML, paso previo para generar de manera automática unos esquemas XML útiles. Aunque existen diversos trabajos sobre la transformación automática entre diseños UML y esquemas XML [10 y 11] los resultados de éstos solo son aplicables a modelos de datos mucho más simples que el caso que nos ocupa. Por ese motivo, se generó un modelo UML independiente que se ha transformado manualmente a esquemas XML.

## CONSIDERACIONES SOBRE LAS PROPIEDADES CONSTANTES

La mayoría de las características de los objetos (*features*) descritos en el Diccionario de Datos son propiedades constantes para cada *feature type*. Sólo los valores de los atributos (y por lo tanto el código de caso) y la geometría se pueden considerar específicos de cada *feature instance*.

Un documento GML está dirigido a documentar, en formato XML, las propiedades variables de una *feature*: esencialmente sus atributos temáticos y geométricos. Así un esquema de aplicación recoge los nombres de estas posibilidades y los acota o eventualmente propone una lista de valores. Las propiedades constantes para todas las instancias de un objeto (la descripción, código de objeto, método de clasificación,...) se pueden resolver de diversas maneras:

- Elementos de texto con valor fijado (*fixed*): tiene el inconveniente que cada objeto debe tener la propiedad repetida con su valor '*fixed*' correspondiente, y que no es posible evitar que una propiedad '*fixed*' quede en blanco en el documento definitivo
- Anotaciones en el esquema de aplicación: práctica habitual (que se encuentra por ejemplo en [12], p.27) en la que en las anotaciones del *XML schema* se describen las características fijas del objeto. El problema es que estas descripciones se encuentran mal caracterizadas y no aparecen en los documentos XML ni se pueden referenciar desde las instancias del objeto.
- Objetos descriptivos relacionados: se basa en la característica que cada elemento GML derivado de *AbstractGMLType* (y sustitutivo de *gml:\_GML*) tiene un atributo *gml:id* que se puede utilizar para asociar o relacionar objetos entre sí. Así, un objeto geográfico descrito en GML contendrá sólo las propiedades variables del objeto, será descrito a partir de una extensión del tipo *AbstractFeatureType* (y sustitutivo de *gml:\_Feature*) y tendrá un vínculo a un objeto de otro documento XML que contiene las descripciones constantes de este tipo de objeto. Esta aproximación es consistente con los niveles de abstracción descritos en el documento ISO19109 (ver Fig. 2).

Los documentos necesarios son en primer lugar un XSD que describe el tipo del tipo de objeto y un XML que describe las propiedades constantes del tipo de objeto así como las posibilidades de las propiedades variables (en verde en la Fig. 2). En segundo lugar otro XSD describe los tipos de objeto concentrándose tan sólo sus propiedades variables que se definen en el documento XML basado en este XSD (en rosa en la Fig. 2). La descripción del objeto deriva y usa (en rojo en la Fig. 2) el documento XML genérico.

- Dicionarios: Una aproximación muy similar a la anterior es la que se usa en los diccionarios GML. Así, un concepto puede ser descrito por un objeto derivado de *gml:DefinitionType* en un fichero que describe un conjunto de términos (diccionario, de tipo *gml:Dictionary*).

Se optó por la tercera aproximación, es decir generar por un lado un esquema XML (XSD) y un fichero XML para la descripción del catálogo de objetos (en verde en la Fig. 2) y por otro un esquema GML de aplicación y un fichero XML (o GML) para la distribución de los datos (en rosa en la Fig. 2). Ambos conjuntos de ficheros se relacionan a través de un vínculo para cada objeto desde el esquema de aplicación hacia la descripción de este tipo de objeto en el catálogo. Esta aproximación presenta la ventaja práctica adicional que permite la presentación como documento XML del catálogo de objetos sobre el que se pueden aplicar transformaciones XSL a otros formatos XML o a visualizaciones HTML. Aunque podría parecer que un esquema de aplicación podría considerarse parcialmente un catálogo de tipos de objeto desde un punto de vista teórico, al ser archivo XSD no permite la aplicación de transformaciones XSL.

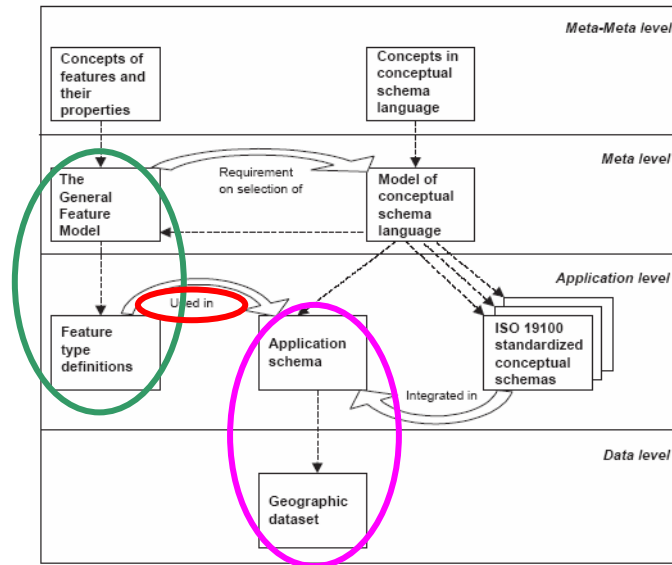


Figura 2: Niveles de abstracción definidos en ISO19109

## DICCIONARIO DE DATOS

Se han generado diversos esquemas y ficheros XML que conforman la versión estandarizada del Diccionario de Datos.

- *FeatureCatalogICC.xml*: descripción del catálogo de objetos. Incluye la información contenida en el antiguo Diccionario de Datos, es decir, las propiedades constantes para cada tipo de objeto (ver Figura 6).
- *FeatureCatalogICC.xsd*: esquema que define los tipos que se usan en el Diccionario de Datos (fichero XML de igual nombre). El objeto principal del catálogo es el elemento *AbstractFeatureCatalogICC* que deriva de *gml:AbstractGMLType* y que es la raíz del documento XML. Contiene la descripción del catálogo y un conjunto de elementos 'Objeto'. El elemento 'Objeto' también deriva de *gml:AbstractGMLType*. Todos los tipos que derivan de *gml:AbstractGMLType* heredan de él diversos elementos y atributos, por ejemplo el atributo ya comentado *gml:id*. También heredan un elemento *gml:description* y uno *gml:name*. Estos elementos se podrían utilizar para describir el nombre y la descripción del catálogo y de los objetos, pero tienen el problema que no son elementos multi-idiomáticos. Por este motivo se generan elementos multi-idiomáticos 'nombre' y 'descripción', y se rellenan los elementos *gml.name* y *gml.description* con el idioma 'por defecto', para que las aplicaciones más simplistas sean capaces de recuperar, como mínimo, este texto.
- *TipusBasicsICC.xsd*: este esquema define los tipos básicos que se usan en los diferentes esquemas del modelo (ver Fig. 3). Por ejemplo el tipo *CadenesIdiomatiques* que es un conjunto de 1 a N elementos de tipo *CadenaIdiomatica*, es decir, un texto con un atributo obligatorio que indica el lenguaje de la cadena (a escoger de una enumeración predefinida, ampliable en cualquier momento)

```

<!-- CADENAS IDIOMÁTICAS: un o mes 'textos' cada uno de tipo 'Cadena idiomática' -->
<xs:complexType name="CadenesIdiomatiques">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="text" type="CatlCC:CadenaIdiomatica" maxOccurs="unbounded"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
<!-- CADENA IDIOMÁTICA: elemento de tipo texto, con un atributo obligatorio que indica el idioma -->
<xs:complexType name="CadenaIdiomatica">
  <xs:simpleContent>
    <xs:extension base="CatlCC:CadenaNoBuida">
      <xs:attribute name="lang" type="CatlCC:LangICCType" use="required"/>
    </xs:extension>
  </xs:simpleContent>
</xs:complexType>
<!-- IDIOMA: tipo que es una restricción de xs:language para que hi existan unos valores definidos -->
<xs:simpleType name="LangICCType">
  <xs:restriction base="xs:language">
    <xs:enumeration value="ca"/>
    <xs:enumeration value="sp"/>
    <xs:enumeration value="en"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

Figura 3: Fragmento del esquema XML TipusBasics.xsd donde se muestra el tipo de cadena multi-idiomática actualmente limitada a 3 idiomas pero fácilmente ampliable a todos los idiomas del estado o a la lista completa de idiomas de ISO si se desea.

Además de los ficheros comentados se generan tres *Diccionarios* basados en el esquema GML *dictionary.xsd* que se usan para describir conjuntos de términos de manera idiomática. En todos los casos se generan tipos propios basados en *gml:DefinitionType*:

- *DiccGeom.xml/.xsd*: incluye la descripción idiomática del tipo de geometría definida para cada objeto, es decir la descripción idiomática de los valores de la enumeración GeometriaType (ver Figura 1, modelo UML)
- *DiccTopo.xml/.xsd*: incluye la descripción idiomática de los grupos y códigos de topónimos. El objeto topónimo de la base topográfica tiene dos atributos complementarios que asocian el texto del topónimo a un código y grupo de topónimos. La información que se distribuye informa del código de topónimo y este diccionario muestra la descripción de cada uno de los códigos además la relación entre ambos (ver Fig. 4).
- *DiccCodisISO.xml/.xsd*: incluye la descripción multidiomática de los CodeList del estándar ISO 19115 [13]. De momento tan sólo se ha implementado el CI\_RoleCode ya que era el necesario actualmente (ver Fig. 5).

```

<gml:dictionaryEntry>
  <CatlCC:GrupTopo gml:id="GT1">
    <gml:name>Elevacions del terreny en general
(massis, serra, turó, muntanya, cim...)</gml:name>
    <CTInclosos>501xx ; 502xx</CTInclosos>
  </CatlCC:GrupTopo>
</gml:dictionaryEntry>
<gml:dictionaryEntry>
  <CatlCC:CodiTopo gml:id="CT00001">
    <gml:name>Municipi</gml:name>
    <GrupTop xlink:href="#GT17"/>
  </CatlCC:CodiTopo>
</gml:dictionaryEntry>

```

Figura 4: Fragmento del diccionario de Códigos y Grupos de Topónimos

```

<gml:dictionaryEntry>
  <CatlCC:CI_RoleCode gml:id="coordinator">
    <gml:name>Coordinador</gml:name>
    <Descripcio>
      <text lang="ca">Coordinador</text>
      <text lang="sp">Coordinador</text>
      <text lang="en">Coordinator</text>
    </Descripcio>
  </CatlCC:CI_RoleCode>
</gml:dictionaryEntry>

```

Figura 5: Fragmento del diccionario de Listas de Códigos (CodeLists) usadas en la BT-5M

## HOJAS DE ESTILO PARA EL DICCIONARIO DE DATOS

Se han generado dos hojas de estilo para la visualización de los datos del diccionario de forma más agradable. Estas visualizaciones se han preparado con sendas hojas de estilo (fichero XSL, *XSL Stylesheet*). El fichero XML se vincula a la hoja de estilo deseada y al abrirlo con el explorador se visualiza en HTML.

## Estilo “Diccionario de Datos”

La primera hoja de estilo pretende generar un formato similar al del anterior documento del Diccionario de Datos. Algunas de las informaciones presentes en e documento XML no se muestran en la visualización ya que son aportaciones del nuevo modelo, no presentes en el Diccionario de Datos.

Esta visualización genera una primera página con la lista de tipos de objetos que se incluyen el catálogo. Para cada tipo de objeto se presenta su código y descripción. Después aparece una ficha con para cada uno de los objetos. Estas fichas tienen la misma estructura y aspecto que el de la Tabla 1, pero con el contenido referente a cada objeto. En la Figura 6 se muestra una porción del documento XML del Diccionario de datos y en la Figura 7 la visualización del mismo fragmento, ambos correspondientes al tipo de objeto “Parcela de urbanización”.

```
<Objecte gml:id="PAU">
  <NomObjecte>
    <text lang="ca">PARCEL·LA D'URBANITZACIÓ</text>
    <text lang="sp">PARCELA DE URBANIZACIÓN</text>
  </NomObjecte>
  <CodiObjecte>PAU</CodiObjecte>
  <DefinicioObjecte>
    <text lang="ca">Línia divisòria de parcel·les de zones d'urbanització o industrials</text>
    <text lang="sp">Línea divisoria de parcelas de zonas de urbanización o industriales</text>
  </DefinicioObjecte>
  <Geometria>
    <Tipus>Linia</Tipus>
  </Geometria>
  <ClassificacioMetodeObtencioObjecte>
    <text lang="ca">És recollida sobre el terreny</text>
    <text lang="sp">Se recoge sobre el terreno</text>
  </ClassificacioMetodeObtencioObjecte>
  <Seleccio>
    <text lang="ca">Només s'han recollit les línies divisòries que coincideixen amb murs, tanques de vegetació i filats en zones d'urbanització o industrials, exceptuant les que delimiten les parcel·les en edificació continua. En zones industrials o d'urbanitzacions amb moltes parcel·les de superfície inferior a 625 metres quadrats, les divisions de parcel·les s'han generalitzat seleccionant les divisions de més longitud i les que ajuden a donar una idea de parcel·lació de la zona.</text>
    <text lang="sp">Sólo se han recogido las líneas divisorias que coinciden con muros, vallas de vegetación y alambradas en zonas de urbanización o industriales, excepto las que delimitan parcelas en edificación continua. En zonas industriales o de urbanizaciones con muchas parcelas de superficie inferior a 625 metros cuadrados, las divisiones de parcelas se ha generalizado seleccionado las divisiones de más longitud y las que ayudan a dar una idea de la parcelación de la zona.</text>
  </Seleccio>
  <Casos>
    <Cas gml:id="PAU01">
      <CodiCas>01</CodiCas>
      <Relacions>
        <connexio2D xlink:href="#EDI"/>
        <connexio2D xlink:href="#MUR01"/>
        <connexio3D xlink:href="#ILL01"/>
        <connexio3D xlink:href="#PAU01"/>
        <prioritat xlink:href="#TAN"/>
      </Relacions>
    </Cas>
  </Casos>
  <Grafics>
    <Grafic>
      <PathGrafic>Img\PAU01.gif</PathGrafic>
      <TitolGrafic>
        <text lang="ca">Parcel·la d'urbanització</text>
        <text lang="sp">Parcela de urbanización</text>
      </TitolGrafic>
    </Grafic>
  </Grafics>
</Objecte>
```

Figura 6: Fragmento del Diccionario de datos (FeatureCatalogICC.xml) correspondiente al tipo de objeto “Parcela de urbanización”

## Estilo “ISO 19110”

La segunda hoja de estilo pretende generar un formato similar al propuesto en los ejemplos del documento ISO 19110. Esta visualización genera una primera página con la descripción del catálogo, y luego una página nueva para cada tipo de objeto. Casi toda la información del Diccionario de Datos sobre los tipos de objeto se muestra en esta visualización, pero estructurada según las pautas del Catálogo de objetos de ISO19110. La geometría no se muestra porque como el



estándar indica “ISO19110 excluye la referenciación espacial [...] que está especificada en ISO19107”. El apartado sobre la “Clasificación y método de obtención” se convierte en Restricciones del objeto o del atributo. También se convierten en restricciones del objeto los apartados de “Selección”, “Combinaciones previstas de atributos (casos)”, “Componentes del objeto complejo” (en el caso de polígonos), “Relaciones” (ya que son reglas que se cumplen en el momento de generación de la base) y “Notas”.

Los atributos de los tipos de objeto se muestran, según sea necesario, como atributos con listas de valores (para atributos complementarios y calificativos fijos) o atributos con tipo de valor y unidades de medida (para atributos de tipo complementario variable o definido en diccionario).

La composición de elementos complejos de tipo línea se codifica como una asociación entre objetos puesto que realmente la línea compleja se genera seleccionando las instancias de las líneas simples necesarias. Así pues la última página de la visualización explica esta asociación, que puede tener dos ‘papeles en la asociación’: “compuesto por” y “es componente de”. Para las líneas complejas se indica la asociación “compuesto por”, que vincula con el tipo de objeto que las puede formar (ver Figura 8).

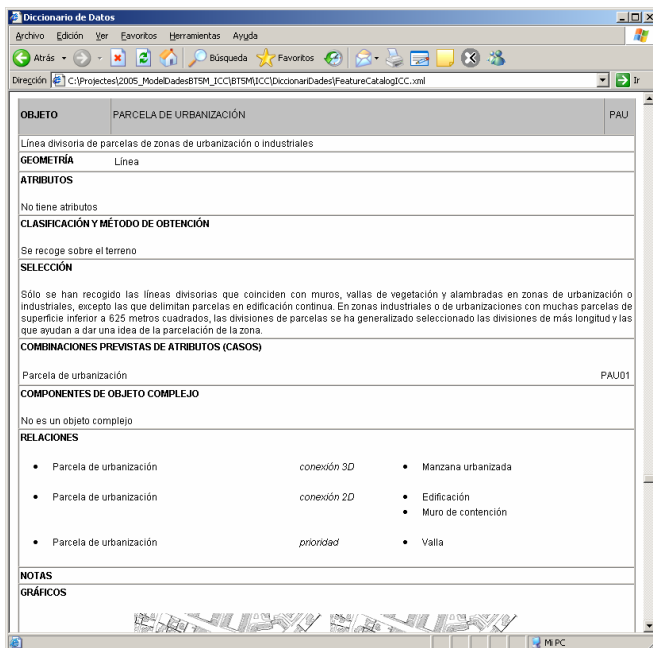


Figura 7: Visualización del tipo de objeto “Parcela de urbanización” con el estilo del Diccionario de Datos

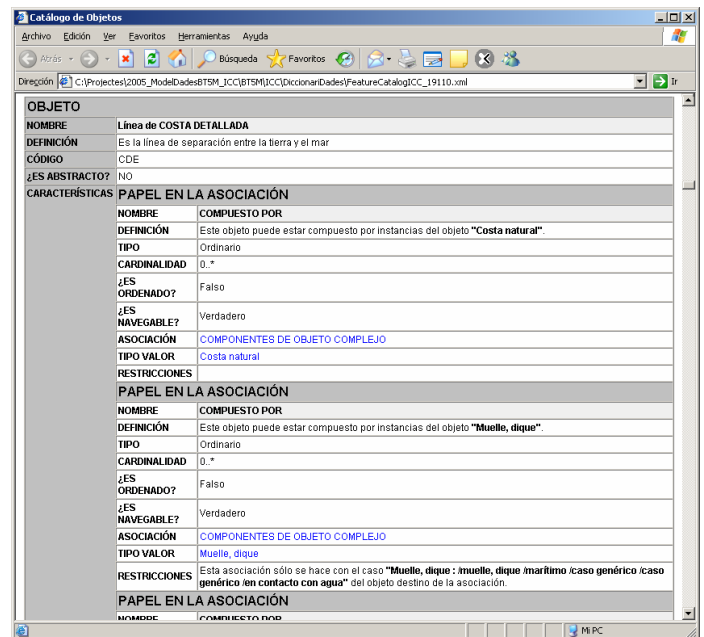


Figura 8: Visualización del tipo de objeto “Línea de costa detallada” (línea compleja) con el estilo ISO19110

## DISTRIBUCIÓN DE DATOS: ESQUEMA DE APLICACIÓN GML

El esquema de aplicación se basa en la versión 3.1.1 de GML [14] aunque ha sido necesario modificar los esquemas distribuidos por OGC ya que presentan un problema de validación al incluir por error algunos ficheros de la versión 3.1.0 (provocando redefiniciones). Los esquemas de aplicación fueron redactados con la versión 2005 *release 3* de Altova XMLSpy (anteriores *releases* de la misma versión dan problemas ficticios de validación de los esquemas GML).

Se ha procedido respetando al máximo las reglas de generación de documentos GML y recomendaciones recogidas en [15] y en la “Guía de desarrollo de esquemas GML” de *Galdos System Inc.* [12].

En nuestro caso, no ha sido necesario establecer los tipos de fenómeno dado que esto estaba perfectamente definido en los documentos originales del producto y perfectamente formalizado en los pasos anteriores. Así, solamente ha sido necesario extender la clase *gml:AbstractFeatureType* tantas veces como tipos de objeto deben describirse generando un nuevo tipo XML para cada tipo de objeto a describir, siempre tomando como referencia el catálogo de objetos previamente elaborado. Se han generado sendos elementos globales y sustitutivos de *gml:\_Feature* de manera que pueden ser usados en las colecciones de objetos (*FeatureCollection*) de GML.

Algunos aspectos han sido tratados de manera especial respecto a su uso en los ejemplos clásicos y se comentan en los siguientes apartados.

## Sustitución de *FeatureCollection*, *FeatureMember* y *FeatureMembers*

Se genera un elemento global “Topografico”, sustitutivo de *gml:\_FeatureCollection* de manera que se puede usar como raíz en los documentos GML.

En general las colecciones de objetos (*FeatureCollection*) pueden contener una lista de objetos (*FeatureMember*) descritos uno a uno o bien agrupados en un grupo que los contiene (*FeatureMembers*). Utilizamos esta doble posibilidad para permitir que una misma colección de objetos “Topografico” pueda contener por un lado todos los objetos de una hoja agrupados (en un grupo: *FeatureMembers*) o bien diversos objetos de la misma o diferentes hojas sin agrupar (varios *FeatureMember*). Para ello se define el elemento global “HojaTopografico” sustitutivo de *gml:featureMembers* y el elemento global “Fenomeno” sustitutivo de *gml:featureMember* (ver Figura 9).

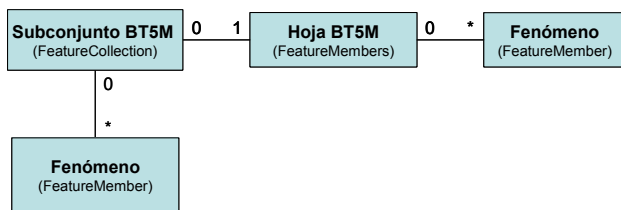


Figura 9: Esquema de elementos GML generados y su uso para representar Hojas y Fenómenos de la Base topográfica

```
<BT5M_ICC:Cota gml:id="T1">
  <TipoObjeto xlink:href="FeatureCatalogICC.xml#COT"/>
  <CodigoCaso>COT02</CodigoCaso>
  <Z>23.54</Z>
  <BT5M_ICC:GeometriaPunto>
    <gml:Point>
      <gml:pos>1 3</gml:pos>
    </gml:Point>
  </BT5M_ICC:GeometriaPunto>
</BT5M_ICC:Cota>
```

Figura 10: Ejemplo de la definición de un objeto de tipo “Cota altimétrica” en el fichero GML de distribución de datos

## Relación con el catálogo de objetos

Los elementos descritos en los documentos de distribución de los datos están directamente vinculados con la descripción del tipo de objeto correspondiente en el catálogo (*FeatureCatalogICC.xml*). Esto se realiza definiendo una propiedad “tipo de objeto” con valor fijo para cada elemento, que en el esquema de aplicación se define una sola vez para cada tipo de objeto. En la figura 11 se muestra como se define esta propiedad fija en el esquema de aplicación y en la figura 10 como se codifica en una instancia de este tipo de objeto.

```
<xs:element name="TipoObjeto">
  <xs:complexType>
    <xs:attribute ref="xlink:href"
      fixed="FeatureCatalogICC.xml#COT"/>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

Figura 11: Definición de la propiedad fija “tipo de objeto” en el esquema de aplicación para el objeto de tipo “Cota altimétrica”

## Geometría de los objetos

Las propiedades geométricas de los objetos son una elección entre las diversas posibilidades geométricas que disponibles para ese objeto. Las posibilidades geométricas son: punto (*gml:PointPropertyType*), punto orientado y escalado (extensión de *gml:Point* que contiene también la orientación, sus unidades, y una escala), texto (es un conjunto de varios puntos, cada uno de ellos orientado), línea (*gml:LineStringPropertyType*), línea orientada (basada en el elemento *gml:OrientableCurve* y con el grupo de atributos *gml:AssociationAttributeGroup* para poder definirla por referencia en caso de que sea necesario), línea compleja (*gml:CompositeCurveType*), polígono (*gml:PolygonPropertyType*).

## Atributos no geométricos de los objetos

Otra peculiaridad de esta implementación es que la mayoría de objetos presentan una única propiedad temática (el código de caso). Esta propiedad conlleva un conjunto de valores determinados para los atributos calificativos de este objeto, que se describe de manera detallada en el catálogo de objetos. En caso de que el objeto tenga algunos atributos complementarios estos también se especificarán en el esquema de aplicación. Un ejemplo de este tipo de atributo es la altitud (Z) para el tipo de objeto ‘Cota altimétrica’ (ver Figura 11).

## Sistema de referencia

Para evitar la definición del sistema de referencia para todos y cada uno de estos objetos, este se ha definido a nivel de toda la colección al indicarlo como atributo del envolvente (*gml:Envelope*) que define el ámbito que ocupa la colección de objetos (*gml:boundedBy*). Esto es posible gracias a la herencia implícita de esta propiedad según indica el apartado 9.1.11 de [16].

Según [17] el atributo *srsName* de los objetos gml puede ser usado para indicar el identificador de un sistema de referencia bien conocido (“*well-known*”), o bien para indicar un vínculo hacia un diccionario de sistemas de referencia, por ejemplo hacia <http://crs.opengis.org/crsportal> [18]. Desgraciadamente en este artículo no queda bien explicado como se debe hacer esta referencia y el hecho de existir múltiples versiones en este y otros artículos ([15], [17] y [19]), nos ha hecho dudar de la opción a implementar. Finalmente decidimos implementar la opción escogida en el documento [12] puesto que pretende ser una “Guía de buenas prácticas”. Esta descripción del sistema de referencia usa la base de datos del *European Petroleum Survey Group* [20], siguiendo la recomendación del Núcleo Español de Metadatos (NEM) [21]: `<gml:Envelope srsName="urn:epsg:v6.1:coordinateReferenceSystem:23031">`.

## CONCLUSIONES

Actualmente no existe una especificación de implementación de los catálogos de objetos complementaria a la ISO19110. Este trabajo demuestra que es posible usar una notación basada en los objetos primarios GML para generar catálogos de tipos de objeto que pueden ser visualizados en diferentes estilos usando XSL. Al mismo tiempo estos catálogos pueden ser usados para generar esquemas XSD para la distribución de datos de la Base topográfica 1:5000 de Catalunya v2.0 (BT-5M) en formato GML. Cada uno de estos objetos conserva un vínculo a tipo de objeto del catálogo de objetos. La enorme flexibilidad de la especificación GML, permite adaptar los esquemas de aplicación a las necesidades de la base. Los diagramas UML resultan muy útiles durante el proceso de diseño pero, a día de hoy, la transformación automática a esquemas XSD solo es posible para aplicaciones simplistas que no han resultado aplicables en nuestro caso.

El uso de XSLT ha resultado razonablemente satisfactorio permitiendo realizar casi todo lo que se ha planteado no sin un grado de esfuerzo significativo. En nuestra opinión las versiones actualmente soportadas por los navegadores son excesivamente pobres; resulta un lenguaje aparentemente potente al principio pero limitante cuando se demandan funcionalidades parecidas pero fuera de los ejemplos clásicos.

## REFERENCIAS

1. Institut Cartogràfic de Catalunya (2001): *Especificacions tècniques ICC: 1:5000 : BT-5M v2.0*. Generalitat de Catalunya. Institut Cartogràfic de Catalunya, Barcelona.
2. Institut Cartogràfic de Catalunya (2001): *Diccionari de Dades de la Base topogràfica 1:5 000 v2.0 (BT-5M)*. Generalitat de Catalunya. Institut Cartogràfic de Catalunya, Barcelona.
3. OS MasterMap. <http://www.ordnancesurvey.co.uk/oswebsite/products/osmastermap/index.html>. (último acceso: noviembre, 2005)
4. UKHO Business to business website: *New GML Schema for S57 ENC data*. [http://www.ukho.gov.uk/b2b\\_gml\\_home.asp](http://www.ukho.gov.uk/b2b_gml_home.asp) (último acceso: noviembre, 2005)
5. International Hydrographic Organization (2005): *IHO S-57 Edition 4.0 The Next Edition of IHO S-57 (4.0) Version 1.1, March 2005*. [http://www.iho.shom.fr/ECDIS/S-57\\_Ed4\\_Information\\_Paper\\_ver1.1.pdf](http://www.iho.shom.fr/ECDIS/S-57_Ed4_Information_Paper_ver1.1.pdf)
6. G. Booch, Rumbaugh, J., Jacobson, I. (1999): *The Unified Modeling Language User Guide*. Addison-Wesley, Boston, MA 482pp.
7. International Organization for Standardization: *International Standard: Geographic information – Rules for application schema. ISO 19109:2005*. Technical Committee 211 (2005)
8. International Organization for Standardization: *International Standard: Geographic information – Methodology for feature cataloguing. ISO 19110:2005*. Technical Committee 211 (2005)
9. International Organization for Standardization: *Draft International Standard: Geographic information – Geography Markup Language. ISO/DIS 19136*. Technical Committee 211 (2005)
10. C. Portele (2003): *Mapping UML to GML Application Schemas. Guidelines and Encoding Rules. V.0.1-b*. <http://www.interactive-instruments.de/ugas/UGAS-Guidelines-and-Encoding-Rules.pdf>
11. C. Portele (2004): *Mapping UML to GML Application Schemas. ShapeChange - Architecture and Description. V.0.2*. <http://www.interactive-instruments.de/ugas/ShapeChange.pdf>
12. Galdos System Inc (2003): *Developing and Managing GML Application Schemas. A Best Practice Guide prepared by Galdos System Inc. TR2003-232-01*. Editor: David S. Burggraf, 2003-05-15.
13. International Organization for Standardization: *International Standard: Geographic information – Metadata. ISO 19115:2003*. Technical Committee 211 (2003)
14. GML 3.1.1 Schema Package (2005). <http://schemas.opengis.net/gml/3.1.1/>. Esta versión de los esquemas se puso en la página web el 11 de agosto de 2005 (último acceso: noviembre, 2005)
15. Ron Lake, David Burggraf, Milan Trninc, Laurie Rae (2004): *Geography Mark-Up Language: Foundation for the Geo-Web*. Ed. John Wiley & Sons Ltd. 406pp.
16. R. Lake (2005): *The application of geography markup language (GML) to the geological sciences*. Computers & Geosciences, Vol. 31, pp. 1135-1150.
17. Cox, S.A., Daisey P., Lake R., Portele C., Whiteside A., 2003. *OpenGIS Geography Markup Language (GML) Implementation Specification*. OGC Document Number 03-105r1. <http://www.opengis.org/specs/?page=specs>.
18. Galdos Systems Inc: *Coordinate Reference System Registry*. <http://crs.opengis.org/crsportal/index.html> (último acceso: noviembre, 2005)
19. M. Sen & T. Duffy (2005): *GeoSciML: Development of a generic GeoScience Markup Language*. Computers & Geosciences, Vol. 31, pp. 1095-1103.
20. European Petroleum Survey Group (2005). *Geodetic Parameter Dataset*. <http://www.epsg.org/> (último acceso: noviembre, 2005)
21. Subgrupo de Trabajo del Núcleo Español de Metadatos (2005): Núcleo Español de Metadatos (NEM v1.0). SGTNEM200501.