

WatchTower

Monitorización de servicios OGC no intrusiva

**Usón, Miguel; López, F. Javier; Muro, Pedro;
Rioja, Rodolfo; Laiglesia, Silvia; Nogueras, Javier**

Resumen

Hoy en día la página web de una empresa u organización y los servicios que desde ella se sirven están ligados irremediablemente con la imagen y la reputación de la misma. Una página web caída o un servicio que no responde supone un decremento del valor de la marca, una pérdida de confianza y reputación a los ojos del usuario.

Minimizar el tiempo en el que no se encuentran accesibles los servicios cuando se produce una caída y mejorar los puntos en los que dichos servicios se encuentran por detrás de los de la competencia son aspectos fundamentales para mantener y ampliar la cuota de usuarios.

En este trabajo se presenta un sistema de monitorización que no requiere ningún tipo de instalación en el servicio a ser monitorizado y que permite descubrir los detalles de funcionamiento de los servicios OGC. Este sistema trabaja en dos aspectos:

- uno que muestra datos generales del servicio que son los que más le interesan a los usuarios a la hora de recurrir a estos servicios para satisfacer sus necesidades, por ejemplo disponibilidad, tiempo de respuesta y tiempo medio de recuperación tras un error.

- y otro más detallado que resulta de utilidad para los encargados de gestionar y explotar el servicio, que incluye como funcionalidades principales el servicio de alertas ante caídas, los informes que incluyen comparativas de funcionamiento frente a servicios similares y el comportamientos históricos.

Palabras clave

Monitorización, Servicios OGC, Informe, Comparativa, INSPIRE

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la diversidad de servicios que se ofertan en la web hace que sea complicado discriminar entre todo el conjunto aquellos que mejor puedan satisfacer las necesidades concretas de un usuario. En unas ocasiones el usuario no encontrará el servicio que cumpla con sus expectativas a pesar de que éste pueda existir, y en otras, por el contrario, puede que encuentre tal cantidad de soluciones similares que no sepa cuál escoger.

En el mundo de los Sistemas de Información Geográfica puede ser más frecuente el primer caso que el segundo, resultando complicado encontrar un servicio que encaje con las necesidades de un proyecto. Incluso una vez localizado, siempre aparecerá la duda acerca de la calidad y corrección del servicio porque no existe información pública acerca de estas características. Esta duda representará en el análisis de riesgos del proyecto una serie de amenazas que no podemos, en principio, controlar de ninguna manera: caídas, calidad de la información que sirve, latencia media añadida a la respuesta, etc.

Por otro lado, situándonos en la realidad actual, en la que la presencia en la web de cualquier empresa va a ser utilizada como primer criterio para juzgarla, asegurarse de que los servicios que se ofrecen online alcanzan unas cotas de calidad óptimas es fundamental en cualquier campo. El prestigio y la imagen de una empresa u organización están expuestos cuando en la red se publican datos o servicios de uso público.

Las empresas deben satisfacer a los usuarios para posicionarse adecuadamente en el mercado, y las organizaciones de carácter público tienen el deber de atender a sus ciudadanos con la mejor calidad posible. Además, con el desarrollo de la directiva europea INSPIRE se están estableciendo unos estándares de calidad que serán de referencia para todos los servicios del continente.

Es evidente que, tanto desde el punto de vista del usuario como desde el de una empresa u organización disponer de datos acerca de la calidad de un servicio web es fundamental. En el siguiente apartado se presentan los requisitos de monitorización fijados por la directiva INSPIRE. El apartado 3 expone la arquitectura del sistema dividida en tres niveles (monitorización, presentación y modelo de datos). El apartado 4 presenta las funcionalidades más relevantes de WatchTower. Por último se incluyen las conclusiones correspondientes al trabajo presentado en este artículo.

2. REQUERIMIENTOS DE MONITORIZACIÓN DE INSPIRE

Ya se ha mencionado en la introducción de este artículo que la normativa INSPIRE está siendo construida para servir de marco de trabajo común en el ámbito de las infraestructuras de información espacial europeas en temas medioambientales. Así INSPIRE establece una infraestructura de información espacial en Europa para apoyar las políticas comunitarias de medio ambiente y las políticas o actuaciones que puedan tener un impacto sobre el medio ambiente. Además, a través de sus *Implementing Rules* se pretende garantizar la compatibilidad y la usabilidad de los distintos ítems controlados (metadatos, especificaciones de datos, servicios web, etc.) entre los distintos territorios de la Comunidad.

Dentro de la monitorización de servicios resultan especialmente importantes las guías técnicas que desde INSPIRE se están publicando en relación con los distintos tipos de servicios. Para cada uno de estos tipos INSPIRE está fijando ciertas características de calidad que deben satisfacer para ser incluidos dentro del dominio de la directiva.

En el anexo G del documento *Technical Guidance to implement INSPIRE View Services* [1] se habla de la calidad de servicio para servicios de visualización. Actualmente son únicamente tres las métricas sobre las que fijan la calidad del servicio: tiempo de respuesta en una situación normal, el número de peticiones simultáneas que debe ser capaz de gestionar en un segundo y la disponibilidad media del servicio. El documento [2] en su Anexo I también menciona estos criterios para controlar la calidad de un servicio, incluyendo información también para los servicios de descubrimiento.

Para cada uno de los distintos tipos de servicio se aplican distintas restricciones acordes al comportamiento que se puede esperar en cada caso: no se puede fijar el mismo tiempo para devolver un mapa que para devolver una lista de 15 resultados conformes a la especificación ISO 19115. A partir de los documentos ya mencionados [1] y [2], el referente a servicios de transformación de coordenadas [3] y el dedicado a los servicios de transformación de esquemas [4] se puede construir la siguiente tabla con el resumen de métricas de calidad a tener en cuenta para cada tipo de servicio.

Métrica	Valor
<u>Servicio de visualización</u>	
Tiempo de respuesta para devolver una imagen de 470 KB (800x600 píxeles con profundidad de color de 8 bits). Se chequeará solicitando una única capa.	Un máximo de 5 segundos en una situación normal, es decir, sin picos de carga. Se entiende que el servicio se encontrará en 'situación normal' el 90% del tiempo.
Uso de la etiqueta <wms:LayerLimit>	Está relacionado con el punto anterior: para delimitar el máximo número de capas que se pueden solicitar en una operación de <i>getMap</i> se debe incluir esta etiqueta en su descripción.
Capacidad	El mínimo número de peticiones de servicio servidas simultáneamente debe ser 20 por segundo.
Disponibilidad (aconseja medirlo sobre períodos de un año)	El servicio deberá estar disponible, al menos, el 99% del tiempo. Esto supone un tiempo máximo de no disponibilidad de unas 88 horas al año.
<u>Servicio de descubrimiento</u>	
Tiempo de respuesta. Se cuenta hasta el momento de enviar el inicio de la respuesta, no todos los	Un máximo de 3 segundos en una situación normal.

resultados.

Capacidad	El mínimo número de peticiones servidas simultáneamente debe ser 30 por segundo.
Disponibilidad (aconseja medirlo sobre períodos de un año)	El servicio deberá estar disponible, al menos, el 99% del tiempo. Esto supone un tiempo máximo de no disponibilidad de unas 88 horas al año.

Servicio de transformación de coordenadas

Rendimiento. Se valora sobre una operación que lleve a cabo una proyección de mapa simple sobre una entrada de fenómenos geográficos codificada en GML (con únicamente propiedades geométricas)	1 MB/s con una respuesta inicial de 2MB/s
Capacidad	El mínimo número de peticiones servidas simultáneamente debe ser 5 por segundo.
Disponibilidad (aconseja medirlo sobre períodos de un año)	El servicio deberá estar disponible, al menos, el 99% del tiempo.

Servicio de transformación de esquemas

Capacidad	El mínimo número de peticiones servidas simultáneamente debe ser 5 por segundo. Desde INSPIRE se sugiere construir un sistema de procesamiento en paralelo con coordinación entre hilos de trabajo.
Disponibilidad (aconseja medirlo sobre períodos de un año)	El servicio deberá estar disponible, al menos, el 99% del tiempo. Sugieren tener en consideración durante la implantación del servicio los posibles fallos hardware y los picos de demanda que puedan generar caídas del sistema.
Gestión de errores	Se debe chequear que las entradas recibidas son válidas. Cuando algún fenómeno geográfico particular genere un error, el servicio debe continuar el procesamiento del resto y reportar estos errores en el mensaje de respuesta.

3. ARQUITECTURA

La arquitectura del sistema de monitorización se puede dividir en tres partes:

1. La parte de monitorización y procesamiento de la información. Se incluye en este área del sistema la realización de peticiones a los servicios web, el almacenamiento de las respuestas recibidas y su posterior análisis para generar la información depurada que se ofrecerá al usuario final.
2. La parte más cercana al usuario final, en la que se resolverán las búsquedas sobre la información almacenada, se presentarán los resultados y se mostrarán comparativas y tendencias de comportamiento online.
3. La parte del modelo de datos.

3.1. MONITORIZACIÓN

El nivel de análisis y procesamiento de la información llevará todo el peso de la construcción de la información

que servirá de fuente para la presentación de estadísticas, comparativas y listados.

En la Figura 1 se muestran los elementos más relevantes de este nivel. El proceso de monitorización empieza en el componente encargado de realizar las peticiones web. Este componente utiliza el nivel de red para comunicarse con los servicios web que estén siendo controlados en la monitorización. La comunicación a un nivel tan bajo permite conocer todos los detalles del proceso de conexión y respuesta, de modo que en caso de que exista algún problema el monitor no se queda en una respuesta superficial como podría ser un "servicio no disponible", sino que almacenará los errores http y toda la traza de la comunicación para que, más adelante, se pueda realizar el análisis de toda la información y devolver no sólo una respuesta, sino un primer diagnóstico de lo que puede estar fallando.

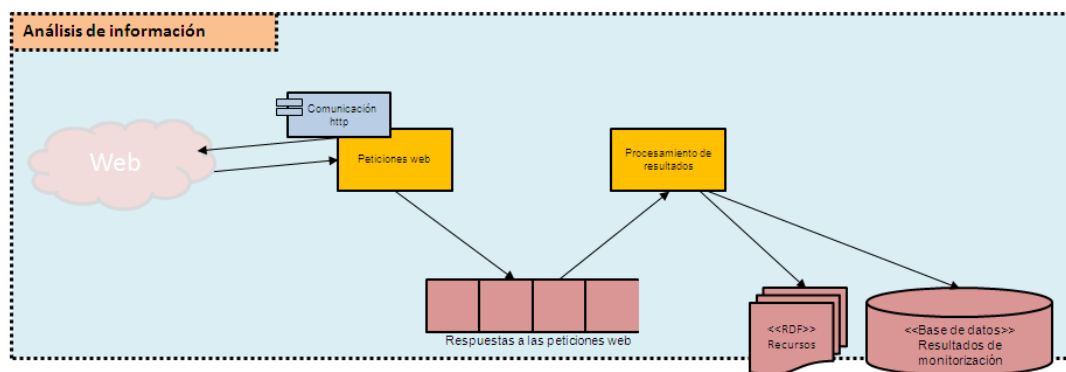


Figura 1. Arquitectura del nivel de procesamiento

El módulo de procesamiento de resultados es el responsable de analizar toda la información que haya generado el módulo de peticiones. En esta parte se realiza un refinamiento de la información en bruto, seleccionando únicamente aquello que es necesario y útil para la muestra final de resultados y ajustándola al modelo de datos (explicado en el apartado 3.3) para que sea servida en el nivel de presentación.

El procesamiento y el análisis de la información recopilada de las respuestas de los servicios web monitorizados tendrá un soporte de persistencia que permitirá conocer qué datos se encuentran pendientes de tratamiento y cuáles han sido ya analizados. Ese elemento de almacenamiento actuará como un *buffer* del que leerá el procesador de resultados para llevar a cabo su labor de un modo completamente independiente del trabajo que se esté llevando al nivel de comunicación con los servicios web. Componer así el sistema permite que cada parte lleve su ritmo de trabajo sin interferencias ni esperas innecesarias: mientras haya nueva información que procesar se ejecutará el análisis, y solo se entrará en reposo en el momento en que nuestro *buffer* quede vacío.

La información que se genere tras el ciclo de análisis será separada en dos zonas:

1. La que hará referencia a los recursos del modelo como son los servicios y sus distribuidores, que seguirán un formato preparado para dar soporte a relaciones entre los elementos.
2. La que contendrá todos los datos relativos a la monitorización de los servicios y permitirá comparar comportamientos y estudiar tendencias.

Todos los datos almacenados en este punto estarán disponibles para el nivel de presentación del proyecto (ver apartado 3.2) que los utilizará para facilitar al usuario final distintas representaciones de la información disponible para facilitar su interpretación y la obtención de conclusiones.

3.2. BÚSQUEDA Y PRESENTACIÓN

El servicio de monitorización WatchTower presentará los resultados calculados a través de una página web pública. En este nivel se encontrarán todos los componentes implicados en el proceso que permite mostrar en la página la información almacenada en el sistema.

La arquitectura general del nivel de presentación es la mostrada en la Figura 2. Desde la página web se permitirá al usuario realizar consultas por distintos criterios (título, descripción, palabras clave, fechas de la última monitorización, resultados de alguna métrica, ...), por lo que es necesario un módulo de recuperación de información capaz de acceder tanto a la fuente de recursos como a la de monitorización.

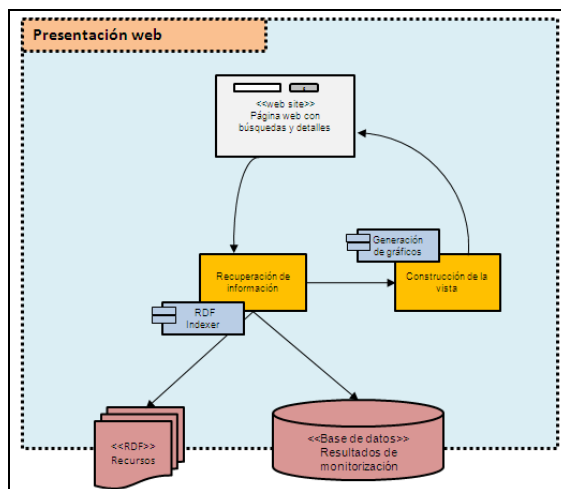


Figura 2. Arquitectura del nivel de presentación

Como ocurre con el nivel de procesamiento en el que dos fases de trabajo distintas (consultar servicios y procesar los resultados) se coordinaban compartiendo un repositorio de información, la presentación web se nutrirá de los resultados almacenados por el nivel inferior para interactuar con el usuario final. Esto permite que la recuperación de información se realice siempre sobre todos los datos disponibles en el almacenamiento común, de modo que se trabaja en todo momento incluyendo la información más reciente.

La presentación de resultados y de detalles de servicios concretos se basará en gráficos en informes que simplifiquen la interpretación de los números y las métricas tanto como sea posible. El objetivo es conseguir unas pantallas claras que ayuden al proveedor del servicio o al usuario que lo quiera emplear a decidir qué paso es el siguiente a dar.

3.3. MODELO DE DATOS

El modelo de datos que se utilizará para almacenar y gestionar toda la información que se irá generando durante la monitorización y análisis de los distintos servicios se construye como dos submodelos que tienen el servicio y sus operaciones concretas como recursos comunes.

En la Figura 3 se presentan las entidades más relevantes del modelo construido. Como se ha mencionado, tanto el servicio como la operación se relacionan con un resultado, mientras que el resto de elementos quedan divididos en dos partes. Una de esas partes (la que gira en torno al *servicio*) dará soporte al detalle de los recursos monitorizados y la otra (con elemento principal el *resultado*) hará lo propio con todos los apartados de la monitorización.

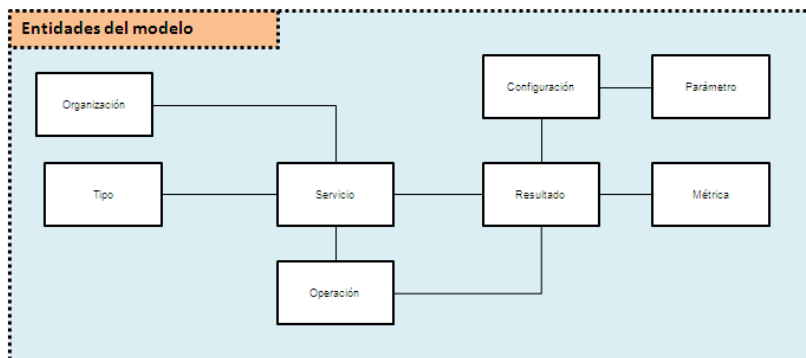


Figura 3. Principales entidades del modelo

Además, dado el auge y la utilidad que tiene el manejo de la semántica en la web se plantea incluir todo un entramado de relaciones entre recursos que permitan enriquecer el sistema de consultas, navegar entre

elementos y, lo que es más importante para este entorno de trabajo, realizar comparativas entre servicios que se puedan considerar *similares* (por ejemplo, la disponibilidad de dos servicios cuyo *bounding box* es similar y ambos se encuadran bajo una de las categorías de la temática 'medio ambiente'). Con este manejo de conceptos y tesauros y la aplicación de ontologías [5] se puede enriquecer el contexto de los servicios que se encuentren bajo monitorización, facilitando al usuario final de la web una información que quizá no existiera en origen, pero que es extremadamente útil a la hora de buscar servicios de un ámbito particular y todos aquellos que sean similares en algún sentido.

4. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

La funcionalidad de WatchTower abarca tanto el campo de la consulta y la recuperación de información como el del control de calidad de los servicios geográficos que conoce. Actualmente su trabajo se centra sobre servicios web estándar definidos por OGC¹, aunque su extensión a otros estándares utilizaría prácticamente el mismo diseño conceptual.

4.1. MONITORIZACIÓN NO INTRUSIVA

El sistema de monitorización no necesitará ningún tipo de permiso ni privilegio para obtener datos útiles acerca del comportamiento del servicio chequeado. WatchTower se servirá de las interfaces estándares y las operaciones que marca OGC para obtener información de tiempos, capacidades y disponibilidades, cubriendo así la mayor parte de las métricas que ha definido INSPIRE hasta la fecha. Algunas de estas métricas requerirán una monitorización intensiva del servicio (de las disponibles hasta el momento la de capacidad es la más evidente), y su realización solo se llevará a cabo previo acuerdo con el proveedor del servicio analizado, ya que puede suponer un riesgo de caída del servicio o un empeoramiento en sus prestaciones.

A diferencia de otros sistemas de monitorización que están pensados para ubicarse en el mismo equipo que el servicio a controlar (instalan clientes para recopilar la información dentro del mismo host), WatchTower se ha diseñado para ofrecer el máximo de información posible interfiriendo lo mínimo en el trabajo de los proveedores de servicios.

En la misma línea de no resultar agresivo para ningún servicio se dispondrá de un adecuado horario de chequeo, con frecuencias de consulta bajas que no perjudiquen el normal funcionamiento de los servicios más de lo que lo haría una petición estándar. Esta planificación de chequeos puede ser independiente para cada servicio, de modo que se podrán espaciar más las consultas a servicios más saturados y trabajar con la idea de seccionar resultados por franjas horarias (resultados durante horas de oficina, resultados por la noche e incluso resultados en festivos).

4.2. PORTAL DE BÚSQUEDA Y PRESENTACIÓN

La web ofrecerá al usuario una interfaz de consulta sencilla de usar pero que permitirá realizar la búsqueda por diversos criterios. Entre esos criterios se incluirán las consultas por métricas de calidad. Con esta posibilidad se facilita a los usuarios buscar servicios que encajen correctamente con sus necesidades puntuales, que pueden cambiar en cada momento.

Ejemplo de una consulta

Servicios con la palabra water en el título y con disponibilidad superior al 99% del tiempo

Entre los elementos que se integrarán en la interfaz del usuario destacarán el mapa, que servirá al mismo tiempo como criterio de búsqueda y como presentación de resultados; los resultados de una consulta que mostrará siempre servicios bien posicionados bajo alguno de los criterios de calidad; y un mapa de tópicos que ayudará a gestionar los resultados de un listado. Asimismo se mostrarán estadísticas generales de los servicios incluidos entre los resultados de una pregunta para poder refinar la consulta cómodamente.

El detalle de un recurso concreto que el usuario quiera consultar incluirá enlaces de navegación hacia otros recursos del modelo (ver Figura 3 en el apartado 3.3) relacionados con él: conceptos, organizaciones y estándares serán elementos a los que se podrá acceder desde la información de detalle del servicio para que el usuario pueda aprovechar la dinamicidad de un sistema desarrollado sobre la idea de Linked Data [6][7] .

¹ <http://www.opengeospatial.org/standards>

Desde la visión de un proveedor de servicio las funcionalidades de comparación de servicios similares supondrán una ayuda importante durante la toma de decisiones. Conocer el rendimiento de un servicio geográfico concreto puede ser útil, pero esa información adquiere mucho más valor cuando se sitúa en contexto comparándola con otros servicios geográficos.

En las figuras 4a y 4b se muestran dos gráficas que comparan los tiempos de respuesta de dos servicios geográficos. La Figura 5, por su parte, presenta el porcentaje de servicios alojados en cada dominio Web entre los resultados de una determinada consulta. Gracias a esta información un usuario encontrará de un vistazo características de los servicios que le resulten interesantes.

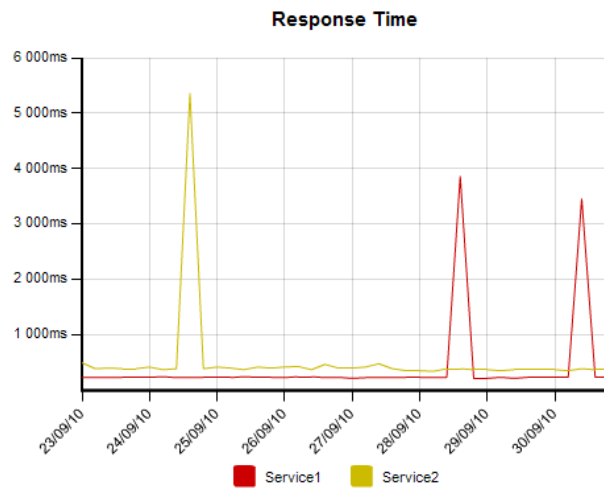


Figura 4.a

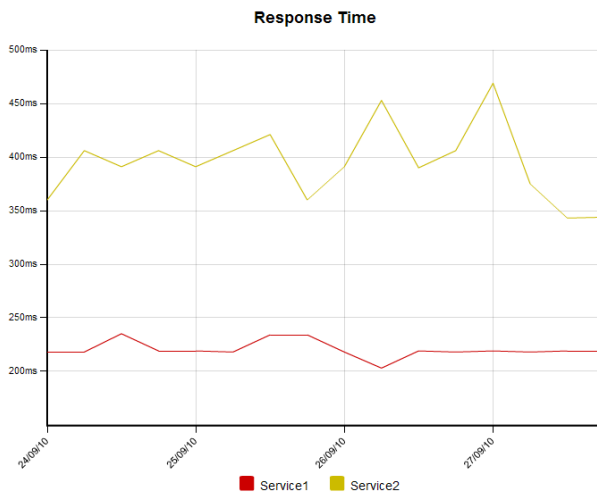


Figura 4.b

Figura 4. Comparativa de tiempos de respuesta de dos servicios

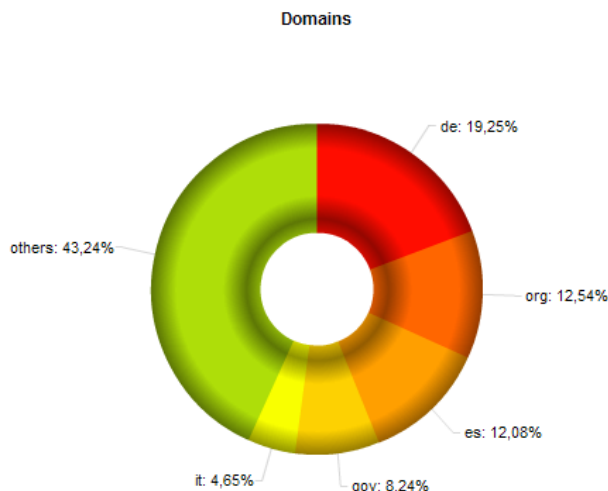


Figura 5. Porcentaje de servicios alojados bajo cada dominio Web

4.3. INTEROPERABILIDAD CON OTROS BUSCADORES

En WatchTower se dispondrá de información que puede ser útil no solo para ser accedida en la web del proyecto, sino también para ser incorporada en otros desarrollos o ser seguida mediante sindicación para conocer las últimas novedades del contenido.

En cualquiera de los dos casos anteriores es necesario contar con una interfaz a nivel de aplicación que permita la transmisión de los resultados en un formato conocido por ambas partes. Para que esto sea posible se hace imprescindible, por lo tanto, trabajar con una especificación que fije toda la interacción necesaria para conseguir la comunicación adecuada.

OpenSearch² es una de las especificaciones que mayor auge está teniendo en el campo de las búsquedas en la web. Esta especificación fue creada en 2005 y se ha ido extendiendo gradualmente hasta ser soportada actualmente por los principales navegadores web (internet explorer, google chrome, mozilla firefox) y otro software popular (wikipedia, windows7, cuil, gnome_do). Utilizando OpenSearch se puede poner a disposición de otros desarrolladores los resultados de nuestro motor de búsqueda, de modo que la información de monitorización calculada y gestionada por WatchTower pueda ser accedida y reaprovechada por aplicaciones externas de acuerdo a unos formatos prefijados.

Los formatos de intercambio que se proponen desde OpenSearch se codifican utilizando XML para dar respuestas tanto en formato RSS³ como ATOM⁴.

Ejemplo de respuesta de OpenSearch sobre RSS 2.0

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rss version="2.0"
  xmlns:opensearch="http://a9.com/-/spec/opensearch/1.1/"
  xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
<channel>
  <title>Example.com Search: New York history</title>
  <link>http://example.com/New+York+history</link>
  <description>Search results for "New York history" at Example.com</description>
  <opensearch:totalResults>4230000</opensearch:totalResults>
  <opensearch:startIndex>21</opensearch:startIndex>
```

² <http://www.opensearch.org/Home>

³ <http://www.rssboard.org/>

⁴ <http://datatracker.ietf.org/wg/atompub/charter/>


```
<opensearch:itemsPerPage>10</opensearch:itemsPerPage>
<atom:link rel="search" type="application/opensearchdescription+xml" href="http://example.com/opensearchdescription.xml"/>
<opensearch:Query role="request" searchTerms="New York History" startPage="1"/>
<item>
  <title>New York History</title>
  <link>http://www.columbia.edu/cu/lweb/eguids/amerihist/nyc.html</link>
  <description>
    ... Harlem.NYC - A virtual tour and information on
    businesses ... with historic photos of Columbia's own New York
    neighborhood ... Internet Resources for the City's History. ...
  </description>
</item>
</channel>
</rss>
```

OpenSearch cuenta además entre sus extensiones con una que contempla los aspectos geoespaciales que pueden tener los datos que se sirvan desde el repositorio. Esta extensión, denominada Geo⁵, ofrece parámetros para completar las consultas con restricciones espaciales. WatchTower implementará la especificación OpenSearch e incluirá esta extensión para ofrecer un soporte espacial a las aplicaciones que quieran hacer uso de su motor de búsqueda. Al hacerlo así se asegurará que las aplicaciones disponen de la misma potencia que los usuarios de la web en lo que a recuperación y acceso de información se refiere.

5. CONCLUSIONES

En el presente artículo se ha expuesto el trabajo realizado en el diseño de un sistema de monitorización de servicios web geográficos no intrusivo, que se basa en la petición de operaciones definidas por los estándares de OGC para recopilar información acerca del comportamiento de los mismos.

Este sistema ofrecerá sus resultados a través de una página web en la que se mostrarán gráficos y detalles de los servicios monitorizados. Además, dispondrá de una interfaz OpenSearch para que otras aplicaciones puedan aprovechar el motor de búsqueda sobre los datos obtenidos y permitir así la interoperabilidad con otros servicios y aplicaciones que sigan la citada especificación.

Hay que reseñar, por último, que el objetivo de todo el servicio de monitorización es ayudar a usuarios y proveedores a conocer los rendimientos reales de los servicios geográficos OGC que manejan. Además, considerando que estas medidas debían ajustarse a alguna normativa de monitorización que definiese el concepto de *calidad*, el diseño de WatchTower se apoya en la directiva INSPIRE para clasificar los distintos tipos de servicio de acuerdo a las métricas que definen sus documentos. Utilizando las guías ofrecidas por INSPIRE y añadiendo aquellas nuevas normas que se vayan incluyendo en el futuro dentro de la directiva, WatchTower será capaz de valorar el punto en el que se encuentra un determinado servicio respecto de las normas de calidad fijadas por la directiva.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha estado parcialmente financiado por el Gobierno de España mediante de los proyectos TIN2009-10971 y "España Virtual" (a través del Centro Nacional de Información Geográfica y GeoSpatiumLab, ref. CENIT 2008-1030), y del Gobierno de Aragón a través del proyecto PI075/08. El trabajo de Rodolfo Rioja ha sido cofinanciado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (programa Torres Quevedo ref. PTQ06-2 0790). El trabajo de Silvia Laiglesia ha sido cofinanciado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (programa Torres Quevedo ref. PTQ06-2_0798).

⁵ http://www.opensearch.org/Specifications/OpenSearch/Extensions/Geo/1.0/Draft_2

REFERENCIAS

- [1] IOC TASK FORCE NETWORK SERVICES. *Technical Guidance to implement INSPIRE View Services*, version 2.12. Disponible en: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/Technical_Guidance_View_Services_v2.12.pdf
- [2] COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. *Commission Regulation (EC) N° 976/2009 of 19 October 2009 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards the Network Services*. Official Journal of the European Union, OJ L 274, 20.10.2009. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:274:0009:0018:EN:PDF>
- [3] NETWORK SERVICES DRAFTING TEAM. *Draft Technical Guidance for INSPIRE Coordinate Transformation Services*, version 2.0. Disponible en: [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/INSPIRE_Draft_Technical_Guidance_Coordinate_Transformation_\(Version_2.0\).pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/INSPIRE_Draft_Technical_Guidance_Coordinate_Transformation_(Version_2.0).pdf)
- [4] HOWARD, Marck; PAYNE, Simon; SUNDERLAND, Richard. *Technical Guidance for the INSPIRE Schema Transformation Network Service*, version 2.0. Disponible en: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/JRC_INSPIRE-TransformService_TG_v2-0.pdf
- [5] LACASTA, Javier; NOGUERAS, Javier ; ZARAZAGA, Francisco Javier. "Terminological Ontologies Design, Management and Practical Applications", editorial Springer, isbn: 978-1-4419-6980-4. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-6981-1>
- [6] BIZER, Christian; HEATH, Tom; BERNERS-LEE, Tim. "Linked Data - The Story So Far". *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, vol. 5, n° 3, 2009. 1-22 pp. Disponible en: <http://tomheath.com/papers/bizer-heath-berners-lee-ijswis-linked-data.pdf> .
- [7] HAUSENBLAS, Michael. "Exploiting Linked Data to Build Web Applications". *IEEE Internet Computing*, vol. 13, n° 4, 2009. 68-73 pp. doi:10.1109/MIC.2009.79.

CONTACTOS

Miguel USÓN
muson@unizar.es
Universidad de Zaragoza
Departamento de Informática e
Ingeniería de Sistemas

Francisco Javier LÓPEZ
fjlopez@unizar.es
Universidad de Zaragoza
Departamento de Informática e
Ingeniería de Sistemas

Pedro MURO
pmuro@unizar.es
Universidad de Zaragoza
Departamento de Informática e
Ingeniería de Sistemas

Rodolfo RIOJA
rodolfo@geoslab.com
GeoSpatiumLab s.l.

Silvia LAIGLESIA
silviaalm@geoslab.com
GeoSpatiumLab s.l.

Javier NOGUERAS
jnog@unizar.es
Universidad de Zaragoza
Departamento de Informática e
Ingeniería de Sistemas