

Servicio de impresión de información geográfica en forma de mapas siguiendo el estándar OGC WPS*

Verónica Fariña Iglesias, Miguel R. Luaces, David Trillo

Laboratorio de Bases de Datos. Universidade da Coruña
Campus de Elviña S/N. 15071 A Coruña
{vfarina, luaces, dtrillo}@udc.es

Resumen

Dentro del campo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se está haciendo un esfuerzo muy importante por parte de diversos organismos internacionales para la definición de estándares para lograr la interoperabilidad de los sistemas desarrollados. Uno de los estándares más recientes propuesto por el Open Geospatial Consortium es el Web Processing Service (WPS), diseñado para estandarizar la forma en que los procesos SIG se ofrecen a través de Internet

En este trabajo se describe el diseño e implementación de un servicio de generación de informes cartográficos a través de un WPS. Las dos operaciones que ofrece este servicio de impresión son: *printMap* y *printSeries*. La primera permite generar un documento cartográfico listo para ser impreso a partir de la información geográfica que recibe como parámetro. La segunda, *printSeries*, genera automáticamente una serie de mapas que representan una zona geográfica determinada.

Palabras clave: Sistemas de Información Geográfica (SIG), Open Geospatial Consortium (OGC), Web Processing Service (WPS), Web Map Service (WMS), cartografía.

* Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el "Ministerio de Educación y Ciencia" (PGE y FEDER) ref. TIN2006-16071-C03-03, por la "Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI)" ref. A/8065/07, y por la "Xunta de Galicia" ref. 2006/4 y ref. 08SIN009CT.

1 Introducción

La evolución de la tecnología supuso un fuerte impacto en el manejo de la información geográfica en los últimos años. Los nuevos conceptos y herramientas informáticas que están surgiendo permiten trabajar de una forma más eficiente en tareas relacionadas con la modelización, análisis y representación de múltiples y complejos fenómenos geográficos. Gracias a todos estos desarrollos gran parte de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) [1] implementados en los últimos años se encuentran disponibles a través de la red. Gracias al esfuerzo colaborativo de dos grandes organismos internacionales (ISO [2] y el Open Geospatial Consortium [3]) en la definición de estándares y especificaciones para la interoperabilidad de los sistemas, muchas organizaciones públicas están trabajando en la construcción de infraestructuras de datos espaciales (IDE) [4] que les permiten compartir su información geográfica.

Una de las especificaciones más recientes del OGC es la especificación *Web Processing Service* (WPS) [5]. Esta especificación es relativamente nueva si se compara con otras especificaciones más consolidadas, y ampliamente utilizadas, como son la especificación WMS (*Web Map Service*) o la especificación WFS (*Web Feature Service*). La especificación WPS describe un mecanismo por el cual los procesos geográficos pueden ser ejecutados en servidores remotos empleando XML [6] para la comunicación a través de la red. Esta especificación está diseñada para el desarrollo de sistemas totalmente independientes tanto de la plataforma como del lenguaje de programación empleados.

Por otra parte, el *Web Map Service* (WMS) [7] es un estándar ya consolidado que permite visualizar la información geográfica en formatos de imagen (JPEG, PNG, GIF, etc). Existen varios WMS públicos como el WMS de Catastro que permiten que el usuario pueda solicitar de forma gratuita a través de una petición HTTP información catastral en formato de imagen. A pesar del éxito de esta especificación, existen dos problemas con respecto a su utilización para producir cartografía. En primer lugar, este servicio sólo permite obtener imágenes, es decir, no está pensado para presentar la información cartográfica en un documento listo para ser impreso. En segunda lugar, otra funcionalidad que no ofrece el estándar WMS es la de generar series cartográficas de forma automática. No soporta peticiones que devuelvan, por ejemplo, una serie de imágenes que representen una zona geográfica a escala 1:5000. Para muchos sectores profesionales que trabajan día a día con cartografía les sería muy útil el poder disponer de documentos cartográficos listos para ser impresos a través de la red. En este contexto surge el

objetivo de nuestro trabajo: proporcionar un servicio de impresión de cartografía a través del estándar WPS.

En este artículo se describe el diseño e implementación de un servicio de generación de informes cartográficos a través de la extensión de la interfaz del estándar WPS. La funcionalidad de generación de cartografía lista para ser impresa se ofrece como si se tratase de un servicio más de geoprocesamiento disponible en una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) [4]. El resto del artículo se organiza de la siguiente manera. En primer lugar describimos brevemente la especificación WMS y sus problemas a la hora de generar cartografía. A continuación, presentamos brevemente la especificación WPS y su utilización a la hora de crear nuevos servicios relacionados con la información geográfica. Después describimos la arquitectura general del sistema y comentamos ciertos detalles de la implementación como puede ser la forma en la que las series de mapas se generan con un número mínimo de páginas. Por último, el artículo termina con unas conclusiones y el trabajo futuro.

2 Trabajo relacionado

En el campo de la información geográfica están adquiriendo gran relevancia las llamadas Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) [4]. Una IDE es el conjunto de tecnologías, estándares y recursos humanos necesarios para adquirir, procesar, almacenar, distribuir y mejorar la utilización de la información geográfica. Como componentes principales de una IDE podemos mencionar los siguientes: un servicio de catálogo de metadatos, un servicio de publicación de mapas, un servicio de fenómenos y un servicio de nomenclátor.

El Servicio de publicación de mapas (WMS) sirve mapas interactivos en forma de imágenes a partir de información geográfica. Este estándar define un mapa como una representación de datos geográficos en forma de un archivo de imagen digital susceptible de ser visualizada en pantalla. La visualización de la imagen suele ser en formato raster: PNG, GIF o JPEG, y ocasionalmente, se representan como información vectorial en formato *Scalable Vector Graphics* (SVG) o *Web Computer Graphics Metafile* (WebCGM). El estándar define tres operaciones obligatorias:

- *GetCapabilities*: devuelve información sobre el servicio.
- *GetFeatureInfo*: devuelve información acerca de los objetos

- representados en un pixel de la imagen.
- *GetMap*: devuelve un mapa cuyos parámetros geográficos y dimensionales han sido bien definidos. Al solicitar un mapa a un WMS, la URL indica qué información debe ser mostrada en el mismo, qué porción de tierra debe dibujar, el sistema de coordenadas de referencia y la anchura y altura de la imagen de salida. Cuando dos mapas se producen con los mismos parámetros geográficos y tamaño de salida, los resultados se pueden solapar y así producir un mapa compuesto.

Los servicios WMS públicos existentes son numerosos pero sólo permiten obtener imágenes, no están pensados para presentar la información cartográfica en documentos. Por otra parte, tampoco soportan la posibilidad de generar de forma automática series cartográficas que cubran una zona determinada a partir de una escala. Muchos sectores profesionales trabajan diariamente con cartografía y les sería muy útil disponer de un Servicio de Impresión que proporcione documentos cartográficos listos para ser impresos.

Las herramientas de generación de informes, como por ejemplo *JasperReports* [8] permiten elaborar informes de forma fácil y cómoda. Esta herramienta trabaja de forma similar a un compilador y a un intérprete. Usando XML, el usuario define completamente el informe, detallando dónde colocar textos, imágenes, líneas, rectángulos, cómo adquirir los datos, etc. Todo esto se realiza de acuerdo a unas etiquetas y atributos definidos en un archivo. Este tipo de herramientas son muy cómodas y flexibles, pero no están diseñadas para la incorporación automática de información geográfica dado que no pueden comunicarse directamente con un WMS. Por otra parte, aunque pueden generar una serie de páginas a partir de un conjunto de registros de una base de datos, no están pensadas para producir una página por imagen de una serie cartográfica.

Por otra parte, encontramos que sí existen aplicaciones de escritorio orientadas al manejo de información geográfica, como por ejemplo gvSIG [9], que integran la funcionalidad necesaria para generar cartografía lista para ser impresa a partir de mapas proporcionados por la propia aplicación. El usuario puede diseñar la plantilla de impresión e integrar un mapa para así obtener un documento cartográfico listo para ser impreso. Sin embargo, esta funcionalidad viene acoplada a la herramienta por lo que no se puede extraer para su reutilización.

Tras este análisis, se concluyó que sería de gran utilidad implementar un servicio que permitiese integrar todas estas ideas y ofrecer así, un *Servicio de Impresión de Información Geográfica* accesible desde cualquier cliente a través del estándar

WPS.

3 OGC Web Processing Service

Hasta el momento se hizo hincapié mayoritariamente en la implementación de servicios OGC de acceso y visualización de información geográfica (WMS, WFS, WCS, Servicio de Catálogo). Sin embargo, la nueva especificación del OGC WPS permite ofrecer servicios de geoprocetamiento para realizar operaciones más complejas de análisis y tratamiento de información espacial. Una de las características más atractivas de esta especificación es que, debido a su generalidad, puede ser aplicada a un número ilimitado de casos. La especificación del WPS se centra principalmente en la definición de un protocolo de comunicación entre cliente y servidor. Para realizar esta comunicación, la especificación define un protocolo basado en XML que emplea el método POST de HTTP. La especificación define tres operaciones:

- *GetCapabilities*. Mediante esta petición se solicita al servidor una lista de los servicios de procesado que tiene disponibles. La respuesta a esta petición es siempre un documento XML.
- *DescribeProcess*. Después de analizar la respuesta de la operación *GetCapabilities* el cliente dispone de una lista de los procesos ofertados por el servidor. La operación *DescribeProcess* se emplea para solicitar más información acerca de un servicio en concreto. La respuesta a esta petición es un documento XML con todas las características del servicio consultado.
- *Execute*. Mediante esta petición el cliente envía los datos de entrada necesarios para la ejecución de un servicio en concreto, esperando por la respuesta del servidor. La respuesta a esta petición también es un documento XML que indica el estado del proceso, las entradas empleadas y la salida del proceso si ya está disponible. La salida también puede ser un simple literal o la URL donde está accesible un documento complejo.

Hay ciertas cuestiones que se deben considerar para decidir cuando conviene definir un proceso como WPS y cuando no. En primer lugar, procesos complejos que puedan tardar mucho tiempo en realizarse son los mejores candidatos para ser implementados como un WPS. Sin embargo, si la complejidad del proceso es baja y la mayor parte del tiempo de procesado se consume en la gestión de una gran cantidad de datos almacenados localmente, el proceso puede ser ejecutado de

manera más efectiva en local. En segundo lugar, la especificación WPS tiene las ventajas comunes de los servicios web tradicionales de propósito general. Una de las más importantes es que el servicio está centralizado. Por tanto, un WPS es apropiado para el desarrollo de nuevos procesos que están sometidos a cambios continuos (como podrían ser cambios en las plantillas de impresión ofertadas). Los desarrolladores de servicios WPS pueden liberar nuevas versiones actualizando únicamente la versión del proceso instalada en el servidor. Finalmente, la especificación WPS facilita la creación de servicios avanzados mediante la *orquestación* de varios servicios.

En la implementación de nuestro servicio empleamos el *framework* de 52 North [10] *para WPS*. Este *framework* proporciona una arquitectura extensible en la que se pueden integrar de forma sencilla nuevos procesos y codificaciones de datos. Además, su implementación está basada en la versión 1.0.0 de la especificación.

4 Arquitectura del Sistema

En la figura 1 podemos ver la arquitectura global del WPS para la impresión de información geográfica en forma de mapas. En el centro de la figura se encuentra el servicio de impresión que implementa el interfaz definido por el estándar WPS. Este servicio de impresión lo pueden utilizar dos tipos de aplicaciones: aplicaciones genéricas de visualización de información geográfica que implementen un cliente genérico del servicio WPS, o aplicaciones específicas que deseen imprimir cartografía y que utilicen el servicio mediante un cliente WPS específico. En cualquiera de los dos casos, el usuario mediante la aplicación le indica al servicio el mapa que quiere obtener junto con los parámetros específicos y obtiene como resultado un PDF con el mapa impreso.

El servicio de impresión de mapas posee un almacén de plantillas de impresión predefinidas que pueden ser utilizadas por el usuario. Además, el usuario también puede definir su propia plantilla e indicársela al servicio. En cualquiera de los dos casos el servicio recibe las peticiones de los clientes y las procesa, comunicándose a su vez con los servicios WMS indicados en la petición para obtener los mapas que solicita el cliente, y le devuelve al usuario el mapa impreso.

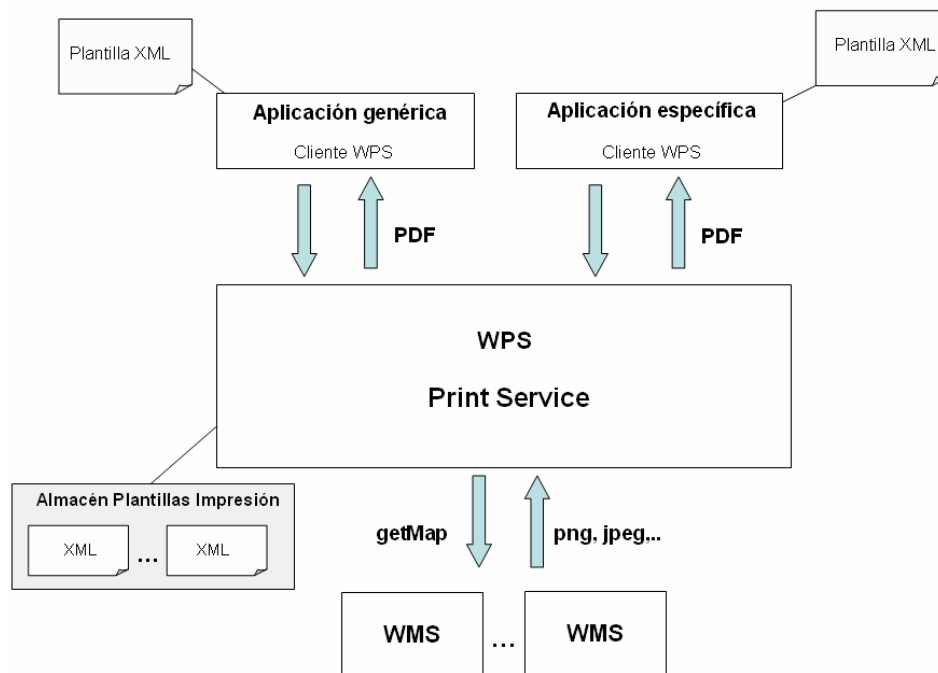


Figura 1. Arquitectura global del sistema

La arquitectura se muestra de forma más detallada en la figura 2. Como ya hemos mencionado, partimos de una implementación de la especificación OGC WPS desarrollada por 52North [10] para realizar generalización cartográfica. La arquitectura propuesta es sencilla y fácil de extender. Proporciona un *Request Processor* que implementa la especificación OGC WPS y encapsula todos los detalles relacionados con el protocolo de comunicación. El *framework* de 52North está organizado en *repositorios* logrando así un alto grado de extensibilidad y facilitando el acceso dinámico a la funcionalidad embebida del WPS. Para lograr independencia con la implementación del *framework* diseñamos un componente para adaptar nuestra implementación a la interfaz específica del repositorio (patrón de diseño *Adapter* en [11]).

De la arquitectura de nuestro servicio hay que destacar la fachada *PrintFacade* donde se definen las 2 operaciones públicas: *printMap* y *printSeries*. Para el acceso a la fachada disponemos del adaptador *PrintAdapter* que hace de intermediario entre el *framework* de 52North y nuestro módulo de impresión.

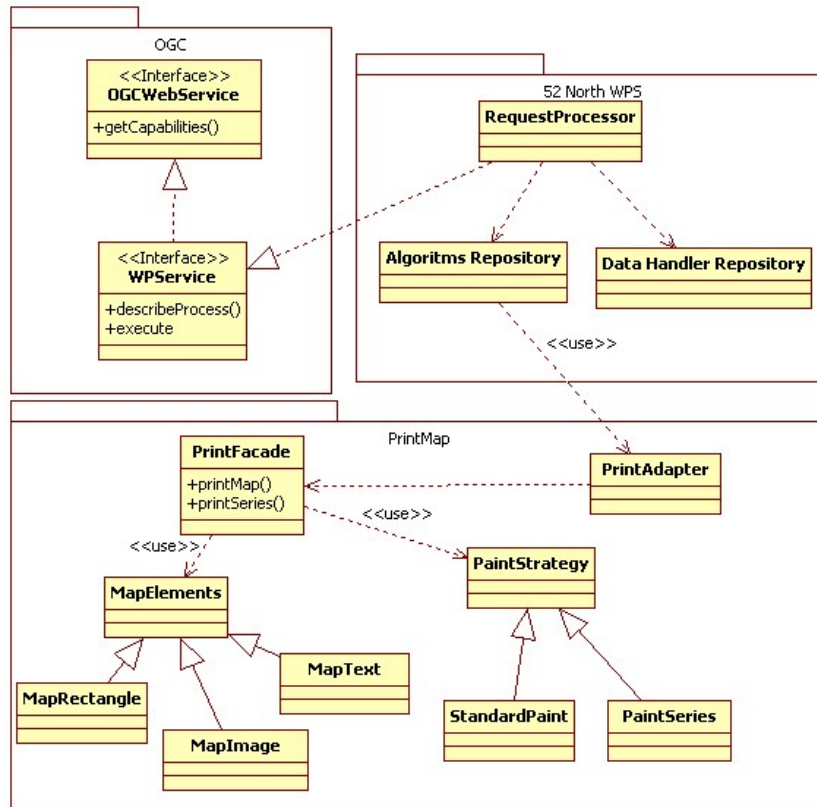


Figura 2. Arquitectura del Sistema.

Las operaciones ofertadas a través de nuestro servicio son dos:

- *PrintMap* es la operación a través de la cual el usuario puede solicitar la impresión de información geográfica en forma de un mapa. Se indica qué mapa se desea imprimir y el servicio nos lo proporciona en un documento cartográfico.
- *PrintSeries* es la operación a través de la cual el usuario puede solicitar la impresión de una serie de mapas que representen una zona geográfica determinada. Los parámetros que se deben proporcionar son la escala de visualización y la entidad a representar. Por ejemplo, se puede solicitar mapa a escala 1:10.000 de un municipio obteniendo un documento cartográfico con tantas páginas como cuadrantes sean necesarios para cubrir la zona geográfica con la escala de visualización y el formato de

impresión indicados. La geometría de la entidad seleccionada y la escala son utilizadas por un algoritmo espacial de cálculo de series para determinar el número óptimo de páginas necesarias para representar la entidad.

A través de estas operaciones se debe indicar además los siguientes valores:

- *Información cartográfica:* los mapas pueden ser recibidos de 2 formas:
 - *A través de una imagen* (JPEG, PNG, etc.): Nuestro servicio no depende del origen de la información geográfica, por tanto, el usuario puede obtener los mapas de la fuente que desee y pasárselos como imagen al servicio para obtener el documento cartográfico. Si opta por esta opción, el servicio le proporciona la información necesaria para que el mapa generado se adapte a las dimensiones del documento.
 - *A través de un WMS:* El servicio de impresión es interoperable con los demás estándares por lo que está pensado para interactuar con un WMS [7] y así obtener la cartografía de forma cómoda y sencilla.
- *Plantilla de impresión:* el servicio ofrece al usuario una serie de plantillas de impresión predefinidas en XML [6]. Estas plantillas definen el estilo del documento y son muy fáciles de modificar y extender para incluir nuevos estilos. En ellas se definen parámetros como: márgenes, cajetines (como es el de las leyendas), posición de los textos e imágenes, fuente de los textos, etc.
- *Parámetros de impresión:* pueden ser textos e imágenes. El usuario puede definir los textos (título, fecha, escala, etc.) que quiere que aparezcan en el documento cartográfico. Es importante destacar que nuestro servicio está implementado de tal forma que adapta la información aportada por el usuario a través de estos parámetros a las dimensiones del documento, por ejemplo, el tamaño de letra de los textos se adapta al espacio disponible. También puede indicar qué imágenes desea incluir. Un ejemplo claro son las leyendas que acompañan al mapa puesto que se calcula su posición y tamaño en función del espacio disponible y el número de las mismas. El objetivo es que se distribuyan uniformemente en su cajetín.
- *Formato de papel:* el usuario puede elegir qué tamaño de papel desea para generar el documento cartográfico (A4, A3, A1, etc.).
- *Resolución de impresión:* el servicio ofrece distintas resoluciones de impresión para que el usuario elija la más adecuada a sus necesidades. Si el fin del documento es el de ser visualizado en la pantalla de un ordenador se

recomienda una resolución de 96ppp. Sin embargo, si el fin es el de imprimir el documento se recomienda como mínimo 150ppp aunque lo recomendable para un resultado óptimo son 300ppp.

- *Formato de salida:* En cuanto al formato de salida del documento, el servicio de impresión soporta *RTF* y *PDF*. Las plantillas ofertadas son diferentes en cada caso puesto que el formato *RTF* no soporta las mismas posibilidades de diseño que el *PDF*.

5 Implementación

La operación *PrintSeries* permite generar de forma automática una serie de mapas que representan una zona geográfica determinada. Los parámetros que se deben proporcionar son la escala de visualización y la entidad a representar. A continuación se explica el proceso básico a seguir en la obtención de una serie.

A partir de la geometría de la entidad y la escala de visualización proporcionados por el usuario, calculamos el número de cuadrantes necesarios en ancho y alto para cubrir la zona geográfica. Con estos cuadrantes, se calcula un *bounding box* (a partir del centro de la geometría) que sea múltiplo del ancho y alto de los mismos. Este cálculo es necesario para poder cubrir toda la entidad de acuerdo a la escala.

Con este nuevo *bounding box* se procede al cálculo de los *bounding boxes* individuales de cada una de las páginas de la serie de mapas. Para ello, se divide el *bounding box* global en filas calculadas a partir del alto de los cuadrantes y el ancho del *bounding box* global. Para cada una de estas filas se calcula la intersección con la geometría para luego dividir el resultado en cuadrantes. A continuación se descartan los cuadrantes que no cubran la entidad. De esta forma, se obtiene una serie de *bounding boxes* de páginas que representan la zona geográfica de acuerdo a la escala de visualización.

Para minimizar el número de mapas que cubran la zona, tenemos dos opciones:

- Construir las filas partiendo de las coordenadas del nuevo *bounding box* adaptado.
- Construir las filas partiendo del centro de la geometría a cubrir.

Dependiendo de la forma geométrica de la entidad, los resultados pueden ser diferentes. Por lo tanto, el resultado óptimo será el que devuelva menos cuadrantes. Finalmente, el resultado de *printSeries* es un documento cartográfico con tantas

páginas como cuadrantes se han generado para cubrir la zona geográfica con la escala indicada. En la figura 3 vemos el resultado de una serie cartográfica calculada a escala 1:5000 sobre el núcleo pintado en amarillo.

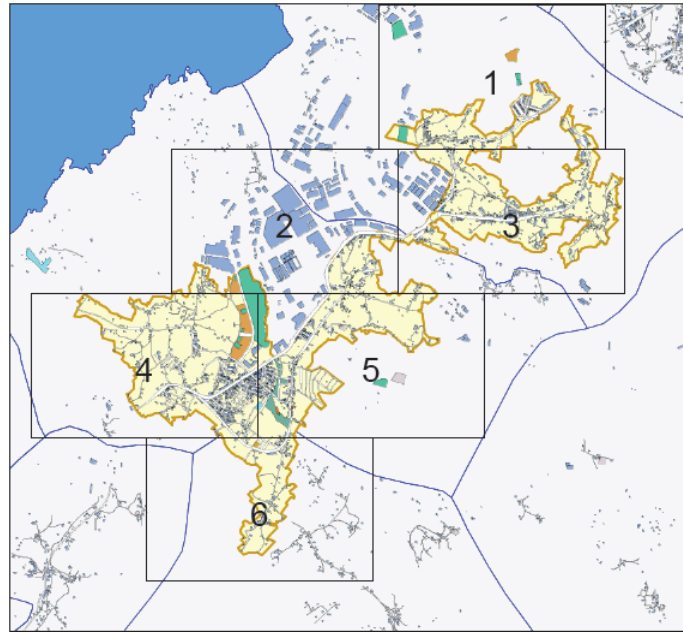


Figura 3. Serie cartográfica

6 Conclusiones y Trabajo Futuro

En este artículo se presenta un sistema para la *Impresión de Información Geográfica en Forma de Mapas*. La interfaz de este sistema define dos operaciones *printMap* y *printSeries*. La primera de ellas es la operación a través de la cual el usuario elige qué mapa desea imprimir. *PrintSeries* es la operación a través de la cual el usuario puede solicitar la impresión de una serie de mapas que representen una zona geográfica determinada. Además, nuestro servicio ofrece estas operaciones siguiendo la especificación *Web Processing Service* (WPS) para ofrecer ambas operaciones como procesos que pueden ser ejecutados a través de Internet. Actualmente, nuestro servicio se utiliza a través en la web de la EIEL (Encuesta sobre Infraestructura y Equipamientos Locales) [12] y en la aplicación de escritorio *gisEIEL* [13].

Un trabajo futuro para nuestro sistema sería un módulo de diseño de plantillas de impresión para que el usuario pudiese elaborar sus propios documentos. Las plantillas están implementadas en XML [6] siguiendo el modo de trabajo de *JasperReports* [8]. De esta forma, podríamos proporcionar al usuario una interfaz para que pudiese elaborar sus propios informes.

Referencias

- [1] Worboys, M. F. (2004) GIS: A Computing Perspectiva. CRC. ISBN: 0415283752.
- [2] ISO/IEC (2002) Geographic Information – Reference Model. International Standard 19101.
- [3] Open GIS Consortium, Inc. (2003) OpenGIS referente Model. OpenGIS Project Document 03-040, OpenGIS Consortium, Inc.
- [4] Global Spatial Data Infraestructure Association (2007) WWW document, <http://www.gsdi.org>.
- [5] Open Geospatial Consortium, Inc. (2007) Web Processing Service (WPS) Specification. WWW document, http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=24151.
- [6] World Wide Web Consortium (2006) Extensible Markup Language (XML). WWW document, <http://www.w3.org/XML/>.
- [7] WMS (2002) OpenGIS Web Map Service Implementation Specification. Open GIS Project Document 01-068r3, Open GIS Consortium, Inc.
- [8] JasperForge.org, associated project JasperReports, <http://jasperreports.sf.net/>.
- [9] gvSIG, Proyecto de la Generalitat Valenciana, <http://www.gvsig.gva.es/>
- [10] 52 North (2007) Geoprocessing. Retrieved December 2007 from <http://52north.org/>.
- [11] Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vlissides, J. (1996) Design Patterns: Elements of Reusable Object-oriented Software. Addison-Wesley.
- [12] Encuesta sobre Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL) de la Diputación de A Coruña, www.dicoruna.es/webeiel/
- [13] gisEIEL, Sistema de Información Geográfica de la Diputación de A Coruña, <http://www.dicoruna.es/webeiel/giseiel/index.do>