

Transformación y explotación de datos hidrográficos del IGN con herramientas ETL

Sierra Requena, Rafael⁽¹⁾, Sevilla Sánchez, Celia⁽²⁾, Nuñez Maderal, Eduardo⁽³⁾,
Delgado Hernandez, Julián⁽⁴⁾ y Martín-Asín López, Gema⁽⁵⁾

- (1) Ingeniero Superior en Geodesia y Cartografía en Instituto Geográfico Nacional de España.
(2) Ingeniero Geógrafo en Instituto Geográfico Nacional de España.
(3) Ingeniero Geógrafo en Instituto Geográfico Nacional de España.
(4) Ingeniero Geógrafo en Instituto Geográfico Nacional de España.
(5) Cuerpo de Gestión de Sistemas e Informática.

RESUMEN

En este artículo se describe la utilización de software opensource (Extract-Transform-Load) ETL para la realización de procesos de transformación de información geográfica vectorial del Instituto Geográfico Nacional de España (IGN), con la finalidad de adaptarla a nuevos modelos Hidrográficos conformes a la directiva INSPIRE.

Se realiza una breve descripción de los productos de información geográfica en el IGN (BTN25) y los procesos de adaptación a nuevos modelos de datos espaciales. El resultado de estos procesos se integra con datos vectoriales procedentes de tecnologías basadas en sensores aerotransportados (LIDAR, ortoimagen, etc).

Se han analizado las diferentes herramientas ETL existentes para ejecutar estos procesos de transformación y análisis espacial sobre datos vectoriales almacenados en bases de datos espaciales. Aunque concretamente se muestra el caso de uso con las herramientas opensource Geokettle, Talend y HE.

Por otro lado se prueban algunos métodos de explotación y análisis de los datos de hidrografía publicados en servicios web de objetos geográficos (WFS) mediante este tipo de software ETL, ya que pueden ser de utilidad para los usuarios y productores de información geográfica.

Finalmente los resultados obtenidos muestran los trabajos que el IGN está realizando para satisfacer los requerimientos actuales de los usuarios, en el ámbito de información geográfica vectorial precisa y sin ambigüedades. Consiguiendo una información geográfica adaptada a normativas europeas y que pueda ser útil a usuarios para el desarrollo de trabajos de ámbito geográfico.

Palabras clave: aplicaciones ETL, modelos de datos espaciales, INSPIRE, Geokettle, Servicios Web, transformación de datos.

ABSTRACT

This paper shows the application of opensource ETL software (Extract-Transform-Load) for processing the Spanish IGN (National Geographic Institute) vector geographic information, the aim of which will be to improve it and adapt it to a new hydrographic data model according to the European Directive (INSPIRE).

First of all, the existing geographic data of the National Topographic Database (BTN25) and the process of integrating it into new data models are described. The results of this process will be combined with vectorial data from new technologies of airborne sensor such as LIDAR (Light Detection and Ranging) or remote sensing.

Therefore, different ETL tools have been analyzed for executing spatial data transformations and spatial analysis processes over vector geographic information stored in spatial databases. Although, we specifically show a use case with the opensource ETL software called Geokettle, Talend or HALE.

Furthemore, some methods of hydrographic data mining published on Web Feature Services (WFS) are tested by ETL tools. This will be interesting for different geographic information users or producers.

Finally, the results show the IGN tasks performed to be conformed to the European rules and requirements for precise geographic information. The data will be more useful for users in different aspects of professional works in this area.

1. INTRODUCCIÓN

Las necesidades de los usuarios en cuanto a información geográfica han aumentado exponencialmente en la última década. Esto se debe al auge de nuevas tecnologías accesibles a un público más amplio a través de aplicaciones web. La globalización de estos datos espaciales ha llevado a conformar unas normas básicas, internacionales ISO/TC 211 [1], europeas INSPIRE [2] y nacionales LISIGE [3], con la finalidad de mejorar la interoperabilidad entre diferentes productos y servicios de información geográfica.

En este artículo nos centraremos en los datos hidrográficos que produce y proporciona el IGN (Instituto Geográfico Nacional de España) como uno de los principales organismos de producción de información geográfica de la Administración Pública española.

Históricamente el IGN ha venido capturando y produciendo información geográfica vectorial (Base Topográfica Nacional, BTN25) relacionada con la hidrografía (ríos, masas de agua superficiales, embalses, etc) para la elaboración del Mapa Topográfico Nacional (MTN25) a partir de ortofotografía aérea (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea, PNOA).

Por otro lado también se ha comenzado la producción de datos vectoriales hidrográficos más precisos y homogéneos, obtenidos mediante cálculos de acumulación de flujo sobre el Modelo Digital del Terreno (MDT) calculados a partir de la nube de puntos LIDAR y enriquecidos, semánticamente, con información geográfica ya existente.

Estos productos de información geográfica necesitan una nueva estructuración de los datos espaciales para adaptarse a las necesidades de las normativas vigentes y necesidades de los usuarios.

Una gran parte de estos trabajos de estructuración se desarrollan mediante herramientas *Extract-Transform-Load* (ETL), que permiten realizar procesos de transformación y análisis de datos espaciales. Aunque existe diferente *software* en el mercado para realizar estas tareas, en este artículo y jornadas nos centraremos en mostrar nuestra experiencia con *software* libre.

Todos estos trabajos de transformación y análisis de datos espaciales hidrográficos serán descritos a continuación de forma breve. Siendo como objetivo del presente artículo su evaluación y realización mediante diferentes aplicaciones libres ETL, muy ligadas al concepto de minería de datos (*Data Mining*).

Además se evalúa la posibilidad de utilizar herramientas ETL para el análisis de datos espaciales suministrados mediante servicios web de información geográfica.

2. MODELOS DE DATOS HIDROGRÁFICOS DEL IGN.

2.1. BTN25

La **Base Topográfica Nacional a escala 1:25.000** (BTN25) [4] del Instituto Geográfico Nacional (IGN) [3], consiste en un conjunto de datos vectoriales tridimensionales de carácter topográfico, capturados ya bien directamente sobre el terreno o mediante técnicas indirectas de adquisición, como pueden ser la restitución fotogramétrica o la captura sobre ortofotos.

Además para su elaboración se nutre de otras fuentes de datos como las bases de datos geográficas de mayor resolución de las Comunidades Autónomas (CCAA) y otros organismos nacionales (D.G. de Transportes, D.G. de Carreteras, Instituto Nacional de Estadística, etc).

Aunque una de las finalidades principales de este producto es abastecer de información geográfica para la confección del Mapa Topográfico Nacional (MTN25), juega un papel clave como infraestructura de datos vectoriales de referencia básicos que describen de manera uniforme la realidad geográfica a escala 1:25.000 de todo el territorio español.

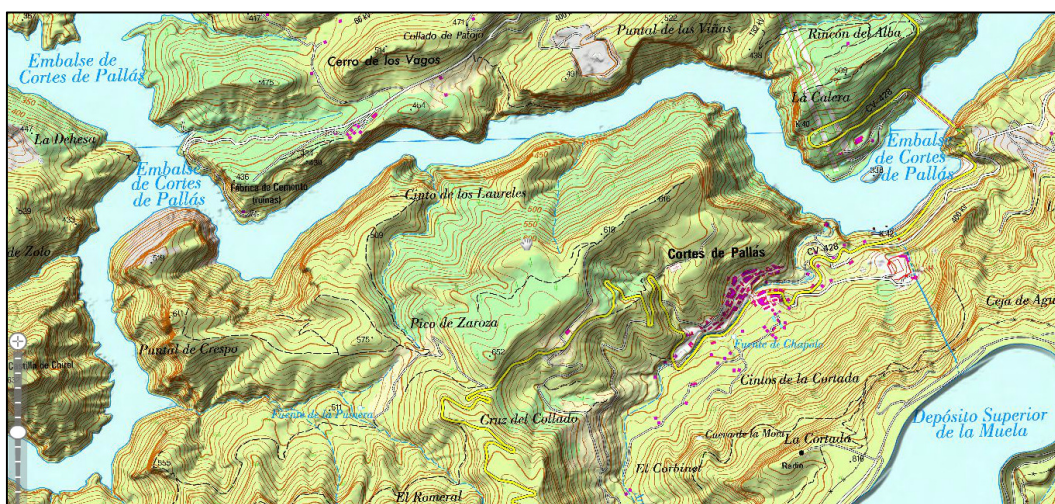


Figura 1: Imagen de MTN25

Se trata de un proyecto de gran envergadura que comenzó en el año 2006 y que a finales de 2014 dio por finalizada la cobertura completa nacional. Esta duración se ha debido a la constante actualización de información geográfica del producto además de a unas exhaustivas normas de control de calidad del producto.

Por tanto, una vez obtenida la cobertura completa de todo el territorio español de BTN25 (versión 1), se ha realizado un cambio de modelo (versión 2) para adaptarse a las normativas vigentes (ISO 19100 e INSPIRE) y a las necesidades de los usuarios. Permitiendo en un futuro cercano poder realizar cálculos y explotación de redes hidrográficas y de transporte.

Durante el siguiente apartado se describirán la metodología y procesos de transformación realizados en los datos espaciales de este contenido.

2.2. Información Geográfica de Referencia (IGR) para hidrografía.

Las necesidades de los usuarios, la normativa vigente y el contexto global en materia de información geográfica han llevado a modificar la estructura y la distribución de los datos espaciales. El IGN ante este escenario está modificando su sistema productivo de forma que los modelos de datos y los procesos estén orientados a la producción de Información Geográfica de Referencia (IGR) cumpliendo con las necesidades del Estado y que sean conformes a las Normas de Ejecución de la Directiva INSPIRE. Todo esto implica un cambio en la forma de capturar, almacenar y explotar la información geográfica que después se utilizará para diferentes propósitos.

Desde hace tiempo se detectó la necesidad de disponer de un **modelo hidrográfico** que cubriera las necesidades básicas de los usuarios (Ministerio de Medio Ambiente, Confederaciones Hidrográficas, y otros organismos nacionales y regionales). Al mismo tiempo la directiva INSPIRE ya sobre 2007 planteó un modelo de datos hidrográfico para la Unión Europea que se acabó definiendo en la Especificaciones técnicas de hidrografía [5].

Uno de los primeros trabajos ha consistido en desarrollar un nuevo modelo de datos hidrográfico adaptado a INSPIRE y coordinado con el resto de integrantes del Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica de España (CODIIGE) [6]. Siendo el resultado un modelo de datos que aporta tanto funcionalidad de representación cartográfica como de explotación de red lineal para hidrología.

Después de redactado el modelo de datos conceptual se procedió a su testeo con datos geográficos reales procedentes del IGN así como de la información hidrográfica procedente de la Dirección General del Agua (DGA) en el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) [7].

Una vez conocidas las necesidades reales del modelo conceptual planteado, se abordó una nueva **metodología de producción de información hidrográfica** a partir de datos de alta precisión obtenidos a partir de los vuelos LIDAR realizados dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT) [8].

La información que proporciona el LIDAR es una nube tridimensional de puntos del terreno con una densidad teórica de 0,5 puntos/m² y una precisión altimétrica de unos 50cm. A partir de estos datos brutos y después de un proceso de clasificación (suelo, vegetación e infraestructuras, principalmente) se obtiene un Modelo Digital del Terreno (MDT) únicamente con la clase suelo. Y aplicando algoritmos de morfología del terreno e hidrológicos sobre este MDT, se obtiene una red hidrográfica que es analizada y comparada con la ya existente en BTN25 con la finalidad de asociarle sus atributos.

El objetivo es obtener una red hidrográfica con una mayor exactitud a través de procesos semi-automáticos y objetivos, pero con toda la riqueza semántica que disponían los anteriores productos que contenían datos hidrográficos (BTN25, SIA).

Para los procesos de **integración semántica** se han utilizado **herramientas ETL** que se analizarán en el siguiente apartado.

La relación entre ambos productos, BTN25 y IGR, es directa, aunque ambos tienen destinos totalmente diferentes puesto que BTN25 está orientado a ser un producto completo de información geográfica a E=1:25.000. Y sin embargo los datos hidrográficos de IGR es un producto prácticamente hidrográfico de mayor resolución.

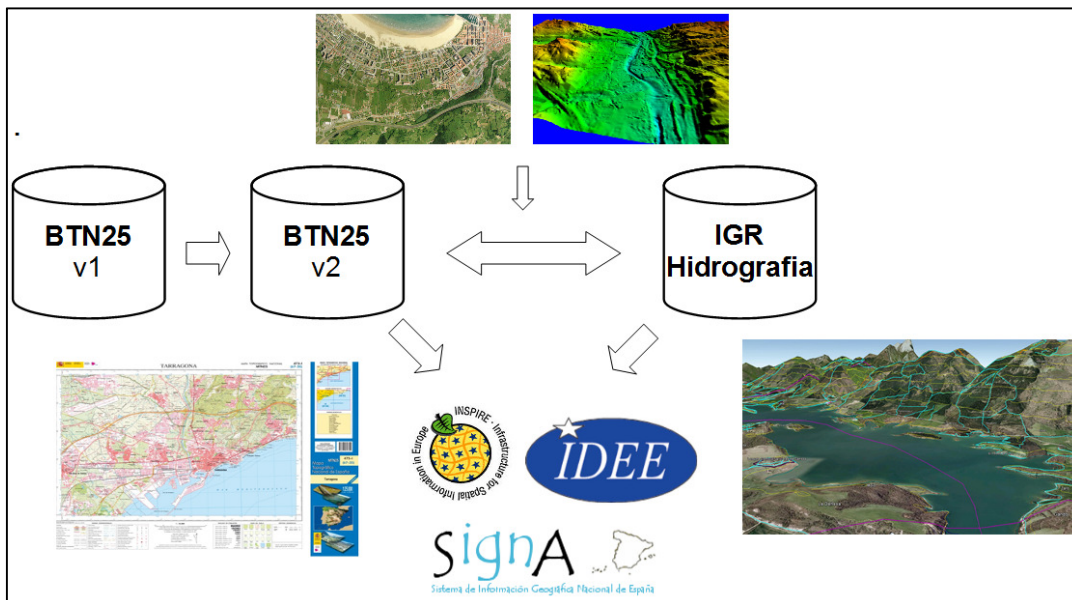


Figura 2: Relación entre diferentes productos hidrográficos presentados.

El resultado son modelos de datos compatibles con la normativa INSPIRE en materia de hidrografía. La finalidad es poder proporcionar a los diferentes usuarios unos datos en un formato conocido documentado y compatible con el del resto de países integrados en la Unión Europea (UE).

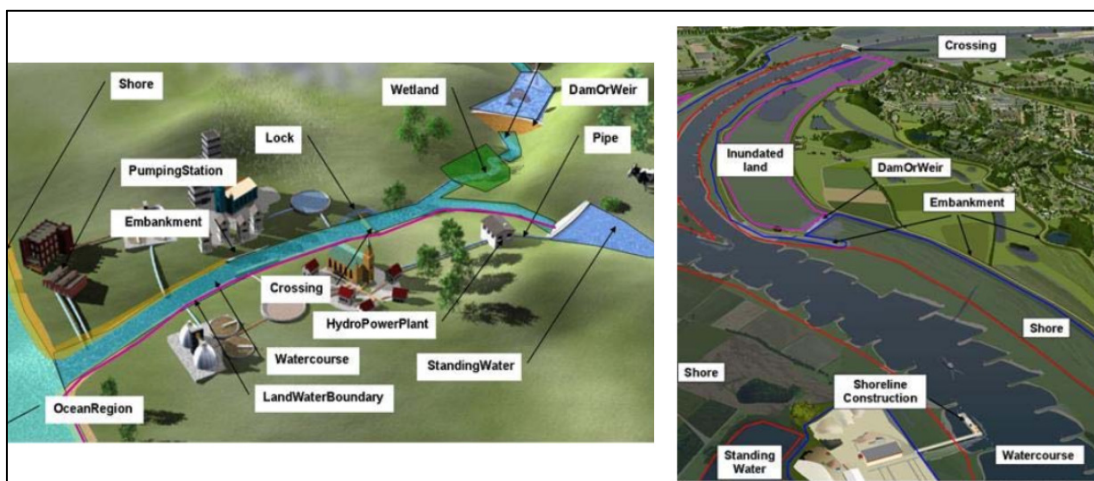


Figura 3: Imágenes del esquema de objetos geográficos y la representación propuesta por INSPIRE en materia de hidrografía.

3. TRANSFORMACIONES ENTRE MODELO DE DATOS.

3.1. Introducción a transformaciones de datos con ETL.

En este apartado se van a analizar las diferentes herramientas libres existentes para trabajos de **Extract - Transform - Load (ETL)**. Aunque simplemente nos centraremos en la implementación y procesamiento con las de *software libre (opensource)*.

Las herramientas ETL nos permiten realizar trabajos de extracción de datos de una fuente de datos como una base de datos espacial, fichero de texto, fichero con geometrías, para realizar un análisis combinado. Disponiendo así de un diagrama de procesos encadenados que nos proporcionan como resultado otro conjuntos de datos que pueden ser devueltos a otra base de datos o fichero con información geográfica.

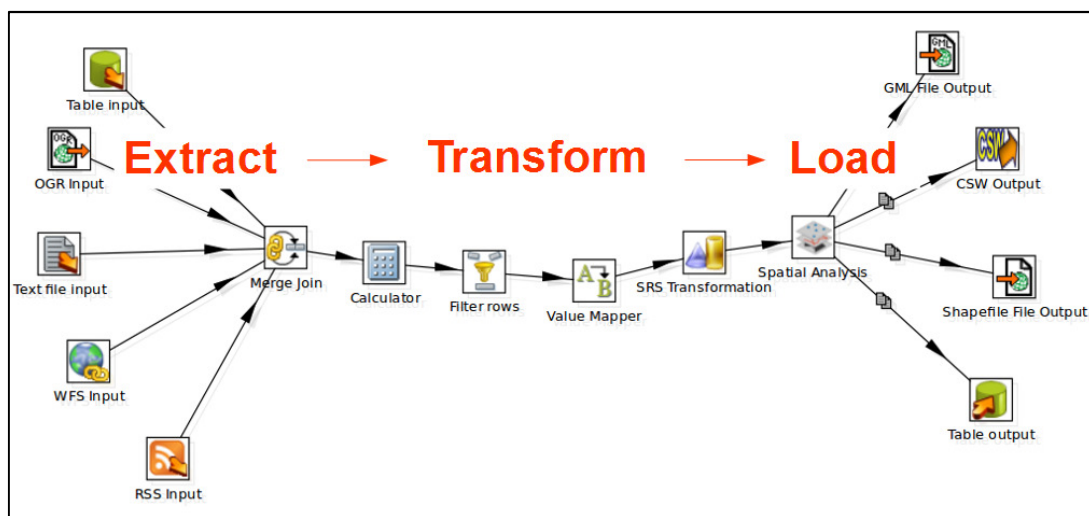


Figura 4: Esquema de uso de una ETL espacial

Las ventajas del uso de ETL para análisis de información geográfica se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Permiten elaborar procesos automáticos sin ficheros intermedios
- Permiten la extracción y carga directa de datos espaciales a BD o diferentes formatos que almacenen información geográfica (*.shp, *.gml, *.xls, etc.)
- Proporcionan mayor rapidez, sencillez e interpretabilidad de los análisis y algoritmos utilizados, si lo comparamos con la programación sobre script
- Permiten la conexión, extracción y procesamiento de información geográfica alojada en servicios web de datos espaciales.

Algunas de estas herramientas ETL se integran dentro de *software* mucho más amplios con objetivos enfocados a análisis de modelo de negocio en informática (*Business Analytics*), integración de datos (*Data Integration*) y *Big data*.

Por lo que el alcance de las ETL no se limita únicamente a la información geográfica, si no que es ampliamente utilizado en el ámbito de las tecnologías y computación tanto para diseñar productos como extraer estadísticas.

3.2. Análisis de herramientas ETL utilizadas.

Las herramientas ETL *opensource* más apropiadas para nuestros trabajos serían *GeoKettle*, *Spatial Data Integrator de Talend* y *Humboldt Alignment Editor (HALE)*. Aunque cabe mencionar que también se podría utilizar *scripting* o modelizadores sobre Sextante, QGIS o GvSIG, pero al no tratarse de herramientas ETL específicas se ha preferido descartarlos.

Por otro lado mencionar que el IGN es usuario de la herramienta comercial FME (*Feature Machine Engine*), que es específica para trabajos con datos espaciales, y que, por tanto, posee un mayor número de herramientas, siendo, actualmente la más potente del mercado.

La herramienta ETL *opensource* **Geokettle 2.5** [9], se trata de una extensión espacial del software ETL *Pentaho Data Integration* (Kettle), que es ampliamente utilizado para trabajos de *minería de datos* y *big data*. Dentro de esta extensión se incluyen las *librerías open source para tratamiento de datos espaciales* *Java Topology Suite (JTS)*, *GeoTools*, *deegree*, *OGR* y *Sextante*. Y cabe mencionar que la empresa que lo distribuye es Spatialanalytics, que da soporte y mantenimiento del producto de forma profesional. Esta empresa dispone de otra versión comercial (3.0) de este software más potente y especializada.

Además se han comprobado y testeado otras herramientas libres ETL, como **Talend Spatial Data Integrator** [10], para cambios de modelo y análisis espacial.

Por otro lado también se ha probado una herramienta ETL específica realizada dentro del proyecto Humboldt [11] para transformaciones de datos al modelo INSPIRE llamada Humboldt Alignment Editor (**HALE**) [12].

3.3. Introducción a transformaciones entre modelos de datos

Las transformaciones entre modelos de datos espaciales conllevan realizar procesos para realizar una correspondencia entre datos ("*mapping*") o *cambio de estructura de objetos, atributos y valores*. Combinándolo con **algoritmos espaciales** para modificar la información geométrica, por lo que los procesos son complicados de explicar en un documento de este tipo.

Por lo tanto, se ha decidido explicar por separado para que sea más sencilla la comprensión de las transformaciones utilizadas y los softwares utilizados. Para ello hemos dividido los trabajos con ETL en dos apartados diferentes:

- a) Transformaciones entre modelos de datos (3.4)
- b) Control de calidad y análisis espacial (3.5)

3.4. Transformaciones entre modelos de datos IGN (Geokettle – Talend)

a) Cambio de modelo de datos en BTN25.

El producto de información geográfica BTN25 ha sufrido cambios en su estructura y contenido que vienen definidos en un nuevo modelo de datos espacial. Este nuevo modelo datos tiene como objetivo dotar de continuidad geométrica así como de estructura semántica a los datos, lo que permite su explotación en cualquier Sistema de Información Geográfica.

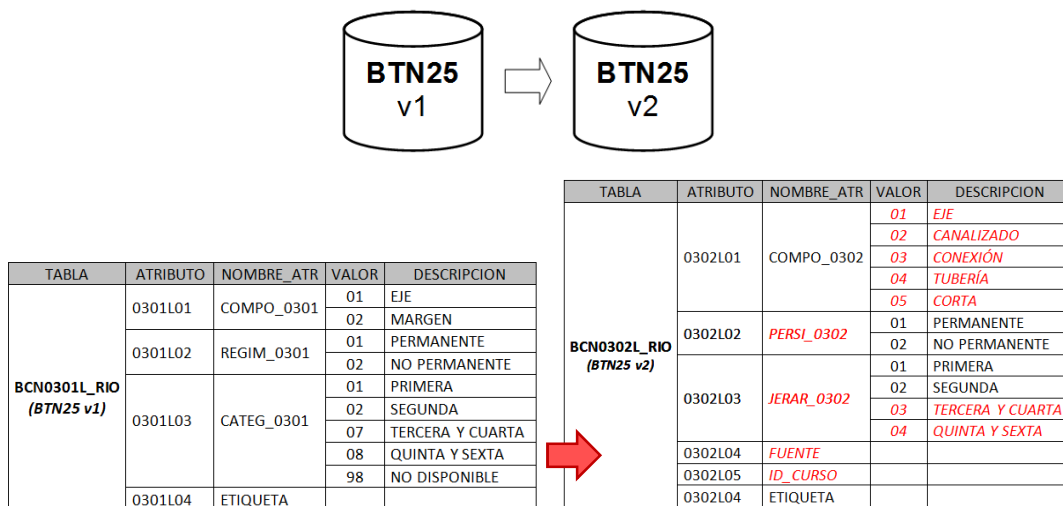


Figura 5: La imagen muestra los cambios en la estructura semántica hidrográfica como ejemplo aparece la entidad de cursos naturales (ríos) en la anterior versión de BTN25 (derecha) y en la nueva versión (izquierda). Los cambios de modelo vienen reflejados en rojo.

Estos procesos se han testado con el software Geokettle siendo bastante aceptable su modelado y los resultados.

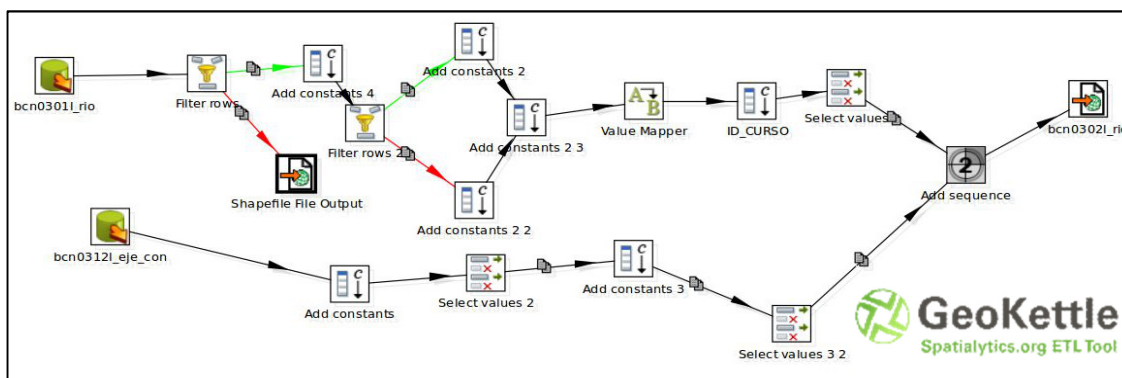


Figura 6: La imagen muestra un ejemplo flujo de trabajo por Geokettle para realizar la correspondencia de datos, en este caso del objeto geográfico (RIO) entre ambos modelos.

b) Asociación de semántica al modelo Hidrográfico (HI IGR).

A partir de la nueva estructuración de BTN25 se va a asociar una semántica a las geometrías de cursos de aguas naturales que son extraídas a partir del MDT generado por LIDAR.

Esta asociación entre geometrías y geometrías con atributos se realiza con complicados **algoritmos de correlación** (“*matching*”), que no son del alcance de este artículo.

Una vez asociados los atributos semánticos de la BTN25 a las geometrías obtenidas del MDT deberán de ser adaptados al modelo de datos nuevo.

El nuevo modelo de datos hidrográficos del IGN se ha confeccionado pensando en la interoperabilidad directa con el resto de organismos. Y para ello se ha utilizado como base de partida el modelo de INSPIRE, pero modificándolo a las necesidades de producción del IGN. Por tanto para el modelo HI IGR disponemos de mayor cantidad de atributos y valores que en los modelos de BTN25.

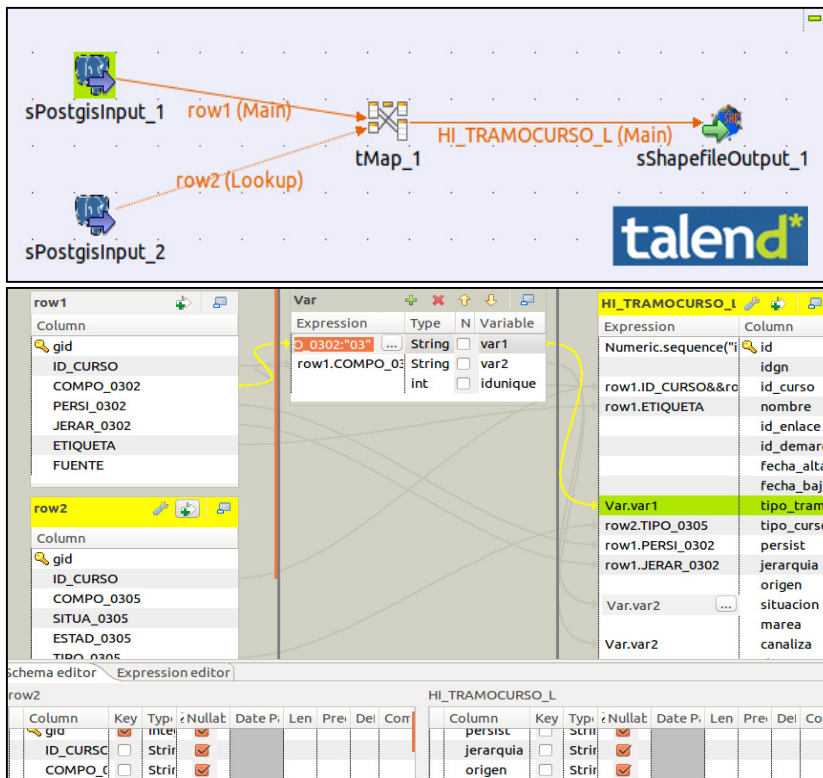


Figura 7: La imagen de arriba muestra el flujo de trabajo con Talend es más sencillo. Aunque en la imagen de debajo la correspondencia entre datos semánticos (tMap) de diferentes tablas origen (izquierda) y destino (derecha) es un poco más complicada con Talend

3.5. Análisis espacial y control de calidad con ETL.

a) Comprobación de la orientación y validez de las geometrías de ríos en BTN25

En esta transformación se ha utilizado Geokettle para comprobar si las geometrías son válidas respecto a los estándares geométricos para información geográfica del OGC. Además dentro del mismo se comprueba si las geometrías lineales están orientadas en la dirección del flujo de agua a partir de las altitudes de sus puntos inicio y fin de tramo.

Para su comprobación realizaremos consultas espaciales en SQL sobre las geometrías lineales de PostGIS para la extracción de la altitud de sus puntos de inicio y fin. A partir del resultado sabremos si debemos de cambiar la orientación de la línea mediante una función espacial de la librería JTS Topology Suite [13].

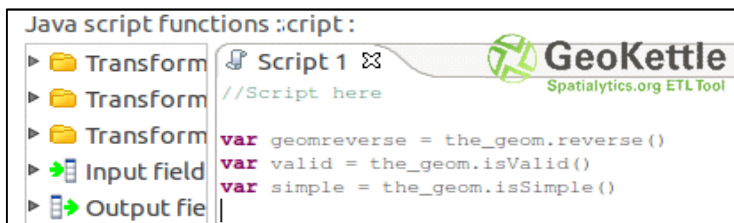


Figura 8: Utilización de funciones geométricas de la librería espacial JTS Topology Suite, para la orientación de geometrías y comprobación de su validez

b) Comprobación de la asignación de códigos identificadores de río y sus nombres geográficos

Para este proceso se ha utilizado el software Talend Spatial Data Integrator utilizando la función espacial "Dissolve", que nos une los diferentes tramos de río por su nombre geográfico. El resultado es una geometría simple continua con un código y nombre geográfico único. Las geometrías que no correspondan a este proceso deberán pasar por una revisión o análisis más exhaustivo.

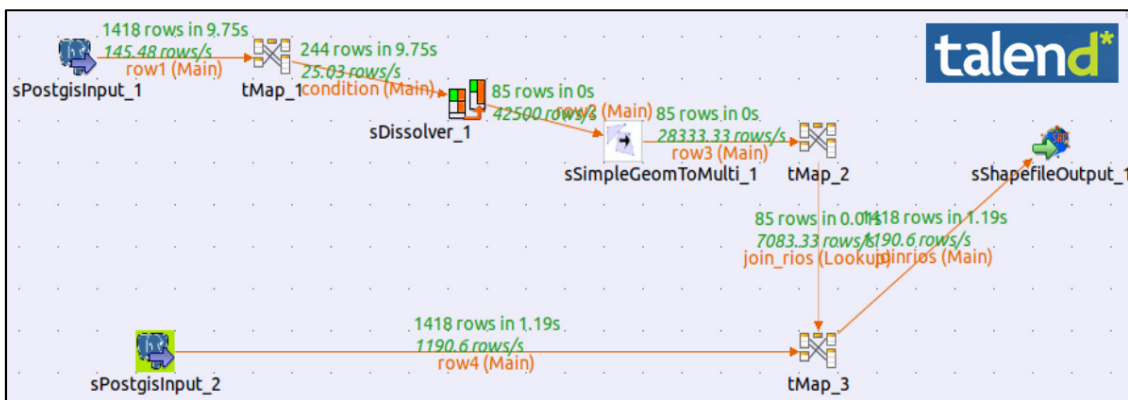


Figura 10: Utilización de funciones geométricas de la librería espacial JTS Topology Suite, para la orientación de geometrías y comprobación de su validez

3.6. Transformaciones a modelo de INSPIRE

Ambos modelos de datos, tanto BTN25 v2 como el modelo HI IGR, pueden ser transformados para cumplir con los requisitos de INSPIRE y mantener su coherencia cada uno en su escala de representación.

La ventaja de hacer esta correspondencia de datos es proporcionar unos datos estructurados bajo un modelo común para que puedan ser utilizados por los diferentes usuarios en múltiples aplicaciones.

Para la realización de estos trabajos se utilizará el software HALE diseñado específicamente para estas tareas por Fraunhofer Institute for Computer Graphics Research IGD [14].

Como ejemplo se mostrará una imagen de *software* para la correspondencia entre el modelo HI IGR y el modelo HY INSPIRE. Mencionar que la ventaja es que el modelo de datos de Hidrografía de INSPIRE se importa directamente desde su *.xsd, por lo que se asegura la interoperabilidad.

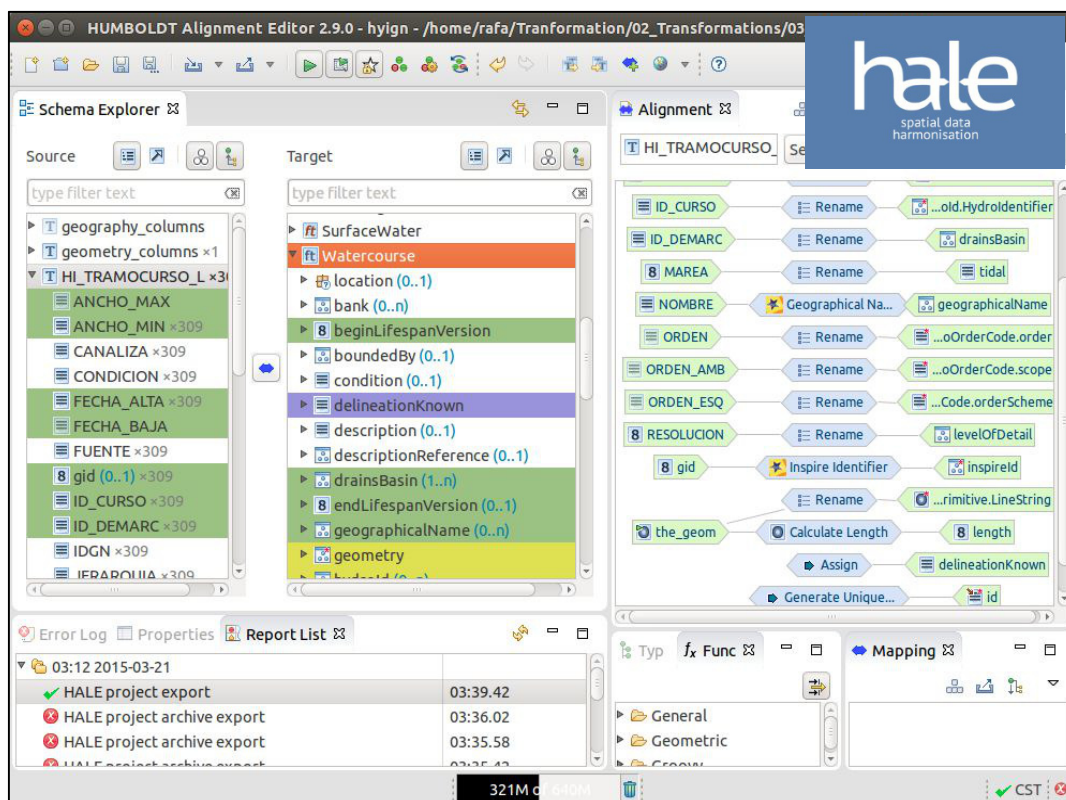


Figura 11: La imagen muestra el proceso de transformación de datos INSPIRE con el software HALE. En la parte derecha (source) aparece la conexión a la base de datos origen, al lado (target) se cargaría el esquema de hidrografía proporcionado por INSPIRE (*.xsd). Por último la correspondencia entre atributos y valores viene definida en la parte izquierda.

3.7. Resultados

Los datos de partida de BTN25 era necesario corregirlos geoméricamente, ya que los elementos estaban divididos por las hojas del MTN, las masas de agua (embalses, ríos, etc) no eran superficies geométricas si no líneas de contorno. Además los ríos no conectaban dentro de estas masas de agua superficiales.

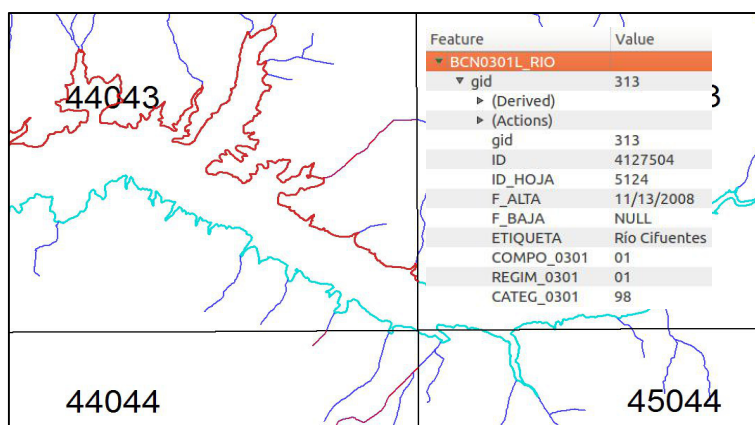


Figura 12: Visualización de datos de ríos y embalses de BTN25v1

En el caso de los datos partida de la hidrografía de IGR también era necesario corregirlos, ya se ha clasificado los puntos del terreno LIDAR para obtener el suelo. Así que como corregir geoméricamente zonas puntuales como intersecciones entre transportes y ríos, etc para confeccionar el MDT.

Una vez formados los datos de BTN25 se realizó la correspondencia de datos entre estos para formar la nueva versión BTN25v2. Además se añadieron los códigos identificadores de río provenientes de la DGA

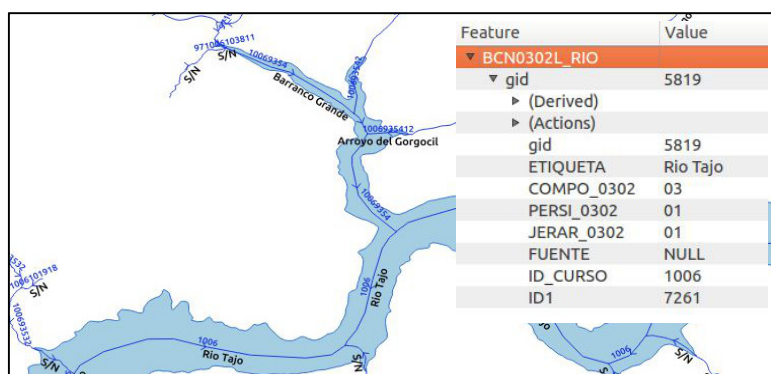


Figura 13: Resultado de BTN25v2 después de la transformación

Por otro lado una vez extraídas las geometrías lineales de curso de agua a partir del MDT se aportará la semántica de BTN25v2, para posteriormente realizar la correspondencia entre datos y obtener datos conforme el modelo HI IGR.

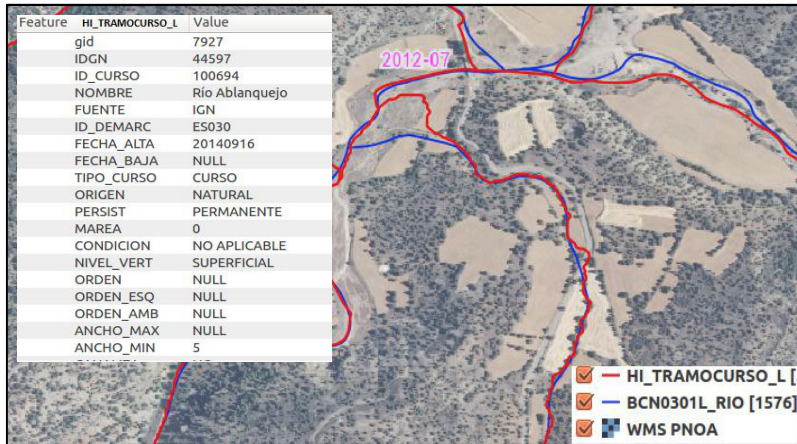


Figura 14: Resultado de datos HI IGR (rojo) junto con los datos de BTN25v2 (azul)

9

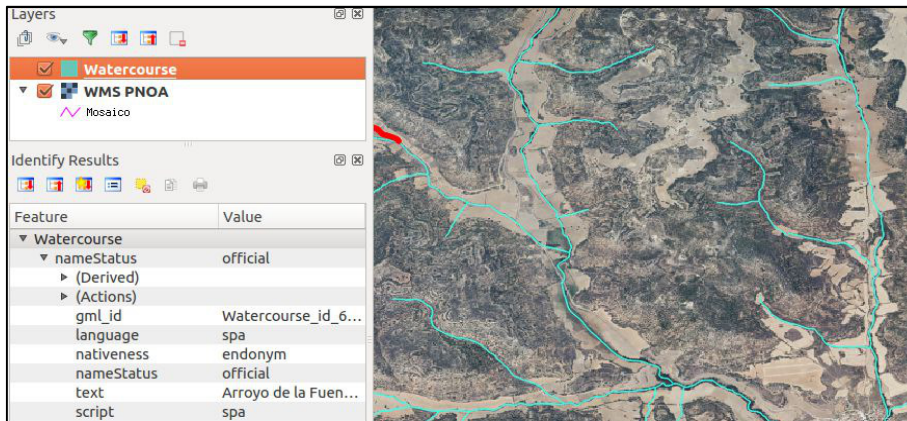


Figura 15: Muestra del fichero *.gml obtenido tras las transformación al esquema de hidrografía de INSPIRE, a la izquierda se observan los atributos y propiedades del objeto geográfico "Watercourse"

4. EXPLOTACIÓN Y ANÁLISIS DE SERVICIOS WEB GEOGRÁFICOS

Las herramientas ETL también nos permiten conectarnos a servicios web de información geográfica proporcionados por las Infraestructuras de Datos Espaciales (SDI, *Spatial Data Infrastructures*). En este caso vamos a mostrar dos ejemplos de explotación de datos hidrográficos a partir de la Infraestructura de Datos Espacial de España (IDEE)[15].

a) Utilización de ETL Tools para extracción de datos desde WFS (Ejemplo WFS Hidrografía)

Para este ejemplo nos conectaremos con Geokettle a los datos de hidrografía del servicio WFS de Hidrografía de INSPIRE [16] generado a partir de la Base Topográfica BTN100 [17].

En el ejemplo se muestra una petición de geometrías de río de un área reducida y su posterior “intersección espacial” con geometrías de carreteras de la BTA [18]. Aunque las geometrías de origen tienen diferentes precisiones se puede utilizar para descubrir posibles conflictos u omisiones en la cartografía.

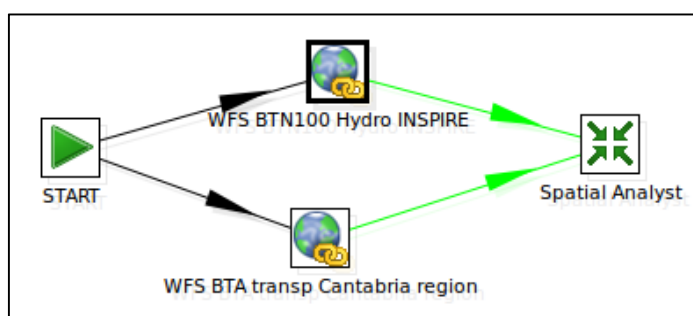


Figura 16: Imagen de la configuración de la conexión a los servicios WFS para la extracción de geometrías y su posterior análisis.

b) Utilización de ETL Tools para descubrir y datos hidrográficos a partir del servicio CSW.

Para este ejemplo nos conectaremos con Geokettle al servicio CSW de la IDEE para consultar el catálogo de metadatos y descubrir elementos de hidrografía de una zona determinada. El resultado será exportado a cualquier formato de fichero de información geográfica para su uso.

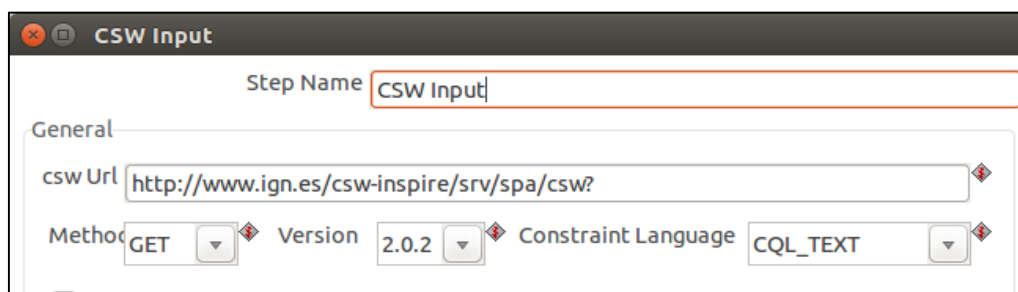


Figura 17: Imagen del transformador utilizado para conectarse al servicio de catálogo de metadatos de la IDEE.

5. CONCLUSIONES.

El análisis de la **herramientas ETL open source** ha dado unos resultados óptimos para determinados trabajos. Aunque no se ha testado completamente ni ejecutado para analizar su rendimiento en sistemas productivos.

Por otro lado se ha detectado en todos ellos la necesidad de aumentar el número de funciones espaciales y mejorar la accesibilidad a las librerías espaciales (GDAL, JTS Topology Suite).

Aun así es más productivo, sencillo y rápido elaborar procesos con herramientas ETL que bajo scripts de código con *software open source* SIG (quantumGIS, gvSIG). Ya que la interpretación de un proceso por otros componentes de un grupo de trabajo diferente al desarrollador, puede resultar más sencilla debido a la visualización gráfica de los procesos con una ETL, y evitando la necesidad de interpretar código sobre scripts.

Las transformaciones de datos hidrográficos mediante software propietario u *open source* no son trabajos aislados, ya que numerosos países de la UE ya están trabajando en esta temática. De hecho en un reciente seminario de Eurogeographics (*workshop*) ya se muestran pruebas con diferentes *softwares* para su ejecución [20].

Por tanto ha sido interesante *testear* estas *herramientas ETL open source*, comprobando sus funcionalidades, para en un futuro cercano poder comparar su rendimiento respecto a otras herramientas propietarias que ya se utilizan en procesos productivos, como FME [21]. Aunque se valora el trabajo realizado de implementación de estas herramientas ETL *open source* analizadas, y simplemente esperamos que estas observaciones puedan ser útiles e incentiven a los desarrolladores para seguir evolucionando estos *software*.

En cuanto a la metodología completa de generación de **datos hidrográficos**, mencionar que sigue en fase de producción. Estos trabajos son costosos tanto técnicamente como en tiempo y recursos, aunque las pruebas realizadas han proporcionado resultados óptimos tanto para BTN25 como para HI IGR.

Finalmente esperamos que con estos nuevos modelos de datos espaciales en materia de Hidrografía, se ofrezca a los usuarios y productores unos datos de calidad para ser explotados directamente o mediante servicios web en diferentes tipologías de proyectos relacionados con hidrografía.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer al *Instituto Geográfico Nacional* y sobre todo a los componentes del *grupo de trabajo transversal de Hidrografía* por su trabajo, colaboración, y fomento de la investigación en estas materias, ya que nos permiten analizar las herramientas opensource disponibles para una producción más eficiente de información geográfica.

REFERENCIAS

- [1] ISO/TC 211:
http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=54904&published=on&includesc=true
- [2] Directiva INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe), (2010/02/CE).<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>
- [3] Normativa nacional cartografía (LISIGE)
<http://www.ideo.es/espanol-lisige>
- [4] BTN25 - <http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesBDGbtn25.do>
- [5] Hidrografía INSPIRE
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_HY_v3.1.pdf
- [6] CODIIGE - <http://www.ideo.es/web/guest/codiige>
- [7] MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente)
<http://sig.magrama.es/geoportal/>
- [8] PNT <http://pnt.ign.es/>
- [9] Geokettle <http://www.spatialytics.org/projects/geokettle/>
- [10] Talend Spatial Data Integrator <http://talend-spatial.github.io/>
- [11] Humboldt <http://www.esdi-humboldt.eu/home.html>
- [12] Hale <http://community.esdi-humboldt.eu/projects/hale/wiki>
- [13] JTS Topology Suite <http://www.vividsolutions.com/jts/JTSHome.htm>
- [14] Fraunhofer Institute for Computer Graphics Research IGD.
<http://www.igd.fraunhofer.de/en>
- [15] IDEE <http://www.ideo.es/>
- [16] WFS Hidrografía INSPIRE España <http://blog-ideo.blogspot.com.es/2014/11/nuevo-servicio-wfs-inspire-de.html>
- [17] BTN100 <http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesBDGbtn100.do>

[18] BTA http://www.csg-cnc.es/web/cnccontent/docs/bta/Especificaciones_BTAv10.pdf

[19] Catálogo de Metádatos de la IDEE <http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/main.home>

[20] Workshop Eurogeographics <http://www.eurogeographics.org/content/inspire-ken-euroedr-workshop>

[21] FME <http://www.safe.com/fme/>