

# Difusión del Patrimonio Geológico de Extremadura a través de herramientas informáticas

## *Dissemination of the Geological Heritage of Extremadura through computer tools*

M<sup>a</sup> Teresa de Tena Rey<sup>1</sup>, Pedro Muñoz Barco<sup>2</sup> y Tomás Pérez Rosa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitario de Mérida. Universidad de Extremadura. Avda Santa Teresa de Jornet, 38, 06800 Mérida mtdetena@unex.es

<sup>2</sup> DGMA. Junta de Extremadura. Avda. Luis Ramallo, s/n, 06800 Mérida pedro.munoz@juntaex.es

<sup>3</sup> Servitopo. C/López Candela, 5, 06800 Mérida, Badajoz tomas.perez@servitopo.es

### ABSTRACT

*This project is integrated in the line of work developed for the study of the Geological Heritage of Extremadura. It aims to continue the research and cataloguing of the most representative geological sites of the region by expanding information through computer tools, geographic information systems and the use of an application of visualization and location of data in the network, that allows the access to this information in an easy and interactive way. The purpose is to make the information available to the user in a more clear and visual way facilitating the consultation work thus contributing to a greater promotion.*

**Key-words:** *Geological Heritage, Extremadura, GIS.*

### RESUMEN

*Este proyecto se integra en la línea de trabajo desarrollada para el estudio del Patrimonio Geológico de Extremadura. Con él se pretende dar continuidad a la labor realizada de investigación y catalogación de los lugares de interés geológico más representativos de la región ampliando la información a partir de herramientas informáticas, sistemas de información geográfica y empleo de una aplicación de visualización y localización de datos en la red, que permita el acceso a dicha información de manera fácil e interactiva. El fin es hacer llegar la información al usuario de forma más clara y visual facilitando el trabajo de consulta, contribuyendo así a una mayor difusión.*

**Palabras clave:** *Patrimonio geológico, Extremadura, SIG.*

*Geogaceta*, 62 (2017), 119-122  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

Recepción: 7 de febrero de 2017  
Revisión: 9 de abril de 2017  
Aceptación: 26 de abril 2017

## Introducción

La importante geodiversidad presente en la región extremeña se traduce en una gran riqueza de lugares de interés geológico representativos de todo su territorio y su paisaje. Desde hace más de dos décadas se han venido desarrollando estudios de diferente alcance encaminados a la catalogación (De Tena *et al.*, 2000), y elaboración de inventarios que recogieran esta riqueza. Con la publicación del libro "Patrimonio Geológico de Extremadura" (Muñoz Martínez y Martínez Flores, 2005), promovido por la Dirección General del Medio Natural de la Junta de Extremadura, se logró reunir, investigar y catalogar los Lugares de Interés Geológico (LIG) más representativos de la región. El trabajo que se presenta pretende dar continuidad a esta apuesta por la divulgación del patrimonio geológico ampliando

la información y datos existentes con herramientas SIG y empleando una aplicación de visualización y localización de datos en red. Se trata de un proyecto piloto en el que se han seleccionado un conjunto de puntos representativos de este patrimonio, de los que se tiene un conocimiento detallado. Entre los objetivos está gestionar la información que se tiene de cada uno de estos puntos con el fin de agruparlos y estandarizarlos, crear una base de datos con la información existente y los nuevos datos generados, e integrarla en la plataforma web de representación y visualización de datos espaciales y cartográficos CartoDB (actual CARTO). El fin es hacer llegar la información al usuario de manera más clara facilitando el trabajo de consulta contribuyendo así a una mayor difusión. Los datos que se comparten además de facilitar la accesibilidad y conocimiento del patrimonio geológico, vienen

acompañados de un componente de localización al que pueden integrarse y sumarse otros recursos de interés que favorezcan el geoturismo.

## Metodología

Se describen las fases de trabajo que se han seguido así como los programas y aplicaciones utilizados para lograr los objetivos planteados.

### *Recopilación de la información*

Para la selección de los Lugares de Interés Geológico se han tomado los datos facilitados por la Dirección General de Medio Ambiente de la Junta de Extremadura pertenecientes al Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (LIG) coordinado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

La selección de estos LIG (Tabla I), se ha realizado atendiendo a aspectos como:

LUGARES DE INTERES GEOLÓGICOS
Cuevas de Castañar
Geoparque Villuercas-Ibores-Jara
Los Pilones
Los Barruecos
Sinclinal de Herrera del Duque
Penillanura de la Serena
Penillanura Trujillano-Cacereña
Rañas de Cañamero-Valdecaballeros
Río Tiétar
Risco de la Villuercas
Meandro del río Malvellido y Hurdano (Las Hurdes)
Portilla del Tiétar. (Sinforme de Monfragüe)
Salto del Gitano. (Sinforme de Monfragüe)
Valle delJerte. Río Jerte
Gargantas de la Vera
Glaciar de la Serrá. (Sierra de Gredos)
Pedra de Castañar de Ibor. (Canchales de Villuercas)
Puente abandonado de Coria (Depresión de Coria)
Falla y Dique de Plasencia
Lagunas de la Albufera
Volcán de el Gasco
Riberos del Tajo
Cerros Testigo. Montes isla de Medellín
Estrecho de la Peña
Sinclinal de Guadarranque
Portilla del Almonte

Tabla I.- Lugares de Interés Geológico seleccionados.  
Table I.- Selected sites of geological interest.

- Representatividad.
- Carácter de localidad tipo o de referencia.
- Grado de conocimiento científico del lugar.
- Estado de conservación.
- Condiciones de observación.
- Rareza.
- Diversidad geológica
- Espectacularidad o belleza.
- Contenido didáctico o futuro uso didáctico.

*Adecuación de los datos y tratamiento de la información*

A la información disponible de los LIG seleccionados, se le realizaron algunas modificaciones y ampliaciones como cálculo de coordenadas geográficas y cálculo de coordenadas en proyección UTM, necesarias para posteriores trabajos de análisis con herramientas SIG. También se modificaron las denominaciones de algunos de los puntos, ya que hacían referencia a una zona y nuestro interés es delimitarlo a un lugar concreto sobre el que focalizar el estudio, en la medida de lo posible.

*Generación de nueva información*

Se llevaron a cabo una serie de tareas para la obtención de las cuencas visuales de los diferentes puntos.

La primera tarea se basó en convertir el modelo digital de elevaciones (MDE) de

coordenadas geográficas a coordenadas UTM. Para esta conversión se utilizó la aplicación *online* My Geodata Converter.

El siguiente paso consistió en calcular las coordenadas UTM de todos los puntos con localización en el huso 29 forzadas al huso 30, con la finalidad de que todos los puntos estuvieran referidos al mismo huso y no se generaran problemas a la hora de visualizar los datos. Para esta labor se recurrió al programa de descarga directa y gratuita PAG10 Beta del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Este programa de aplicaciones geodésicas cuenta con una calculadora que permite realizar transformaciones de *datum*, resolver problemas directos e inversos de la geodesia y transformaciones de coordenadas entre otros cálculos.

Con la base cartográfica pasada a UTM y las coordenadas de los puntos en el huso correcto, se llevó a cabo la unión de ambos datos en la herramienta Arcview, generando dos capas (*shape*) de información. Esto permite situar cada punto con su posición correspondiente encima de la base cartográfica.

Por otro lado, se hizo necesaria la obtención de un modelo de sombras para simular el relieve y poder calcular así las cuencas visuales.

Una vez generado, se dotó de tintas hipsométricas para dar una referencia de la altitud del terreno en cada zona, contemplando la incertidumbre propia del modelo.

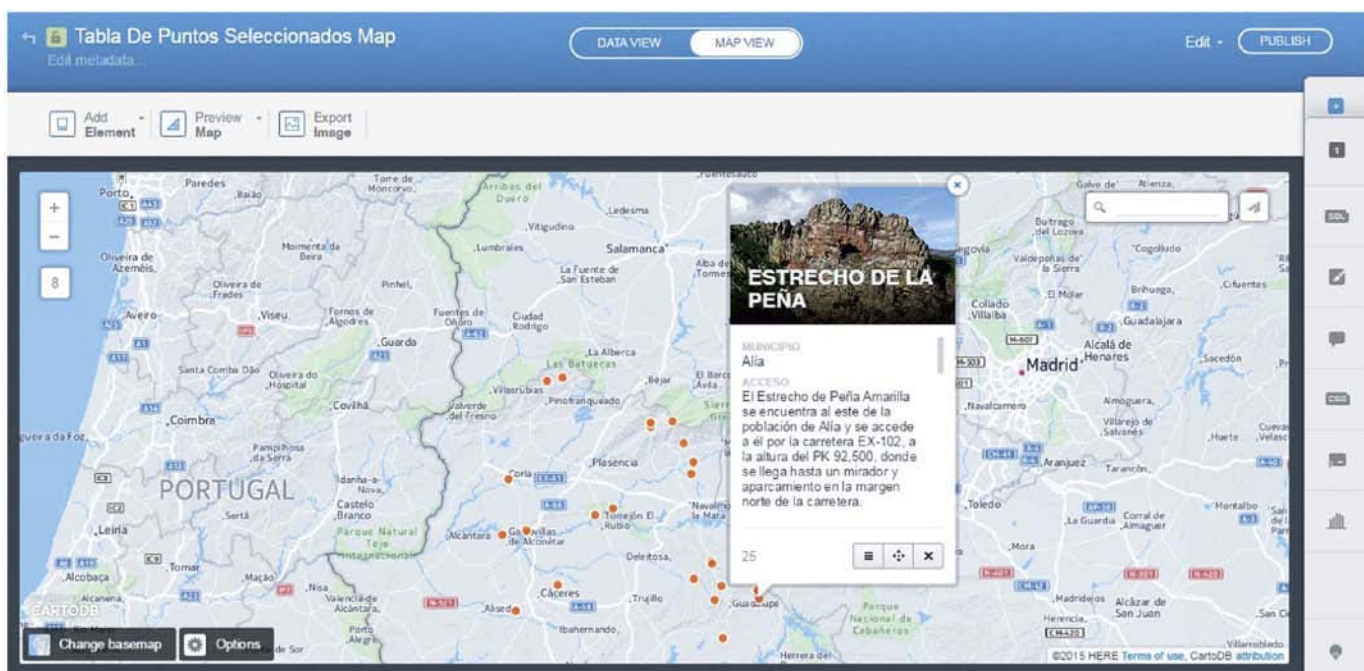




Fig. 1.- Visualización de los Lugares de Interés Geológico sobre la base cartográfica.  
Fig.1.- Visualization of the sites of geological interest on cartographic base.

FICHA DE LUGAR DE INTERÉS GEOLÓGICO			
Denominación del lugar	LOS PILONES		
Comentario valorativo	Marmitas de Gigante de grandes dimensiones con influencia tectónica en su formación. Dentro de la Reserva Natural Garganta de los Infiernos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar	Representatividad	X	
	Carácter de localidad tipo o de referencia	X	
	Grado de conocimiento del lugar	X	
	Estado de conservación	X	
	Condiciones de observación	x	
	Rareza		
	Diversidad geológica	X	
	Espectacularidad o belleza	X	
	Contenido divulgativo / uso divulgativo	X	
	Contenido didáctico / uso didáctico	X	
Possibilidad de realizar actividades recreativas o de ocio	x		
Asociación con otros elementos naturales o culturales	x		
Localización	Provincia: Cáceres	Municipio: Jerte	
	Paraje: Garganta de los Infiernos. Los Pilones		
	Coord. UTM	X: 265.580	Y: 4.453.696
	Coord. Geográficas	Long: -5º 45' 15.01764"	Lat: 40º 12' 3.31188"N
Paisaje	Formas Fluviales		
Dimensión	Lineal		
Cuenca visual	23.8 km <sup>2</sup>		
Distancia a vías principales	1.7 km a la N-110		
Descripción del itinerario de acceso	Desde la Cra N.110 sale un camino que pasando por el Centro de Interpretación de la Reserva Natural Garganta de los Infiernos llega a Los Pilones.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (fragmento de mapa en CartoDB)			
Fotografía del lugar			

Finalmente, para el cálculo de las cuencas visuales fue necesario configurar algunos parámetros, como la sobre elevación de los puntos, el radio de visión, etc. Tras realizar varias pruebas y observar los resultados se llegó a la determinación de que lo que más se puede asemejar a la realidad es sobre elevar los puntos 3 m con el fin de compensar en cierta medida las posibles incertidumbres del modelo, y limitar el radio de visión a 10 km, ya que la nitidez en una panorámica a más de 10 km de distancia no es muy precisa. Generadas todas las cuencas, se convirtieron a polígonos independientes para poder contabilizar las hectáreas que se recogen en cada cuenca visual y permitir la creación de una nueva capa de información, con la que poder diseñar el mapa.

*Cálculo de cercanía a vías principales de comunicación*

Se ha trabajado con la herramienta Arc-View (SIG) junto con la aplicación web de visualización de datos CartoDB. La cartografía base utilizada es el Mapa Oficial de Carreteras Interactivo de España y Portugal proporcionado por el Servicio de Cartografía Digital (SECAD) e IDE de la UEx, tomando en consideración autovías, autopistas y carreteras nacionales. Se actualizaron los tramos de nueva construcción con la información actualizada de las carreteras para las bases cartográficas que ofrece al usuario la plataforma CartoD. Se unieron las dos capas de información correspondiente a las coordenadas de los puntos de interés geológico y la correspondiente a la información de carreteras en una misma capa. De esta forma podíamos calcular automáticamente la distancia a la vía de comunicación más cercana.

*Creación de base de datos de Lugares de Interés Geológico*

Se crea una base de datos en Excel con los datos disponible y los nuevos generados de Lugares de Interés Geológicos seleccionados. Los campos de información recogidos son los siguientes:

- Denominación.
- Paraje.
- Provincia.
- Municipio.
- Coordenadas UTM.

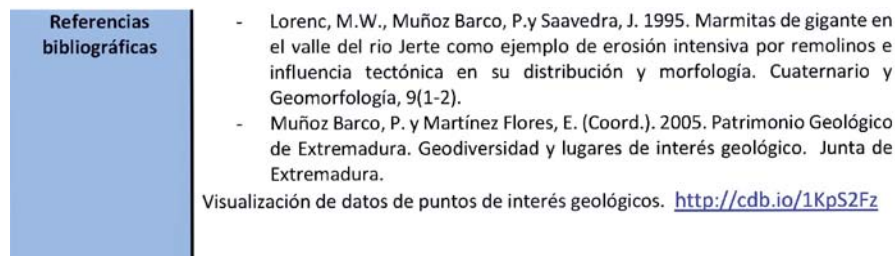


Fig. 2.-Ficha individual de información de los Pilones. Ver figura en color en la web.

Fig. 2.- Individual information sheets of Pilones. See color figure in the web.

- Huso.
- Coordenadas Geográficas.
- Comentario descriptivo.
- Descripción del acceso.
- URL asociadas.
- Referencias bibliográficas.
- Dimensión.
- Tipo de paisaje.
- Extensión de Cuencas visuales.
- Distancia a las vías principales más próximas.

#### Entorno y Herramienta web CartoDB

CartoDB es una herramienta web de código abierto para la creación de mapas interactivos y análisis y visualización de información georreferenciada. Desarrollada por la compañía tecnológica Vizzuality, ofrece varios planes de usos, incluyendo uno gratuito soportando un conjunto de datos ilimitados que ocupen hasta 50 Mb, opción utilizada en este proyecto. CartoDB proporciona una interfaz para importar y visualizar datos geoespaciales, pero además también proporciona una serie de APIs para acceder a los datos mediante sentencias SQL. Permite cargar el set de datos y modificarlos o introducir el mapa en un blog o sitio web.

La base de datos creada de los Lugares de Interés Geológico es importada en la aplicación CartoDB, para poder localizar y visualizar los puntos. Para ello CartoDB crea un campo de geometría llamado "the\_geom" en el que almacena en proyección WGS84 (EPSG:4326) los datos geoespaciales en formato *well-known binary*, aunque admite geometrías del tipo puntos, líneas y polígonos. Ofrece directamente a través del interfaz de usuario introducir y poder visualizar los datos numéricos de tipo texto o fechas. Esta información puede ser ampliada, eliminada o editada en cualquier momento dentro de la misma aplicación, por lo que nos permite tener información actualizada en tiempo real.

## Resultados

La visualización de los datos importados, en la cual podemos observar los puntos georreferenciados en su posición, se ha realizado sobre una de las bases cartográfica que ofrece CartoDB en la cual aparecen, entre otros, los nombres de los municipios y las carreteras principales.

La visualización de los puntos puede ser modificada al gusto del usuario, ya que ofrece diferentes tipos de mapas, colores, formas, tamaños o crear un mapa base propio. Permite realizar consultas mediante petición SQL, seleccionar las columnas deseadas para filtrar la información, añadir nuevas capas, etc.

En este caso se ha centrado en la ventana emergente que puede visualizarse cuando se selecciona el punto deseado. En esta ventana se pueden mostrar los campos de información elegidos de la base de datos importada. De esta manera tenemos un acceso rápido, sencillo y atractivo de la información perteneciente a cada punto (Fig.1). Un ejemplo de ficha de información individual de un LIG se muestra en la figura 2.

Para darle más vistosidad al trabajo, CartoDB permite introducir URLs de otros sitios web para hacer llamamientos. En este trabajo, se ha utilizado esta opción para colocar como encabezado de la ventana emergente, una fotografía representativa del punto en cuestión

Respecto a los valores de las cuencas visuales obtenidos son orientativos ya que se ha aplicado una configuración estándar al análisis siendo más interesante la visita a la zona y una configuración específica por punto ajustando los parámetros de sobre-elevación y radio de visión. No obstante, este análisis permite contemplar la posibilidad de instalar miradores en sitios estratégicos donde puedan contemplarse vistas espectaculares añadiendo valor al punto en sí.

Respecto a los valores de proximidad a vías de comunicación, el mayor número de puntos se localiza próximos a la carretera 502, en el Geoparque Villuercas-Ibores-Jara.

En cuanto a la publicación de la base de datos georreferenciada, cualquier usuario web puede acceder a ella haciendo clic en el enlace: <http://cdb.io/1KpS2Fz>

## Conclusiones

Se han puesto de manifiesto, desde el punto de vista metodológico, las ventajas que pueden aportar las herramientas informáticas para acercar al usuario la información georreferenciada del patrimonio geológico, de una forma sencilla, rápida y visual. Se ha creado una base de datos y agregado nueva información a la ya disponible de los lugares de interés geológico, abierta a la introducción, ampliación y modificación de datos permitiendo una mayor adecuación en la gestión activa de los mismos.

Esta herramienta presenta los datos geoespaciales de manera sencilla permitiendo realizar análisis de los que se puede extraer más información.

La utilización de estas herramientas para gestionar y difundir el patrimonio geológico tiene como ventaja permitir la interactividad y su difusión mediante un enlace.

Los datos que se comparten relativos al interés geológico vienen acompañados de una componente de localización a los cuales pueden sumarse otros valores y recursos del territorio que favorezcan el geoturismo.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a los editores de la revista, a la Dra. Andrea Martín Pérez y a un revisor anónimo los comentarios y sugerencias aportados que han contribuido a la mejora del presente manuscrito.

## Referencias

- De Tena, M.T, Muñoz, P. y Rebolada, E. (2000). En: *Jornadas sobre Patrimonio Geológico y Desarrollo Sostenible* (Palacio, J., Coord). Ministerio de Medio Ambiente. SEGAT.
- Muñoz Barco, P. y Martínez Flores, E. (2005). *Patrimonio Geológico de Extremadura*. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura.