

RAYMAN UN EJEMPLO DE INTEROPERABILIDAD A TRAVÉS DE ESTÁNDARES GEO-ESPACIALES DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.

Miguel Á. Manso Callejo⁽¹⁾, Roberto de la Fuente Pérez⁽²⁾, Francisco J. Moreno Marimbaldo⁽²⁾

⁽¹⁾ Dpto. Ing. Topográfica y Cartografía, UPM, Ctra de Valencia Km7 Madrid 28031, ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía, m.manso@upm.es

⁽²⁾ Red Eléctrica de España S.A.U., Paseo del Conde de los Gaitanes, 177 Alcobendas 28109 rfuelle@ree.es fmoreno@ree.es

Resumen

La observación de los fenómenos atmosféricos permite conocer además del clima de una región, los meteoros que se producen en ella. La utilidad de la información recolectada, unida a su posición, es notoria en muchas actividades profesionales relacionadas con la edificación, la construcción, la aeronáutica, las ciencias de la vida, la fauna, la flora, el turismo, las ciencias del mar, la agricultura, la biología así como para las energías renovables. El acceso a las observaciones meteorológicas mediante estándares geo-espaciales, como los definidos por el OGC, permite que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) puedan usar dichos datos conjuntamente con otros para generar productos de valor añadido o herramientas de ayuda en la toma de decisiones.

En este trabajo se enumeran algunos campos de aplicación de la meteorología y se describen dos iniciativas gubernamentales a nivel Europeo y nacional que persiguen el acceso estandarizado a la información, así como la interoperabilidad. Una vez expuesto el marco normativo que se avecina, se describe la actividad de estandarización geo-espacial promovida por el consorcio OpenGis (OGC) y en especial el acceso Web a las observaciones de los sensores. A continuación se describen las principales formas de diseminación de la información meteorológica utilizadas actualmente: imágenes, tablas, meteogramas, rosas de los vientos, etc., para identificar varios casos de uso en los que estos tipos de acceso no satisfacen las necesidades. Se presenta la solución diseñada para Red Eléctrica de España S.A. en el proyecto de I+D+i RAYMAN, para la carga periódica de información en un almacén de datos espaciales, la posibilidad de explotarla tanto directamente, mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), como mediante servicios OGC. El trabajo finaliza con la enumeración de los resultados obtenidos y las conclusiones. Éstas apuntan la necesidad de que las agencias meteorológicas ofrezcan las observaciones realizadas por estaciones automáticas mediante servicios Web estandarizados e interoperables.

Introducción

Desde un punto de vista ingenieril tradicional los datos y los métodos de cálculo usados para determinar los tipos de drenajes superficiales, para determinar si un determinado edificio requiere un sistema de protección contra rayos, para el cálculo de las zonas climáticas o severidades climáticas tanto de verano como de invierno, la distribución y presión del viento en determinadas construcciones o la determinación de la radiación solar para el cálculo de captadores térmicos en edificación, se realizan en base a expresiones bien documentadas que hacen uso de datos meteorológicos agregados temporalmente y extrapolados espacialmente. Más concretamente hablamos de mapas de isoclimáticas, mapas de densidad de rayos sobre el terreno, tablas de severidad climática por provincias, rosas de los vientos numéricas, tablas de vientos dominantes, mapas de isoclimáticas de intensidades de precipitaciones y curvas de corrección por escorrentías.

Aunque en algunos casos la propia administración admite la justificación de cálculos ingenieriles basándose en datos meteorológicos adquiridos por métodos empíricos cuando estos están contrastados, lo comúnmente aceptados son los datos oficiales proporcionados por la AEMET y en otros casos por otros ministerios y organismos públicos.

Existen múltiples estudios relacionados con la información que maneja la administración y, la sociedad en general, que ponen de manifiesto algo muy conocido en el contexto de la meteorología como es el hecho de que la observación y medida de los fenómenos atmosféricos está relacionado con el territorio y con su posición. Este hecho ha sido ya expuesto al identificar actividades ingenieriles de la construcción y edificación que dependen de una componente espacial a través de la meteorología.

El hecho de que muchas decisiones administrativas, y estratégicas, tanto del sector público, como del privado, estén relacionadas con el territorio está motivando que en el contexto de la información

geográfica y los sistemas que son capaces de procesar dicha información se estén produciendo importantes cambios. Estos cambios están encaminados a: 1) facilitar la interoperabilidad entre los sistemas que capturan, almacenan, custodian o simplemente explotan la información geográfica; 2) descentralizar la responsabilidad de la captura y mantenimiento de los datos al organismo responsable de los mismos que mejor pueda hacerlo.

La iniciativa gubernamental que promueve este cambio en el marco geográfico Europeo es INSPIRE promoviendo la infraestructura de información espacial (IDE) como Directiva del Parlamento Europeo (Directiva 2/2007 de la CE y el Parlamento de 14 de marzo de 2007).

Dicha directiva establece en su anexo tercero con orden 24 el tema 'objetos geográficos meteorológicos' y hace referencia expresa a las condiciones meteorológicas y sus medidas, las precipitaciones, temperaturas, evapotranspiración, velocidad del viento y dirección. El hecho de que este conjunto de datos sea menos prioritario por pertenecer al anexo III solo otorga un poco más de tiempo para su incorporación en la IDE.

En lo relativo a la interoperabilidad, el proyecto de real decreto que regula el esquema nacional de interoperabilidad define interoperabilidad como: "la capacidad de los sistemas de información y de los procedimientos a los que éstos dan soporte, de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos. Resulta necesaria para la cooperación, el desarrollo, la integración y la prestación de servicios conjuntos por las Administraciones Públicas; también facilita la ejecución de las diversas políticas públicas, la realización de diferentes principios y derechos, así como la transferencia de tecnología y la reutilización de aplicaciones facilitando el desarrollo de la administración electrónica y de la sociedad de la información" (MAP, 2009). Atendiendo a esta definición parece evidente que existe un interés por facilitar el intercambio, la cooperación y la prestación de servicios conjuntos y la administración electrónica de la información.

La interoperabilidad de los sistemas que comparten datos en una IDE requiere que se utilicen estándares tanto para codificar los datos, como para describirlos mediante metadatos o para posibilitar el acceso a los datos. Desde el punto de vista de las IDE los datos obtenidos por las estaciones meteorológicas deben de ofrecerse utilizando los estándares definidos por el *OpenGeospatial Consortium* (OGC) para facilitar el acceso en Web a datos de sensores (SWE).

Servicios OGC relacionados

El OGC describe en el documento modelo de referencia (*OGC Reference Model-ORM*) las ventajas de la interoperabilidad (o los problemas de la no interoperabilidad (Reichardt, 2004)), los beneficios de los estándares abiertos y el retorno de la inversión derivada del uso de estándares (Reed, 2004). OGC define un conjunto de documentos técnicos que describen los modelos de datos, las codificaciones de los Sistemas de referencia espaciales, las codificaciones de las consultas, las reglas y estilos de visualización de los datos y un conjunto de especificaciones que definen un conjunto de servicios Web geo-espaciales (Percivall et. al., 2008).

Los servicios Web OGC más aceptados son el servicio de Mapas (WMS), el servicio de objetos vectoriales (WFS), el servicio de coberturas matriciales (WCS) y el servicio de catálogo (CS-W). Otros servicios que están siendo aceptados y desarrollándose en la actualidad son los servicios de procesamiento (WPS) y el conjunto de servicios relacionados con los sensores SWE.

Los servicios WMS, permiten obtener imágenes que contienen la representación gráfica de los objetos geográficos de un contexto espacial, temporal y de estrato, pertenecientes a un conjunto de capas de datos tanto matriciales (imágenes) como vectoriales, superpuestas en un determinado orden y tras aplicar un conjunto de reglas de representación. Se trata de un servicio básico que permite tanto evaluar la aplicabilidad de un conjunto de datos como para representar escenarios bien sean reales o simulados. El servicio permite, opcionalmente, acceder a la información alfanumérica asociada a los objetos geográficos mostrados en un pixel de la escena.

Los servicios WFS, permiten consultar y descargar objetos vectoriales de un determinado tipo, que cumplan un conjunto de restricciones tanto espaciales, como topológicas, aritméticas y lógicas. El resultado de las consultas serán, generalmente, documentos XML y en especial GML (*Geographic Markup Language*). Para poder explotar correctamente los datos ofrecidos por el servicio, existe una operación que describe el esquema de datos utilizado en el almacén; de este modo los usuarios pueden realizar consultas relacionadas con el tipo de geometría o por los valores de los atributos. Existe una versión transaccional del servicio (WFS-T) que permite realizar inserciones, actualizaciones y borrado de datos en el almacén remoto de datos vectoriales.

El servicio WCS, permite seleccionar y descargar datos matriciales asociados a una determinada cobertura identificando criterios espaciales,

temporales y de rango (banda). Este servicio, al igual que el WFS, dispone de una operación que permite a los usuarios consultar el esquema de aplicación de las coberturas, obteniendo de este modo la información necesaria para su correcto uso. Una capacidad destacable del servicio es la de realizar muestreos e interpolaciones para adaptar la resolución espacial de la cobertura demandada frente a la almacenada.

Un aspecto común y deseable de los servicios enumerados es la capacidad de gestionar distintos tipos de sistemas de referencia espaciales (sistemas de coordenadas) y la capacidad de ofrecer distintos formatos de intercambio de datos en las consultas (*on-the-fly*).

El servicio de catálogo CSW permite localizar datos y servicios que ofrecen datos o procesamiento, en base a la información que los describe (metadatos). El servicio de catálogo proporciona a los usuarios las herramientas de consulta necesarias para localizar un registro que cumple las restricciones impuestas por los mismos, acceder a los metadatos que cumplen las restricciones y la información necesaria para que el mismo pueda analizar su aplicabilidad, obtener la información necesaria para poder acceder a los mismos y conocer las características que permitirán su uso. En muchos casos, los usuarios no están interesados en el acceso a los datos en bruto, sino que desean poder acceder a un conjunto más reducido de datos (resultados de una consulta). En estos casos el usuario explotará el catálogo buscando servicios de descarga de datos inteligentes (WFS, WCS y otros como SOS).

Los servicios basados en localización (OpenLS) que define el OGC tienen por objeto estandarizar las interfaces de acceso a servicios de cálculo de rutas entre dos puntos y los servicios de geo-codificación directa, e inversa, de puntos de interés (POI) o de direcciones postales.

Las especificaciones relacionadas con el acceso Web a Servicios de Sensores (SWE) tienen por objeto definir una infraestructura común de formatos de datos, metadatos y descripciones así como de servicios que permitan descubrir o registrar sensores, acceder a los datos captados por los mismos, programar alertas y notificaciones asociadas a valores umbrales y la planificación de las capturas de observaciones. Se trata de las especificaciones TransducerML y O&M y SensorML, SOS, WNS y SAS y finalmente SPS.

El servicio más importante de SWE es el servicio de acceso a las observaciones (SOS). El servicio ofrece operaciones que permiten conocer los procedimientos de captura asociados a los fenómenos que se están registrando, acceder a los

metadatos que describen dichos sensores y acceder a los datos captados por un sensor en una posición y en un tiempo determinado. El resultado de este tipo de consultas se entrega al usuario codificado en el formato de intercambio de observaciones y medidas (O&M) y pueden llegar a ser flujos de datos.

El servicio de Alerta de sensores (SAS) permite definir el mecanismo de comunicación o notificación de avisos que se disparan cuando el valor de la observación asociada a un fenómeno, o procedimiento, supera un determinado umbral. Este servicio trabaja coordinadamente con el servicio de notificaciones, de modo que los usuarios se suscriben para que se les comunique el evento por medios síncronos y asíncronos, Web o telefónicos.

La siguiente figura 1 muestra el esquema de tres niveles en el que se modelan las capas de datos, servicios y de aplicación.

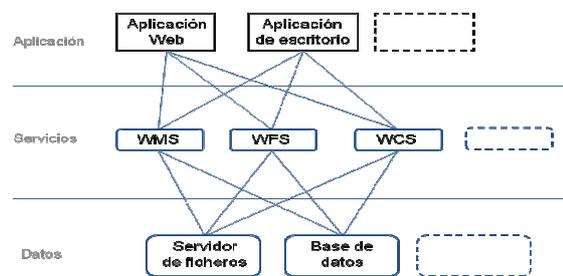


Fig. 1.- Arquitectura de tres niveles

Acceso actual a las observaciones meteorológicas

Los usuarios interesados en el uso de las observaciones atmosféricas ofrecidas por organismos públicos como la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), la red de estaciones permanentes del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR) y las estaciones meteorológicas de la Dirección General de Tráfico o de otras redes no profesionales de estaciones automáticas como Meteoclimatic, ofrecen información climática en tiempo real y datos históricos en la Web en forma de páginas dinámicas. En unos casos los datos mostrados son tablas y en otros son gráficos generados a partir de las observaciones. Sin duda alguna esta información es útil y es un logro importante para la sociedad de la información. Sin embargo, este tipo de difusión de la información meteorológica solo está diseñada para ser interpretada y usada por personas: tablas de datos, gráficos con forma de mapa sobre los que se representan con símbolos y números las condiciones meteorológicas, gráficos dinámicos que muestran las descargas eléctricas, imágenes de satélite de baja resolución, imágenes radar, gráficos de tipo rosa de los vientos, etc. En las figuras de la 2 a la 7 se muestran algunos ejemplos.

FECHA	Tm °C	TMA °C	tma °C	Hr %	Hrmax %	Hrmin %	RS MJ/m ²	V m/s	HS horas	P mm	ET ₀ mm
06/01/2010	5.4	7.3	1.9	79.2	93.0	62.9	5.44	3.3	8.2	0.2	1.0
07/01/2010	2.8	5.0	-0.3	92.3	97.6	81.6	1.41	2.5	0.0	13.8	0.6

Fig. 2.- Datos tabulares (Origen SIAR Castilla la Mancha)



Fig. 3.- Observación del tiempo (Origen AEMET)

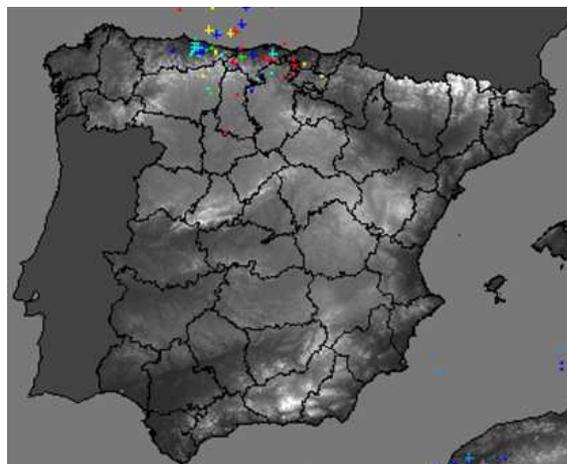


Fig. 4.- Rayos detectados en periodos de 6 horas (origen AEMET)

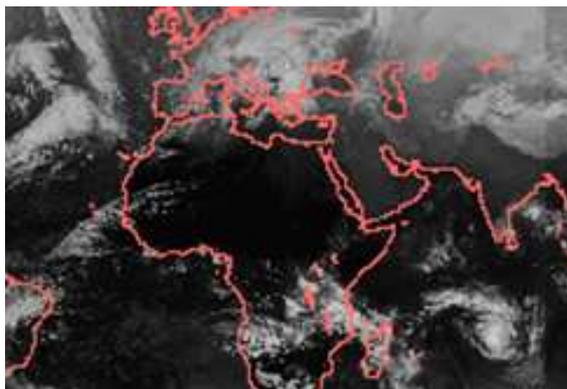


Fig. 5.- Imágenes de satélite (Origen AEMET)

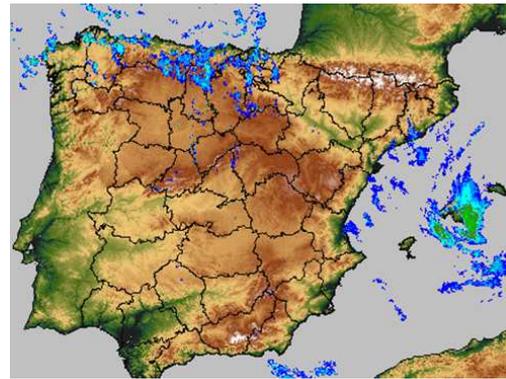


Fig. 6.- Imágenes radar (Origen AEMET)

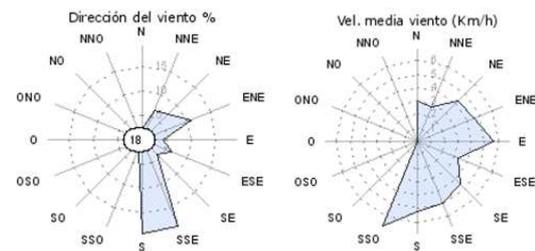


Fig. 7.- Gráfico Rosa de los vientos (Origen Meteoclimatic)

Además un número significativo de usuarios profesionales necesitan que los datos procedan de fuentes confiables y públicas. Estos usuarios profesionales: ingeniería, arquitectura, científicos, abogacía, agrónomos, biólogos, y los meteorólogos necesitan otros tipos de acceso a la información. En muchos casos se necesita obtener series temporales de datos para poder realizar estudios de densidades, niveles isoceraúnicos, pluviometrías medias, etc. En estos casos muchas de las organizaciones prevén la posibilidad de acceder, bien sea de forma gratuita o mediante pago, a los datos almacenados en archivos de texto, hojas de cálculo e incluso en formato de bases de datos.

Otro grupo de usuarios más exigentes necesitan acceder en tiempo cuasi-real a las observaciones. En este grupo de usuarios se incluyen los gestores de infraestructuras de transporte y comunicaciones, gas, electricidad, telecomunicaciones, unidades de emergencias, etc. El conocimiento inmediato de determinados eventos meteorológicos permite discriminar causas de fallos en los sistemas en unos casos y, en otros quizás más importantes, poder tomar decisiones de operación de las infraestructuras en base a las mismas.

Por ejemplo el conocimiento en tiempo real de la velocidad del viento en distintas regiones, permitiría inferir la capacidad de generación de los parques eólicos y equilibrar el consumo con la producción con otros tipos de fuentes energéticas.

Otro caso para el que el conocimiento en tiempo real de las descargas de rayos permite inferir la

evolución de una tormenta y disponer de información anticipada para que la organización pueda actuar preventivamente en esas zonas.

El ejemplo más utilizado para destacar la importancia del acceso en tiempo real a la información meteorológica son las gestiones de contingencias por catástrofes: incendios, inundaciones, etc. La capacidad de acceso a la información de temperatura, viento, humedad de una determinada zona puede ayudar en las tareas de planificación y actuación de las brigadas de emergencias.

Como último ejemplo, citar la gestión del tráfico aéreo. Como se ha expuesto recientemente en Toulouse en el segundo *Workshop* sobre el uso de los estándares de la Información Geográfica y OGC en meteorología por dos representantes de EUROCONTROL, el acceso en tiempo real a los datos y la fusión dentro de los sistemas de gestión y toma de decisiones es un pilar estratégico del proyecto Europeo SESAR (Lepori, H. y Hart D. 2009).

Todos los ejemplos expuestos comparten un común denominador; en todos ellos, es tan importante el acceso a los datos meteorológicos como los geográficos que permitan posicionar, representar, calcular y tomar decisiones relacionadas con el espacio.

Solución intermedia

Entre los servicios que ofrece actualmente AEMET se encuentran la transferencia de datos climáticos por horas, la detección de rayos en tiempo real, los resúmenes diarios y mensuales, gráficos, etc. La entrega de los últimos datos se realiza mediante transferencia de archivos por internet, estableciendo un buzón ftp en el que la agencia los deposita.

Algunas organizaciones, tanto públicas como privadas, se ven obligadas a desarrollar soluciones informáticas que les permita almacenar y explotar en tiempo real, o definiendo ventanas de tiempo a su medida, dichos datos para relacionarlos con otras variables de su lógica de negocio. El hecho de almacenar de forma acumulativa los datos les permite mantener un histórico de datos que pueden explotar posteriormente.

Este es el caso de Red Eléctrica de España (REE), usuario de los datos meteorológicos y de detección de rayos de la AEMET. Las áreas interesadas se clasifican en dos grupos. El primero tiene que ver con las consecuencias que tienen los factores meteorológicos en la operación de la red y el transporte de energía eléctrica, y el segundo con el

tratamiento, análisis y difusión de la información dentro de la compañía. Al primer grupo pertenecen la Dirección de Mantenimiento de Instalaciones, y la Dirección de Operación. Al segundo grupo pertenecen el Departamento de Estadística e Información, encargado de la publicación de diversos informes periódicos y el análisis estadístico de los datos sobre la Red de Transporte; y el Departamento de Medio Ambiente donde reside la unidad de Gestión Cartográfica que publica este tipo de información como una capa más en los sistemas corporativos.

La aplicación que se ha desarrollado desde la UPM para REE en el marco del proyecto RAYMAN, realiza las siguientes operaciones: a) mediante un servicio residente en un ordenador se realiza una conexión con el servicio ftp cada 5 minutos (frecuencia con la que se depositan los datos de observación de rayos) y se procesan todos los archivos que contienen información de los últimos cinco minutos de rayos. El proceso consiste en determinar si la posición estimada del rayo está en las proximidades de un circuito de transporte de energía eléctrica. Se determinan espacialmente la provincia y demarcación territorial de mantenimiento asociadas al rayo para facilitar su posterior explotación y se almacena en un sistema de gestión de base de datos espacial. Cuando se dispone de información climática diaria por horas se procesa dicha información y se almacena en un conjunto de tablas de la misma base de datos, aunque sin componente espacial. La posición de las observaciones se establece mediante una vista en la que se relaciona el identificador de la estaciones con el de las observaciones. Con este conjunto de operaciones se consigue almacenar la información en un sistema local una vez adaptados los datos para su explotación. La figura 8 muestra gráficamente este conjunto de pasos y la arquitectura usada.

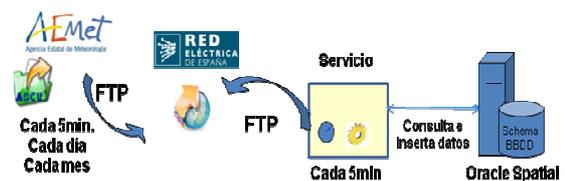


Fig. 8.- Arquitectura de carga de datos

A partir de dicho almacén de datos se pueden realizar distintos análisis tanto temporales como espaciales utilizando aplicaciones SIG de escritorio que sean capaces de manejar la información almacenada en la base de datos.

También se pueden desarrollar aplicaciones sencillas en entorno Web que muestren los resultados de determinadas consultas sobre la información meteorológica tanto gráficamente, en forma de mapa que combine ésta información con la propia de la

organización, como alfanumérica que permita realizar selecciones simples para obtener la información alfanumérica asociada. Para realizar esta aplicación Web también se puede utilizar un servicio Web de mapas (WMS).

Finalmente, para mostrar cómo obtener mapas (no solo imágenes) de isoclinas asociadas a distintos fenómenos atmosféricos, se está desarrollando un servicio de procesamiento (WPS) que sea capaz de recibir una colección de coordenadas asociadas a estaciones meteorológicas y los valores de las observaciones del fenómeno, para generar curvados con los puntos en los que el valor interpolado para el fenómeno es constante. Este resultado podrá combinarse con otras fuentes de información y podrá utilizarse para realizar otros tipos de análisis espaciales ligados al fenómeno tratado. La figura 9 muestra gráficamente la arquitectura diseñada para ofrecer los servicios de consulta en Web.

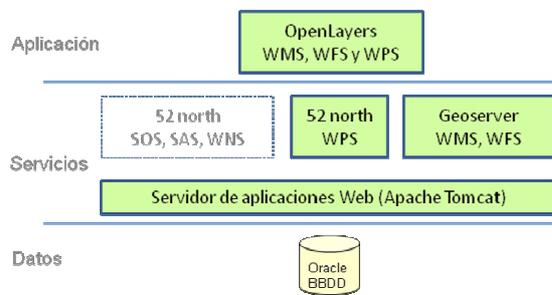


Fig. 9.- Arquitectura de servicios y aplicaciones implementada

La figura 9 también muestra los servicios SOS, SAS y WNS que se pretende desarrollar próximamente en base a la información que se recoge periódicamente para ofrecer servicios de alertas y notificaciones; se permite acceder a los datos de sensores mediante los protocolos definidos en el OGC para este tipo de servicios.

Llegado este punto y antes de finalizar con las conclusiones de este trabajo, se desea enumerar algunas ideas que han sido presentadas y debatidas en el último Workshop sobre meteorología en Toulouse. Jozef Matula en su ponencia sobre la explotación de servicios web para aplicaciones meteorológicas, descarta, o pone en duda, el uso de los servicios WFS y SOS por el volumen de datos a manipular y la complejidad de los formatos (GML y O&M), aunque sea descarguen datos en bruto para su tratamiento o representación. En otros casos si sugiere el uso de WFS para descargar isoclinas al considerarlas objetos vectoriales. Su propuesta pasa maximizar la explotación de las capacidades del servicio WMS, de modo que el cliente necesite poca lógica.

Resultados

La solución técnica diseñada, e implementada dentro del proyecto RAYMAN para REE, además de cargar automáticamente la información meteorológica recibida de la AEMET en un almacén de datos espaciales y permitir su uso desde herramientas de análisis de escritorio (SIG) por parte de usuarios avanzados, permite mostrar resultados gráficos de consultas frecuentes para usuarios ajenos al mundo de la información geográfica. Por tanto se consigue satisfacer las necesidades de los usuarios que se planifican infraestructura y los usuarios que se encargan de su monitorización y mantenimiento.

Desde el punto de vista de la interoperabilidad, la solución implementada ofrece, para su explotación, la información meteorológica a través de estándares geo-espaciales WMS, WFS y WPS actualmente y próximamente podrá ofrecer servicio de acceso a las observaciones utilizando la especificación SOS definida por el OGC. El hecho de utilizar estándares y proyectos de software libre que demuestran la viabilidad de los mismos, nos permite superponer la información meteorológica obtenida de AEMET sobre cartografía propia de REE, sobre cartografía accesible mediante servicios WMS en la IDE de España, además de la cartografía de Google, Bing, Yahoo y otros proveedores de mapas en internet. Como ejemplo se muestra la Figura 10; en ella que se puede observar la cartografía de Google sobre la que se ha superpuesto la información de temperatura disponible para el día 7 de enero de 2010.



Fig. 10.- Ejemplo cliente Web

Conclusiones

La primera conclusión y más importante es el beneficio de la interoperabilidad y del uso de estándares en el intercambio o acceso a la información. Los estándares abiertos permiten alcanzar la interoperabilidad de un modo más rápido. Demostración de ello son los proyectos de software libre desarrollados por comunidades de usuarios heterogéneos y dispersos geográficamente

capaces de demostrar con hechos las funcionalidades y las ventajas de los mismos.

La segunda conclusión, también importante, es la carencia de interoperabilidad y estandarización en el acceso a la información meteorológica tanto en España como en el resto de países Europeos y mundiales. Solo algunas organizaciones están desarrollando pruebas de viabilidad para ofrecer dicha información de un modo interoperable mediante servicios geo-espaciales estandarizados. Los desarrollos realizados en el proyecto RAYMAN podrían haberse reducido, sensiblemente, si el acceso a la información meteorológica estuviese estandarizado. Debemos destacar que la estandarización y la interoperabilidad no están reñidas con las políticas de acceso y uso de los datos, pudiéndose establecer tasas o precios por el acceso a los datos o el uso de los servicios.

Si se ofrece la información meteorológica utilizando estándares OGC (WMS, WFS, SOS), se pueden desarrollar nuevos servicios de valor añadido sobre dicha información, que daría respuesta a la administración, profesionales y particulares; además de alinearse con las agencias meteorológicas Europeas y mantener el liderazgo en la implantación de INSPIRE, se caminaría en la línea que define el proyecto de real decreto sobre el esquema de interoperabilidad nacional.

Agradecimientos

El servicio de carga periódica de datos meteorológicos y los servicios de mapas, de objetos y de procesamientos, así como los clientes Web, son propiedad de Red Eléctrica de España S.A. y su diseño e implementación se ha realizado a través del convenio específico “para el proyecto I+D+i RAYMAN” suscrito con la Universidad Politécnica de Madrid.

Referencias

Lepori, H y Hart, D. 2009. The future ATM System MET and OGC. 23-25 Noviembre 2009. Toulouse Francia. <http://www.meteo.fr/cic/meetings/gis-ogc/>

MAP 2009. Proyecto de Real Decreto por el que se regula el Esquema Nacional de Interoperabilidad. Versión 15 Julio 2009. Documento accesible en la Web: http://www.csae.map.es/csi/pdf/20090715_proyecto_RD_ENI_cn.pdf

Percivall, G., Reed, C., Leinenweber, L., Tucker, C. y Cary, T., 2009. OGC Reference Model.

Documento accesible en la Web: <http://www.opengeospatial.org/standards/orm>

Reed, C. 2004. Integrating Geospatial Standards and Standards Strategies Into Business Process. Documento accesible en la Web: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=5098&version=2&format=pdf

Reichardt, M. 2004. The Havoc of Non-Interoperability. Documento accesible en la Web: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=5097