

## Difusión web de tasas de erosión en las playas de Andalucía: geovisores web para la exploración de datos

### *Web dissemination of Andalusian beach erosion rates: geoviewers for scientific data exploration*

J.I. Álvarez Francoso<sup>1</sup>, J. Ojeda Zújar<sup>1</sup>, P. Díaz Cuevas<sup>1</sup>, A. Prieto Campos<sup>1</sup>, J.P. Pérez Álcántara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Geografía Física y AGR, Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Sevilla. C/ M<sup>a</sup> de Padilla, s/n 41004 Sevilla. [jalvarez2@us.es](mailto:jalvarez2@us.es), [zujar@us.es](mailto:zujar@us.es), [pilard@us.es](mailto:pilard@us.es), [pcampos@us.es](mailto:pcampos@us.es), [jpalcantara@us.es](mailto:jpalcantara@us.es).

**Resumen:** Se presentan dos estrategias de difusión web de los resultados del proyecto del P.N. CSO2014-51994-P, centrado en el cálculo de tasas de erosión (con diferentes *proxies*) para la totalidad de las playas de Andalucía y cinco periodos entre 1956 y 2011. La difusión de estos resultados en soportes tradicionales analógicos (mapas en papel) o digitales (pdf) se ve impedida por el alto nivel de detalle y la gran cantidad de información que supone. Por lo tanto, la difusión web resulta esencial para la toma de decisiones sobre la gestión ambiental y la concienciación social sobre los potenciales impactos de la erosión costera.

El primer geovisor se basa en la librería *Leaflet*. Pensado para usuarios generalistas, se ha enfatizado el tratamiento semiológico para garantizar la representación multiescalar y la comparación entre periodos y *proxies*. A las funcionalidades genéricas de estos visores se une la posibilidad de digitalización y exportación en KML, la carga de WMS externos, geolocalización GPS, la utilización de un catálogo y la personalización de proyectos por el usuario.

La segunda estrategia está orientada a especialistas. Este geovisor, desarrollado sobre *OpenLayers 3*, presenta dos funcionalidades nuevas: (i) el uso de peticiones WMS filtradas ofrece una mejor selección espacial y temporal y, apoyándose en diferentes variables temáticas almacenadas en la *BD PostgreSQL*, permite adaptar la visualización a los requisitos del investigador; (ii) utilizando peticiones WFS, es posible explorar los datos a demanda a través de gráficos interactivos y el cálculo de indicadores locales (erosión media de una playa, superficie de playa erosionada, etc.).

**Palabras clave:** Andalucía, litoral, tasas de erosión, exploración de datos, geovisores web.

**Abstract:** *The accessibility to environmental information via web viewers using map services (OGC or proprietary services) has become more frequent since newly information sources (orthophotographs, LIDAR, GPS) are of great detail and thus generate a great volume of data which barely can be disseminated using either analogue (paper maps) or digital (pdf) formats. This information, if adequately disseminated, is crucial in decision making processes, risk management approaches and could help to increase social awareness related to environmental issues (particularly climate change impacts).*

*We present two strategies for dissemination of the results of the Spanish National Project CSO2014-51994-P, focused on the calculation of erosion/accretion rates (using different proxies) over the Andalusian coast during five periods from 1956 to 2011.*

*The first geoviewer is based on Leaflet client. This viewer has been designed to be used by the general public (citizens, policymakers, etc.) by combining a set of tools that gives access to related documents (pdfs) and other tools (saving sets of layers in custom projects, edition, measure, information, geo-localisation with GPS) which are displayed within an user-friendly interface.*

*The second geoviewer is an Openlayers 3 client intended to be used by technicians and specialists. It includes different functionalities (e.g., visualization of time-ranges, levels of uncertainty, interactive graphs or statistics) to fulfill the needs of these users. It takes advantage of the filtering capabilities of the CQL\_FILTER parameter from Geoserver to provide custom filtered requests to the WMS and WFS services.*

**Key words:** Andalusia, coastline, erosion rates, data exploration, web geoviewers

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el intenso desarrollo de los sistemas y aplicaciones de geovisualización ha facilitado el acceso y la difusión de la información geográfica en la web, incrementando la interoperatividad y permitiendo la combinación de datos y servicios mediante el uso de estándares. Las aplicaciones *frontend* para la visualización de la información geográfica y los visores o geovisores web, proporcionan a la geovisualización un valor adicional,

destacando la posibilidad de adaptar el marco espacial y temporal a distintas escalas (Ojeda Zújar, 2010). En la medida en que fomentan el trabajo colaborativo, también constituyen herramientas útiles para la planificación y la participación pública en la formulación de políticas, lo cual ha posibilitado y ampliado el uso de las TIG en lo que se conoce como *Public Participation GIS -PPGIS-* (Bugs et al., 2010; Dunn, 2007; Brooks et al., 2017). Al mismo tiempo, este desarrollo tecnológico ha propiciado la generación y almacenamiento de grandes cantidades de

información geográfica a escalas de gran detalle (Overpeck et al., 2011; Hey and Trefethen, 2003) cuya difusión cartográfica es inviable en formatos analógicos (papel) o digitales (pdf).

En esta comunicación se presentan dos estrategias de difusión web de datos de erosión, resultantes del trabajo realizado en el contexto del proyecto del Plan Nacional titulado “Especialización y difusión web a escalas de detalle de indicadores de vulnerabilidad de las playas de Andalucía como recurso turístico ante los procesos erosivos”. Las dos estrategias están diseñadas con el objetivo principal de difundir estos datos de manera que respondan a las necesidades de dos grupos de usuarios finales (ciudadanos, políticos o investigadores) con niveles de especialización diferentes.

## FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA

Los datos utilizados por Prieto (2017) recogen las tasas de erosión para todas las playas de Andalucía (640 km) en puntos situados a una equidistancia de 50 metros para diferentes periodos temporales (1956-1977-2001-2011). Las líneas de costa (proxies) a partir de las cuales se ha realizado el cálculo de las tasas de erosión han sido íntegramente digitalizadas por un único intérprete para garantizar su homogeneidad y se han utilizado los dos 2 proxies más utilizados dentro del tipo *feature-based proxy*: (i) el límite interior de la playa (p1, contacto playa/duna costera), más recomendable en estudios a medio-largo plazo; (ii) la última marca húmeda dejada por el oleaje en la última marea alta (p2), para utilizarlo como dato de contraste y en zonas donde el primer proxy diese problemas. La evolución de la anchura de la playa seca (*backshore*) ha sido considerada como un tercer proxy (p3).

La metodología utilizada para el diseño de los sistemas de difusión de estos datos puede resumirse en cinco etapas: definición de los perfiles de usuario, diseño general del sistema, modelado de la base de datos, diseño del servidor cartográfico y diseño e implementación de los geovisores.

### Definición de los perfiles de usuario

En esta etapa se definieron los dos perfiles de usuarios a los que irían dirigidos los sistemas de difusión, y que determinan el diseño final de los geovisores.

El primer perfil se refiere a usuarios generalistas, no necesariamente expertos, entre los que se incluyen ciudadanos en general, políticos, gestores públicos, etc. Para este perfil de usuario se han considerado unos

requisitos básicos como el diseño de una interfaz gráfica amigable, que disponga de las herramientas básicas de navegación, de un catálogo para el acceso a las capas de información y otras herramientas que permitan la interacción con la aplicación y la participación de los usuarios de forma bidireccional (comentarios del usuario sobre la información) y multidireccional (respuestas a comentarios de otros usuarios).

El segundo perfil responde a usuarios especializados (técnicos e investigadores). Los requisitos más específicos de estos usuarios están relacionados con la exploración interna de los datos, tanto desde el punto de vista espacial como temporal o temático. Por ello, se ofrece la posibilidad de crear múltiples vistas de los mismos (a demanda) y generar, a partir de ellas, indicadores y diferentes formas de visualización (gráficos) que faciliten la interpretación de la información.

### Diseño general del sistema

El diseño general de ambos sistemas de difusión se muestra en la Fig. 1 y se basa en una misma arquitectura con tres componentes fundamentales: i) Un sistema gestor de base de datos espacial que almacena y sirve los datos; ii) Un servidor cartográfico para la generación de las capas y la simbología y su distribución mediante servicios; iii) un geovisor web para la interacción con el usuario final.

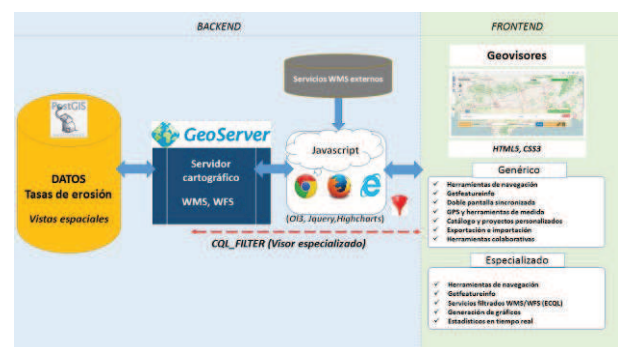


FIGURA 1. Esquema de la arquitectura de los sistemas.

Todo el sistema ha sido desarrollado utilizando aplicaciones de código abierto, sobre un servidor web nginx versión 1.9.5.

### Modelado de la base de datos

El diseño de la base de datos sigue el esquema de la Fig. 2.

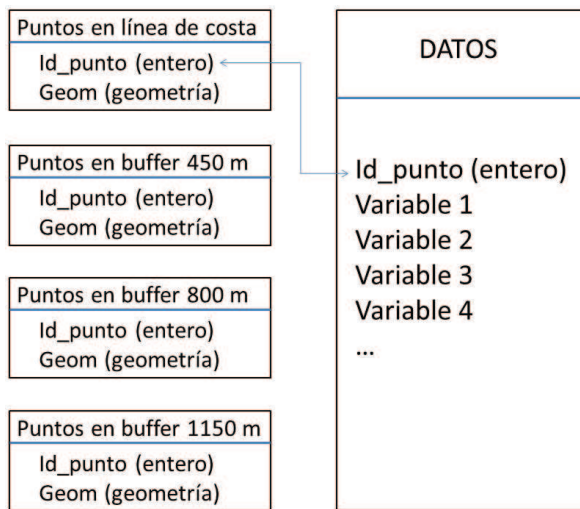


FIGURA 2. Esquema simplificado de la base de datos de erosión.

La base de datos se basa en un esquema simple en el que la tabla de datos (valores de las tasas para todos los periodos y proxies, así como información temática) contiene la clave primaria (el identificador de cada punto) que permite conectarla con las tablas correspondientes a las cuatro geometrías de puntos (en una relación de 1-1 con la clave foránea de las tablas de geometría).

El Sistema Gestor de Bases de Datos utilizado para el almacenamiento y gestión de la base de datos ha sido el *software* de código abierto PostgreSQL 9.6 con la extensión espacial PostGIS 2.3.

### Diseño del servidor cartográfico

Para el diseño del servidor cartográfico se ha utilizado el *software* de código abierto Geoserver v.2.8.1. Las cuatro geometrías de puntos han sido definidas mediante vistas en la base de datos y posteriormente publicadas en forma de servicios interoperables OGC WMS y WFS.

Las cuatro geometrías son susceptibles de representar todas las variables existentes. Con el fin de representar cada una de las cuatro variables relativas a las tasas de erosión para cada uno de los cinco periodos de cálculo, se han definido 20 esquemas de simbología (tabla I) mediante el lenguaje SLD (*Styled Layer Descriptor*).

El servicio WMS, accesible desde cualquier cliente (modificando el parámetro *STYLES* para para representar la variable deseada, ver tabla 1), es accesible desde la URL:

<http://viv3.cica.es:8092/geoserver/litoral/wms>.

### Diseño de los geovisores

Ambos geovisores han sido desarrollados utilizando HTML5 para la estructura de la página web, CSS3 para definir el diseño y Javascript para diseñar la interacción con el usuario final.

VARIABLE	PERIODO	ESTILO
Tasas Erosión p1	1956-2011	ero_5611
	1956-1977	ero_5677
	1977-2001	ero_7701
	1977-2011	ero_7711
	2001-2011	ero_0111
Tasas erosión p2	1956-2011	ero_5611hw
	1956-1977	ero_5677hw
	1977-2001	ero_7701hw
	1977-2011	ero_7711hw
	2001-2011	ero_0111hw
Valor absoluto p1	1956-2011	nsm_5611ero
	1956-1977	nsm_5677ero
	1977-2001	nsm_7701ero
	1977-2011	nsm_7711ero
	2001-2011	nsm_0111ero
Evolución ancho de playa p3	1956-2011	evo_5611wi
	1956-1977	evo_5677wi
	1977-2001	evo_7701wi
	1977-2011	evo_7711wi
	2001-2011	evo_0111wi

TABLA I. Variables y estilos disponibles en el servicio WMS de erosión (hw: marca húmeda; ero: playa alta/duna; wi: anchura playa).

El visor generalista resulta de la adaptación del visor previamente desarrollado (Ojeda Zújar et al., 2015) por el grupo de investigación a los datos de tasas de erosión. Utiliza el cliente Javascript de mapas Leaflet y se alimenta de los servicios OGC generados por Geoserver, además de otros servicios externos.

El visor para especialistas utiliza la librería OpenLayers 3, y se sirve también de las capas servidas por Geoserver a través de los servicios WMS y WFS. Este geovisor aprovecha además la capacidad de Geoserver de aplicar filtros sobre las peticiones a los servicios mediante el parámetro *CQL\_FILTER*, para generar cartografías a demanda.

## RESULTADOS

Los resultados se materializan en dos geovisores, de los que se muestra una captura de pantalla en las Figs. 3 y 4.

El visor genérico es accesible a través de la dirección [http://www.nacional\\_2.gis-and-coast.org/](http://www.nacional_2.gis-and-coast.org/) y está compuesto por una página HTML única en la que se muestra el mapa en dos ventanas de visualización (sincronizadas o no) y un menú replegable a la izquierda que contiene el catálogo que gestiona las capas (figura 3). Combina una serie de herramientas que dan acceso a documentos relativos a los datos (pdf) y otras como la creación de proyectos personalizados, edición, medida, información, geo-localización con GPS, acceso a StreetView, los cuales facilitan la interacción de cualquier usuario con la información.

El visor especializado, accesible en la dirección <http://viv3.cica.es/erosion/> incluye diferentes funcionalidades (como visualización de intervalos temporales, niveles de incertidumbre, gráficos

interactivos o estadísticas) para satisfacer las necesidades de usuarios especializados. Se aprovechan de las capacidades de filtrado del parámetro *CQL FILTER* de Geoserver para proporcionar cartografía a demanda mediante solicitudes filtradas a los servicios WMS y WFS (Fig. 4).

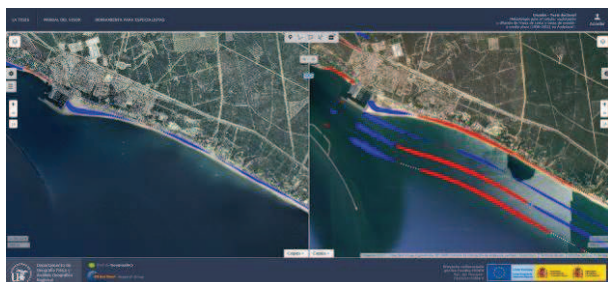


FIGURA 3. Geovisor para usuarios genéricos.

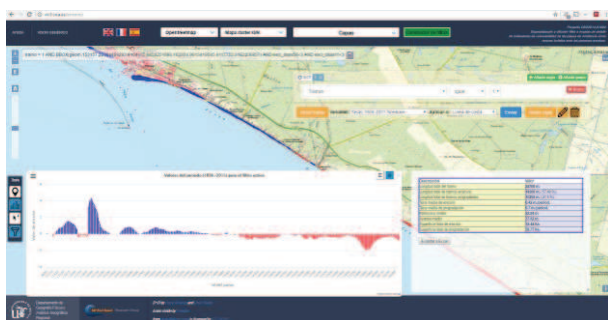


FIGURA 4. Geovisor para usuarios especializados.

## CONCLUSIONES

El uso de geovisores web constituye hoy día uno de los elementos esenciales para la difusión de resultados de cualquier proyecto de investigación y se presenta como la mejor opción para la presentación de grandes volúmenes de datos de forma multiescalar. La difusión es además fundamental en relación la toma de decisiones sobre la gestión ambiental y para fomentar la concienciación de la sociedad sobre los potenciales impactos de la erosión costera.

Aunque muchas aplicaciones web son desarrolladas en arquitecturas propietarias (*Google Maps*, *ArcGis server* y otras), consideramos que la utilización de software *open source* y servicios interoperables OGC, resulta más adecuada en el contexto científico y con algunas ventajas importantes: control de todo el proceso de difusión, posibilidad de reutilización del trabajo de desarrollo, etc.

Los resultados de este trabajo muestran el aprovechamiento de una misma arquitectura para responder a las necesidades de dos grupos de usuarios de características muy diferentes en relación con la difusión de un gran volumen de datos sobre tasas de erosión en la costa de Andalucía a diferentes escalas.

El visor generalista, gracias a sus funcionalidades de navegación, consulta y organización de la información, es una herramienta efectiva para la

difusión de la información a usuarios con perfil menos especializado, mientras que el visor para especialistas ofrece grandes posibilidades para la exploración interna de los datos, su interpretación y la contrastación e incluso generación de nuevas hipótesis.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha visto beneficiado del proyecto de investigación del Plan Nacional CSO2014-51994-P. Se agradece también la colaboración de Geographica en el desarrollo del visor Leaflet.

## REFERENCIAS

- Brooks, C., Butt, G. and Fargher, M. eds. (2017): *The Power of Geographical Thinking*. International Perspectives on Geographical Education. Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- Bugs, G., Granell, C., Fonts, O., Huerta, J. and Painho M. (2010): An Assessment of Public Participation GIS and Web 2.0 Technologies in Urban Planning Practice in Canela, Brazil. *Cities* 27 (3): 172–81.
- Dunn, C.E. (2007): Participatory GIS a People's GIS?. *Progress in Human Geography* 31 (5), 616–37.
- Hey, A., and Trefethen, A.E.. (2003): The Data Deluge: An E-Science Perspective. In: *Grid Computing - Making the Global Infrastructure a Reality*, (F. Berman, G.C. Fox, and A.J.G. Hey, eds). Wiley and Sons. 809–24.
- Ojeda Zújar, J., Díaz Cuevas, P., Alvarez-Francoso, J.I., Pérez Alcántara J.P., y Prieto Campos, A. (2015): Geoportales y Geovisores Web: Un Nuevo Entorno Colaborativo Para La Producción, Acceso y Difusión de La Información Geográfica. In *Análisis Espacial y Representación Geográfica: Innovación y Aplicación*. (J. de la Riva, P. Ibarra, R. Montorio, and M. Rodrigues, eds). Universidad de Zaragoza. 777–86.
- Ojeda Zújar, J. (2010): Geovisualización: Espacio, Tiempo y Territorio. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, 165-166: 445-59.
- Overpeck, J.T., Meehl, G.A., Bony, S. and Easterling, D.R.. (2011): Climate Data Challenges in the 21st Century. *Science* 331 (6018): 700–702.
- Prieto Campos, A. (2017): Metodología para el cálculo, explotación y difusión de líneas de costa y tasas de erosión a medio plazo (1956-2011) en Andalucía. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla.