

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN LA IMPLANTACIÓN DE LA DMA EN LA CUENCA DEL EBRO

Pedro Muro Medrano¹, Raquel Miguel Saucó¹, Miguel Ángel Latre Abadía¹, Miguel Ángel García Vera², Víctor Manuel Arqued Esquíá³, Manuel Virgilio Arce Montejo⁴, Miguel García Lapresta⁴

¹ *Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas. Universidad de Zaragoza*

² *Oficina de Planificación Hidrológica. Confederación Hidrográfica del Ebro*

³ *Oficina de Planificación Hidrológica. Confederación Hidrográfica del Duero*

⁴ *Zeta Amaltea S. L.*

Palabras clave: sistema de información, sistemas de información geográfica, interoperatividad, difusión de información, geodatabase, Directiva Marco del Agua,

RESUMEN

La Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) ha desarrollado un sistema informático, denominado DMA-Ebro, para gestión de la información requerida en los artículos 5, 6, 7 y 8 de la Directiva Marco del Agua. El sistema DMA-Ebro es una evolución del Inventario de Puntos de Agua (IPA) gestionado y mantenido por la Oficina de Planificación Hidrológica de la CHE, al que se le ha añadido la información relativa a la DMA y formularios específicos para el acceso y edición a la misma. La estructura de la información esta basada en la propuesta en el documento guía de SIG de los trabajos de la Estrategia Común de Implementación, adaptada a las necesidades y metodología seguidas por la CHE para la implantación de la DMA.

La aplicación DMA-Ebro incluye formas de consultar, editar y modificar los datos tabulares y para visualizar y seleccionar gráficamente sus características espaciales. La información que se gestiona es la relativa a la DMA (masas de agua superficiales, masas de agua subterráneas, zonas protegidas y presiones) a la que se le ha añadido información referente a la red fluvial y a la totalidad de los lagos de la cuenca. Esta información no está aislada de los datos del IPA, sino que existen vínculos entre ellos, e incluso datos compartidos por ambas aplicaciones, principalmente los puntos de extracción y las unidades de demanda del IPA forman parte también de los datos de presiones sobre las masas de la DMA. Los datos se encuentran almacenados en una base de datos Oracle y la aplicación de visualización y edición de las entidades de la DMA ha sido desarrollada en Java.

Las recomendaciones y buenas prácticas que se plantean en el documento guía de SIG de los trabajos de la Estrategia Común de Implementación, totalmente tenidas en cuenta, conducen a la creación de una infraestructura de datos espaciales (IDE) capaz no sólo de cumplir con los requisitos de la DMA, sino también con los principios y objetivos de la propuesta de directiva INSPIRE (que ordenará a los estados miembros que creen las bases necesarias de las infraestructuras de datos espaciales en temas medioambientales).

El sistema DMA-Ebro está sirviendo como base para la creación de la infraestructura de datos espaciales de la CHE (IDE-Ebro). El objetivo es poder trasladar la experiencia y los resultados de la creación de DMA-Ebro e IDE-Ebro a otras confederaciones y a la Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua. El objetivo final será también el de que la evolución nacional de los sistemas DMA-Ebro e IDE-Ebro sirvan como soporte para informar electrónicamente al Sistema de Información del Agua en Europa (WISE).

IPA Y GIS-EBRO

La Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro, contaba antes de la puesta en marcha de DMA-Ebro con dos sistemas de información principales para la gestión de la información hidrológica con la que trabaja una Confederación Hidrográfica. Estos dos sistemas son GIS-Ebro y el IPA (Inventario de Puntos de Agua).

GIS-Ebro almacena el conjunto de información geográfica gestionado por la OPH en forma de coberturas y shapefiles, Dicha información geográfica incluye no solo datos de los que la propia OPH es responsable, sino también otros que son responsabilidad de otras áreas de la CHE e incluso de administraciones externas a la propia Confederación. Además, la información almacenada en GIS-Ebro está adecuadamente documentada mediante metadatos.

El Inventario de Puntos de Agua (IPA) es un sistema que almacena información relativa a puntos de agua. Dicho sistema consiste en una base de datos (Oracle) que almacena información de los puntos de agua y sus expedientes administrativos y una aplicación Java para la edición de esos datos. El sistema cuenta con unos mecanismos de comunicación con ArcView, para la gestión de la información espacial. Además existe un servidor de informes al que la aplicación realiza las peticiones para la generación de los informes sobre los puntos y expedientes almacenados.

DMA-EBRO

La DMA-Ebro es la aplicación desarrollada en la Confederación Hidrográfica del Ebro para gestionar la información requerida en los artículos 5, 6, 7 y 8 de la Directiva Marco del Agua. Dicha aplicación sigue la misma arquitectura del IPA. Ambos sistemas tienen una arquitectura cliente-servidor, en la que la parte servidora es el gestor de la base de datos (Oracle) y el cliente está desarrollado en Java. En este caso, se prescinde de ArcView y en su lugar la aplicación incorpora un visualizador propio desarrollado en Java para la gestión de la información espacial. Al igual que en el IPA, existe un servidor de informes, para la elaboración de fichas de las entidades almacenadas.

Datos

La información almacenada en la base de datos es la relativa a la DMA (masas de agua superficiales, masas de agua subterráneas, zonas protegidas y presiones) a la que se le ha añadido información referente a la red fluvial y a la totalidad de los lagos de la cuenca. Además, dicha información no está aislada del resto de información mantenida en la OPH, sino que existen vínculos tanto con los datos del IPA como con los datos de GIS-Ebro.

Esta base de datos incluye tanto la información tabular con la información geográfica, es decir, se trata de una geodatabase. Para la construcción de dicha geodatabase se ha desarrollado un modelo conceptual incluyendo información del IPA, de GIS-Ebro, de la DMA y de otros inventarios existentes en la OPH. Para la elaboración del modelo se han tenido en cuenta el modelo del IPA, el modelo implícito de GIS-Ebro, el modelo propuesto en la guía GIS de la DMA y el modelo ArcHydro de ESRI.

El modelo obtenido está compuesto por alrededor de 75 clases, de las cuales 50 tienen geometría. La implementación de estas clases que tienen una componente espacial en la base de datos se ha realizado separando en dos tablas distintas las componentes espaciales (geometría más datos derivados de dicha geometría) y las tabulares (ver Figura 1).

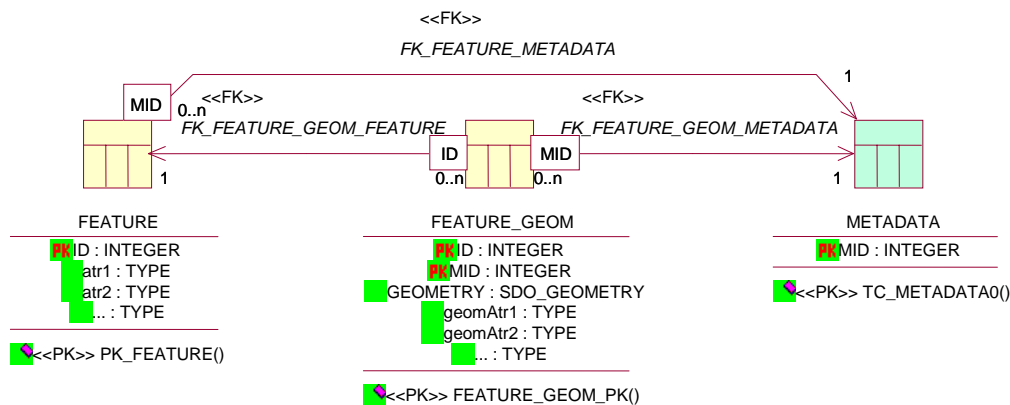


Figura 1: Patrón almacenamiento entidades espaciales

Se ha considerado este patrón como la forma más adecuada para el almacenamiento de entidades con componentes espaciales por diversas razones.

En primer lugar, por razones de eficiencia, puesto que se observó que las prestaciones de las consultas a la base de datos en las que intervenían tablas con geometrías sobre las que se hacía una unión con otra tabla mediante atributos no espaciales eran muy bajas. Por lo general, no será necesario realizar consultas con uniones entre tablas, en las que se requiere la componente geométrica, por lo que manteniendo la geometría en una tabla separada permite mantener la eficiencia de las consultas basadas en uniones de tablas.

Además, si existe alguna entidad para la que no se tiene la geometría, no es necesario establecer un valor nulo en el campo correspondiente, sino que es suficiente con no almacenar el registro correspondiente en la tabla de geometrías. De esta manera, se facilitan las consultas espaciales puesto que no hay que tener en cuenta la posibilidad de que existan valores nulos en las geometrías.

La principal ventaja de mantener dos tablas, es que permite tener distintas representaciones geométricas de la misma entidad. Esto es, se pueden guardar geometrías con distinta precisión, en distintos sistemas de proyección, se pueden guardar distintas representaciones (e.g. centroides). Esto puede ser de utilidad en cualquier ámbito, pero tiene especial importancia en el caso de la DMA.

La DMA requiere que se proporcionen los datos espaciales en el sistema de proyección ETRS89, que se considera el más adecuado para la representación de los datos a escala europea. Sin embargo, en la CHE se trabaja en UTM30, con lo que o bien se realiza la transformación en línea al sistema de coordenadas europeo, con el consiguiente coste temporal, o podemos almacenar las geometrías en ambos sistemas en dos tablas distintas, facilitando la visualización de los datos indistintamente en uno de los dos sistemas de coordenadas. Se considera más adecuada esta segunda opción puesto que las geometrías son bastante estables.

Además, la DMA solicita también la representación de los datos mediante sus centroides, por considerar la manera más adecuada de visualización a determinadas escalas. Al igual que con los sistemas de proyección, se podrían calcular los centroides en línea, pero resulta más apropiado mantener almacenadas ambas representaciones espaciales.

Otra cuestión, no tan importante en el caso de la DMA, es la existencia de datos de distinta calidad y precisión, bien porque hay zonas geográficas que se han estudiado con mayor detalle o porque para una escala grande resulta demasiado pesado trabajar con una precisión muy alta, pero que sí que es requerida para escalas de mayor detalle. En este caso también resulta muy útil el patrón presentado, ya que por un lado permite tener geometrías a distinta escala, y por otro facilita la gestión cuando solo unas pocas entidades están a una determinada escala, ya que no hay que rellenar el campo de la geometría con valores nulos para el resto de entidades, como se ha comentado más arriba.

Los metadatos de información geográfica tienen siempre gran importancia, pero más aún en el caso de que existan distintas representaciones de las mismas entidades. Para ello se incluye en el patrón vínculos entre la tabla de geometrías y sus correspondientes metadatos, de manera que se facilite la elección de la tabla de geometrías más adecuada para representar las entidades según las necesidades.

Aplicaciones

La aplicación DMA-Ebro incluye formas de consultar, editar y modificar los datos tabulares y para visualizar y seleccionar gráficamente sus características espaciales.

El visualizador espacial que incluye la aplicación cuenta con las siguientes herramientas: edición de leyendas, adición/supresión de capas en el mapa en diversos formatos (shp, dgn, ecw, tiff, ...), zoom in y zoom out, desplazamiento del mapa, exportación de la capa seleccionada a formato shapefile de ESRI, acceso a la ventana de datos del elemento seleccionado en el mapa

Para la edición de los datos tabulares existen distintos formularios para cada tipo de entidad (segmentos fluviales, lagos, masas superficiales,...) con distintos descriptores. Algunos de estos descriptores son editables

por el usuario y otros son calculados por la propia aplicación en base a la geometría del dato (superficie, localización geográfica, ...). Además, existen vínculos entre los distintos tipos de datos.

Otra funcionalidad existente es la posibilidad de situar el elemento que se está editando en el mapa correspondiente.

INSPIRE

INSPIRE centraliza sus esfuerzos en la construcción de Infraestructuras de Datos Espaciales en temas ambientales. A partir de estas experiencias, se prevé extender los resultados para el desarrollo de infraestructuras en otros campos.

Los principios de la iniciativa (para más detalles <http://www.ec-gis.org/inspire/>) son los siguientes:

- Los **datos (básicos) deben ser recogidos una vez** y mantenidos al nivel donde esto pueda ser realizado de forma más eficaz.
- Debería ser posible **combinar, de forma simple, información espacial** de distintas fuentes en Europa y compartirla entre muchos usuarios y aplicaciones.
- Debería ser posible **que la información recogida a un nivel sea compartida entre distintos niveles**, detallada para investigaciones y general para propósitos estratégicos.
- La **información geográfica** necesaria para el gobierno a todos los niveles debería ser **abundante** y estar disponible **bajo condiciones que no frenen su uso masivo**.
- Debería ser sencillo **descubrir qué información geográfica está disponible**, cumple con las necesidades de un uso particular y bajo qué condiciones puede ser adquirida y usada.
- Los datos geográficos deberían ser **sencillos de entender e interpretar** y poder ser visualizados en el contexto apropiado a distintos usuarios.

INSPIRE propone un modelo de arquitectura para las IDEs de tres capas. Una capa de servidores, donde residen los contenidos, una capa intermedia de servicios de catálogo y geoprocésamiento de datos y una capa cliente con aplicaciones de usuario.

IDE-EBRO

Las recomendaciones y buenas prácticas que se plantean en el documento guía de SIG de los trabajos de la Estrategia Común de Implementación conducen a la creación de una infraestructura de datos espaciales (IDE) capaz no sólo de cumplir con los requisitos de la DMA, sino también con los principios y objetivos de la propuesta de directiva INSPIRE.

Las tareas para la construcción de una IDE, según los principios de INSPIRE, se pueden resumir en las siguientes: organización de la información, catalogación de la información, creación de servicios de acceso a la información y creación de aplicaciones

Con la construcción de la DMA-Ebro se han sentado las bases para la construcción de la IDE-Ebro, puesto que ya se tiene organizada en la base de datos DMA-Ebro la información de la DMA que se servirá en la IDE. Dicha información está además catalogada de acuerdo a estándares. También el resto de componentes de DMA-Ebro, el servidor de informes y la aplicación, tienen cabida en la IDE. El primero como servicio, no estándar, para la generación de fichas con información de las features, y la segunda como aplicación de gestión de los datos de la DMA que servirá el nodo.

WISE

El WISE (Water Information System for Europe) pretende convertirse en el sistema de información del agua en Europa. Es decir, se pretende que en el futuro albergue todos los datos relacionados con el agua y requeridos por directivas europeas, tanto como medio para informar electrónicamente a la Comisión Europea del cumplimiento de las directivas como para dar información pública a los ciudadanos de la Unión.

Por el momento el WISE está focalizado en la DMA, y cuenta con una parte pública, accesible desde <http://wise.jrc.it>, permite acceder a un conjunto de aplicaciones, entre las que destaca la visualización geográfica de la información sometida por los estados miembros acerca de la DMA, y una parte privada desde la que los Estados Miembros someten la información de la DMA en formato XML(datos tabulares) y shapefile (geometrías).

Para la generación de los ficheros XML se ha proporcionado una herramienta en Access que genera los XML con los datos introducidos en sus tablas. Dicha herramienta proporciona formularios para rellenar algunas tablas aunque no todas.

En el caso del Ebro, puesto que la información de la DMA está centralizada en una base de datos y el modelo de datos tiene en cuenta el modelo propuesto en la guía GIS de la DMA, no resulta complicado rellenar las tablas de la herramienta Access a partir de la base de datos DMA-Ebro.

Está previsto que el WISE evolucione hacia una Infraestructura de Datos Espaciales, en la línea de INSPIRE. Cuando esto sea así, cambiará el mecanismo para recoger la información de los Estados Miembros. Ya no serán estos los que tengan que cargar la información en el WISE, sino que tendrán que habilitar sistemas de información con las interfaces adecuadas para que el WISE recoja la información. Dichos sistemas de información serán idealmente IDEs.

En el caso español, está previsto que los sistemas de información de la Confederación Hidrográfica del Ebro, que es cuenca piloto en GIS a nivel europeo, sirvan como base para la creación de los sistemas de información de la Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua (SGPyUSA) del Ministerio de Medio Ambiente, que es la responsable de informar a la Comisión en lo referente a la DMA.

Es decir, se prevee construir un sistema análogo a DMA-Ebro, pero que almacene la información de todas las demarcaciones del estado español, a partir del que se generarán los XML y shapefiles para someter a la versión actual del WISE.

Del mismo modo, está previsto crear una IDE del SGPYUSA basada en los desarrollos realizados en la IDE-Ebro, de la que el WISE obtendrá los datos de las demarcaciones españolas. Dicha IDE podrá tomar los datos de las IDEs existentes a nivel de demarcación, como es el caso del Ebro.

CONCLUSIONES

El presente trabajo ha presentado el sistema de información de la DMA implementado en la Confederación Hidrográfica del Ebro. Dicho sistema es la base para otros desarrollos tecnológicos, IDE-Ebro, necesarios para cumplir a largo plazo con los requisitos de la DMA en lo que a GIS se refiere.

Estos sistemas deben servir como base para la creación de los sistemas adecuados a nivel estatal para el cumplimiento con la DMA a través del WISE