

## Representación de datos meteorológicos en la operación de ferrocarriles. Detección de caídas de rayos

### *Representation of meteorological data in the railways operation. Lightning strikes Detection*

José Gómez Castaño\*

<sup>a</sup> Jefatura de Normalización y Nuevos Desarrollos de la Dirección de Gestión de Red e Innovación. ADIF

<sup>b</sup> Consultor Sistemas de Información Ferroviaria. STRUCTURALIA

#### Resumen

Dentro de las operaciones relacionadas con el ferrocarril, los datos meteorológicos tienen cada vez más aplicación. Tradicionalmente se han desarrollado soluciones basadas en convenios de colaboración entre Empresas Ferroviarias y la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología). Con la disponibilidad a través del servidor de datos de la AEMET de nuevos productos, tanto de predicción como de observación, se dispone de fuentes muy fiables con un coste muy reducido y se abre un amplio espectro de posibilidades, complementario a los ya existentes.

En este trabajo se muestra cómo desarrollar un sistema que permiten el uso de los datos de forma automática, desde la captura procedente de los servidores de la AEMET, hasta su publicación y su posterior análisis. Como ejemplo se han utilizado los datos sobre detección de caída de rayos. Todo el sistema se encuentra funcionando y es accesible en la dirección:

<http://www.astroide.es/trenes/rayos.php>

Las herramientas utilizadas han sido elegidas para minimizar el coste, estando compuestas por una base de datos espacial PostGIS, un Servidor Geoserver, todo corriendo sobre un servidor Linux. El desarrollo de las herramientas se ha hecho en lenguaje Java, Python y PHP.

El conjunto de herramientas y procedimientos hace posible a las diferentes empresas relacionadas con el Ferrocarril, tanto públicas como privadas, un mejor aprovechamiento de los datos meteorológicos y una disminución de costes a la hora de planificar sus operaciones.

Palabras clave: GIS, meteorología, rayos.

#### Abstract

*Within the rail related operations, meteorological data are increasingly application. Solutions have traditionally been developed based on cooperation agreements between railway companies and AEMET (Agencia Estatal de Meteorología). With availability through server AEMET details of new products, both prediction and observation, there are very reliable sources with very low cost. This opens a wide spectrum of possibilities, complementary to existing ones.*

*This paper shows how to develop a system that allows the use of data automatically from capture from AEMET servers until publication. As an example we have used data on lightning detection. <http://www.astroide.es/trenes/rayos.php>*

*The tools used were chosen to minimize the cost, being composed of a spatial database PostGIS, Geoserver a Server, all running on a Linux server. The development of the tools has been done in Java, Python and PHP.*

*The set of tools and procedures enables the various rail related companies, both public and private, better use of meteorological data in planning their operations.*

*keywords: SIG, meteorology, lightning.*

\* [jgomezc@adif.es](mailto:jgomezc@adif.es)

## **1. Introducción**

El ejemplo que se ha elegido, el de la detección de rayos, es uno de los tipos de datos proporcionados a través de los servidores de datos de la AEMET. Además de este, actualmente se proporcionan los siguientes:

- Boletines del Sistema Mundial de Telecomunicaciones de la OMM : Datos de observación españoles establecidos como de intercambio mundial por la Organización Meteorológica Mundial (OMM).
- Radiación solar : Datos de la red de medida de la radiación en las bandas global, directa, difusa, infrarroja y ultravioleta.
- Ozono : Datos de los sondeos de ozono y de contenido total de ozono de la columna atmosférica.
- Contaminación de fondo : Datos de la red de medida de la contaminación de fondo.
- Radar : Datos de la red de radares y de la composición nacional de los mismos.
- Rayos : Datos de la red de descargas eléctricas.
- Modelos numéricos : Campos numéricos previstos generados por el modelo atmosférico HIRLAM - AEMET.
- Series climatológicas : Series históricas de datos diarios y mensuales, de una amplia selección de observatorios.

La información disponible la podemos dividir en dos tipos en función de la estructura de los mismos:

- Datos alfanuméricos: Compuestos por ficheros txt. Su formato no responde a ningún estándar y su contenido se describe en ficheros proporcionados por la propia AEMET junto a ellos. La periodicidad de publicación es variable en función de la información que publican y los medios para recopilarla.
- Datos binarios: Compuestos por ficheros BUFR y GRIB. Su formato y contenido responde a estándares internacionales. Su publicación está sujeta a los procesos de elaboración de la información que contienen, siendo productos más complejos a los alfanuméricos.

En este artículo abordaremos el tratamiento del primer conjunto, como base de un sistema que se pueda extender al resto de productos. Una aplicación general abarcando ambos tipos será presentada en [1]. La detección de caídas de rayos es un ejemplo de ello. Aunque por sí mismo, es un dato poco relevante para el ferrocarril, puede utilizarse en dos vertientes:

- La posibilidad de estimar la evolución de las celdas de tormenta, junto a datos de radar. Este es otro producto proporcionado por AEMET pero fuera del ámbito de este trabajo.
- El estudio de su impacto en incidencias relacionadas con instalaciones eléctricas. En el trabajo [2], se mostró cómo determinar mediante el uso de “mapas de calor” las zonas con mayor aparición de incidencias relacionadas con una causa. El mismo esquema puede ser aplicado a este tipo de datos para comprobar qué cantidad y dónde se producen, pudiendo actuar de forma preventiva.

A nivel Europeo, existe la iniciativa EUCLID [3] y a nivel mundial en NASA [4] para la detección de estos fenómenos.

## 2. Arquitectura

La arquitectura que se ha implementado está compuesta por el servidor FTP de AEMET que es accesible a través de Internet. El núcleo del sistema reside en el Servidor IDERail, [5] con sistema operativo CentOS, compuesto por un servidor Web Apache donde se publica la información por medio de una aplicación escrita en lenguaje PHP, una vez procesada por las herramientas desarrolladas en lenguaje Python y Java. Para el almacenamiento de los datos persistentes se ha utilizado una base de datos PostgreSQL con las extensiones espaciales PostGIS. Fig 1

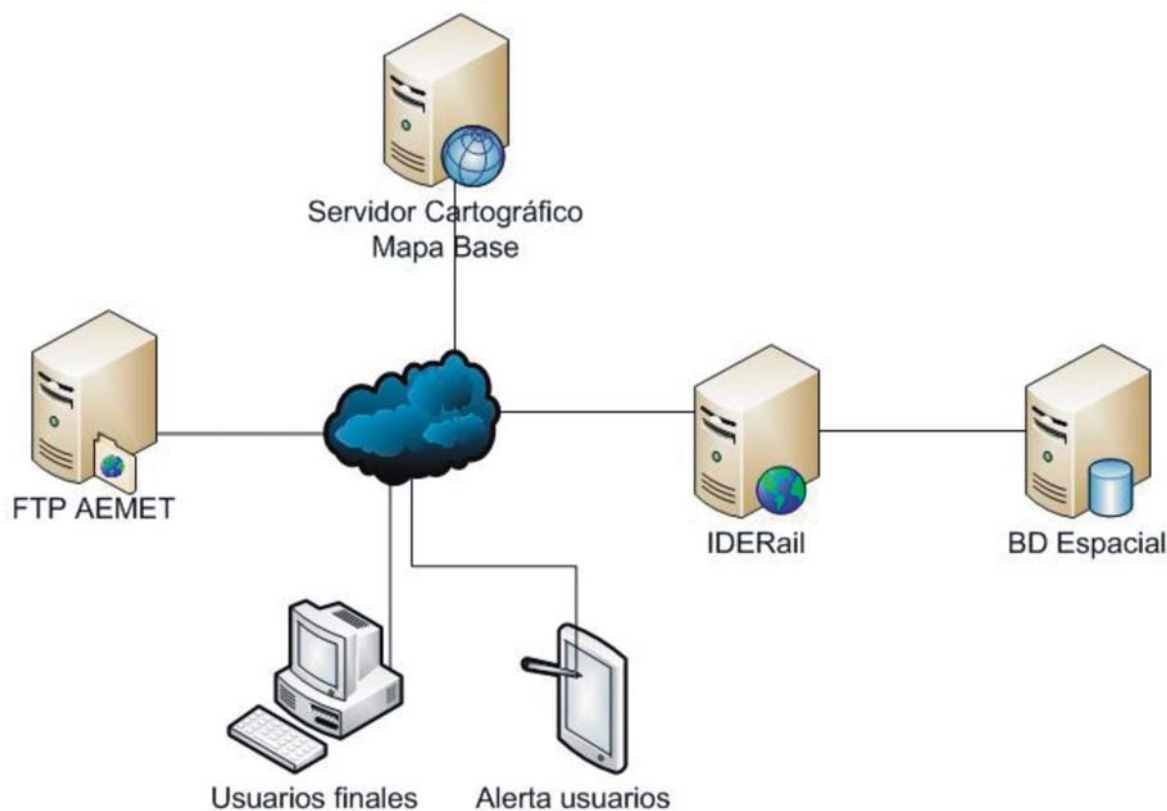


Fig. 1. Arquitectura del sistema

Aunque en el gráfico se encuentra separado, el servidor de Base de Datos espacial, también se ha incluido dentro de IDERail a efectos de optimización de recursos. El servidor cartográfico, proporciona la cartografía base sobre la que se muestran los datos. En este caso de ejemplo se ha elegido utilizar Openstreetmap.

La elección de este diseño responde al objetivo del uso de herramientas con licencias abiertas, ya que los datos también lo son [6]. Esto permite el uso de la solución con una reducción de costes importantes, a la vez que la posibilidad de utilizarlo en diversos entornos.

### **3. Sistema desarrollado**

El sistema se compone de los siguientes módulos independientes:

#### ***Gestión de datos***

En este módulo se han implementado las siguientes tareas:

- Descarga
- Descompresión
- Parseo
- Inserción en la BD

Es el encargado de recopilar los datos y procesarlos de forma que sean utilizables por el módulo de visualización. Está desarrollado en Java. El procedimiento implementado en este servicio es el siguiente:

- Se descarga el fichero correspondiente dependiendo del instante de ejecución. Si no existe el fichero, se genera un mensaje de aviso al administrador del sistema
- Se descomprime el fichero
- Se parsea para producir sentencias SQL que permitan su inserción en el formato adecuado dentro de la base de datos
- Se almacena la información
- Se borran los ficheros temporales

El programa java se ejecuta cada 15 minutos por medio de una tarea CRON dentro del servidor. Esto asegura la gestión dentro del sistema operativo y su integración con la supervisión de otros procesos de forma centralizada. En caso de producirse errores durante la ejecución, se notifica al administrador para la corrección de los mismos.

#### ***Publicación***

Este módulo es el responsable de la publicación de los datos en un formato de visualización integrable con otra información cartográfica. Es el responsable de las siguientes tareas:

- Gestionar peticiones de usuarios
- Visualización del servidor cartográfico
- Generación de salida geoRSS con la información georreferenciada lista para ser consumida por cualquier aplicación cartográfica

Está desarrollado en PHP. Para las capas base sobre las que se muestra la información se ha elegido OpenStreetMap. Su cobertura es muy buena para España y el modo de licenciamiento permite su uso para cualquier necesidad. El procedimiento implementado es el siguiente:

- Página web para la visualización de los datos para una fecha, utilizando el lenguaje PHP y la librería de visualización OpenLayers. La detección de caída corresponde a un instante determinado, produciéndose a lo largo del día una variación debido a la evolución de las celdas de tormenta en las que se encuadra. Por ello, la información permite reflejar esta evolución. Esto se consigue eligiendo ventanas temporales
- Generación de un fichero geoRSS descargable para su uso con otro software geográficos. Este formato es un estándar de OGC [7] y permite cargarlo junto a cualquier otra capa cartográfica para comprobar la evolución de los rayos junto a otras variables.
- Análisis geoespacial. Este permite relacionar los datos meteorológicos con el resto de variables. En este caso se trata de calcular las zonas de riesgo de sufrir el impacto de rayos. En especial se han tomado como referencia las subestaciones eléctricas y las líneas. El sistema permite detectar cuándo los rayos están cayendo a cierta distancia de estas instalaciones y emiten un aviso por correo electrónico a los destinatarios configurados.

#### 4. Formato de Datos

##### *Datos meteorológicos*

Los datos sobre detección de caída de rayos son proporcionados por el servidor FTP de AEMET [8]. La distribución de la zona monitorizada para la Península Ibérica se puede ver en la Fig.2



**Fig. 2.** Area de caída de rayos monitorizada para la península

Los instantes se reflejan en la escala de tiempo UTC, tanto para los datos como para la designación de los ficheros. La información contenida en cada uno de los registros corresponde a las características de la primera descarga entre nube y tierra, que compone el rayo.

En cuanto a los datos proporcionados en cada fichero cada línea de texto corresponde a un registro de observación en formato ASCII, comprimidos en formato GZIP. La información está dividida en campos y viene precedida por un encabezamiento con el siguiente significado:

AA = Año, MM = Mes, DD = Día, HH = Hora, MI = Minuto, SS = Segundo  
LAT=Latitud (en grados sexagesimales)  
LON= Longitud (en grados sexagesimales) (el signo negativo indica longitud oeste)  
(+/-)= Indicador de polaridad de la primera descarga del rayo (positiva o negativa)  
STR = Intensidad máxima de la primera descarga del rayo. La unidad es el kiloamperio (KA)  
NSE = Número de descargas que componen el rayo

Un ejemplo de estos ficheros es el siguiente:

AA	MM	DD	HH	MI	SS	LAT	LON	(+/-) STR	NSE
2012	9	4	7	34	4	39.5203	4.1460	90.1	1
2012	9	4	7	35	56	40.0177	3.8782	-10.0	1
2012	9	4	7	36	18	39.5030	4.1628	40.6	1

Se almacenan los datos correspondientes a descargas de rayos en los últimos siete días (actual y seis anteriores), actualizándose cada 15 minutos. Para la nomenclatura de los ficheros se usa la siguiente de estructura AAAAMMDDHHMM\_descargas.txt.gz, siendo AAAA: año, MM: mes, DD: día, HH: hora, MM: minuto.

Los ficheros se agrupan diariamente en directorios con la estructura AAAA: año, MM: mes, DD: día

De esta forma, tenemos que para el día 4 de septiembre de 2012 se generarían ficheros del tipo 20120904/201209040015\_descargas.txt.gz para el correspondiente a las 00'15 UTC.

### ***Datos geográficos***

Otro tipo de información incluida en el sistema es la utilizada para generar la capa base y las que incluyen la situación de las instalaciones ferroviarias de interés. Para el primero, se ha comentado que se ha utilizado OpenStreetMap. [9]

El sistema de análisis espacial requiere que la información se encuentre en una base de datos espacial, en nuestro caso PostGIS. Para cada posición que se necesite controlar, se almacena su latitud y longitud en un campo OGC\_GEOM [Referencia OGC] con un tipo de dato Point. La información con la posición de las subestaciones se ha almacenado en este formato.

## 5. Aplicación Resultado

Una vez puesto en marcha todo el sistema tenemos como resultado la visualización de los datos diarios en tiempo real, ya que se ha dicho que la publicación se lleva a cabo por parte de la AEMET cada 15 minutos. De forma predeterminada se muestran los impactos detectados en el día de la fecha. Se puede seleccionar cualquier fecha desde el desplegable. En este sólo aparecen los días en los que se ha detectado algún rayo. Para cada día se puede ver cómo evoluciona mediante el botón “evolución”. Entonces se muestran los impactos detectados en intervalos de 30 minutos. Fig 3



Fig. 3. Aplicación de visualización de los impactos y su evolución

Para ilustrar el sistema de alertas, se ha generado una tabla en la que, para cada día, se muestra la fecha, hora, latitud, longitud, intensidad en KAmperios y Distancia a un punto de referencia en kilómetros. En este ejemplo se ha elegido la estación de Atocha (lon:-3.6894402670, lat:40.4046843680). El resultado de esta distancia es proporcionado por una consulta SFSQL en la base de datos espacial.

Fecha	Lat	Lon	Intensidad (kA)	Distancia (km)
2012-09-08 13:00:06	40.9516	-3.4054	-25.6	69
2012-09-08 13:00:13	41.1369	-3.0880	-8.1	79
2012-09-08 13:00:47	41.3651	-6.4347	-40.9	202
2012-09-08 13:00:47	40.6917	-7.0467	-18.0	217
2012-09-08 13:01:13	38.2773	-2.6203	-24.4	121
2012-09-08 13:01:20	42.7127	-6.1489	-5.4	246
2012-09-08 13:01:23	40.6154	-7.0098	-16.6	215
2012-09-08 13:01:51	40.9496	-3.7000	-20.0	75
2012-09-08 13:02:33	42.2531	1.7261	341.1	288
2012-09-08 13:02:43	42.3773	2.0388	-5.6	305
2012-09-08 13:02:43	42.8681	-4.7662	-4.1	217
2012-09-08 13:02:58	39.7852	-1.5480	-22.3	79
2012-09-08 13:03:11	40.6154	-7.0185	-29.4	215
2012-09-08 13:03:39	41.1504	-3.0684	-39.2	80

Tabla de distancias de los impactos a Atocha

El sistema, una vez puesto en producción evalúa las distancias a cada uno de los puntos de interés y genera las alertas necesarias. También es posible generarlas en función de otros parámetros como la intensidad de los rayos, o filtrarlas para ciertas instalaciones.

Además de la distancia a un punto es posible estimar las distancias a la geometría de vía directamente. Esta se almacena en un campo OGC\_GEOM de tipo linestring. En este caso la consulta SFSQL devuelve la distancia mínima entre el punto de impacto y la perpendicular a la línea que representa la vía. A continuación se muestra un ejemplo de consulta que devuelve la distancia mínima de un punto de caída a una línea que define la geometría de la vía

```
SELECT ST_Distance(ST_GeomFromText('POINT(-72.1235 42.3521)',4326),  
ST_GeomFromText('LINESTRING(-72.1260 42.45, -72.123 42.1546)', 4326));
```

Este tipo de análisis permite el seguimiento de las descargas y determinar por anticipado , zonas de riesgo.

Por último. Proporciona el resultado en formato geoRSS por medio de una petición GET a la dirección <http://www.astroide.es/trenes/rayosRSS.php> Esta devuelve las posiciones para las caídas detectadas en el día en curso.

## **6. Conclusión**

Los datos proporcionados por la AEMET a través de los servidores FTP públicos, son una fuente de información de alta calidad y bajo coste para cualquier empresa que necesite de datos meteorológicos. Utilizando software con licencias abiertas, es posible desarrollar sistemas que adapten estos datos a las necesidades de cada negocio. En el caso del ferroviario, estos se convierten en un complemento de las actividades de producción., integradas en el resto de herramientas. La forma más adecuada de hacerlo es aprovechando la componente espacial que tienen estos datos y que permite visualizarlos con el resto de información ferroviaria.

Para este trabajo se ha implementado un sistema de captura y representación automática de detección de rayos, junto con un procedimiento de análisis espacial y alerta de peligros. Todo el sistema es visible en la dirección:

<http://www.astroide.es/trenes/rayos.php>



## **Referencias**

- [1] Gómez Castaño, J, 2012 “Representación de información meteorológica a través de una IDE para el uso en Ferrocarriles”, Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales, Instituto Geográfico Nacional, Madrid, 2012
- [2] Gómez Castaño, José, 2012, “Creación de Mapas de Riesgo Ferroviario a partir de mapas de calor de incidencias”, Vía Libre Técnica
- [3] <http://www.euclid.org/>
- [4] <http://thunder.nsstc.nasa.gov/>
- [5] <http://www.iderail.es>
- [6] [ftp://ftpdatos.aemet.es/rayos/NOTA\\_LEGAL.txt](ftp://ftpdatos.aemet.es/rayos/NOTA_LEGAL.txt)
- [7] <http://www.opengeospatial.org/pressroom/pressreleases/580>
- [8] <ftp://ftpdatos.aemet.es/rayos/>
- [9] <http://www.openstreetmap.org/>