

Modelo de datos de la Base Topográfica Urbana para la IDE local.

Dimas Pagés, Alejandro; Aguirre Sanz, Sonia; Coll Eloina; Martínez-Ilario, José

Resumen

La Base Topográfica Urbana (BTU) surge por la necesidad de homogeneizar la cartografía oficial española a escala 1/1.000 que permita el intercambio, integración e interoperabilidad entre cartografías generadas en las Comunidades Autónomas, Diputaciones Forales o en la Administración General del Estado. La BTU comprende un conjunto de especificaciones y recomendaciones para que cada productor de cartografía convierta su información a ese modelo de datos.

La metodología seguida para realizar el modelo de datos para la BTU consta de un estudio comparativo en el que se analizan los diferentes modelos pertenecientes a las Comunidades Autónomas, se identifican los requisitos mínimos de conformidad de las normas y estándares nacionales e internacionales, y partiendo de la Base Topográfica Armonizada se establece el esquema inicial de la Base Topográfica Urbana adaptando el modelo de ésta a la escala correspondiente e introduciendo mejoras en el concepto de fenómeno padre e hijo, reclasificación y codificación.

En este artículo se presenta el estudio desarrollado para obtener este modelo de datos, tan necesario y demandado por las administraciones públicas.

PALABRAS CLAVE

Base Topográfica Armonizada, Administración, IDE, Administración Local, Modelo de Datos, Cartografía Urbana.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la cartografía ha sufrido una evolución, tanto en su concepto como en su producción, ya que hemos pasado de las simples representaciones gráficas de los CAD, a tener información geográfica con datos alfanuméricos asociados. Las nuevas tecnologías y métodos de producción, distribución y uso de la información cartográfica son un reto constante para las agencias cartográficas. Desde esta perspectiva era evidente que las normas de 1992 producidas por la Comisión de Normas Cartográficas (CNC) debían ser actualizadas manteniendo el objetivo de alcanzar un cierto grado de homogenización entre la cartografía oficial de escalas grandes y de conformidad con los estándares europeos e internacionales sobre información geográfica.

El proyecto de redactar normas comunes para productos topográficos cubriendo todo el abanico de escalas es de gran envergadura. La primera etapa ha consistido en la armonización de las bases topográficas a 1/5.000 - 1/10.000 por ser la escala de mayor detalle a la que se cubre todo el territorio. [1]

En la actualidad, no existen normas ni especificaciones para productos cartográficos a escala 1/1.000 y sin embargo, la cartografía base topográfica utilizada en las diferentes gestiones que se producen en la administración local está a dicha escala en las zonas referentes a núcleos urbanos y a escala 1/5.000 fuera de los mismos, por lo que de la misma manera, es necesario realizar una armonización de las bases topográficas a escala 1/1.000, surgiendo así el concepto de Base Topográfica Urbana (BTU), que como la Base Topográfica Armonizada (BTA), pretende armonizar las bases de datos topográficas a través de la definición de un producto virtual permitiendo la creación de cartografía topográfica a 1/1.000 a la Administración Pública para el intercambio de información geográfica digital interoperable. [2]

Cuando los proyectos abarcan grandes áreas o zonas geográficas, es necesario contar con un modelo de datos, debidamente implementado, que represente y muestre esa realidad compleja que es el territorio. Se trata por tanto de unir todas las fuentes disponibles, a partir de unos protocolos previamente establecidos que garanticen el correcto uso de los datos, para conformar el modelo buscado.

Un modelo de datos se define como la combinación de tres componentes:

- Una colección de tipos de objetos de información, los cuales son las unidades básicas para construir cualquier base de datos.
- Una colección de reglas generales de integridad, las cuales limitan el conjunto de los tipos de objetos que pueden aparecer en forma legal en cualquier base de datos.

- Una colección de operadores, aplicables a los objetos para obtener información y para otros propósitos.

Los principales objetivos del proceso del modelamiento es saber identificar cual es el problema y encontrar la forma de representarlo en un sistema. Esto significa saber de los datos, saber quiénes van a usarlos y cómo van a ser usados. [3]

El modelo de datos resultante será la suma de las características más relevantes de los diferentes modelos analizados para la creación de la BTU. El resultado debe ser un modelo de datos que esté en concordancia con la directriz europea (INSPIRE), herede la estructura de la BTA y además tenga en cuenta ciertos aspectos del resto de modelos de datos analizados, como el modelo de SIOSE o de LocalGIS.

2. ESTUDIO PREVIO

Este proyecto surge de la necesidad de diseñar un modelo de datos para cartografía urbana a escala 1/1.000 lo más unificado posible. Para ello, es necesario realizar un estudio previo sobre modelos de datos existentes y analizar la legislación que lo regula, asegurando así que se cubren las necesidades requeridas por las Administraciones Locales, con la finalidad de aprovechar, mejorar y unificar criterios. [4] y [5]

A continuación se exponen los distintos modelos de datos analizados para llevar a cabo el estudio, explicando ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos y el por qué de su análisis.

2.1 BTA

La Base Topográfica Armonizada (BTA) surge de la necesidad de homogeneizar la cartografía oficial española a escalas grandes, permitiendo el intercambio, la integración y la interoperabilidad entre las cartografías a escalas 1/5000 y 1/10000. La BTA permitirá el intercambio entre las distintas Administraciones, las Delegaciones de Hacienda, o de la Administración General en España. [6]

Consta de una serie de especificaciones técnicas y un conjunto de datos vectoriales, de modo que, cada productor de datos, puede transformar su información a este modelo de datos. La BTA está organizada en bloques, uno por cada productor de datos y los bloques están formados por hojas de acuerdo a una división que garantiza la concordancia exacta de las marcas de las hojas.

Para la elaboración de las especificaciones se han utilizado diversas normas como referencia, borradores o documentos de trabajo del CT 211 de la Organización Internacional de Normalización (ISO), sobre todo las relacionadas con las normas ISO19131, ISO19109, ISO19110 y ISO19137 y la recomendación de la Comisión de Geomática del Consejo Superior Geográfico en el Núcleo Español de Metadatos (NEM).

Estudiar el modelo de datos de la BTA se considera necesario y fundamental ya que, la Base Topográfica Urbana y la Base Topográfica Armonizada, persiguen un mismo objetivo, conseguir la armonización de la información cartográfica, pero a distinta escala.

Los fenómenos recogidos en la BTA se agrupan en los siguientes temas:

- 1) Puntos de referencia
- 2) Nombre de referencia
- 3) Redes de transporte
- 4) Hidrografía
- 5) Relieve
- 6) Cubierta terrestre
- 7) Edificaciones, poblaciones y construcciones
- 8) Servicios e instalaciones

2.2 ICC

El Instituto Cartográfico Catalán ha sido uno de los organismos que ha tenido mayor relevancia en la definición del modelo de datos para la BTA. Por este motivo, se consideró interesante analizar el modelo de datos que emplean tanto para escala 1/5.000 como el catálogo de fenómenos a escala 1/1.000 para la elaboración de cartografía topográfica. [7]

El catálogo de fenómenos consta de los siguientes temas: [8]

- 1) Orografía - Relieve
- 2) Modelo de elevaciones - DTM, DSM
- 3) Hidrografía - Obras públicas
- 4) Vegetación - Usos del suelo
- 5) Comunicaciones - Viabilidad
- 6) Construcciones - Población
- 7) Energía - Telecomunicaciones
- 8) Toponimia - Anotaciones
- 9) Registros

2.3 ICV

El Instituto Cartográfico Valenciano desarrolló *Las Especificaciones Técnicas y el Diccionario de elementos* para la elaboración de cartografía a escala 1/1.000 de la Comunidad Valenciana. Se ha considerado interesante su estudio, puesto que el modelo de datos que se pretende implementar es la propuesta por parte del *Grupo de Trabajo de la IDE Local de la Comunidad Valenciana*. [9] y [10].

- 1) Abastecimientos
- 2) Comunicaciones
- 3) Construcciones
- 4) Hidrografía
- 5) Infraestructura y mobiliario
- 6) Límites
- 7) Orografía
- 8) Vegetación
- 9) Toponimia

2.4 CASTILLA Y LEÓN

La Junta de Castilla y León tiene definidos en su modelo de datos para cartografía 1/1.000 los siguientes temas:

- 1) Usos del suelo
- 2) Construcciones
- 3) Hidrografía
- 4) Toponimia
- 5) Altimetría
- 6) Puntos de referencia
- 7) Vías de comunicación
- 8) Conducciones
- 9) División administrativa
- 10) Mobiliario urbano
- 11) Elementos auxiliares

Castilla y León junto, con el resto de Comunidades Autónomas mencionadas, tiene disponible el acceso a su modelo de datos para cartografía a escala 1/1.000. El estudio de este modelo de datos, es interesante, porque pertenece a una región geográfica diferente a las otras dos comunidades mencionadas anteriormente, permitiendo enriquecer el catálogo de fenómenos, con elementos que posiblemente no están contemplados en el resto de modelos. [11] y [12].

2.5 LOCALGIS

LocalGIS es el Sistema de Información Territorial de Software Libre para Entidades Locales surgido como iniciativa del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, englobado dentro del plan Avanza. [13]

Se trata de un sistema multiplataforma, Open Source, escalable y cumple con los estándares internacionales. Es una herramienta que está dirigida a la Administración Local, ya que permite realizar un gran número de tareas habituales en los Ayuntamientos, como la gestión de licencias, concesiones y autorizaciones, permite el planeamiento urbanístico, de infraestructuras y patrimonio. Además esta herramienta permite conectar con servicios Web, con lo cual acceder a información de otras administraciones haciendo uso de esta herramienta es posible. Por todo esto se consideró necesario estudiar su modelo de datos.

Los temas que conforman el modelo de datos son: [14]

- 1) Cartografía básica

- 2) Información de referencia
- 3) Catastro
- 4) Planeamiento
- 5) Patrimonio
- 6) Padrón municipal
- 7) De habitantes
- 8) Infraestructura
- 9) Señalización
- 10) Licencia de obra
- 11) Ocupación vía pública
- 12) Actividades contaminantes

2.6 CATASTRO

En lo que respecta al modelo de datos que sigue la dirección general de catastro, no se va a considerar el modelo de datos como tal, sino que, este modelo va a servir únicamente para definir los fenómenos de tal forma que exista interoperabilidad entre BTU y catastro. [15]

2.7 SIOSE

El Instituto Geográfico Nacional (Ministerio de Fomento), como Centro Nacional de Referencia en Ocupación del Suelo, dependiente del Punto Focal Nacional (Ministerio de Medio Ambiente) tiene como uno de sus objetivos prioritarios coordinar la información en materia de ocupación del suelo (coberturas y usos) en España.

Se trata de un Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE), donde se puede integrar la información de las Bases de Datos de Ocupación del Suelo de las CCAA y de la AGE. A través de éste se facilita el acceso a la información, siguiendo las directrices INSPIRE de la UE.

El modelo de datos de SIOSE describe los objetos, atributos, relaciones, reglas de consistencia, estructura y filosofía de los datos geográficos digitales vectoriales del Sistema de Ocupación del Suelo en España. Se trata de un modelo de aplicación (*Application Schema*) en el sentido que define ISO 19101 "*Geographic Information - Referente Model*", un modelo conceptual para los datos requeridos por un campo de aplicación de la Información Geográfica específico, en nuestro caso la producción y gestión de datos relativos a la ocupación, cobertura y uso, del suelo.

El estudio del modelo de datos de SIOSE, es fundamental a la hora de definir el tema referente a la cubierta terrestre en el modelo de datos de BTU, ya que se pretende crear en concordancia con él. [16]

2.8 INSPIRE

INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) es una iniciativa de la Comisión Europea cuyo funcionamiento se recoge en la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, publicada en el Diario Oficial de la UE (DOUE) el 25 de Abril de 2007, que tiene como objetivo la creación de una Infraestructura de Datos Espaciales en Europa. [17]

Consiste en una iniciativa legal que establece estándares y protocolos de tipo técnico, aspectos organizativos y de coordinación, políticas sobre la información que incluye el acceso a los datos y la creación y mantenimiento de información espacial.

INSPIRE establece una infraestructura datos espaciales en Europa y da soporte a las políticas necesarias para llevarla a cabo. De esta manera se establecen una serie de grupos de trabajo con diferentes fines. Tres de ellos, el "*INSPIRE thematic Working Groups*", el "*Data Specification Drafting Team*" y el "*JRC INSPIRE Team*", han sido los encargados de desarrollar una serie de Especificaciones de Datos, que han sido publicadas como Guías para los temas de información geográfica presentes en el Anexo 1 de la directiva INSPIRE.

Se han desarrollado especificaciones para lugares protegidos, redes de transporte, parcelas catastrales, nombres geográficos, sistemas geográficos grid, sistemas de referencia geográficos, unidades administrativas, direcciones e hidrografía. Estas especificaciones desarrollan: los datos que deben aparecer así como sus contenidos, los sistemas de referencia en los que serán representados. Tienen un apartado también en el que se especifica la calidad de los datos y la forma de obtenerlos. También detallan los elementos que deben estar presentes en los metadatos, pilar fundamental en las infraestructuras de datos espaciales.

El modelo de datos a desarrollare, debe ser elaborado siguiendo las recomendaciones derivadas de estas especificaciones, consiguiendo así, que el modelo de datos sea interoperable y cumpla con la directiva europea.

3. DISEÑO DEL MODELO DE DATOS

3.1 FLUJO DE TRABAJO

El primer punto a tratar a la hora de implementar el modelo de datos de la BTU consiste en definir los temas principales en los que se agrupa la BTU.

Definidos éstos, se clasifican los diferentes fenómenos que deben aparecer recogidos en el modelo en los temas propuestos. En el caso de que un fenómeno no se pueda clasificar en ninguno de los temas definidos, se realiza una revisión del conjunto de temas y se propone una nueva clasificación, modificando aquello que se considere necesario (introduciendo nuevos temas, agrupando temas, etc.).

Una vez reestructurado los temas, finalizando así la primera fase de clasificación de fenómenos, se realiza una segunda revisión, analizando de manera conjunta temas y fenómenos, comprobando que se han recogido todos los fenómenos. En el caso de faltar algún fenómeno, se debe introducir y se repite el proceso anteriormente expuesto.

El flujo de trabajo se resume en el siguiente esquema:

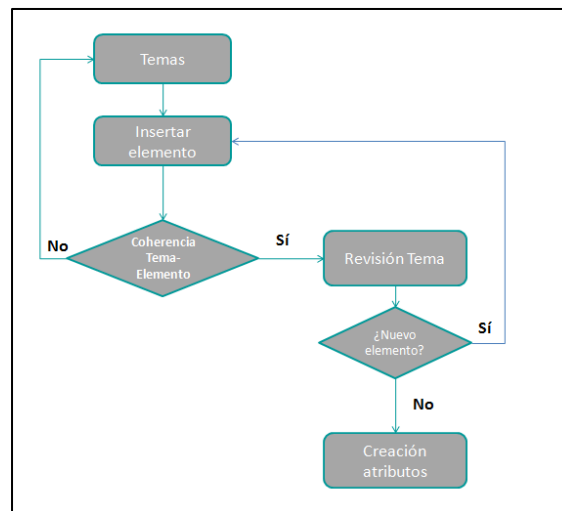


Figura 1: Flujo de trabajo

3.2 PROCEDIMIENTO A SEGUIR

En primer lugar se analizan los temas que propone la directriz INSPIRE, y se analizan los componentes que conforman cada uno de ellos.

Se observa que, muchos de los temas propuestos por INSPIRE no tienen cabida en la definición de un modelo de datos para cartografía urbana, ya que INSPIRE surgió para la protección del medio ambiente en la Unión Europea, por tanto, no sería lógico definir un modelo de datos que únicamente contemple los temas citados en la directriz, ni incluir todos estos temas para cartografía urbana.

Una vez revisados los temas propuestos por INSPIRE, se comparan los temas que tendrían cabida en un modelo de datos para urbana, con los utilizados por el Instituto Cartográfico Valenciano, el Instituto Cartográfica Catalán, la Junta de Castilla y León y LocalGIS. La comparativa se recoge en la siguiente tabla.

INSPIRE	ICC	ICV	LocalGIS	Castilla y León
Cubierta terrestre	Vegetación-Usos de suelo	Vegetación	Cartografía básica	Usos del suelo
Edificios	Construcciones-Población	Construcciones	Información de referencia	Construcciones
Hidrografía	Hidrografía-Obras Hidráulicas	Hidrografía	Catastro	Hidrografía
Nombres geográficos	Toponimia	Toponimia	Planeamiento	Toponimia
Parcelas Catastrales	Modelo de elevaciones - DTM, DSM	Infraestructura inmobiliaria	Patrimonio	Altimetría
Redes de transporte	Comunicaciones-Vialidad	Comunicaciones	Padrón municipal de Habitantes	Puntos de referencia
Elevaciones	Orografía-Relieve	Orografía	Infraestructuras	Vías de comunicación
Servicios de utilidad pública y estatales	Energía-Telecomunicaciones	Abastecimientos	Señalización	Conducciones
Unidades administrativas	Registros	Límites	Licencia de obra	División administrativa
Usos del suelo			Ocupación vía pública	Mobiliario urbano
Instalaciones de producción industrial			Actividades contaminantes	Elementos auxiliares
				

Tabla 1: Comparativa de los modelos de datos respecto a INSPIRE

En la columna de la izquierda aparecen los distintos temas propuestos por *INSPIRE* y a la derecha los pertenecientes a organismos como el ICC, ICV, la Junta de Castilla y León y el modelo de datos que emplea LocalGIS. Para la comparativa se eligieron éstos debido a que como se citó anteriormente, no todas las comunidades autónomas hacen público su modelo de datos y para escala 1/1.000 únicamente se disponía del modelo de datos del ICC, ICV y de Castilla y León.

Como se comentó anteriormente, también se vio interesante analizar el modelo de datos empleando por LocalGIS, ya que se trata de un sistema de información territorial para los ayuntamientos en el entorno de la administración local.

En la primera columna aparecen los nombres propuestos por INSPIRE, a cada tema se le asocia un color (a *Cubierta Terrestre* se le asocia el verde), mientras que en las siguientes columnas se muestran los temas de los diferentes modelos de datos a escala 1/1.000 encontrados. A cada tema de estos modelos de datos se le asocia el color de su equivalente en INSPIRE, por ejemplo el tema *Vegetación* propuesto por ICV o el ICC, corresponde con el tema *Cubierta Terrestre* de INSPIRE, por tanto éstos aparecerán en verde. Si hubiese algún tema de un organismo que no está contemplado en INSPIRE, este aparece en color negro.

A la hora de realizar un primer borrador, se pretende diseñar un modelo de datos similar a los empleados por las distintas Comunidades Autónomas, sin embargo, se ve que esto no es del todo posible, ya que estos modelos no se han diseñado en concordancia con INSPIRE, a diferencia del modelo de datos de BTA, por lo que, la estructura inicial del modelo que nos ocupa, se define de acuerdo con la Base Topográfica Armonizada. El hecho de que la BTA está en concordancia con INSPIRE, no significa que la definición de los temas y su contenido sea exactamente igual que la definida en la directiva, sin embargo, es la que más se aproxima.

A la hora de definir los principales temas con acorde a la BTA se tiene en cuenta que hay ciertas características que la BTU hereda de la BTA, como son:

- El producto es una base topográfica vectorial en espagueti, es decir, sin topología explícita.
- El objeto sobre el que se organiza el modelo de aplicación es el fenómeno, que es la abstracción de un ente del mundo real y la unidad básica de información geográfica.
- Se establecen reglas de consistencia geométrica relativas a la conexión de las instancias de fenómenos entre sí y con instancias de otros fenómenos.
- En cuanto a la captura de datos, se siguen los mismos criterios pero adaptándolos a la escala correspondiente.
- Se menciona los controles específicos que se recomienda verificar adaptándolos para la escala 1/1.000.
- Se establecen relaciones de herencia entre fenómenos de nivel superior (padre) y de nivel inferior (subfenómenos o hijos).
- Se emplea la misma nomenclatura para el valor de los atributos calificadores.

- En el caso general, en la BTU se incluyen las líneas y superficies ocultas, convenientemente clasificadas según los atributos *COMPONENT1D* y *COMPONENT2D*.

Estas características heredadas definen como será el producto resultante, además de indicar la estructura que va a seguir el modelo y cómo serán algunos de los atributos de los elementos que conforman la Base Topográfica Urbana.

Otro factor que se tiene en consideración es que la BTA está a una escala menor, por lo que el nivel de detalle y el conjunto de elementos propuestos en la BTU debe ser más amplio. Debido a esta situación, la clasificación que tiene la BTA es insuficiente, por lo que se hace necesario una ampliación y reestructuración de los temas.

Resumiendo, tras el análisis, se observa que muchos de los temas propuestos por INSPIRE no tienen cabida en la definición de un modelo de datos para cartografía urbana, ya que INSPIRE surgió para la protección del medio ambiente en la Unión Europea, por tanto no tiene sentido definir un modelo de datos que contemple todos estos temas para cartografía urbana. Por otro lado, el modelo de datos que se busca no estaría resuelto si únicamente se emplearan los temas definidos en la BTA, debido a la diferencia de escala con la que se trabaja, hecho que implica que aparecen nuevos elementos.

Se decide por tanto que los temas elegidos para la BTU, recojan aquellos propuestos por la BTA, añadiendo además, cinco temas nuevos correspondientes a *Unidades administrativas*, *Base cartográfica*, *Parcelas catastrales*, *Usos del suelo* e *Instalaciones de extracción, producción industrial y almacenamiento*, definidos según las directrices marcadas por Inspire y realizando las modificaciones que se consideran oportunas.

Por tanto, el modelo de datos de la BTU estará formado por 13 temas:

- 1) Unidades administrativas
- 2) Relieve
- 3) Hidrografía
- 4) Cubierta terrestre
- 5) Redes de transporte
- 6) Edificaciones, poblaciones y construcciones
- 7) Servicios de utilidad pública y estatales
- 8) Instalaciones de extracción, producción industrial y almacenamiento
- 9) Puntos de referencia
- 10) Parcelas catastrales
- 11) Usos del suelo
- 12) Nombres geográficos
- 13) Base cartográfica

Si se establece una comparativa con respecto a la BTA, se observa a simple vista la aparición de los cinco temas nuevos, comentados anteriormente. Se considera necesario añadir el tema de *Parcelas catastrales* puesto que se trata de un punto fundamental a tener en cuenta si se trabaja con cartografía urbana. De la misma manera, es necesario incluir un tema donde se recojan tanto la *Base cartográfica*, los *Límites administrativos*, como los *Usos del suelo*. En lo referente al tema de *Instalaciones de extracción, producción industrial y almacenamiento* se ha considerado necesario añadirlo, ya que, tras realizar el análisis de los distintos fenómenos que recogía la BTA dentro del tema *Servicios e Instalaciones y Edificaciones, poblaciones y construcciones*, se vio necesario la reestructuración de éstos al no estar conforme con la clasificación de determinados fenómenos (el fenómeno *Explotación minera* en BTA aparece recogido dentro del tema de *Edificaciones, poblaciones y construcciones* y éste no es el tema más intuitivo para localizar éste elemento. El análisis realizado sobre la directiva INSPIRE confirma esta idea).

BTA	BTU
Relieve	Unidades administrativas
Hidrografía	Relieve
Cubierta terrestre	Hidrografía
Redes de transporte	Cubierta terrestre
Edificaciones, poblaciones y construcciones	Redes de transporte
Servicios e instalaciones	Edificaciones, poblaciones y construcciones
Puntos de referencia	Servicios de utilidad pública y estatales
Nombres geográficos	Instalaciones de extracción, producción industrial y almacenamiento
	Puntos de referencia
	Parcelas catastrales
	Usos del suelo
	Nombres geográficos
	Base cartográfica

Tabla 2: Comparativa temas BTA - BTU

Una vez definidos los temas en los que se va estructurar el modelo de datos, se revisan los datos espaciales asociados a éstos propuestos por INSPIRE para comprobar que todos están organizados de forma

coherente. De entre los datos espaciales que aparecen clasificados en INSPIRE, llaman la atención la clasificación de *Línea de Costa*, ésta aparece en el tema *Elevaciones*, tema que hace pensar que se está refiriendo a fenómenos como curvas de nivel, curvas batimétricas, MDT, etc., por lo que no parece ser la clasificación idónea para este elemento. Tras consultar el modelo de datos de la BTA, como el del resto de modelos, se considera que la *Línea de Costa* debe ir dentro del tema de *Hidrografía*.

Un tema de importancia que la directiva INSPIRE pasa por alto es aquel que agrupa a todos aquellos puntos que forman parte de los sistemas de posicionamiento geodésico oficiales: redes geodésicas, redes de nivelación, estaciones fiduciales, etc. Este tema se crea para la BTU y se denomina *Puntos de Referencia* y también se recoge en la BTA.

A continuación se muestra la tabla donde se recogen los diferentes temas propuestos por INSPIRE, los temas que se proponen para la BTU, y la relación que existe entre ambos.

INSPIRE	BTU
Aspectos geográficos de carácter meteorológico	Cubierta terrestre (4)
Unidades administrativas (1)	Edificaciones, poblaciones y construcciones (6)
Parcelas Catastrales (10)	Hidrografía (3)
Redes de transporte (5)	Nombres geográficos (12)
Hidrografía (3)	Puntos de referencia (9)
Lugares protegidos	Redes de transporte (5)
Elevaciones (2)	Relieve (2)
Cubierta terrestre (4)	Servicios de utilidad pública y estatales (7)
Ortoimágenes	Instalaciones de extracción, producción industrial y almacenamiento (8)
Edificios (6)	Unidades Administrativas (1)
Usos del suelo (12)	Parcelas catastrales (10)
Servicios de utilidad pública y estatales (7)	Usos del suelo (11)
Instalaciones de observación del medio ambiente	Base Cartográfica (13)
Instalaciones de producción e industriales (8)	
Instalaciones agrícolas y de acuicultura (8)	
Zonas sujetas a ordenación, a restricciones o reglamentaciones	
Zonas de riesgos naturales	
Sistema de coordenadas de referencia	
Sistemas de cuadrículas geográficas	
Direcciones	
Geología	
Unidades estadísticas	
Suelo	
Salud y seguridad humanas (7)	
Distribución de la población-demografía	
Recursos energéticos (8)	
Recursos minerales (8)	
Condiciones atmosféricas	
Nombres geográficos (12)	
Rasgos geográficos oceanográficos	
Regiones marinas	
Regiones biogeográficas	
Hábitats y biotopos	
Distribución de las especies	

Leyenda

- Según INSPIRE
- No existe tema en BTU
- Cambio de nombre
- Cambio propuesto

Tabla 3: Comparativa Inspire - BTU

Se establece una codificación por colores que permite identificar si el tema de INSPIRE se llama y contiene en la BTU los fenómenos recogidos en la directiva (verde), si el tema no se contempla en la BTU (rojo), si se ha realizado un cambio de nombre (azul) o si tras realizar el análisis, se ha creído conveniente modificar el contenido de estos temas (morado). Para facilitar el análisis, se establece una correspondencia numérica entre los temas que forman la BTU y los propuestos por la directiva INSPIRE.

Finalizados los temas en los que se va a organizar al BTU, se procede a la clasificación de los fenómenos en sus correspondientes temas. Los fenómenos, de la misma manera que en la BTA se organizan en fenómeno padre y fenómenos hijo.

Un fenómeno queda identificado como fenómeno padre (N1) cuando éste no depende jerárquicamente de otro fenómeno. Por el contrario, aquel que dependa jerárquicamente de otro fenómeno (denominado padre) queda definido como fenómeno hijo (N2). Un fenómeno N1 puede o no tener diferentes N2. En caso de tratarse de un fenómeno hijo, éste hereda todos los atributos y propiedades del fenómeno padre del que deriva.

A diferencia de la BTA, se establece un criterio a la hora de clasificar un fenómeno como padre o hijo (este criterio no aparece detallado en las Especificaciones Técnicas de la BTA). Por tanto, se establece que siempre que existan distintos niveles de clasificación, un fenómeno padre agrupará fenómenos hijos. Un fenómeno padre se podría definir como aquel fenómeno que engloba diferentes fenómenos con características temáticas comunes.

Para la creación de los diferentes fenómenos con sus atributos se genera un modelo de ficha que será idéntico para todos.

Código	Nombre fenómeno	
Descripción	Descripción elemento	
Geometría	Punto/Línea/Polígono	
Atributos	Dominio	Descripción
Atributo1	Código1	Descripción 1
Atributo2	Código2	Descripción 2
Código	Nombre fenómeno	
Descripción	Descripción elemento	
Geometría	Punto/Línea/Polígono	
Atributos	Dominio	Descripción
Atributo1	Código1	Descripción 1
Atributo2	Código2	Descripción 2

Figura 2: Modelo de ficha BTU

La clasificación de los diferentes fenómenos en los temas, se basa en la unificación de los modelos de datos analizados, siendo el modelo que más información proporciona el modelo seguido en LocalGIS. Una vez clasificados, el siguiente paso consiste en definir para cada fenómeno los atributos (calificadores, complementarios y específicos) y los valores que van a tener. Se entiende por atributos calificadores aquellos atributos que caracterizan el fenómeno desde el punto de vista de la BTU. Tiene un dominio fijo de valores. Aquellos que complementan al fenómeno (idioma, nombre) se conocen como atributos complementarios y se denominan específicos, aquellos que caracterizan a cada elemento.

4. MODELO DE DATOS BTU

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

El objeto sobre el que se organiza el modelo de aplicación es el fenómeno, que es la abstracción de un ente del mundo real y la unidad básica de información geográfica.

En el modelo de la BTU una instancia de "Fenomeno" es la representación de la parte de un ente del mundo real al que se le pueda asignar, dentro de una hoja y con continuidad espacial, un valor único para cada uno de sus atributos.

Para la descripción de los atributos espaciales de los fenómenos se parte del modelo espacial descrito por el OGC. Así pues, se contemplan las siguientes primitivas geométricas:

- *Point*: Representa una posición descrita por un único conjunto de coordenadas en un sistema de referencia de coordenadas determinado.
- *LineString*: Secuencia de segmentos de línea consistentes en vértices unidos por una línea recta.
- *Polygon*: Porción de superficie definida por unas líneas de contorno y la superficie que delimitan. El interior de la superficie puede no estar especificado o puede ser un plano, en cuyo caso las líneas de contorno deben estar en ese plano.
- *Annotation Text*: Cualquier texto con relación geográfica [18].

Los vértices de los fenómenos están definidos por tres coordenadas (x,y,H), salvo el caso de las carreteras, que estará definidas por una cuarta coordenada (m). El eje de las carreteras se representará como línea, pero, ya que lo que interesa es localizar geográficamente eventos sobre éstas, las líneas estarán dotadas de una coordenada más, que permitirá soportar la segmentación dinámica. Una carretera estará compuesta por uno o más tramos, y una misma vía siempre tendrá el mismo nombre, pudiendo tener el resto de características diferentes, incluso el titular. Esta coordenada "m" que se le asignará a la línea vendrá dada por el punto kilométrico de la vía [19].

Determinados entes del mundo real con características lineales tienen una doble representación en la base: como fenómenos lineales, por formar parte de una red, y como fenómenos superficiales, cuando por su anchura deban ser al mismo tiempo considerados como tales de acuerdo con las características de la base.

El modelo está diseñado para que admita datos con topología y también datos poco estructurados, más cercanos a la Cartografía Asistida por Ordenador, para cubrir todo el proceso de evolución, mejora y estructuración de la información.

La información de la BTU se organiza por hojas, siendo la hoja la unidad de captura, edición, distribución y actualización de los datos en la mayoría de las ocasiones. Las hojas se organizan en grupos que abarcarán un término cuya producción, gestión y mantenimiento es responsabilidad de una misma autoridad cartográfica, ya sea una Comunidad Autónoma, una Diputación Foral u otro organismo a nivel local.

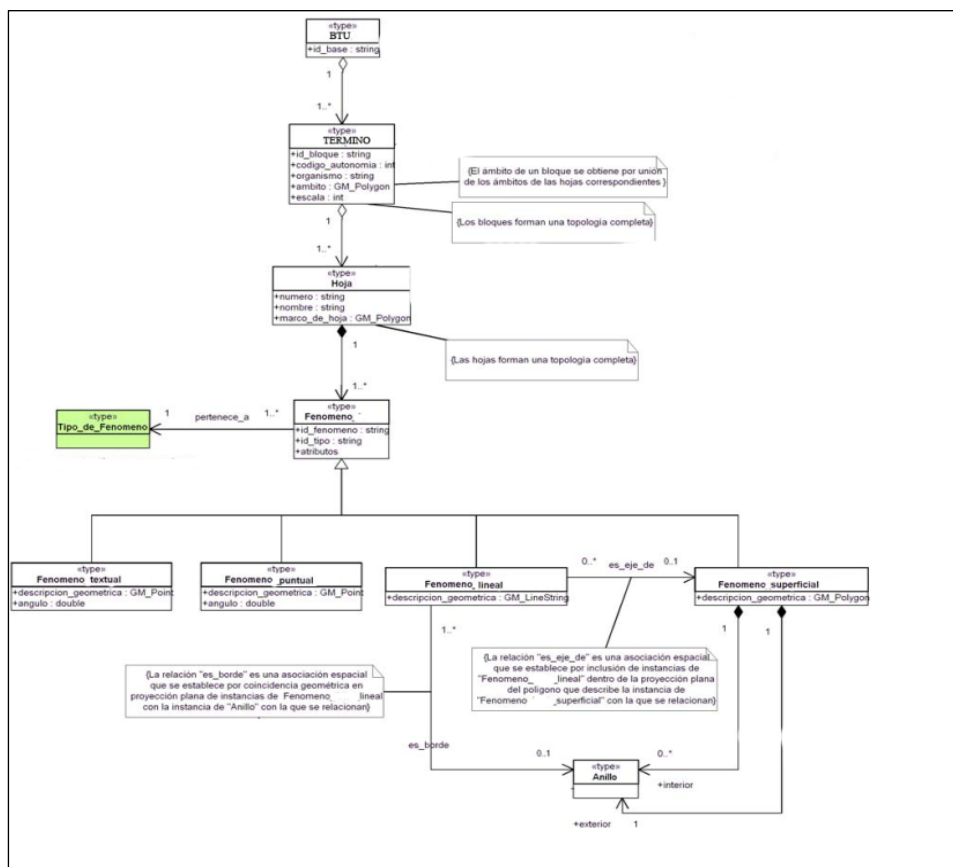


Figura 3: Modelo de aplicación de BTU

Los diferentes entes del mundo real estarán agrupados por elementos que tengan propiedades comunes. Cada una de estas clases determina un tipo de fenómeno, siendo éste el nivel básico de clasificación del Catálogo de fenómenos. Se consideran tipos de fenómeno genéricos y otros más específicos, teniendo el Catálogo una estructura jerárquica con niveles limitados, donde los fenómenos estarán agrupados por Temas, subconjuntos de datos relativos a fenómenos de una misma temática o categoría, dentro de cada tema existirán fenómenos (fenómenos padre) que podrán contener a su vez varios fenómenos (fenómenos hijo). Tanto unos como otros pueden tener atributos, heredando los fenómenos hijo los atributos de los padre.

A cada tipo de fenómeno se le asigna un nombre y código que lo identifican, estará formado por una cadena de dos letras y seis dígitos. Las dos primeras letras indican si es padre o hijo, los dos primeros dígitos corresponden al Tema, los dos siguientes al fenómeno padre, los dos últimos al fenómeno hijo, en el caso de que no tenga fenómeno hijo los dos dígitos serán 99. Este código pretende identificar a cada fenómeno de forma única, sabiendo siempre si es un fenómeno padre o hijo y cuál es su procedencia. A continuación se muestra un ejemplo de cómo sería el código de un elemento cualquiera, en este caso al fenómeno *Aguas quietas naturales*, de la capa hidrografía.

N2030201

- a) **N2**: Indica que es fenómeno hijo, si fuera un fenómeno padre sería N1.
- b) **03**: Indica que es un elemento del Tema 03: **Hidrografía**.
- c) **02**: Pertenece al fenómeno padre **Aguas quietas**.
- d) **01**: Es el primer elemento de aguas quietas: **naturales**.

Los tipos de fenómenos se agrupan en temas, también llamados capas, como Hidrografía, Elevación o Vías de Comunicación, y han sido definidos en concordancia con la directiva INSPIRE. Los temas y su contenido se detallan a continuación.

Unidades administrativas:

Esta capa contiene los municipios y entidades supramunicipales como comarcas, provincias y comunidades autónomas.

Se incorporará la información proporcionada por la Dirección Técnica procedente del Instituto Geográfico Nacional relativa a la divisiones administrativas existentes

Relieve:

Los fenómenos agrupados en este tema se incluyen en el tema denominado *Elevación* en la Directiva INSPIRE que abarca modelos digitales de altitud de la superficie de la tierra, el hielo y el mar.

La altitud se representa por curvas de nivel, cotas en puntos significativos y líneas de ruptura. Las curvas de nivel, salvo las intercalares, son continuas. La equidistancia entre curvas de nivel es de 5 m, con curvas de nivel maestras etiquetadas cada 25 m.

El fondo marino se puede representar mediante curvas de nivel y puntos de cota o mediante batimetría, es decir, curvas batimétricas y puntos de sonda, en cuyo caso deberá indicarse el origen de profundidades.

Hidrografía:

La hidrografía incluye, como en el tema INSPIRE de igual denominación, la red hidrográfica lineal, masas de agua, tanto naturales como artificiales y puntos de interés hídrico. Se recomienda que la red hidrográfica lineal sea completa, continua y que esté conectada.

Cubierta terrestre:

En esta capa se recoge un conjunto reducido de cubiertas del suelo y vegetación consistentes con el catálogo del proyecto SIOSE.

Redes de transporte:

Este tema comprende tanto las vías de comunicación para vehículos y personas como las infraestructuras asociadas. Se han incluido los fenómenos carretera, camino, vía urbana, vía férrea y el transporte suspendido por cable entre otros.

Edificaciones, poblaciones y construcciones:

A grandes rasgos, en este apartado se han recogido los elementos construidos como edificaciones, cerramientos, grandes construcciones y mobiliario urbano.

Servicios de utilidad pública y estatales:

Esta capa incluye las redes de suministro energético, de combustibles y telecomunicaciones así como los fenómenos asociados que constituyen parte del tema INSPIRE denominado *Servicios estatales y de utilidad pública*.

Instalaciones de extracción, producción, industrial y almacenamiento:

Centros de producción industrial, incluidas las instalaciones contempladas en la Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, sobre la prevención y el control integrado de la contaminación, e instalaciones de extracción de agua, instalaciones mineras, centros de almacenamiento.

Puntos de referencia:

En esta capa se incluyen todos aquellos puntos que formen parte de los sistemas de posicionamiento geodésico oficiales: redes geodésicas, redes de nivelación, estaciones fiduciales, etc.

Parcelas catastrales:

Esta capa contendrá las diferentes parcelas catastrales que estén dentro de los diferentes núcleos urbanos que compongan el municipio.

Usos del suelo:

Se recogen las diferentes calificaciones y clasificación del suelo que están regulados por los diferentes Planes Generales.

Nombres geográficos:

La capa de nombres geográficos incluye, por un lado, los nombres geográficos propiamente dichos y por otro los textos cartográficos que corresponden a los rótulos situados en la cartografía para la correcta representación de los nombres geográficos, es decir, pueden coincidir o no con un topónimo o con una parte de él. Además, cada fenómeno puede tener asociado un nombre geográfico o topónimo que lo identifica a través del atributo *nombre*.

Base cartográfica:

Elementos lineales que sirven de fondo de mapa para representar las división que forman la BTU.

4.2 COMPARATIVA BTA-BTU

	BTA	BTU
Escala	1/5.000 y 1/10.000	1/1.000
Sistema de referencia	ETRS89	ETRS89
Sistema cartográfico de representación	UTM	UTM
Primitivas geométricas	GM_Point, GM_LineString, GM_Polygon	Point, LineString, Polygon, Annotation Text
Representación vértices	3 coordenadas (x, y, H)	3 coordenadas (x, y, H) 4 coordenadas (x, y, H, m)
Estructura de datos	Espagueti	Espagueti
Mínima unidad	Fenómeno	Fenómeno
Temas	Puntos de Referencia Nombres geográficos Transportes Hidrografía Relieve Cubierta Terrestre Edificaciones Servicios e instalaciones	Unidades administrativas Relieve Hidrografía Cubierta terrestre Redes de transporte Edificaciones, poblaciones y construcciones Servicios de utilidad pública y estatales Instalaciones de extracción, producción industrial y almacenamiento Puntos de referencia Parcelas catastrales Usos del suelo Nombres geográficos Base cartográfica
Mínima dimensión del fenómeno en la base	1 metro	0.20 metros
Tipo de Estructura	Jerárquica (Fenómeno padre y fenómeno hijo)	Jerárquica (Fenómeno padre y fenómeno hijo)
Identificación Niveles	Código correlativo	Código "estructurado"

Tabla 4: Comparativa BTA- BTU

5. CONCLUSIONES

A diferencia de la BTA se crea un código "estructurado", es decir, los fenómenos de la BTA están numerados de forma correlativa, lo que forma un código que no identifica el tema al que pertenece, ni si es un fenómeno padre o hijo. El código creado para la BTU, permite identificar de forma única a un elemento, saber si es padre o hijo, y a que tema pertenece.

Se crea una definición concreta de fenómeno padre e hijo. En las *Especificaciones técnicas* de la BTA no aparece detallado el criterio por el cual a un fenómeno se le identifica como padre o como hijo. Hay ciertos elementos que aparecen clasificados como tipos dentro de los atributos de los fenómenos, mientras que otros que podrían tener la misma clasificación aparecen como fenómenos hijo, por lo que en la BTU se define y se especifica la diferencia entre fenómenos padre e hijo, para que no haya elemento que generen confusión.

Los vértices de las carreteras tienen cuatro coordenadas (x, y, H, m), siendo la coordenada m el PK coincidente del vértice correspondiente.

Se han añadido nuevos temas que no están contemplados en la BTA los cuáles son: *Unidades administrativas, Base cartográfica, Parcelas catastrales, Usos del suelo e Instalaciones de extracción, producción industrial y almacenamiento*. Además se modifica el nombre de *Servicios e Instalaciones* a *Servicios de utilidad pública y estatales* (tal como indica INSPIRE). Esta ampliación y reestructuración de temas provoca un aumento en el número de fenómenos contemplados con respecto a la BTA, y por consiguiente una mejor estructuración y ampliación tanto de fenómenos como de los tipos que pertenecen a éstos.

Por otro lado, se considera necesario eliminar el valor "Sin clasificar" de los atributos *COMPONENT1D* y *COMPONENT2D*, debido a que este campo nos está dando información sobre la geometría y además es el único atributo que nos proporciona información sobre la topología de los fenómenos que conforman la Base.

Por último se crea un apartado donde se muestra la caracterización jerárquica de cada elemento a la hora de representarse, ya que es necesario indicar el orden de las diferentes capas a pesar de que la finalidad principal de la BTU no es la representación gráfica (impresión en papel).

Este documento expresa los pasos seguidos por el grupo de trabajo de la Comunidad Valenciana para generar una propuesta para la BTU, en especial su modelo de datos, por lo que no están definidos todos los parámetros, especificaciones y directrices en su totalidad.

Para futuras propuestas, sería conveniente intentar mejorar diversos puntos como son:

Especificar los parámetros de calidad para controlar los atributos que puedan contener el valor "*Sin clasificar*".

Desarrollar un método capaz de generar o indicar en los fenómenos lineales, una estructura similar a la estructura *arco nodo* (por ejemplo introducir un campo *From node to node*).

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación "Creación y alimentación cartográfica de infraestructuras de datos espaciales en la administración local mediante un modelo de datos que integre catastro, planeamiento y patrimonio histórico" con referencia CSO2008-04808 financiado por la CICYT y los Fondos Europeos.

7. REFERENCIAS

- [1] D.Barrot, J.Escriu, A.Lleopart, J.Ponsa, S.Sánchez: Proceso de Armonización de datos geográficos en España: La Base Topográfica Armonizada 1:5.000 (BTA) v1.0. Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC).
- [2] BTA, 2008: Especificaciones y Diccionarios de Fenómenos de la Base Topográfica Armonizada 1:5.000 (BTA) v1.0. Comisión de Normas Cartográficas - Consejo Superior Geográfico. Enero, 2008.
- [3] Barrot,D; Escriu,J, Institut Cartogràfic de Catalunya: Qualitat de la Informació Geogràfica. Revista Catalana I Jornadas Ibéricas de Infra-estructuras de Datos Espaciais

de Geografía. IV època/volum XIV/núm.38. Noviembre, 2009.

- [4] Ibarz Roger, M.; Coll Aliaga, E.; Martínez Llario, J.C.; Elgezabal Osoa de Txintxetru, A: "IDE local: Estudio de las necesidades de los Ayuntamientos". Universitat Politècnica de València. IV Jornades Tècniques de la Infraestructura de Dades Espacials de Espanya (JIDEE). Santiago de Compostela, Octubre de 2007.
- [5] Coll, E, Martínez, J.C. Irigoyen, J. Los Sistemas de Información geográfica en el ámbito municipal en la provincia de Valencia., Revista iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática, Vol 2, No 2, 2005, <http://www.iiisci.org/journal/cisci/>
- [6] Comisión Especializada de Normas Geográficas: Base Topográfica Armonizada. <http://www.csgcnc.es/web/cnccontent/bta.html>.
- [7] Institut Cratogràfic de Catalunya. <http://www.icc.es/>
- [8] Plec d'especificacions Tècniques per a l'elaboració de cartografia topogràfica 3D a escales 1:1.000 i 1:2.000 (CT-1M i CT-2M). Institut Cratogràfic de Catalunya.
- [9] Instituto Cartográfico Valenciano. <http://www.icv.gva.es/ICV/>
- [10] Especificaciones Técnicas y Diccionario de Elementos para cartografía 1:1.000. Instituto Cartográfico Valenciano.
- [11] Junta de Castilla y León. <http://www.jcyl.es/>
- [12] Modelo de datos para cartografía 1:1.000. Junta de Castilla y León.
- [13] LocalGIS. <http://www.localgis.es/>
- [14] Proyecto Geopista: Sistema de Información Territorial para Ayuntamientos en el Entorno de la Administración Local. Modelo de datos - Diagramas. V2.2. Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (S.E.T.S.I.).
- [15] Pliego de Prescripciones Técnicas para la ejecución de las series cartográficas catastrales 1:500, 1:2000 y 1:5000.
- [16] Equipo Técnico Nacional SIOSE: Modelo Conceptual del Proyecto SIOSE (Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España). v1.11
- [17] Drafting Team "Data Specifications". Definition of Annex Themes and Scope. INSPIRE. 2008
- [18] OpenGIS Implementation Specification for Geographic Information- Simple Feature Access - Part 1: Common Architecture.
- [19] Coll, Eloina; Martínez Llario; José, Femenia-Ribera; Carmen; Arteaga, Dolores: Diseño e implementación de modelos de datos cartográficos para la alimentación de una Infraestructura de Datos Espaciales en la Administración Pública. VI Jornadas técnicas de la IDE de España, Murcia, noviembre 2009
- [20] Martínez-Llario, J, Weber-Jahnke J, Coll E. Improving dissolve spatial operations in a simple feature model. Advances in Engineering Software (issn 0965-9978). 2007

8. CONTACTOS

Alejandro DIMAS PAGÉS
Sonia AGUIRRE SANZ
aldipa@topo.upv.es
soagsan@topo.upv.es
Universidad Politécnica de
Valencia
E.T.S.I.G.C.T.

Eloína COLL ALIAGA
ecoll@cgf.upv.es
Universidad Politécnica de
Valencia
Ing. Cartográfica, Geodesia y
Fotogrametría

Jose Carlos MARTÍNEZ LLARIO
jomarlla@cgf.upv.es
Universidad Politécnica de Valencia
Ing. Cartográfica, Geodesia y
Fotogrametría