

Servicio SOS de datos de calidad del aire

SOS implementation of air quality data

Xalo Fernández⁽¹⁾ y María Soledad Gómez⁽²⁾

REVISTA **MAPPING**
Vol. 26, 181, 14-22
enero-febrero 2017
ISSN: 1131-9100

Resumen

Algunos conjuntos de datos ambientales están formados por series temporales de observaciones de sensores y estaciones de medida. Las características de esta información (alta frecuencia de actualización, estructura de datos centrada en la observación, formación de series temporales) hacen que no encaje bien en las formas de implementación recomendadas hasta ahora por las guías técnicas de INSPIRE para servicios de descarga. Por otro lado, el estándar de interfaz de servicio web Sensor Observation Service (SOS) es el más adecuado para la publicación de este tipo de datos.

Este problema fue detectado por INSPIRE, que ha completado una actualización de la guía técnica INSPIRE de servicios de descarga que incluye la implementación mediante SOS y ha financiado el desarrollo de una extensión de la aplicación de referencia para servicios SOS de OGC que hace que el servicio sea conforme con INSPIRE.

En España, el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) es el responsable de algunos de estos conjuntos de datos y de su publicación conforme a la Directiva INSPIRE. El MAPAMA ha decidido publicar los datos de las redes españolas de observación de calidad del aire a través de un servicio de descarga con interfaz SOS. El reto consiste en dar acceso a un gran volumen de datos, que se actualizan casi en tiempo real y que cumplen los requisitos INSPIRE. El servicio se ha implementado con herramientas de código abierto que incluyen una aplicación cliente de visualización para explorar la información.

Abstract

Some important environmental datasets, included in INSPIRE themes, are composed of time series of sensor observations and measurement stations records. The structure of this information (near real time updates, observation focused data, large time series of information) makes not suitable for its download the so far service interfaces recommended by the technical guidelines of INSPIRE Download Services. In the other hand, OGC's Sensor Observation Service (SOS) interface standard is the most appropriate way to publish this type of data.

This issue was noted by the INSPIRE initiative, which has dedicated a task of its Maintenance and Implementation Group (MIG) to the extension of Download Services for observation data. This activity has developed an update of INSPIRE technical guidelines on Download Services including SOS implementation and has funded the development of an extension of the OGC SOS reference implementation that makes this service INSPIRE compliant.

In Spain, the Ministry of Agriculture, Food and Environment (MAPAMA) is responsible for some of these datasets and so for publicly providing them following INSPIRE Directive. In this context, MAPAMA has decided to publish the records of its air quality network through a SOS download service. The challenge is to give access, in a straightforward and fast way, to a large amount of data, being updated in near real time and in an INSPIRE compliant format. The service has been built with open source tools and includes a view client application to allow users to explore the information through maps and charts.

Palabras clave: SOS, servicios de descarga, calidad del aire, redes de sensores, INSPIRE, MAPAMA, medio ambiente.

Keywords: SOS, download service, air quality, sensor networks, INSPIRE, MAPAMA, environment.

S.G. de Sistemas Informáticos y Comunicaciones. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA)

⁽¹⁾xfernandez@magrama.es

⁽²⁾msgomez@magrama.es

Recepción 23/11/2016

Aprobación 19/12/2016

1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) gestiona o recopila información de distintas redes de sensores y estaciones de medida que producen información ambiental localizada de interés, tanto para los profesionales relacionados con cada temática como para la sociedad en general.

El marco normativo actual (Ley 19/2013, 2013; Ley 27/2006, 2006; Ley 18/2015, 2015), y la propia intención del Ministerio, promueven el acceso a la información pública y la transparencia, estableciendo la necesidad de generar servicios apropiados para la descarga de estos datos.

Partiendo de estas premisas y con el objetivo de proporcionar al público los datos originales de las redes de medida de calidad del aire existentes en España en tiempo real, el MAPAMA ha desarrollado un servicio web de interfaz SOS (*Sensor Observation Service*). Este artículo describe el proceso seguido para la toma de decisión acerca de las características del servicio, su diseño e implementación, además de hacer un breve análisis de la especificación SOS (*Sensor Observation Service*, 2012) y la aplicación informática utilizada.

2. ¿POR QUÉ SOS?

Al diseñar este servicio de datos es necesario tener en cuenta, por un lado, que se trata de información geográfica, sujeta al proceso normalizador de la Directiva INSPIRE (INSPIRE, 2017); y, por otro, las propias características específicas de esta información: estructura de datos organizada en torno al concepto de observación, alta frecuencia de actualización, formación de series temporales de datos y existencia de gran número de registros.

El cumplimiento de la normativa INSPIRE exige el uso de servicios de red estándar de descarga de datos. La versión actual de la Guía técnica para la implementación de servicios INSPIRE de descarga (INSPIRE Download Services, 2013) incluye los servicios basados en Atom y WFS como las tecnologías de descarga de datos conformes con INSPIRE. Estos dos tipos de interfaz de servicio son adecuados para los conjuntos de datos vectoriales en los que las principales entidades son los objetos geográficos con geometría, pero no son eficaces, o son poco viables, para otros conjuntos de datos de características diferentes (coberturas, observaciones, datos ráster, etc.). Esta limitación ha sido detectada por la propia iniciativa INSPIRE que, desde hace 2 años, trabaja en la extensión de la Guía técnica, a través de

su Grupo de Implementación y Mantenimiento (MIG) (INSPIRE Maintenance and Implementation, 2017), para que los servicios de descarga conformes incluyan todo el espectro de conjuntos de datos recogidos por la Directiva. En este sentido, la actividad MIWP-7a (2013) ha preparado un borrador (INSPIRE Download Services, 2016) de Guía técnica ampliada que incluye el servicio de interfaz SOS como conforme con los reglamentos y recomendado por INSPIRE. Mediante MIWP-7a también se ha financiado un desarrollo de software SOS conforme con la Directiva.

Los datos de observaciones, provenientes de muy distintos tipos de sensores y estaciones de medida, tienen una estructura y dinámica de datos específicas que requieren, para su intercambio y publicación eficiente, tipos de servicios adaptados a sus características. Los servicios adecuados para este tipo de datos se vienen investigando y desarrollando en la última década en el marco de la iniciativa de estandarización *Sensor Web Enablement* (SWE) (2017) del *Open Geospatial Consortium* (OGC). SWE es un conjunto de estándares que hace accesibles y utilizables vía web los registros capturados mediante sensores. Dentro de este conjunto de especificaciones, SOS es la interfaz de servicio que permite recuperar (descargar) los datos de las observaciones y *Observations & Measurements* (O&M) (2011) el modelo en el que se codifican. Ambos son estándares estables y robustos, aceptados por la comunidad geográfica internacional como la manera más adecuada de intercambiar este tipo de información.

Por ser una interfaz de servicio diseñada ex profeso para este tipo de datos y por estar ya establecidos los términos de su conformidad como servicio de red INSPIRE, con una solución de software libre disponible que cumple con esta conformidad, es por lo que se ha optado por la interfaz de servicio SOS a la hora de habilitar la descarga de datos de sensores en tiempo real.

3. LA INTERFAZ ESTÁNDAR SENSOR OBSERVATION SERVICE

La especificación SOS es una interfaz de servicio web diseñada para consultar observaciones y descripciones de sensores y para representar los objetos geográficos a los que se refiere la observación. Es una *implementation specification* (IS) de OGC, su versión actual es la 2.0 (2012).

Se enmarca dentro de la iniciativa SWE del OGC, por lo que los modelos *SWE Common Data Model* (2011) y *SWE Service Model* (2011) sirven de base a esta especificación y son necesarios para entenderla. Las observa-

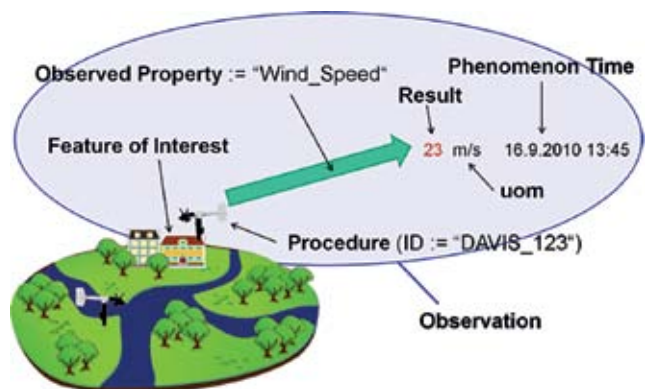


Figura 1. Tipos de entidad del modelo SOS

ciones se codifican en el esquema *Observations & Measurements* (aprobado a su vez como norma ISO 19156 (2011)) y la descripción de los sensores se realiza en el lenguaje *SensorML* (2007).

SOS incluye operaciones transaccionales que permiten añadir o eliminar sensores registrados en el servicio y añadir observaciones a través de su propia interfaz. El estándar describe la comunicación con el servicio en 2 protocolos: KVP (sólo operaciones *core*) y SOAP, aunque está previsto incorporar en un futuro al estándar la interfaz RESTful (y, de hecho, algunas aplicaciones ya la incorporan).

3.1. Conceptos importantes

Procedure (también *Process* en O&M): método, algoritmo o sensor/es utilizado/s para realizar una observación. Es el **objeto utilizado para modelar los sensores** y estaciones de registro, es una generalización del concepto de sensor o sistema de sensores para incluir cualquier forma de registro de observaciones, incluyendo cálculos.

Observed/observable property: característica o atributo de un objeto que es observada mediante un *procedure* (sensor, estación). Objeto que representa a las **variables registradas** por los sensores (p. ej. precipitación, temperatura).

Feature of interest (FOI): objeto geográfico sobre el que se produce o al que se referencia la medida de la propiedad observada. Tipo de entidad que **sirve para representar los puntos de estación o las zonas geográficas** u objetos a los que se aplica la observación realizada.

Observation: acto de observar una propiedad. Concepto central de la especificación que agrupa a los anteriores y al propio resultado de la observación. Cada objeto de tipo *observation* es el **registro del valor de una variable en una localización determinada, realizado por un determinado sensor en un momento dado**. Puede tener geometría (puntual) propia si el FOI

al que hace referencia no coincide con el punto de toma de la medida (por ser lineal o superficial).

Offering (observation offering): **colección de observaciones** de igual tipo producidas mediante un **único procedimiento** (generalmente un sistema sensor). Cada objeto *offering* constituye un **conjunto de datos del servicio**, por lo que se listan en su documento de *capabilities*. Las *offering* son los contenidos del servicio. Cada *offering* proporciona los metadatos básicos del tipo de observaciones que contiene. Una *offering* tiene observaciones de un solo *procedure*, pero un *procedure* puede proporcionar varias *offering* diferentes al servicio (relación 1:N entre *procedure* y *offering*).

Estos 5 conceptos o tipos de entidad son los fundamentales sobre los que se articula la especificación SOS y con los que trabajan las operaciones del servicio. Los cinco tipos deben tener identificadores únicos (al menos en el ámbito del servicio que se implemente) con forma de URI. Estos identificadores aparecerán en la respuesta del servicio a la petición *GetCapabilities* y con ellos se realizará todo el resto de consultas sobre la información.

Además de estos conceptos básicos también se deben tener en cuenta:

- **Phenomenon time:** momento en que se toma la medida.
- **Result:** valor obtenido en la observación de la propiedad.
- **Result time:** momento en que se genera el resultado.
- **Measurement:** conjunto de operaciones realizadas para determinar el valor de una propiedad, se considera un subtipo de observación.

3.2. Operaciones del servicio

El servicio SOS tiene una serie de operaciones que se agrupan en distintas clases, unas operaciones básicas que forman el *Core* del servicio y otras que forman diferentes extensiones. Las operaciones básicas del *Core* del servicio son:

GetCapabilities: proporciona una descripción del servicio y de los tipos de datos que contiene, los metadatos del servicio. Se compone de 5 secciones:

- *ServiceIdentification:* metadatos identificativos del propio servicio, lista de los esquemas de clase con los que es conforme el servicio.
- *ServiceProvider:* metadatos que identifican al proveedor del servicio y su punto de contacto.
- *OperationsMetadata:* descripción de las operaciones soportadas por el servicio, sus parámetros y los protocolos de comunicación habilitados para cada una.
- *Filter_Capabilities:* el servicio SOS soporta el estándar

dar Filter encoding (ISO 19143) (2010) en sus consultas y esta sección describe los filtros disponibles.

- Contents: descripción de los datos publicados por el servicio, agrupados en las *offering* que se hayan definido. De cada *offering* se detallan los metadatos comunes para el conjunto de observaciones que contiene.

DescribeSensor: esta operación proporciona los metadatos que describen los sensores (*procedure*) registrados en el servicio SOS, las estaciones de medida de las que se tienen observaciones. La respuesta de esta operación se codifica en lenguaje *SensorML*.

GetObservation: consulta a los datos de observaciones publicados por el servicio en formato O&M. Esta operación tiene parámetros (opcionales) que permiten acotar la búsqueda de observaciones, tanto por el contenido buscado (*procedure*, *featureOfInterest*, *observedProperty*, *offering*) como por su extensión espacial (*spatialFilter*) o temporal (*temporalFilter*).

El resto de operaciones del servicio se agrupa en 3 extensiones que amplían su funcionalidad: transaccional, de operaciones ampliadas y de manejo de resultados.

La extensión transaccional incluye las operaciones *InsertSensor*, *DeleteSensor* e *InsertObservation*, que permiten registrar nuevos sensores (*procedure*), eliminar los ya existentes y cargar nuevas observaciones respectivamente. La base de datos que alimenta al servicio modifica sus contenidos a través de llamadas al servicio, sin acceso directo a la base de datos por parte del usuario.

La extensión de operaciones ampliadas contiene operaciones que particularizan la búsqueda de información genérica representada por *GetObservation*. *GetObservationById* posibilita recuperar una determinada observación (o conjunto de observaciones) consultando directamente por su identificador y no mediante filtros. *GetFeatureOfInterest* centra la búsqueda en los objetos geográficos a los que se refieren las observaciones (p. ej.: una estación de medida, un área geográfica de referencia) y devuelve sus características. Permite filtrar por contenido (*procedure*, *featureOfInterest*, *observedProperty*) y por extensión geográfica (*spatialFilter*).

Por último, las operaciones de la extensión de manejo de resultados abstraen la estructura *observación-variable-sensor* de la especificación mediante el uso de plantillas (suponiendo que un mismo sensor registra valores de una misma variable siempre de igual forma) para trabajar únicamente con los resultados de las observaciones (valores registrados en cada observación). Para ser utilizadas es necesario que previamente se hayan registrado en el servicio los sensores y que se hayan definido las relaciones entre éstos, las variables

observadas, las observaciones y los conjuntos de datos publicados. *InsertResultTemplate* permite cargar una plantilla de resultados que se compone de la estructura de datos del resultado, su forma de codificación, una plantilla del tipo de observación en el que se almacenará el valor (objeto O&M que incluye sensor, variable observada y FOI) y el conjunto de datos (*offering*) al que pertenece el resultado. Cada plantilla de resultados se identificará por su par conjunto de datos – variable observada (*offering* – *observedProperty*). Una vez creados los correspondientes *ResultTemplate* se pueden añadir nuevas observaciones a la base de datos insertando únicamente los valores observados con la operación *InsertResult*. Esta operación tiene como parámetros el valor a insertar y la plantilla de resultados (*ResultTemplate*) que le corresponde. La operación *GetResult* permite recuperar únicamente los valores registrados, sin el resto de la información asociada a la observación. Tiene como parámetros obligatorios *offering* y *observedProperty* (que definen el formato de los resultados) y, adicionalmente, se puede filtrar la petición por FOI asociada, extensión geográfica y temporal. La operación *GetResultTemplate* devuelve la plantilla de resultados, con su estructura de datos y forma de codificación, para cada par *offering* – *observedProperty* dado, posibilitando la interpretación de las peticiones *GetResult*.

3.3. Modelado de datos

Los datos de observaciones ofrecidos por el servicio SOS se codifican (por defecto) siguiendo el modelo del estándar *Observations & Measurements*, actualmente en su versión 2.0. El siguiente diagrama representa la parte básica de este modelo, la definición del objeto *OM_Observation*:

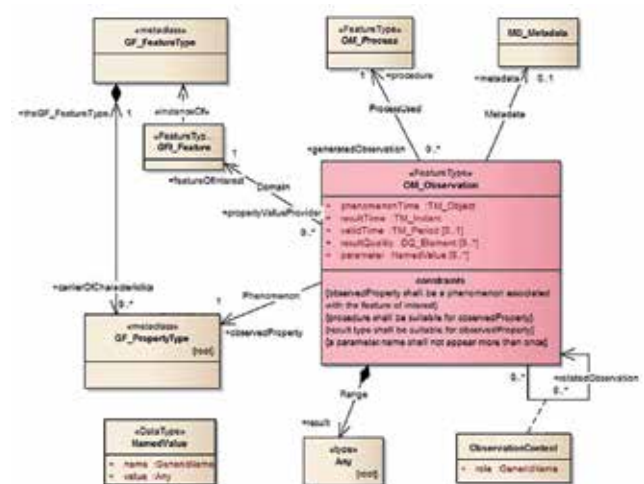


Figura 2. Objeto *OM_Observation* del esquema de aplicación *Observations & Measurements*

En esta definición se pueden ver las relaciones del objeto observación con el resto de conceptos presentes en la especificación SOS: *procedure* (*OM_Process*), *featureOfInterest* (*GFI_Feature*), *observedProperty* (*GF_PropertyType*) y *result* (*offering* es un concepto propio de SOS y no existe en el modelo O&M). También los atributos del propio objeto observación, que lo caracterizan, fundamentalmente los tipos fecha/hora *phenomenonTime* y *resultTime*.

3.4. Pasos necesarios para modelar datos en O&M

Los siguientes pasos son un ejemplo (How to model your observation data in SOS 2.0?, 2011). de procedimiento para traducir un determinado conjunto de datos de observaciones a modelo O&M:

1. Identificar los sensores que están haciendo las observaciones. Los sensores son *procedures* en el modelo O&M. Hay que generar sus identificadores globales y sus descripciones *SensorML*.
2. Identificar los objetos geográficos (*features of interest*) sobre los que los sensores hacen las observaciones. Éstos suelen ser puntos de interés de distinto tipo. Se debe tratar de reutilizar representaciones geográficas ya existentes de estos objetos. Si no existen, hay que definir tipos de geometría propios y generar identificadores globales para ellos.
3. Identificar las variables (*observed properties*) observadas por los sensores. Es bueno tratar de reuti-

lizar definiciones ya existentes de estas variables, desarrolladas en diccionarios/vocabularios de ontologías adecuadas. Si no existen hay que generarlas, junto a sus correspondientes identificadores globales.

4. Identificar el momento en el que ocurrió la observación (*phenomenonTime*) y cuándo se generó el resultado de esa observación (*resultTime*). Si son el mismo puede apuntarse el *resultTime* al *phenomenonTime*.
5. Identificar el tipo de resultado de la observación. Hay varios subtipos dentro de la observación genérica definida en O&M, cada una con sus tipos de resultado bien definidos. Por ejemplo, si el resultado de la observación son valores numéricos escalares, debe utilizarse *OM_Measurement*. Si los resultados son datos lógicos (sí/no) se puede usar *OM_TruthObservation*.

4. LA APLICACIÓN 52°NORTH SOS 4.X

La aplicación web de la iniciativa de software geográfico de código abierto 52°North (2016) es la implementación de referencia del servicio SOS 2.0 para OGC (y casi la única encontrada a febrero de 2016 que implemente esta versión del estándar de servicio web). Es una aplicación desarrollada en Java que implementa la especificación SOS completa (core + extensiones), además de alguna operación añadida y la interfaz de comunicación RESTful.

La aplicación servidora es un proyecto de desarrollo bastante maduro (el salto de versión 3.x a 4.x es significativo, implicando importantes mejoras y optimización de la interfaz de servicio web) que se enmarca en la línea de trabajo *Sensor Web* de la iniciativa 52°North en la que se quieren desarrollar infraestructuras de acceso a series de datos en tiempo real registradas por sensores, en línea con la iniciativa SWE del OGC.

A través de su interfaz web la aplicación permite configurar su funcionalidad, los metadatos y documentación del servicio publicado y sus contenidos. Estas son algunas de las características configurables:

- *Service Provider, Service Identification*: información de metadatos del servicio con la que se rellenan las secciones homónimas del documento de *Capabilities* del servicio SOS.
- *Service, Miscellaneous, CRS*: distintos parámetros generales de configuración del servicio, algunos se escriben en el *Capabilities* (URL del servicio, CRS

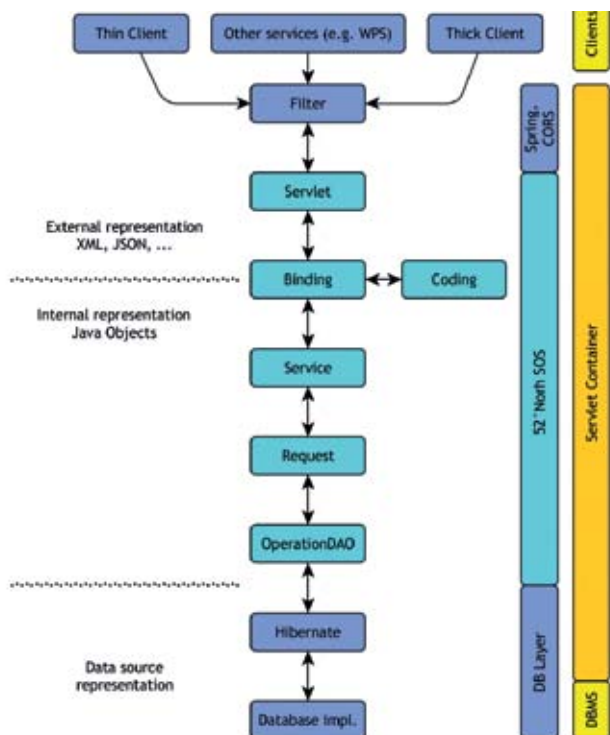


Figura 3. Arquitectura básica de la aplicación

disponibles, etc.) y otros configuran respuestas de operaciones (prefijos por defecto para URIs de identificadores de objetos).

- *Capabilities Settings*: permite la carga de documentos estáticos de *Capabilities* del servicio que, de existir, sustituirán al generado automáticamente a partir de la configuración del servicio en la respuesta a la operación *GetCapabilities*. También existe la opción de incluir nuevas extensiones para el documento de *Capabilities* y para la descripción de las *Offering*.
- *Operations*: este menú permite hacer disponibles o desactivar las operaciones del servicio, por ejemplo para darle o no funcionalidad transaccional.
- *Encodings*: activación/desactivación de formatos de codificación de respuesta publicados por el servicio.
- *RESTful Binding*: configuración de la interfaz RESTful del servicio.
- *Procedure Description*: configuración del patrón de generación automática de descripciones de sensores. También permite la carga de xml (en formato SensorML) con descripciones de sensores (estáticas) predefinidas que servirán de respuesta a la operación *DescribeSensor*.
- *INSPIRE*: parámetros de configuración de la extensión INSPIRE del servicio SOS, para que el servicio sea conforme con INSPIRE.
- *I18N Settings*: opciones de multilingüismo del servicio, permite la gestión del idioma de respuesta por defecto e identificar y describir los objetos de tipo *procedure*, *offering*, *observableProperty* y *featureOfInterest* en diferentes idiomas para completar las respuestas multilingües de las operaciones del servicio.

4.1. Modelo de base de datos de la aplicación

La aplicación implementa el modelo de datos del servicio estándar SOS y el estándar de codificación de observaciones O&M en una base de datos relacional con una estructura de tablas y relaciones determinada (52°North SOS 4.x database model, 2016), que debe ser rellenada correctamente para que el servicio publique el conjunto de datos y responda a las peticiones de forma adecuada.

En el siguiente gráfico se resume el modelo de base de datos de la aplicación, destacando sus elementos más importantes. Cada elemento dibujado es una tabla de la base de datos del servicio.

5. DISEÑO DEL SERVICIO

En el diseño del servicio de descarga de datos de calidad del aire se ha intentado combinar el cumplimiento de los estándares, con las rigideces que ello supone, con la potenciación del uso práctico de los datos por los usuarios finales. Además se ha estudiado la forma de optimizar la gestión de la base de datos que alimenta al servicio, la cual hay que actualizar con nuevos datos cada hora para mantener el servicio de información en tiempo real.

Para cumplir con la normativa INSPIRE el servicio debe ser un servicio de red de descarga de datos conforme con la Norma de ejecución de servicios de red (Commission Regulation, 2009) y estar implementado según la Guía técnica para la implementación de servicios INSPIRE de descarga. A su vez, los datos publicados deben cumplir con los requisitos de la Norma de ejecución de interoperabilidad de conjuntos y servicios de datos espaciales (Commission Regulation, 2010) en concreto con las especificaciones de datos del tema o temas que les corresponden. Como ya se ha dicho, el servicio se ajusta a la implementación de servicio INSPIRE de descarga con interfaz SOS recomendada en el borrador de la Guía técnica preparada por el MIG, que está pendiente de aprobación para sustituir a la versión actual. Los datos de calidad del aire están incluidos en el tema III.13. *Condiciones atmosféricas* (2013) y, en lo tocante a las propias estaciones de medida, en el tema III.7. *Instalaciones de observación del medio ambiente* (2013). Ambas especificaciones de datos se remiten a la codificación mediante el esquema O&M (ISO 19156), el implementado en este servicio, para el modelado de este tipo de información geográfica.

Para potenciar la usabilidad de los datos publicados se ha habilitado la interfaz RESTful que incluye el software utilizado. Esta interfaz del servicio es acorde con

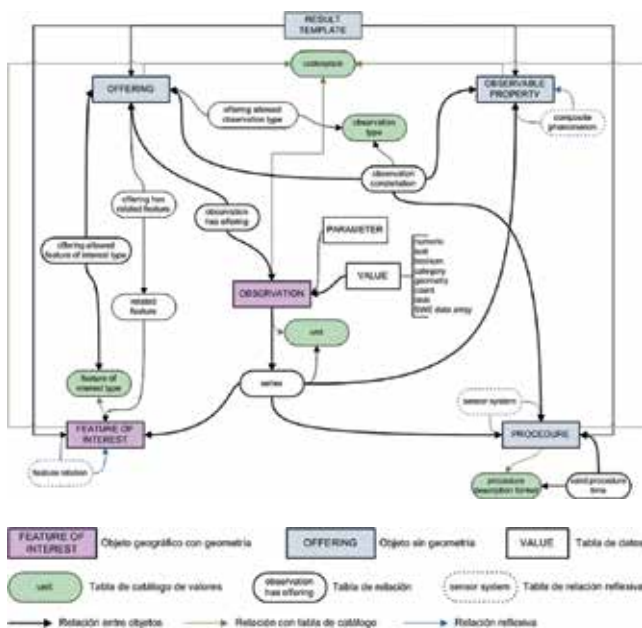


Figura 4. Esquema físico de la base de datos de la aplicación

las últimas evoluciones de la especificación SOS en el seno de OGC, que tiene la intención de incorporarla oficialmente al estándar en su próxima versión. Con esto se amplía el espectro de posibilidades de comunicación con el servicio y los formatos de descarga de datos (al incluir JSON) y se pretende fomentar el desarrollo de aplicaciones de usuario final para dispositivos móviles que hagan uso de los datos del Ministerio y aporten algún valor añadido para el público.

También se ha trabajado en la generación de identificadores únicos e invariables para los objetos de los principales tipos de entidad del modelo de datos (*procedure, observable property, feature of interest, observation y offering*), lo que aumenta su estabilidad y trazabilidad para el usuario. Se ha optado por darles forma de URN (*Uniform Resource Name*) siguiendo el siguiente modelo:

urn:magrama.gob.es/ca/[tipo de entidad]/[ID]

Para el caso de las observaciones [ID] se genera mediante un algoritmo que combina la estación, la variable observada y la fecha y hora de observación, garantizando la unicidad e invariabilidad del identificador en el tiempo a pesar de que los datos de observaciones se renueven y recarguen en el sistema con frecuencia horaria. Esta forma de identificación de los objetos cumple con el requisito de que tengan forma de URI (*Uniform Resource Identifier*) y deja abierta la posibilidad de una sencilla conversión en URLs (*Uniform Resource Locators*)

en caso de que, en un futuro, los datos se hagan disponibles en Internet, como recursos individualizados, en forma de datos enlazados abiertos.

5.1. Carga y mantenimiento de los datos

La aplicación 52°North SOS necesita una conexión de datos con un modelo de datos predefinido, por lo que la base de datos original de la información a publicar no se puede conectar directamente al servicio. Es necesario hacer una «traducción» de los datos originales a la estructura de datos y tablas de la aplicación. Este paso puede realizarse de varias formas, que permitirán cargar (carga inicial) y modificar (mantenimiento) los datos publicados por el servicio.

En **1** los datos se cargan en la base de datos asociada al servicio SOS mediante peticiones transaccionales estándar al propio servicio. Para ello es necesario formatear en una operación de inserción (*InsertSensor, InsertObservation*) los datos de la base de datos original mediante una herramienta ETL (*Extract – Transform – Load*). En este procedimiento la base de datos original no se comunica directamente con la base de datos del servicio SOS, sino a través del servicio.

Este primer método de carga tiene la ventaja de que no depende de los cambios en la aplicación 52°North SOS y en su base de datos asociada, si el modelo de datos de origen no cambia, el procedimiento de carga no tiene modificaciones. Sus desventajas son la duplicación de los datos (las 2 bases de datos, original y del servicio, son independientes) y la necesidad de una herramienta ETL o un desarrollo propio para realizar el cambio de modelo de datos.

En **2** los datos se cargan en la base de datos asociada al servicio SOS a través de un conjunto de sentencias SQL predefinidas que realizan la «traducción» de modelo de datos. La ejecución de estas consultas debe programarse en el tiempo con la frecuencia apropiada para que los datos se mantengan actualizados (según las características de los propios datos). Con este procedimiento la base de datos original se comunica directamente con la base de datos del servicio SOS, pero ambas son bases de datos diferentes.

Este segundo procedimiento de carga tiene la ventaja de que no necesita aplicaciones ni desarrollos adicionales más allá de los recursos de las bases de datos y la aplicación SOS, el cambio de modelo de datos se realiza dentro del propio sistema gestor de bases de datos. Por otra parte, en este caso los datos también se duplican y las sentencias SQL de carga dependen de la estabilidad del modelo de base de datos de la aplicación, si varía habría que corregirlas.

En **3** se asocia al servicio la propia base de datos

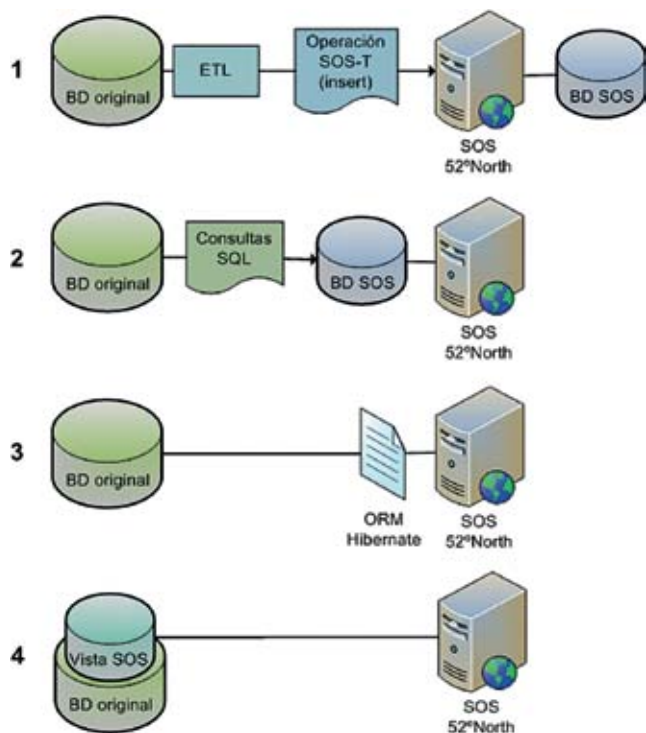


Figura 5. Opciones para el mantenimiento de la base de datos del servicio.

original personalizando al modelo de datos de origen los archivos de configuración de *Hibernate* (librería incluida en la aplicación 52°North SOS) que permiten la interpretación de los datos del modelo relacional como objetos de la aplicación. Mediante este procedimiento la aplicación entiende el modelo de datos de la base de datos original y la utiliza como base de datos del servicio SOS.

Este método de conexión tiene la ventaja de que no necesita de una carga de datos propiamente dicha, la conexión es directa, no duplica los datos y su actualización siempre es la misma que la de los datos originales. La principal desventaja es que toda la carga de trabajo del cambio de modelo se deja del lado del servidor de aplicaciones y se ejecuta en tiempo real, lo cual penaliza enormemente los cambios de modelo complejos. Además la «flexibilidad» de las plantillas xml de *Hibernate* es limitada y no pueden adaptarse a cualquier modelo de datos de origen.

4 es un método muy similar a **2**, pero en este caso la base de datos del servicio se genera mediante un conjunto de vistas de la base de datos original. El cambio de modelo de datos se realiza con el mismo conjunto

de consultas SQL, sólo que en este caso generan vistas en la misma base de datos en vez de escribir tablas en una nueva. El servicio SOS se conecta directamente a estas vistas, que ya cumplen con su modelo de datos.

Este procedimiento para alimentar de datos a la aplicación tiene la ventaja de que no duplica los datos pero, al trabajar con vistas, podría afectar al rendimiento final de la aplicación servidora. Por lo demás sus ventajas y desventajas son similares a las de la segunda opción.

Dependiendo de los recursos disponibles y de las características del modelo de datos original, en cada caso, será mejor una u otra de las soluciones descritas. En el caso del servicio SOS de datos de calidad del aire del MAPAMA el cambio de modelo era demasiado complejo para soportarlo con *Hibernate* y no se contaba con ninguna herramienta ETL que apoyase el proceso. Además se quería limitar el aumento en el volumen de datos generado por la implementación del servicio en la medida de lo posible. Por estas razones se ha optado por la opción **4** como forma de mantenimiento y actualización de los datos del servicio y se ha generado el modelo de datos SOS en la base de datos corporativa mediante vistas materializadas de los datos originales.

6. CLIENTE WEB

En la implementación final del servicio se ha incluido la publicación de un cliente web que explota los datos publicados para complementar al servicio y darle visibilidad, dado que actualmente apenas hay clientes de servicios SOS disponibles. Se trata de una sencilla aplicación que se incluye en la propia distribución del software del servicio y que ha sido adaptada a la imagen corporativa de los servicios SIG del MAPAMA. Este cliente SOS permite la navegación geográfica, localización y selección de las series de datos, consulta de la información en forma de gráficas y descarga en formato JSON o CSV.

REFERENCIAS

- 52°North Sensor Observation Service 4.x(2016). Recuperado de: <https://wiki.52north.org/SensorWeb/SensorObservationServiceIV>
- 52°North SOS 4.x database model (2016). Recuperado de: <https://wiki.52north.org/SensorWeb/SensorObservationServiceDatabaseModel>
- Commission Regulation (EC) No 976/2009 of 19 October 2009 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards

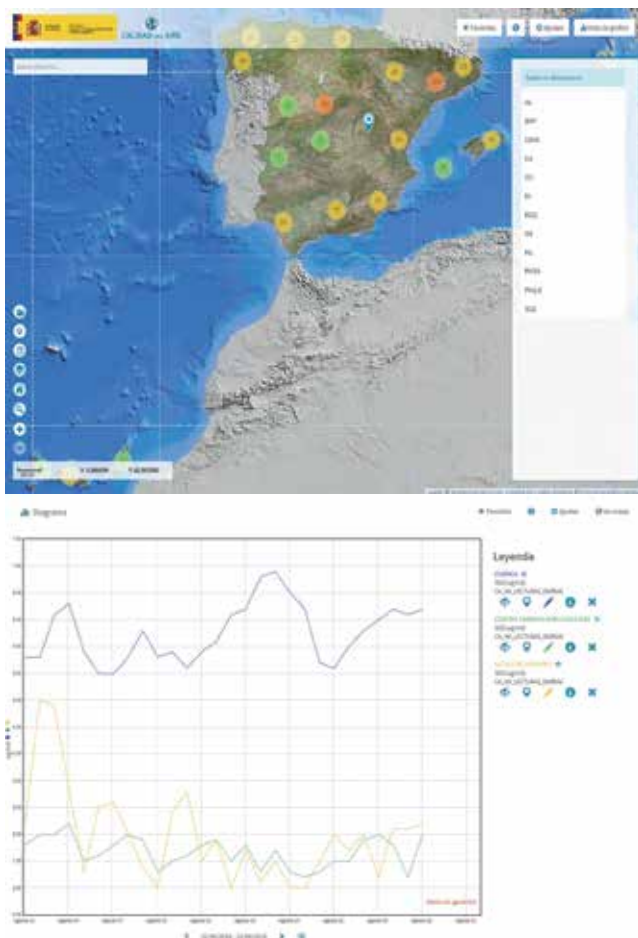


Figura 6: Aspecto de la vista geográfica y gráfica del cliente SOS.

- the Network Services (2009). Recuperado de: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02009R0976-20141231>
- Commission Regulation (EU) No 1089/2010 of 23 November 2010 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards interoperability of spatial data sets and services (2010). Recuperado de: [HYPERLINK "http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02010R1089-20141231"](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02010R1089-20141231)
- How to model your observation data in SOS 2.0? (2011). Recuperado de: http://www.ogcnetwork.net/sos_2_0/tutorial/om
- INSPIRE (2017). Infrastructure for Spatial Information in the European Community, Recuperado de: <http://inspire.ec.europa.eu/>
- INSPIRE Data Specification on Atmospheric Conditions and Meteorological Geographical Features (2013). Recuperado de: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_AC-MF_v3.0.pdf
- INSPIRE Data Specification on Environmental Monitoring Facilities (2013). Recuperado de: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_EF_v3.0.pdf
- INSPIRE Download Services (2013). Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services. Recuperado de: http://inspire.ec.europa.eu/documents/Network_Services/Technical_Guidance_Download_Services_v3.1.pdf
- INSPIRE Download Services (2016). Technical Guidance for implementing download services using the OGC Sensor Observation Service and ISO 19143 Filter Encoding. Recuperado de: <http://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/download-sos>
- INSPIRE Maintenance and Implementation (2017), Recuperado de: <http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/5160>
- ISO 19143:2010 Geographic information – Filter encoding (2010). Recuperado de: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=42137
- ISO 19156:2011 Geographic information – Observations and measurements (2011). Recuperado de: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=32574
- Ley 19/2013, Ley 27/2006, Ley 18/2015. [HYPERLINK "https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12887"](https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12887) Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno, [HYPERLINK "https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-13010"](https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-13010) Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente, [HYPERLINK "https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-7731"](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-7731) Ley 18/2015, de 9 de julio, sobre reutilización de la información del sector público
- MIWP-7^a (2013). SOS-based download services. Recuperado de: <https://ies-svn.jrc.ec.europa.eu/projects/download-services-tg>
- Observations and Measurements (2011). Recuperado de: <http://www.opengeospatial.org/standards/om>
- OGC Sensor Observation Service Interface Standard v.2.0. (2012). Recuperado de: https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=47599
- Sensor Model Language (SensorML) (2007). Recuperado de: <http://www.opengeospatial.org/standards/sensorml>
- Sensor Observation Service (2012). Recuperado de <http://www.opengeospatial.org/standards/sos>
- Sensor Web Enablement (SWE)(2017). Recuperado de: <http://www.opengeospatial.org/ogc/markets-technologies/swe>
- SWE Common Data Model Encoding Standard (2011). Recuperado de: <http://www.opengeospatial.org/standards/swecommon>
- SWE Service Model Implementation Standard (2011). Recuperado de: <http://www.opengeospatial.org/standards/swes>

Sobre el autor

Xalo Fernández Villarino

Ingeniero en Geodesia y Cartografía por la Universidad Politécnica de Madrid. Especialista en tecnologías de la información geográfica y territorial, actualmente es jefe de servicio en la unidad de Cartografía y SIG del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Anteriormente trabajó como técnico en el Servicio de Ocupación del Suelo y el equipo IDE del Instituto Geográfico Nacional y como ingeniero en Geodesia y Cartografía en la Sección de SIG y Cartografía del Gobierno de La Rioja. Ha desarrollado su actividad profesional en la gestión y mantenimiento de IDEs, modelado de datos geográficos y en la implementación de la Directiva INSPIRE a nivel nacional.