



Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España

*IX Reunión Nacional de la
Comisión de Patrimonio Geológico
(Sociedad Geológica de España)*

León, 14-18 de junio de 2011

Editores:
Esperanza Fernández-Martínez
Rodrigo Castaño de Luis

**Avances y retos
en la conservación del
Patrimonio Geológico en España**

Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España

Actas de la

**IX Reunión Nacional de la
Comisión de Patrimonio Geológico
(Sociedad Geológica de España)**

León, 14-18 de junio de 2011

Editores:

**Esperanza Fernández - Martínez
Rodrigo Castaño de Luis**



León, 2011

Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España

Actas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico
(Sociedad Geológica de España).
León, 14-18 de junio de 2011.

SOCIEDAD GEOLÓGICA DE ESPAÑA. Comisión de Patrimonio Geológico. Reunión Nacional (9ª. 2011. León)

Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España: actas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico (Sociedad Geológica de España), León, 14-18 de junio de 2011. /Editores, Esperanza Fernández-Martínez, Rodrigo Castaño de Luis. León: Área de Publicaciones, Universidad de León, 2011.

346p: il.; 24 cm

ISBN 978-84-9773-578-0

1. Patrimonio Geológico. 2. geoconservación. I. Fernández-Martínez, Esperanza, ed. lit. II. Castaño de Luis, Rodrigo, ed. lit. III. Universidad de León. Área de Publicaciones.

551.1/.4(460)(063)

ISBN: 978-84-9773-578-0

Depósito Legal: LE-812-2011

© Universidad de León

© Los autores

Impresión: Área de Publicaciones de la Universidad de León

Fotografía de portada: estalactitas de aragonito azul en la Mina Divina Providencia (Villanueva de Pontedo, León). Autor: Rodrigo Castaño de Luis

A los pioneros del estudio del patrimonio geológico en España, y en especial a Emilio Elízaga Muñoz y a Luis Sánchez de la Torre. Ellos son los gigantes sobre cuyos hombros caminamos.



Emilio Elízaga, Luis Sánchez de la Torre y Jaime Palacio en la Serie condensada de Tellego, durante la realización del proyecto “Inventario de Puntos de Interés Geológico”, desarrollado por el IGME en los años 80.

PRESENTACIÓN

Este volumen contiene los trabajos presentados, como ponencias invitadas y comunicaciones, a las sesiones científicas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España, celebrada en León en junio de 2011. Incluye también cuatro trabajos en formato de guía de campo que desarrollan diversos contenidos e ideas sobre los lugares visitados durante las tres jornadas de campo realizadas en el marco de esta reunión.

Desde la década de 1970, cuando se inicia la investigación del patrimonio geológico en España y, especialmente, desde la constitución de la Comisión de Patrimonio Geológico en 1994, los avances en este campo han sido considerables; en parte, porque muchos de los principios metodológicos y de las ideas clave en el inventariado y catalogación de los lugares con interés geológico habían sido ya esbozados por los pioneros de esta investigación.

El avance reseñado ha sido mayor y más continuo tras el impulso recibido por la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad, que incorporó conceptos y figuras legales directamente relacionados con el patrimonio geológico. Así, en estos últimos años, tanto la sociedad como las diferentes administraciones han comenzado a demandar información sobre el patrimonio geológico, su investigación, difusión y conservación. En respuesta a estas demandas, se han desarrollado nuevas metodologías, revisado inventarios, impartido cursos de formación, publicado trabajos científicos y de divulgación, y diseñado estrategias de conservación, entre otras muchas acciones. Todo ello indica, y la cantidad y contenido de las comunicaciones presentadas en esta reunión son buena prueba de ello, que vivimos un momento especialmente fructífero en nuestra labor a favor del patrimonio geológico. Se trata de un momento que debe ser aprovechado para analizar qué avances reales hemos conseguido desde los trabajos pioneros y qué retos afrontamos en el futuro inmediato.

Este debate es, precisamente, el que se ha intentado propiciar en esta reunión, que gira de forma más precisa en torno a los “Avances y retos en la conservación del patrimonio geológico en España”. Algunos de estos avances, y también de estos retos, son tratados en los trabajos publicados en el presente volumen; y muchos otros serán objeto de debates durante esta IX Reunión de la Comisión de Patrimonio Geológico. En definitiva, este encuentro nace con una finalidad clara, la de promover planteamientos y propuestas que permitan situar al patrimonio geológico dentro del lugar que le corresponde como parte esencial de nuestro patrimonio natural.

Esperanza Fernández-Martínez

AGRADECIMIENTOS

REVISORES CIENTÍFICOS

Los editores agradecen la colaboración de las siguientes personas que han actuado como revisores científicos de los artículos contenidos en este libro:

- Enrique Díaz-Martínez, IGME
- Esperanza García Ortiz de Landaluce, Universidad de León
- Guillermo Meléndez Hevia, Universidad de Zaragoza
- Inés Fuertes Gutiérrez, Grupo GEPAGE
- José María Redondo Vega, Universidad de León
- Luis Carcavilla Urquí, IGME

CORRECTORES ORTOGRÁFICOS Y DE ESTILO

- Judit Molero Guerra
- Laura García Parada

PATROCINADORES

- Sociedad Geológica de España (SGE)
- Instituto Geológico y Minero de España (IGME)
- Universidad de León
- Ciudad de la Energía (CIUDEN)
- Caja España

COLABORADORES

- Ayuntamiento de León
- Ayuntamiento de La Pola de Gordón
- Ayuntamiento de Villablino
- Asociación Cuatro Valles
- Bodegas y viñedos Villeza
- Denominación de Origen Tierra de León
- Diputación de León
- Fundación General de la Universidad de León y de la Empresa (FGULEM)
- Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León
- Grupo de música y danzas renacentistas Gratie d'Amore
- Jardín Botánico de Córdoba
- Museo de León
- Paleoymás
- Reserva de la Biosfera de Laciana
- Reserva de la Biosfera del Alto Bernesga

ÍNDICE

• PONENCIAS INVITADAS

Bosque carbonífero. Un viaje al pasado	13
<i>Azuara Solís, J.Á., Aparicio Rabanedo, E., Esteban Piñeíro, M., González y López de Guereñu, J. e Hidalgo Moreno, A.J.</i>	
Patrimonio geológico, ocio y turismo rural. Actuaciones puestas en marcha en Cuatro Valles. León	19
<i>Belinchón Callejo, G., Llamas de Juan, O. y García Suárez, M.</i>	
Geoturismo y geoconservación: amenazas y oportunidades.....	31
<i>Carcavilla, L.</i>	
Parque Geológico y Minero de la Cataluña Central	39
<i>Climent Costa, F., Mata-Perelló, J.M., Poch, J. y Gual, G.</i>	
La estructura conceptual del parque geológico de Chera	44
<i>Santisteban Bové, C. de.</i>	

• COMUNICACIONES

¿Por qué seguir recogiendo fósiles cuando se custodian más de 110 000 piezas?	51
<i>Álvarez-Vázquez, C. y Wagner, R.H.</i>	
Legislación para el inventario de Lugares de Interés Geológico en las Comunidades Autónomas	56
<i>Carcavilla, L., Díaz-Martínez, E., García-Cortés, Á. y Vegas, J.</i>	
Metodología seguida para la preparación del libro <i>Proyecto Geosites: aportación al patrimonio geológico mundial</i>	62
<i>Carcavilla, L. y Palacio, J.</i>	
Protekarst: un nuevo enfoque para la protección del karst. Resultados preliminares.....	68
<i>Carrasco, F., Carrasco, J.M., Comino, O.M., Jiménez-Madrid, A., Nieto, J.M. y Sanchidrián, J.L.</i>	
La vuelta al mundo de los dinosaurios en diez etapas	74
<i>Cobos, A. y Alcalá, L.</i>	

Pinar del Río (Occidente de Cuba): una región de alto potencial para la creación de Geoparques	80
<i>Corvea, J.L., Blanco, A., Goy, J.L., Farfán, H., Martínez, Y. y Novo, R.</i>	
Los elementos biológicos y culturales de interés geológico: un patrimonio a conservar ..	85
<i>Díaz-Martínez, E. y Díez-Herrero, A.</i>	
Conservación del patrimonio geológico en la Garganta de La Risca (Valdeprados, Segovia)	91
<i>Díaz-Martínez, E. y Lozano, G.</i>	
Patrimonio geológico efímero: singularidades de su estudio y gestión	97
<i>Díez-Herrero, A., Ortega Becerril, J.A., Pérez López, R., y Rodríguez Pascua, M.A.</i>	
Geoturismo en la ciudad de Segovia: complemento y alternativa al turismo tradicional..	104
<i>Díez-Herrero, A., Vegas Salamanca, J., Peña González, B., Herrero Ayuso, A.S., Lucía Atance, R. y Santos Borreguero, C. de.</i>	
Los recursos geológicos y el desarrollo local desde una perspectiva no depredadora. Aplicación en las manifestaciones sociales de la Geología: el geoturismo y los parques geológicos	109
<i>Escorihuela Martínez, J.</i>	
Valores patrimoniales de los sistemas cavernarios del Parque Nacional Viñales, Cuba. conocimiento actual y estatus de protección	114
<i>Farfán-González, H., Corvea-Porras, J.L., Días-Guanche, C., Martínez-Maqueira, Y. y Aldana-Vilas, C.</i>	
GEOschools: Innovative teaching of geosciences in secondary schools and raising awareness on geoh heritage in the society	120
<i>Fermeli, G., Meléndez, G., Calonge, A., Dermitzakis, M., Steininger, F., Koutsouveli, A., Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J., D'Arpa, C. and Di Patti, C.</i>	
Viejas y nuevas formas de divulgar el patrimonio paleontológico: el caso de los fósiles urbanos de León	125
<i>Fernández-Martínez, E., Castaño de Luis, R., García Parada, L., Molero Guerra, J. y García Ortiz de Landaluce, E.</i>	
Identificación de los sistemas naturales geológicos españoles. Base para la cartografía de geodiversidad y para el seguimiento del estado de conservación de los Parques Nacionales.....	133
<i>García-Cortés, A., Carcavilla, L., Salazar, A. y Díaz-Martínez, E.</i>	

Aplicación de técnicas de teledetección en la cartografía geomorfológica sintética de zonas con espacios naturales protegidos: Montes de León, Sierra de la Peña de Francia (Salamanca) y valle del río Almanzora (Almería)	139
<i>García-Meléndez, E., Mínguez, A., Goy, J.L. y Colmenero-Hidalgo, E.</i>	
El Flysch de Zumaia: gestión integral de un Biotopo muy geológico	145
<i>Hilario-Orús, A., Arrese-Zabala, A., Mendiola-Gomez, I. y Zulaika-Isasti, J.</i>	
Representación cartográfica de los Lugares de Interés Geológico: Consideraciones de cara a la gestión, Enguídanos (Cuenca)	152
<i>Lozano, G., Vegas, J. y García-Cortés, A.</i>	
El proyecto del geoparque de la Comarca de Molina y el Alto Tajo	156
<i>Martínez, J.A., Carcavilla, L., Monasterio, J.M. y Vela, Á.</i>	
Guía geológica del Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici	162
<i>Martínez Rius, A., Comas, J. y Rodríguez Fernández, L.R.</i>	
Ruta de interpretación geológica. Ascensión a la Barragana (Cubillas de Arbas, León).....	168
<i>Martínez-Sanz, C.</i>	
Datos para el conocimiento del patrimonio geomínero de la comarca valenciana del Alto Palancia / Alt Palancia	170
<i>Mata-Perelló, J.M., Cardona Gavalda, J.V. y Climent Costa, F.</i>	
Datos para el conocimiento del patrimonio geomínero de la comarca aragonesa de las Cuencas Mineras	173
<i>Mata-Perelló, J.M. y Climent Costa, F.</i>	
Datos para el conocimiento del patrimonio geomínero de la comarca aragonesa de la Comunidad de Calatayud	176
<i>Mata-Perelló, J.M. y Climent Costa, F.</i>	
Datos para el conocimiento del patrimonio geomínero de la comarca aragonesa del Campo de Belchite	180
<i>Mata-Perelló, J.M. y Climent Costa, F.</i>	
Datos para el conocimiento del patrimonio geomínero de la comarca aragonesa del Campo de Borja	183
<i>Mata-Perelló, J.M. y Climent Costa, F.</i>	

Datos para el conocimiento del patrimonio geomínero de la comarca aragonesa de Andorra - Sierra de Arcos	187
<i>Mata-Perelló, J.M. y Climent Costa, F.</i>	
Using geological heritage as a useful educational tool in secondary schools: the GEOschools Project and the use of educational geotopes.....	191
<i>Meléndez, G., Fermeli, G., Calonge, A., Escorihuela, J. and Ramajo, J.</i>	
Estrategia de geodiversidad de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai	196
<i>Mendia, M. y Monge-Ganuzas, M.</i>	
La estrategia de geodiversidad en el País Vasco.....	201
<i>Monge-Ganuzas, M., Mendia, M. y Hilario, A.</i>	
Aplicación de los modelos digitales del terreno a la identificación de lugares de interés geológico en la llanura aluvial del río Guadalquivir	207
<i>Moral, F., Balanyá, J.C., Rodríguez-Rodríguez, M., Expósito, I. y Díaz-Azpiroz, M.</i>	
Evaluación de la geodiversidad en el macizo de Fuentes Carrionas (Cordillera Cantábrica).....	212
<i>Pellitero, R.</i>	
GEODINAMIZACIÓN: más que una propuesta de proyecto.....	220
<i>Pereira, D., Neves, L., Vegas Salamanca, J., Gomes, E. y Fernández Delgado, J.M.</i>	
El karst exhumado de La Balouta: un ejemplo de patrimonio geológico y minero derivado de las explotaciones auríferas romanas	226
<i>Redondo Vega, J.M., Alonso Herrero, E. y Santos González, J.</i>	
Las herencias morfoclimáticas de climas fríos como patrimonio geológico de interés geomorfológico: los rasgos de origen glaciar en el valle de Viadangos de Arbas (León) ...	231
<i>Redondo Vega, J.M., Santos González, J., González Gutiérrez, R.B. y Gómez Villar, A.</i>	
Las Guías Geológicas de Parques Nacionales: un ejemplo de divulgación del patrimonio geológico.....	235
<i>Rodríguez-Fernández, R.</i>	
Exposición temporal itinerante sobre las Guías Geológicas de los Parques Nacionales	239
<i>Rodríguez-Fernández, R., Díaz-Martínez, E., Robador, A., Rábano, I., Carcavilla, L. y Vegas, J.</i>	

Exposición paleontológica Fósiles Vegetales del Carbonífero en Castilla y León. Un enfoque didáctico al conocimiento de la paleoflora de este periodo	244
<i>Rubio-Millán, C., Barco-Rodríguez, J.L., y Rubio-García, C.J.</i>	
La necesidad de actualizar y revisar los inventarios del patrimonio geológico: dos ejemplos en el valle de Pineta (Pirineo, Huesca)	248
<i>Salazar, A., Mata, P., Valero-Garcés, B.L., Moreno, A., Barreiro, F. y Jambrina, M.</i>	
Usos antrópicos y afecciones al patrimonio geológico de interés geomorfológico: ejemplos en la provincia de León	253
<i>Santos González, J. y Redondo Vega, J.M.</i>	
Patrimonio geológico y turismo activo en la Cueva de Valporquero (León)	259
<i>Temprano Alonso, R. y Castaño de Luis, R.</i>	
Solicitudes de nuevos Geoparques a UNESCO: análisis de las causas que hicieron fracasar la propuesta del Piedemonte Norte de las sierras de Guadarrama y Ayllón (Segovia)	266
<i>Vegas, J., Díez-Herrero, A., Aragoneses, J.P., Gutiérrez, I. y Carcavilla, L.</i>	
Adaptación de la metodología del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico a los inventarios locales de patrimonio geológico: municipio de Enguñadanos (Cuenca)	271
<i>Vegas, J., Lozano, G., García-Cortés, A., Carcavilla, L. y Díaz-Martínez, E.</i>	
• EXCURSIONES	
Excursión 1; 14 de junio de 2011	
Guía de campo: el patrimonio geológico en las Reservas de la Biosfera del Valle de Laciana y de Babia (León)	279
<i>Santos González, J. y Fernández Martínez, E.</i>	
Guía de campo: el patrimonio geológico en Las Médulas (León)	294
<i>Ferrero Aparicio, M.</i>	
Excursión 2; 16 de junio de 2011	
Guía de campo: el patrimonio geológico del Alto Bernesga (León)	303
<i>Fernández-Martínez, E., Redondo Vega, J.M. y Castaño de Luis, R.</i>	
Excursión 3; 18 de junio de 2011	
Guía de campo: el patrimonio geológico del Parque Nacional Picos de Europa	321
<i>Fuertes-Gutiérrez, I. y Torío Fernández, C.</i>	

Ponencias

BOSQUE CARBONÍFERO. UN VIAJE AL PASADO

Carboniferous Forest. Going back to past

Azuara Solís, J.Á.¹, Aparicio Rabanedo, E.¹, Esteban Piñeiro, M.¹, González y López de Guereñu, J.¹ e Hidalgo Moreno, A.J.¹

¹Fundación Ciudad de la Energía. II Av. de Compostilla 2. 24400 Ponferrada, León. jose.azuara@ciuden.es, antonio.hidalgo@ciuden.es

Palabras clave: Museos, combustibles fósiles, Bosque carbonífero, Ponferrada, León.

• INTRODUCCIÓN

El Bosque del Carbonífero es uno de los proyectos en los que trabaja la Fundación Ciudad de la Energía (CIUDEN) en su camino hacia la creación del Museo Nacional de la Energía en Ponferrada. Las antiguas centrales térmicas de la Minero Siderúrgica de Ponferrada (MSP) y Compostilla I, albergarán las instalaciones del museo, junto con esta tercera edificación que recreará un bosque del Periodo Carbonífero (Fig. 1).

Entre los objetivos de este proyecto, denominado ORIGEN, destaca el de contribuir a la explicación de conceptos ligados a la energía y a los procesos de formación del carbón, con un enfoque transversal tratando aspectos físicos, químicos, biológicos, geológicos, etc.

EL NUEVO BOSQUE CARBONÍFERO
PARQUE MUSEO NACIONAL DE LA ENERGÍA

ORIGEN



Figura 1. Imagen del futuro Bosque carbonífero.

• CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

La futura instalación tendrá una cúpula con una altura interior de unos 18 m pero, al estar parcialmente enterrada, no sobresaldrá más que 12 m desde el nivel del suelo (Figs. 2 y 3). Esta instalación se ubicará en la línea imaginaria que une los edificios de las otras dos sedes del museo: Compostilla I y MSP.

Su interior, con una superficie de 2000 m² albergará un espacio destinado a un jardín botánico de 1000 m², con recorridos delimitados para favorecer las visitas, así como otros 1000 m² destinados a otras exposiciones que contribuyan a desarrollar los contenidos planteados (sala de carbonización, exposición de fósiles carboníferos, etc.) así como accesos y servicios (Fig. 2).

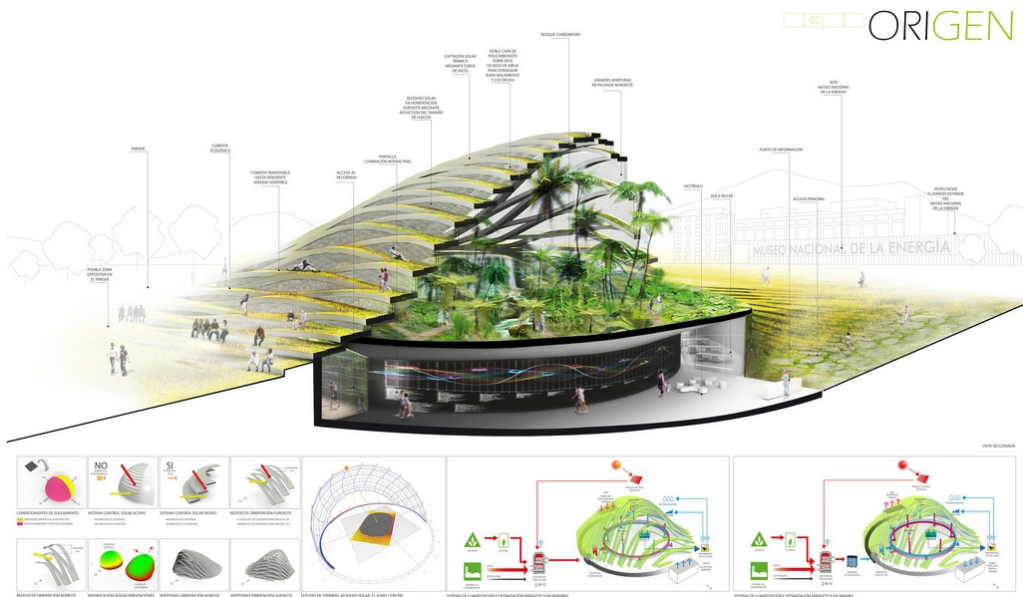


Figura 2. Modelo del proyecto del Bosque del Carbonífero denominado Origen (Fuente: Arquitecto Enguita y Lasso de la Vega).

Este espacio constituirá un escenario en donde se unifican conceptos tratados en las diferentes secciones del museo, tales como Fotosíntesis, Combustibles fósiles, Energía interna de la Tierra y Energía de la vida, e indirectamente con las térmicas de carbón como la MSP y la propia Compostilla en el pasado (Fig. 2).

Cabe destacar que el espacio central de la instalación, destinado a las plantas, estará bordeado por un anillo que albergará exposiciones que complementen los contenidos y los servicios destinados al mantenimiento de la instalación.

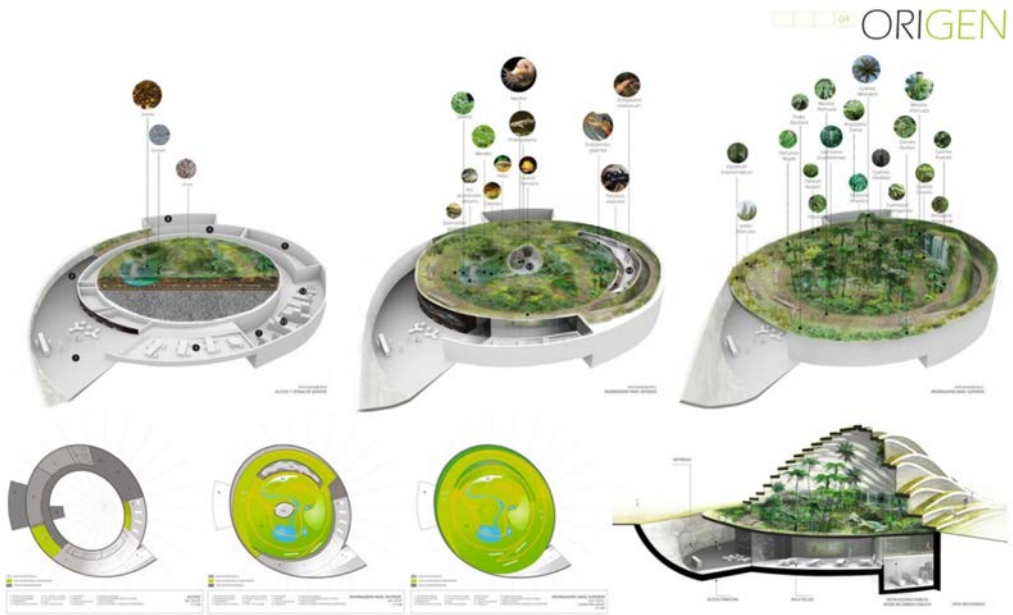


Figura 3. Secciones de las que está constituido el proyecto.

• CONTENIDOS

Esta singular propuesta del Bosque carbonífero, única en el mundo, constituirá un escenario donde los contenidos se transmitirán por inmersión. Se pretende que el visitante disfrute de una experiencia única y se mueva en un espacio y tiempo diferentes.

El participante comenzará la visita recorriendo una exposición de ejemplares fósiles singulares: “Un bosque de piedra”. A partir de aquí se le planteará un viaje al pasado en el que, a través de la proyección de animaciones que muestran la geografía actual, se retrocederá progresivamente a la paleogeografía carbonífera, al mismo tiempo que se desarrollan conceptos ligados a la tectónica global.

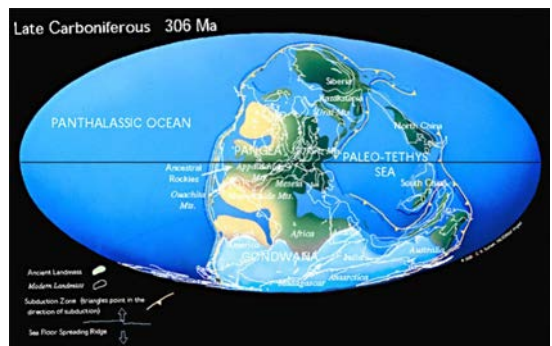


Figura 4. Paleogeografía del Carbonífero. (Fuente: <http://www.scotese.com/>)

Una vez realizado ese recorrido temporal, el visitante se internará en un “Bosque de hace 300 millones de años” en este, aprovechando formas vegetales relictas que aún persisten, se recrearán algunos ecosistemas similares a los existentes durante el Carbonífero, cuando la posición geográfica de lo que hoy es nuestra Península era ecuatorial (Fig. 4) y un clima permanentemente cálido y húmedo se conjugó con la etapa evolutiva en la que se produjo la explosión del mundo vegetal: lycopodios, equisetos y helechos con esporas, pero también con semillas, cubrieron la tierra emergida; a la vez que artrópodos, anfibios y reptiles comenzaban la “colonización” de los continentes. En las zonas pantanosas, donde la biomasa se acumulaba, tuvo lugar la génesis de los yacimientos de carbón.

Los contenidos tratados dentro del bosque serán, por tanto, los referidos a las condiciones paleoclimáticas y paleoecológicas, a la fotosíntesis, así como a los procesos de carbonización que permitieron la formación de los yacimientos de carbón.

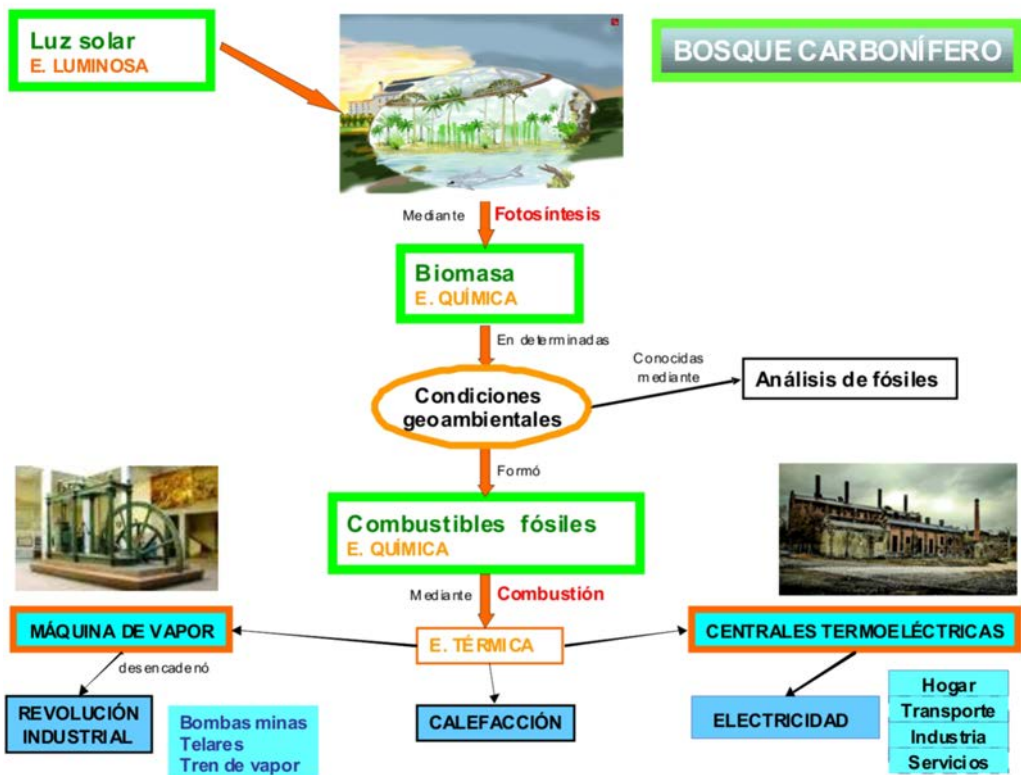


Figura 5. Esquema que representa el origen de los combustibles fósiles y usos.

• FLORA

Para la elección y plantación de vegetales en este espacio, dos han sido y son básicamente las dificultades encontradas. La primera es que, salvo en el caso de helechos y equisetos, los elementos de la flora carbonífera o bien han desaparecido, o bien sus representantes actuales (licopodios, selaginelas e *Isoetes*) son de pequeño tamaño. Por este motivo, se prevé incluir en el Bosque ejemplares vivos de *Diksonia*, *Cyathea* (helechos arbóreos), equisetos (especies de gran tamaño), marattiales, licopodios, etc., y de forma complementaria algunas réplicas naturalizadas de flora extinta como *Sigillaria*, *Lepidodendron*, *Cordaites* y pteridospermas o helechos con semilla.

La segunda dificultad ha sido la obtención de las especies seleccionadas, ya que muchas de ellas no se encuentran comercializadas y ha tenido que procederse a su localización y producción en sus lugares de origen.

Una cuestión importante está siendo la delimitación de las condiciones ambientales necesarias para el desarrollo vegetativo de estas especies. Aún en ambiente controlado, las condiciones de insolación, iluminación, temperatura, humedad y estacionalidad de las mismas tienen que delimitarse con precisión para evitar el fracaso de la plantación, por este motivo se está procediendo a estudiar los rangos de dichas condiciones ambientales en un invernadero de ensayo. Por otro lado se han construido dos invernaderos de aclimatación, para el desarrollo de frondes y el crecimiento de los ejemplares que se vayan adquiriendo, situados uno en Igüeña, León, y otro en Navalcarnero, Madrid.

• FAUNA

Con vistas a favorecer la ambientación del espacio y explicar cuestiones adaptativas de los seres vivos desde el punto de vista energético, se incluirán también réplicas naturalizadas de ejemplares de la fauna acuática y terrestre que habitaba estos bosques: insectos y otros artrópodos gigantes, anfibios, reptiles, peces acorazados (algunos equipados con sistemas electromecánicos que simulan apariencia y movimientos “reales”).

Se introducirán también algunos ejemplares vivos de anfibios, artrópodos y peces pulmonados.

• CONCLUSIONES

El “Bosque Carbonífero” constituye un espacio que pretende mostrar al visitante, mediante la recreación de uno de los posibles ecosistemas existentes en esa época, el origen y formación de los combustibles fósiles (Energía solar enterrada), especialmente el carbón, que ha sido y sigue

siendo fundamental mediante su combustión, para el desarrollo industrial y la generación de energía eléctrica, tal como se muestra en la MSP, y en el futuro, en la sede central del Museo Nacional de la Energía. Este concepto se abordará de manera transversal al incluirse y desarrollarse los procesos naturales involucrados en su formación: condiciones ambientales, paleogeografía, dinámica terrestre, fotosíntesis y evolución.

PATRIMONIO GEOLÓGICO, OCIO Y TURISMO RURAL. ACTUACIONES PUESTAS EN MARCHA EN CUATRO VALLES. LEÓN

Geoheritage, leisure and rural tourism: measures implemented at Cuatro Valles (León, Spain)

Belinchón Callejo, G.¹, Llamas de Juan, O.¹ y García Suárez, M.²

¹TOMERO y ROMILLO SL. C/ Joaquín López Robles 4. 24007 León. www.tomeroyromillo.es

²Grupo de Acción Local CUATRO VALLES. Av. Manucho 92. 24120 Canales-La Magdalena, León. www.cuatrovalles.es

Palabras clave: Patrimonio geológico, turismo rural, divulgación, León.

• INTRODUCCIÓN

Cuatro Valles es un Grupo de Acción Local que, a lo largo de las dos últimas décadas, ha puesto en marcha y ejecutado sucesivos programas de desarrollo rural en el marco de las iniciativas PRODER y LEADER. Aunque han sido muchas las líneas de trabajo implementadas, todas ellas encaminadas a conseguir la diversificación económica de sus comarcas, el Grupo ha apostado decididamente por el sector turístico, promoviendo la implantación territorial de una amplia red de infraestructuras turísticas de alojamiento y restauración, que se ha complementado con un ambicioso programa de interpretación de los recursos locales y el apoyo a empresas de actividades turísticas.



Figura 1. Localización geográfica de Cuatro Valles y las siete comarcas que integran este territorio.

El territorio de Cuatro Valles ocupa buena parte de la montaña centro-occidental leonesa. Agrupa a siete comarcas de consolidada identidad, tanto geográfica y natural, como histórica y cultural (Fig. 1). De este a oeste son: El Torío, El Bernesga, Luna, Babia, Laciana-Alto Sil, Omaña y La Cepeda. Se trata de un territorio eminentemente montañoso, donde se encauzan algunos de los principales ríos leoneses, de población dispersa en pequeños núcleos que han mantenido un profundo arraigo a su tierra, a sus tradiciones y a sus formas de vida.

Su pertenencia a dos grandes regiones bioclimáticas (Eurosiberiana y Mediterránea), su ubicación entre la montaña cantábrica y los páramos leoneses, y un secular aislamiento, han posibilitado la pervivencia, en un magnífico estado de conservación, de un ingente patrimonio natural y cultural que, en la actualidad, se evidencia por la inclusión de buena parte de sus valles y montañas en distintas figuras de protección: cinco Reservas de la Biosfera de las siete existentes en León (Los Argüellos, el Alto Bernesga, Laciana, Babia y los Valles de Omaña y Luna). Cuenta también con varias áreas catalogadas como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) integrados en la Red Natura 2000, de conservación europea. Y algunos territorios incluidos en el Plan Indicativo de Espacios Naturales de Castilla y León, pendientes de su definitiva declaración como espacio natural protegido, entre los que se encuentran el Espacio Natural de los Valles de Babia y Luna, el de las Hoces de Vegacervera, y el Alto Sil.

• ALGUNOS ELEMENTOS DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE CUATRO VALLES

Si relevante es, en general, el patrimonio natural de las comarcas de Cuatro Valles, en nada desmerece el relativo a los recursos geológicos, paleontológicos y mineros, que contribuye, sin duda, a incrementar la riqueza natural y cultural de este territorio. Se trata de un rico y diverso conjunto patrimonial, disperso por todos sus rincones y, en muchos casos, todavía insuficientemente conocido y estudiado, incluso por los especialistas.

Los recursos geológicos de Cuatro Valles despertaron, ya a mediados del pasado siglo XX, el interés de algunos investigadores, gracias a cuyos trabajos se han podido desentrañar diversos aspectos de la evolución de la Cordillera Cantábrica en distintos periodos de su historia geológica. La riqueza en fósiles de estas comarcas es también reseñable, gracias a su presencia se han podido determinar los sucesivos paleoambientes que se han ido sucediendo en el territorio durante millones de años. Algunos ejemplares de trilobites encontrados en Los Barrios de Luna han posibilitado conocer la posición del territorio que ahora constituye el norte peninsular en relación a otras de las tierras entonces emergidas y que hoy ocupan la franja atlántica del continente norteamericano.

Pero además, las comarcas de Cuatro Valles ofrecen magníficas muestras de fenómenos orogénicos recientes y de su modelado posterior por el hielo, por el agua y por la erosión química, fenómenos que siguen activos en la actualidad. Además, las diferentes litologías presentes en el territorio, permiten apreciar resultados variables en función de los materiales sobre los que han

actuado estas fuerzas modeladoras. Magnífico ejemplo de los procesos kársticos son las renombradas cuevas de Valporquero (Fig. 2), de indudable interés geológico, que se han convertido en punto de referencia turística de todo León.

Directamente relacionado con el patrimonio geológico y paleontológico se encuentra el patrimonio minero, que tiene en Cuatro Valles un punto de referencia a nivel nacional. La cuenca carbonífera leonesa tiene en estos valles algunos de sus enclaves más reconocidos, como las cuencas de Laciana y de Santa Lucía. Aunque en los últimos años han perdido parte de su protagonismo al verse sometidas a sucesivas reconversiones, se trata de comarcas con una tradición minera fuertemente arraigada y con una estructura



Figura 2. Cueva de Valporquero.

social y económica marcada por su historia minera reciente que se remonta, apenas, a finales del siglo XIX. Las evidencias de estas explotaciones y toda la infraestructura que se estableció en sus valles permanece en muchos casos en pie y, en los últimos meses, se han incoado expedientes para la inclusión de algunos de sus pozos como Bien de Interés Cultural (BIC).

Pero la minería de la zona no solo es reciente. Minas ya explotadas en el Neolítico, como La Profunda, ofrecen un interés relevante a los estudiosos de la arqueología minera. Tanto en esta mina como en su vecina La Providencia, entre otras, los procesos extractivos más recientes no han alterado las zonas de explotación histórica de cobre, lo que está permitiendo conocer distintos aspectos de cómo se efectuaron los trabajos, incluso en época protohistórica, y de las herramientas, materiales y procesos empleados para el posterior lavado y procesado del mineral.

De época romana se encuentran también no pocas evidencias de minas del oro, tanto en yacimientos en roca como en depósitos de aluvión. Especial relevancia tienen en este sentido las explotaciones en peines de Las Omañas que suponen una de las mayores explotaciones del noroeste peninsular con este sistema. Asociadas a las minas, y tan interesantes como las propias explotaciones, se encuentra un dilatado conjunto de canales, presas, depósitos de agua, etc., aún por estudiar por la arqueología, pero que ponen en evidencia la importancia del manejo hídrico para estas minas y el peso que esta actividad debió tener en valles como el de Omaña a lo largo de los siglos I y II de nuestra era.

Se relacionan a continuación, algunos de los recursos que integran el patrimonio geológico y minero de Cuatro Valles. Varios de ellos aparecen referidos en diversas listas o inventarios. No se trata de un listado completo o definitivo.

Inventario de Lugares de Interés Geológico de la provincia de León (Fernández-Martínez y Fuertes Gutiérrez, 2009)

21. Cueva de Valporquero
22. Hoces de Vegacervera
23. Valle del Marqués
24. Yacimiento arrecifal de Matallana de Torío
25. Hoces de Los Calderones de Piedrasecha
26. Yacimiento arrecifal de la Formación Santa Lucía en el arroyo del Puerto
27. Hoces del Villar - Ciñera de Gordón
28. Estratotipo del Grupo La Vid
29. Mina La Providencia
30. Valle de Arbas
31. Yacimiento de trilobites de Los Barrios de Luna
32. Serie del Paleozoico de Los Barrios de Luna
33. Discordancia angular entre el Precámbrico y el Cámbrico de Irede de Luna
34. Cuenca alta de los ríos Luna y Sil
35. Valle de Lumajo
36. Conjunto periglaciario de Arcos de Agua - Peña Cefera
37. Valle glaciario del Boeza (Campo de Martín Moro)
38. Restos glaciares de Páramo y Susaño del Sil
46. Lecho móvil (canales *braided*) en el arroyo de Riosequín
47. Puntos de observación geológica en Rioseco de Tapia
49. Superficie finipontense de Brañuelas
50. Glaciares rocosos de Valdeiglesia - Braña Librán en Salientes
57. Afloramiento mesozoico y terciario de Brugos de Fenar
59. Mina La Profunda
63. Fallas en calizas en Mallo de Luna
68. Estrías glaciares de Palacios del Sil
71. Captura fluvial y depósito glacio-lacustre del puerto de La Magdalena
76. Valle de Sancenas
77. Sección del Carbonífero marino de Olleros de Alba
87. Yacimiento arrecifal de la Formación Santa Lucía en El Millar
88. Yacimientos del Carbonífero marino en San Emiliano
95. Yacimientos del Carbonífero continental en Valdesamario
96. Pórfidos en la mina de El Feixolín
97. *Ripples* en Piornedo

Geosites

Relación de Geosites (Instituto Geológico y Minero de España, IGME, 2008) de las comarcas de Cuatro Valles (León). Proyecto *Global-geosites*:

6. Paleozoico del valle del río Luna
140. Cueva de Valporquero

Proyecto PATRIGEO

- 18. Cueva de Valporquero
- 19. Frente de la Cordillera Cantábrica en La Robla
- 20. Sección de Santa Lucía. Valle del Bernesga
- 21. Sección de Huergas. Valle del Bernesga
- 22. Sección de Olleros
- 23. Complejo glaciar de Rodiezmo
- 24. Sección de Los Barrios de Luna
- 25. Estefaniense de La Magdalena. Garaño

Recursos paleontológicos

- Yacimiento arrecifal de Matallana de Torío
- Yacimiento arrecifal de Santa Lucía
- Yacimiento de El Millar
- Yacimiento de trilobites de Los Barrios de Luna
- Yacimientos del Carbonífero en San Emiliano
- Yacimientos del Carbonífero en Valdesamario
- Troncos fósiles dispersos por Babia, Luna...

Estratotipos y localidades tipo

- Estratotipo del Grupo La Vid
- Estratotipo de la Formación San Emiliano
- Estratotipo de la Formación Santa Lucía

- Mina La Providencia y mina La Profunda. Localidad tipo y única del mineral conocido como villamaninita. Cármenes

- Localidad tipo de varios taxa, entre ellos el trilobite *Bailliella barriensis*. Los Barrios de Luna

Minería histórica y contemporánea

Yacimientos mineros históricos		Minería contemporánea	Minerales singulares
La Profunda (Cu) Pozo La Griega (Au) Médulas de las Omañas (Au) Valle Rabón Reguera de Las Fuentes Alto de Las Fornias Cousos Villarino Cirujales El Plonción	Manzanal del Puerto Manzarnoso Susaña del Sil	Cuenca de Laciana Cuenca del Bernesga Explotaciones en Omaña Explotaciones en Luna	Villamaninita Zeurenita

• ¿CÓMO HACER LLEGAR ESTE PATRIMONIO AL TURISMO?

Convencido del interés que este patrimonio geológico y minero, aunque disperso en el territorio y de difícil identificación para los no experimentados, podía tener para el desarrollo turístico y científico de su territorio, el equipo de trabajo impulsado por Cuatro Valles inició en 1999 la promoción de algunos de sus elementos, fomentando su divulgación mediante diferentes estrategias.

En primer lugar, desde dicho equipo se ha intentado apoyar cualquier iniciativa impulsada por la Universidad de León o por distintos grupos y asociaciones, encaminadas a dar a conocer a la población local este patrimonio, mediante charlas y jornadas celebradas, sobre todo en periodo estival. También se ha fomentado la celebración en el territorio de cursos monográficos, charlas y seminarios para aficionados, estudiantes o para la formación del profesorado, al objeto de que se conozcan estos recursos locales y puedan ser aprovechados a la hora de planificar salidas de campo y actividades prácticas docentes.

Pero de forma más directa, se ha hecho un gran esfuerzo por conocer la verdadera magnitud del patrimonio geológico existente en el ámbito territorial de Cuatro Valles y analizar sus posibilidades como recurso turístico. Siempre se ha tenido como objetivo no comprometer la conservación de los elementos que se estaban promoviendo para su uso público.

Se ha propuesto así un modelo de planificación turística que, a lo largo de más de diez años, ha permitido el desarrollo de numerosas actividades, infraestructuras y equipamientos que, en la actualidad, facilitan a los visitantes la aproximación y el descubrimiento de estos recursos.

Para llevar a cabo esta tarea, Cuatro Valles ha contado con la empresa TOMERO y ROMILLO, Servicios Ambientales SL que, desde el inicio de los trabajos, ha sido la encargada de planificar y ejecutar el modelo de Uso Público puesto en marcha en el territorio.



Figura 3. Ejemplo de mesa de interpretación instalada en el campo.

Han sido varias las líneas de trabajo desarrolladas en estos años, que se han ido implementando de forma progresiva, en función de las disponibilidades existentes en cada momento.

LOS PUNTOS DE INTERÉS NATURAL Y CULTURAL, PIN Y PIC

Se han interpretado y señalizado (Figs. 3 y 4) un total de 32 enclaves con relevancia cultural y 22 puntos de interés natural. Varios de ellos corresponden a recursos de interés geológico y minero. Cabe mencionar, entre otros, la Serie geológica de Los Barrios de Luna; los elementos geológicos que se observan desde el puente de las Palomas, en la vertiente de aguas entre el Sil y el Luna; los valles glaciares de Omaña; las Hoces de Vegacervera; las Miédoles de Las Omañas (Fig. 5); o las explotaciones auríferas de La Veguellina.

Puntos, todos ellos, que presentan valores sobresalientes a nivel local, regional, nacional o internacional y que además, resultan fácilmente accesibles, no ofrecen problemas de seguridad y soportan bien la presencia de visitantes.



Figura 4. Ejemplo de paneles interpretativos.



Figura 5. Panel interpretativo en Las Miédoles.

PUBLICACIONES Y MEDIOS DIGITALES

De forma complementaria se han editado y colgado en la página de Cuatro Valles www.cuatrovalles.es distintas guías y folletos en los que se recogen estos y otros enclaves que, por diferentes cuestiones ha sido complicado señalar in situ. Entre ellos destaca la Guía del Patrimonio Natural de las comarcas de Cuatro Valles que cuenta con un capítulo referido a puntos de interés geológico (Fig. 6) y otro a puntos de interés paleontológico.



Figura 6. Ilustración de la Guía del Patrimonio Natural de las comarcas de Cuatro Valles, realizada para explicar la discordancia angular de Iredede Luna.

RUTAS DE SENDERISMO INTERPRETADAS

Una parte muy importante del esfuerzo realizado se ha dedicado al establecimiento de una red de rutas de senderismo, que en la actualidad cuenta con 27 recorridos de distintas características técnicas, dificultad y duración que, en su conjunto, ofrecen una imagen global del territorio de Cuatro Valles, de sus valores y posibilidades. Pero aunque se trata de rutas de senderismo, todas ellas tienen en común que no están diseñadas solo y exclusivamente para caminar, sino que en todas, su trazado responde a la existencia de un recurso natural, cultural o paisajístico relevante; se pretende que el senderista lo descubra mientras hace la ruta.

Así, además de los elementos de señalización habituales como paneles de inicio, flechas o balizas de sendero, estas rutas cuentan con distintos elementos de interpretación, en forma de paneles (Figs. 7 y 8) o de mesas, donde se facilita a los visitantes los datos básicos para descubrir la importancia del recurso propuesto.

Entre estos enclaves hay varios de interés geológico, paleontológico o minero, como son el karst de Sancenas; el modelado glaciario en el entorno de la laguna de Las Verdes; el desfiladero de Los Calderones; o el yacimiento de corales de Matallana de Torío (Fig. 8) en la ruta Vía Bardaya, ya de por sí, de clara vocación minera.



Figura 7. Ejemplo de panel de inicio de una ruta de senderismo.



Figura 8. Ejemplos de paneles de interpretación en rutas de senderismo interpretadas.

LAS RUTAS GUIADAS

Ante la dificultad que el patrimonio geológico ofrece al gran público, y conscientes de que las actividades de interpretación guiadas se encuentran entre las más valoradas por los visitantes, Cuatro Valles ha dedicado dos, de las cinco guiadas que hasta la fecha ha puesto en marcha, a temas relacionados con la geología y con la minería del oro romana respectivamente.

Las rutas guiadas son actividades gratuitas, aptas para todo tipo de público, que se desarrollan cada verano entre el 15 de julio y el 15 de septiembre. Además de las ventajas que supone contar con un guía-intérprete durante el recorrido, cada participante recibe un cuadernillo donde se resumen los principales valores tratados durante el mismo (Fig. 9). Además, siempre que ha sido posible, el paseo se complementa con una actividad práctica, vinculada con la temática de la ruta, que los participantes realizan ellos mismos.



Figura 9. Portada del cuadernillo que se entrega a los participantes en la ruta *Viajando al pasado*.

A lo largo del recorrido, los estratos que conforman estas formaciones van desvelando a los participantes las condiciones de vida existentes cuando fueron depositados en un antiguo mar somero y, en ocasiones, cálido, habitado por seres muy distintos a los que hoy pueblan esta región.

El guía ayuda a los participantes a trasladarse a otro tiempo, a retroceder millones de años y sobre todo, a descubrir en las rocas las evidencias de nuestro pasado. Por unas horas, entre fósiles y rocas, los participantes se imaginan el origen de estas montañas.

Una de estas rutas guiadas es *Viajando al pasado*, que se desarrolla en la localidad de Los Barrios de Luna (Fig. 10). La construcción de una carretera sacó a la luz un conjunto de rocas que atesoran las evidencias del pasado de la zona y donde, por diferentes motivos, resulta muy fácil poder descubrirlos. Allí se concentran evidencias de hasta 11 formaciones geológicas comprendidas entre los 550 y 300 Ma. La ruta discurre por cuatro de ellas, conocidas como (de la más antigua a la más moderna): Formación Herrería, Formación Láncara, Formación Oville y Formación Barrios.



Figura 10. Participantes en la ruta guiada *Viajando al pasado*.

La otra ruta guiada es *El oro de Roma*, discurre por la localidad de Las Omañas, ubicada en la cuenca baja del río Omaña, cerca ya de su confluencia con el Luna para constituir el Órbigo. Se trata de una zona de transición entre la montaña y los páramos del sur de León, caracterizada por la presencia de grandes depósitos de arcillas rojas entre las que, desde siempre, los pobladores de estas tierras buscaron oro. Entre Las Omañas y el vecino pueblo de Villaviciosa de La Ribera se encuentra, camuflada entre la vegetación, una importante mina de oro explotada, como tantos otros yacimientos, por los romanos entre los siglos I y III de nuestra era, después de que la población indígena de la comarca, de etnia astur, fuera sometida. El sistema que los romanos emplearon en esta mina es el conocido como “surcos” o “arado en peines”, que optimiza el aprovechamiento del oro cuando este se encuentra en las capas superficiales del terreno. La ruta guiada permite, en un breve recorrido, ir descubriendo las numerosas evidencias de la actividad minera que han pervivido al paso de los siglos y, sobre todo, aprender a batear oro, el sistema de lavado del precioso metal que ya emplearon los astures (Fig. 11).



Figura 11. Batear oro, actividad de la ruta guiada *El oro de Roma*.

• MIRANDO AL FUTURO...

Pero las iniciativas puestas en marcha hasta ahora son apenas el inicio de un horizonte mucho más ambicioso que tiene como objetivo dar otra dimensión al patrimonio geológico y minero de las comarcas de Cuatro Valles. Desde hace algunos años, se está trabajando en la creación de un espacio polivalente que, además de servir como centro de interpretación del patrimonio geológico, paleontológico y minero local, permita al territorio abrir nuevos caminos, en los ámbitos científico y educativo, haciendo de este espacio un punto de referencia para actividades didácticas y formativas de todo tipo y, sobre todo, un centro de estudio e investigación a nivel internacional. La idea inicial, todavía no materializada, es ubicar dicho espacio en una antigua mina en la localidad de Los Barrios de Luna, idea muy bien acogida pero que, hasta la fecha, carece de los necesarios respaldos financieros.

Este espacio sería la culminación de otro proyecto más ambicioso, si cabe, para el territorio: conseguir su declaración como Geoparque de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Para ello, Cuatro Valles se incorporó en 2010 a un proyecto de cooperación interterritorial y transnacional de la Red Rural Nacional, denominado “geoempleo”, la geodiversidad como yacimiento de empleo. Entre sus objetivos está que territorios con recursos geológicos sobresalientes puedan articular programas de diversa índole que permitan la conservación, promoción y divulgación de dichos recursos, apoyando la consecución de esta figura para la articulación de una red nacional de Geoparques españoles.

• **REFERENCIAS**

Belinchón Callejo, G. y Llamas de Juan, O. 2001. *Guía del Patrimonio Natural de las Comarcas de Cuatro Valles*. Asociación Cuatro Valles, León, 1-120.

Fernández-Martínez, E. y Fuertes Gutiérrez, I. (Coords). 2009. *Lugares de Interés Geológico. León*. DVD publicado por la Fundación Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León.

GEOTURISMO Y GEOCONSERVACIÓN: AMENAZAS Y OPORTUNIDADES

Geotourism and geoconservation: threats and opportunities

Carcavilla, L.¹

¹Instituto Geológico y Minero de España. C/ Ríos Rosas 23. 28003 Madrid. l.carcavilla@igme.es

Palabras clave: Patrimonio geológico, geoturismo, geoconservación, amenazas, impacto ambiental.

• RESUMEN

El geoturismo es un proceso emergente que busca utilizar el patrimonio geológico como recurso para promover iniciativas turísticas. Sin duda ofrece interesantes oportunidades para el desarrollo local, pero puede suponer una amenaza para la conservación de dicho patrimonio. La manera de poder conciliar geoturismo y geoconservación es, sin duda, la planificación, que es la principal herramienta de la geoconservación. Diversas técnicas, en algunos casos aplicadas para la conservación de la biodiversidad, pueden ser útiles para preservar el patrimonio geológico, pero en otros casos, hacen falta técnicas propias. Se muestran ejemplos y algunas claves para afrontar la difícil convivencia del geoturismo (y la divulgación del patrimonio geológico en general) y la geoconservación.

• INTRODUCCIÓN: GEOTURISMO Y GEOCONSERVACIÓN

En los últimos años han recibido un notable impulso los estudios de patrimonio geológico, que constituye una de las más recientes áreas de investigación incorporadas al ámbito de la Geología. El patrimonio geológico surge como resultado de una nueva manera de entender el papel del hombre en su relación con la Tierra, de manera que la sociedad considera un derecho, una necesidad y un deber proteger el medio ambiente, promover un desarrollo sostenible y dejar para las generaciones futuras un entorno bien conservado, incluyendo los elementos geológicos de interés excepcional.

También en los últimos años se ha entendido que el patrimonio geológico, además de su valor científico, puede constituir un interesante recurso para promover el desarrollo local,

fundamentalmente a partir del turismo. En efecto, los Lugares de Interés Geológico pueden poseer un interés recreativo, escénico y/o didáctico, que puede provocar que constituyan atractivos turísticos. Por ello, en los últimos años ha ido tomando forma el concepto de geoturismo, entendido como “viajar con objeto de experimentar, aprender y disfrutar el patrimonio de la Tierra” (Hose, 2000), de manera que permita al visitante conocer y disfrutar del patrimonio geológico, así como fomentar y estimular en él actitudes favorables para su conservación. Generalmente se trata de lugares de alto interés escénico y/o paisajístico o que muestran procesos activos espectaculares, que atraen la atención del público. Sin embargo, en muchos casos el público que acude a esos lugares no es consciente de la participación de la geología en la configuración de esos paisajes o del funcionamiento geológico de los procesos que está observando.

El análisis del número de visitantes refleja el poder de atracción turística que ejercen algunos enclaves de interés geológico. Un ejemplo son las cuevas del Drach (Mallorca), que reciben al año alrededor de un millón de visitantes (Robledo y Durán, 2010). O la Cueva de Nerja (Málaga), que en el 2006 recibió más visitantes (500 000) que el conjunto de los 24 Parques Naturales de Andalucía. Pero el ejemplo más significativo es el Parque Nacional del Teide (Canarias), espacio natural protegido por su gran relevancia ambiental y su protagonismo geológico, que con tres millones y medio de visitantes en 2006 fue más visitado que cualquier monumento español, superando incluso los valores de los museos del Prado (Madrid) y Guggenheim (Bilbao) juntos.

Así que el geoturismo se basa en la utilización del patrimonio geológico como recurso por su interés científico, naturalístico, cultural, recreativo y didáctico. La existencia de elementos geológicos patrimoniales en una región puede constituir un recurso que favorezca el desarrollo social, económico e incluso cultural de la sociedad (Carcavilla *et al.*, 2007). Por ello, el geoturismo busca atraer público y generar un beneficio socioeconómico, basándose en la creación de una infraestructura turística de apoyo a algunos elementos del patrimonio geológico presentes en una región.



Figura 1. Las Cataratas de Iguazú (Argentina y Brasil), un buen ejemplo de lugar geológico de gran interés turístico, con casi dos millones de visitantes al año.

Por otro lado, el objetivo final del patrimonio geológico es promover su conservación. Y más teniendo en cuenta que la mayoría de los enclaves de alto valor geológico son recursos no-renovables, por lo que su destrucción es irreversible. La conservación del patrimonio geológico puede basarse en la aplicación de las técnicas habitualmente utilizadas para la conservación de la biodiversidad, pero en otros casos requiere el diseño de técnicas propias. Por ello, desde hace unos años se habla de geoconservación, en referencia a las técnicas de conservación del patrimonio geológico que a menudo difieren de las utilizadas en otros aspectos del medio natural. La geoconservación se basa en la estimación del valor, vulnerabilidad y riesgo de degradación de los Lugares de Interés Geológico, y debido a la citada poca posibilidad de rehabilitación del patrimonio geológico degradado, en geoconservación adquiere especial relevancia prevenir, corregir y minimizar impactos (Carcavilla *et al.*, 2007).

• GEOCONSERVACIÓN Y GEOTURISMO: ¿CONCILIACIÓN POSIBLE?

El geoturismo empieza a ser considerado como una gran oportunidad para la divulgación de la Geología y para promover el desarrollo de determinadas zonas, especialmente las rurales, aunque también existen excelentes ejemplos de geoturismo urbano. Pero no debe olvidarse que todos los trabajos de patrimonio geológico tienen dos objetivos intrínsecos: asegurar su preservación y, en la medida de lo posible, promover su aprovechamiento. Por ello, el geoturismo debe basarse siempre en una estrategia ligada a la geoconservación, a una doble escala: regional por un lado, con la que debe ser consecuente y si existe, contribuir a promoverla; y local o particular del elemento geológico puesto en valor por otro, condición absolutamente necesaria para su uso turístico (Carcavilla *et al.*, 2011a). Así que geoturismo y geoconservación deben ir obligatoriamente unidos uno de la mano del otro.

En cualquier caso, aunque la palabra geoturismo se utiliza con mucha frecuencia, son pocos los verdaderos proyectos geoturísticos realizados en España. En la mayoría de los casos se trata de iniciativas divulgativas (paneles, rutas, miradores, etc.) sin que realmente se enmarquen en un proyecto turístico definido. Sería mejor reservar el término geoturismo para proyectos que realmente aborden la promoción del patrimonio geológico basado en la teoría del diseño de productos turísticos (trabajo con *tours operadores*, análisis de mercado, ofrecimiento de servicios complementarios, etc.).

Ya sea para geoturismo o para divulgación, es cierto que la promoción del patrimonio geológico implica un riesgo para su conservación. Por desgracia, son numerosos los ejemplos de destrucción de Lugares de Interés Geológico por un mal enfoque de su potencial didáctico y/o turístico. Generalmente se trata de afecciones debidas al vandalismo y al expolio, por lo que debe ponerse especial énfasis en los lugares susceptibles de sufrir ese tipo de afecciones, especialmente yacimientos paleontológicos, mineralógicos y cavidades ornamentadas. Es cierto que en muchos casos las afecciones surgen por la difusión de ciertos lugares no con fines turísticos, sino para dar a conocer enclaves de destacado valor geológico, provocando su

destrucción, que es precisamente el efecto contrario a lo que se buscaba inicialmente. El bosque fósil de Valdesamario (León), los árboles fósiles de la Sierra de Aragoncillo (Guadalajara) y la cueva de Píñar (Granada) son solo algunos ejemplos de lugares destruidos y/o expoliados por personas poco sensibles que han buscado llevarse ejemplares de fósiles, minerales u otro tipo de muestras. En otros casos, se trata de lugares afectados o destruidos por vandalismo, sin ningún beneficio particular, en especial pintadas (graffitis).



Figura 2. Pintadas que afectan a un espectacular afloramiento de basaltos con disyunción columnar. Al menos, los mensajes tienen un significado positivo...

No solo los afloramientos geológicos son susceptibles de sufrir expolio, sino que también puede afectar a las infraestructuras recreativas e interpretativas de un lugar. Este hecho condiciona la existencia de dichas infraestructuras, pues es costoso económicamente instalarlas pero también mantenerlas, lo que puede servir de excusa para algunas administraciones que deciden no llevarlas a cabo. Es más, el vandalismo llama al vandalismo, y que las instalaciones estén degradadas a menudo lleva a la también destrucción de los afloramientos, en un ciclo que tiene difícil marcha atrás.

Por otro lado, algunos autores proponen el geoturismo y divulgación como herramienta para la geoconservación (Liccardo *et al.*, 2010). Es cierto que, sin duda, la educación es la mejor herramienta para que la sociedad adopte actitudes respetuosas con el medio ambiente en general, y el patrimonio geológico en particular. Partiendo de que solo se valora lo que se

comprende, un público consciente del valor del patrimonio geológico que tiene enfrente será, a priori, más respetuoso con él. Así que, ¿cómo enfocar el problema? ¿Divulgamos para proteger o protegemos para poder divulgar? ¿Es posible la conciliación entre divulgación y geoconservación?

• ALGUNAS CLAVES PARA LA CONCILIACIÓN

Conceptualmente hablando, lo correcto es proteger para poder divulgar. La divulgación no debe ser improvisada, sino que debe surgir tras el análisis del interés del lugar, de su fragilidad y del riesgo de degradación. Es más, la divulgación debe ser el último paso en los trabajos de patrimonio geológico (Carcavilla *et al.*, 2011b), tras las labores de inventario y geoconservación. Sin embargo, es cierto que gracias a la divulgación, en algunos casos es posible obtener recursos (generalmente a través del geoturismo) para poder afrontar verdaderos programas de geoconservación. Pero no debe considerarse como una dualidad o como una forma sistemática de trabajar, sino más bien como casos concretos muy controlados en los que la baja vulnerabilidad del afloramiento permite ese enfoque. Un ejemplo son las cavidades kársticas, en muchas de las cuales la mejor manera de asegurar su preservación y evitar el expolio de espeleotemas es diseñar un programa turístico (Lorenzo y Carcavilla, 2008), siempre y cuando sea desarrollado con criterio científico.

Así que, sin duda la conciliación es posible, pero no siempre es fácil. Por suerte, sin embargo, son muchos los ejemplos de lugares en los que se han llevado iniciativas de geoturismo y/o divulgación que no han provocado efectos negativos sobre los lugares interpretados. Un ejemplo claro son los espacios protegidos, cuyo objetivo es la conservación pero que también incluyen programas de uso público. Y los Geoparques, que buscan simultáneamente divulgar y proteger el patrimonio geológico como base para fomentar el desarrollo local. Sin duda, la mejor herramienta es la planificación, como en cualquier actividad que implica una ordenación del territorio. A la hora de mostrar algunas herramientas para conciliar geoconservación y geoturismo/divulgación se hará a dos escalas: 1) Programas de geoturismo/divulgación para ser aplicados a territorios más o menos extensos y 2) iniciativas concretas en lugares específicos (un afloramiento).

En el caso de programas es donde la planificación adquiere mayor relevancia. El diseño de planes de geoconservación es, como ya se ha comentado, la mejor herramienta. Estos planes contemplan diferentes variables que permiten aplicar medidas concretas cuyo objetivo es la conservación: fragilidad, usos del territorio, valor intrínseco, afecciones posibles, situación en el planeamiento vigente del territorio afectado, etc. (Carcavilla *et al.*, 2007). Por otro lado, también se han realizado estudios para la planificación del uso público y la geoconservación en territorios (por ejemplo Martín-Duque *et al.*, en prensa), en los que se combinan inventarios de patrimonio geológico con el análisis de la vulnerabilidad del territorio para proponer una zonificación y medidas de gestión.

En lo referente a las medidas puntuales, existen diferentes sistemas para estimar la posible afección de las iniciativas divulgativas concretas. Entre ellas destacan la estimación del Límite de Cambio Aceptable y la Capacidad de Carga. El concepto de Capacidad de Carga (CC) o Capacidad de Acogida se define como la disposición de un territorio para acoger una actividad determinada. En su estimación se tiene en cuenta la vulnerabilidad del lugar y su aptitud para la realización de esa actividad. Se busca, por tanto, el óptimo entre capacidad e impacto (Viñals, 2002). A raíz de este concepto nace el de umbral de degradación, basado en que una forma del terreno, sistema o elemento geológico puede alcanzar un punto en el que superado un cierto límite, es modificado, casi siempre irreversiblemente. La definición de umbral viene heredada de la habitualmente utilizada para analizar procesos morfológicos activos, aunque en ella se han introducido cambios. Por ello en geoconservación se utiliza una definición modificada de umbral que incluye las modificaciones introducidas por el progresivo cambio de las condiciones externas, que al fin y al cabo son las que interesan en este caso (Carcavilla *et al.*, 2007). El seguimiento y control (también llamado monitoreo) pueden ayudar a definir esos umbrales. Conocerlos ayuda en la gestión, porque permiten establecer hasta qué punto los recursos geológicos son vulnerables a determinadas acciones y cómo responden a ellas. Un caso particular del umbral de degradación es el Límite de Cambio Aceptable (LAC), definido como el umbral en el que, sin perder las condiciones de referencia (las de bien conservado), se produzcan modificaciones reversibles que cesan al suprimirse las visitas. Este concepto es extensible a toda la geoconservación y es importante definir estos límites para poder proponer medidas de actuación y gestión. La diferencia entre ambos términos es que la CC permite valorar cuándo se produce la degradación, mientras que la aplicación del LAC asume cierto grado de degradación, teniendo que definir hasta dónde.

Como resultado de la aplicación de estas técnicas, en algunos casos la única manera de asegurar la preservación de afloramientos es instalar medidas de protección física que impiden su destrucción, como vallados.



Figura 3. Dos ejemplos de vallados instalados para proteger afloramientos susceptibles de ser destruidos por expolios. Parque Natural del Alto Tajo, Guadalajara (izquierda) y Geoparque de Lesvos, Grecia (derecha).

• EL PAPEL DE LA EDUCACIÓN

Sin duda, la educación es la mejor herramienta para la conservación. Y la educación debe realizarse a varios niveles: público general, gestores del territorio e, incluso, los propios científicos. Deben aprovecharse todas las oportunidades posibles para introducir conceptos de geoconservación a estos tres tipos de colectivos, a cada uno con el lenguaje y herramientas adaptadas a su conocimiento y situación (vacacional, desarrollo profesional, etc.). Educar en valores es uno de los objetivos de la educación ambiental, íntimamente relacionada con la interpretación del patrimonio geológico. La divulgación es un proceso retroalimentado: cuanto más culta sea una sociedad, más reclamará y exigirá la protección de los elementos de su patrimonio, ya sea geológico, cultural o de cualquier otro tipo (Carcavilla *et al.*, 2011a). Los Geoparques son un buen ejemplo de iniciativas que buscan conciliar geoconservación y turismo, como muchas otras iniciativas que muestran que es posible educar, conservar y utilizar el patrimonio geológico.

• REFERENCIAS

- Carcavilla, L., López-Martínez, J. y Durán, J.J. 2007. *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Cuadernos del Museo Geominero, 7, Madrid, 1-360.
- Carcavilla, L., Belmonte, Á., Durán, J.J. y Hilario, A. 2011a. Geoturismo: concepto y perspectivas en España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. Asociación española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. (19.1), 79-92.
- Carcavilla, L., Berrio, M.P., Belmonte, A., Durán, J.J. y López-Martínez, J. 2011b. La divulgación de la geología al gran público: principios y técnicas para el diseño de material escrito. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Sección Geológica.
- Carcavilla, L., López-Martínez, J. y Durán, J.J. 2007. *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Cuadernos del Museo Geominero, 7, Madrid, 1-360.
- Hose, T. 2000. "Geoturismo" europeo. Interpretación geológica y promoción de la conservación geológica para turistas. En: *Towards the Balanced Management and conservation of the*



Figura 4. Panel interpretativo que aprovecha para introducir conceptos de geoconservación. El objetivo es doble: transmitir conocimiento y estimular actitudes favorables a la conservación.

- geological Heritage in the New Millenium* (D. Baretino, M. Vallejo y E. Gallego, Eds.) Sociedad Geológica de España, Instituto Tecnológico Geominero de España y European Association for the Conservation of the Geological Heritage, Madrid, 137-160.
- Liccardo, A., Mantesso-Neto, V. y Piekarz, G.F. 2010. Geoturismo urbano posibilidades para a geoconservação. *45 Congresso Brasileiro de Geología. Conferência Simpósio Temático 27*. www.geoturismobrasil.com.
- Lorenzo, S. y Carcavilla, L. 2008. Las cuevas turísticas españolas en Internet. *Actas de CUEVATUR*, 63. II Congreso Nacional de Cuevas Turísticas. Santander.
- Martín-Duque, J.F., Caballero, J. y Carcavilla, L. (en prensa). *Utilizing geoheritage information for geoconservation and geotourism purposes in protected areas; a case study from Covalagua and Las Tuerces (Palencia, Spain)*. Geoheritage.
- Robledo, P.A. y Durán, J.J. 2010. Evolución del turismo subterráneo en las Islas Baleares y su papel en el modelo turístico. En: *Cuevas: patrimonio, naturaleza, cultura y turismo* (J.J. Durán y F. Carrasco, Eds.) Asociación de Cuevas Turísticas Españolas, 305-322.
- Viñals, M.J. (Coord.). 2002. *Herramientas para la gestión del turismo sostenible en humedales, 1. Guía para la gestión recreativa de los recursos naturales*. Ministerio de Medio Ambiente, Parques Nacionales. Serie cuadernillos técnicos, Madrid, 1-73.

PARQUE GEOLÓGICO Y MINERO DE LA CATALUÑA CENTRAL

Geological and Mining Park of Central Catalonia

Climent Costa, F.¹, Mata-Perelló, J.M.², Poch, J.¹ y Gual, G.¹

¹GEOSEI, SCP Servicios de Educación e Investigación Geológica. fcliment@gmail.com

²Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales. Universidad Politécnica de Cataluña-*Universitat Politècnica de Catalunya*. Av. Bases de Manresa 61-73. 08242 Manresa. mata@emrn.upc.edu

• INTRODUCCIÓN

La necesidad de proteger el medio ambiente y promover un desarrollo sostenible que haga que este patrimonio natural, incluido el geológico, quede bien conservado para las generaciones futuras, se ve cada día más como un asunto sobre el cual la sociedad no puede ni debe despreocuparse. Esta idea se va extendiendo poco a poco y representa una nueva manera de plantear la relación del ser humano con el planeta. El estudio del patrimonio geológico es un resultado de esta tendencia.

Es habitual que el patrimonio geológico tenga una relación muy estrecha con el patrimonio histórico-artístico, las tradiciones, el folclore, etc., del área que lo acoge. Tal es el caso de este territorio, donde la geología ha condicionado el urbanismo de las poblaciones desde su origen, ha dado gran cantidad de topónimos y lo que es más importante, ha proporcionado los recursos naturales que han sido la razón de ser de muchas poblaciones y el origen de gran parte de la riqueza que ya desde el pasado ha habido en la región.

En la Cataluña Central hace tiempo que se considera el patrimonio geológico y minero como un recurso y la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) viene desarrollando un importante programa de investigación y divulgación en este sentido.

En este contexto, y coincidiendo con una política de desarrollo sostenible impulsada por el gobierno comarcal para la dinamización de la economía local, se ha desarrollado el proyecto del Parque Geológico y Minero de la Cataluña Central.

• SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL TERRITORIO

El territorio está situado en el centro geográfico de Cataluña, región situada al noreste de la península ibérica (Fig. 1). Es un territorio con una extensión de 1300 km² y algo más de 155 000 habitantes, y sus actividades principales son la prestación de servicios y especialmente el sector industrial. Esta tradición industrial se inició con las numerosas fábricas textiles que se instalaron a las orillas de los ríos a mediados de siglo XIX, pero sobre todo adquirió gran relevancia con la minería de potasa desarrollada a partir de la primera mitad del siglo XX. Esta, en declive los últimos años, necesita de un nuevo encaje en la sociedad.



Figura 1. Mapa de situación que muestra el territorio que comprende el Parque Geológico y Minero de la Cataluña Central (comarca del Bages más el municipio de Collbató, en la comarca del Baix Llobregat).

• GEOLOGÍA Y MINERÍA

La minería de la sal se ha ido desarrollando en este territorio desde la antigüedad y siempre ha sido de vital importancia. Ya aparecen las primeras evidencias de la explotación de la halita durante el Neolítico y Plinio El Viejo también menciona la impresionante Montaña de Sal de Cardona en sus escritos. Tradicionalmente también se han explotado desde antaño las arcillas, las calizas y el yeso, entre otros materiales. *“Los recursos naturales han generado una actividad que ha dejado un importante patrimonio relacionado con la existencia de una minería compleja, en un territorio con una gran geodiversidad”* (Mata Perelló et al., 2007).

La cuenca potásica catalana constituye uno de los ejemplos más relevantes a nivel mundial de la sedimentación de rocas evaporíticas en un contexto tectónico dinámico, a la vez que es una de las zonas con minería de sales potásicas más importantes de Europa, siendo Súria el primer centro minero de Cataluña. El territorio cuenta, además, con elementos singulares de gran

espectacularidad como puede ser la montaña de Montserrat (Fig. 2), las cuevas del Toll con importantes vestigios prehistóricos, las cuevas del Salnitre (Martínez y López-Blanco, 2000), así como magníficos ejemplos de las manifestaciones más meridionales de la tectónica pirenaica y de la geomorfología representativa de la Cataluña Central, entre otras. Actualmente existe un inventario de espacios de interés geológico y minero del Parque con más de cuarenta puntos.

Dentro del Parque se encuentran únicamente rocas sedimentarias, a excepción de unos afloramientos de milonitas y rocas metamórficas paleozoicas en el extremo sur del territorio. La edad de estas rocas es mayoritariamente del Eoceno y principios del Oligoceno y provienen de la acumulación de sedimentos en la llamada Cuenca del Ebro. Esta era una zona deprimida que se encontraba confinada por 3 sistemas montañosos que se estaban levantando durante la Orogenia Alpina: los Pirineos, las Cordilleras Costeras Catalanas y la Cordillera Ibérica; y en la que se fueron sucediendo los ambientes deposicionales.



Figura 2. Fotografía de la montaña de Montserrat, un abanico costero que se levanta majestuosamente desde el sur del Parque (Fotografía: J. Poch, 2009).

Así, hace entre 42 y 35 Ma, la cuenca del Ebro era un brazo de mar del Atlántico y por lo tanto se fue rellenando de sedimentos marinos y, también, de los provenientes de los relevantes sistemas de abanicos costeros de Montserrat y Sant Llorenç del Munt. *“Uno de los momentos más significativos para la evolución de la cuenca se produjo durante el Eoceno Superior cuando quedó definitivamente desconectada del mar abierto (endorreica); este hecho provocó que gradualmente se fuera evaporando con la consecuente concentración y precipitación de sales”* (Sans y Carreras, 2000). Este hecho es el responsable de la gran abundancia de halita y sales potásico-magnésicas. Posteriormente, debido a la continuada evolución estructural y la retirada hacia el oeste del mar del Eoceno, estos ambientes marinos restringidos fueron sustituidos por

ambientes aluviales, caracterizados esencialmente por materiales rojizos.

Los fósiles más conocidos y más abundantes dentro de este territorio son de origen marino y provienen de los organismos que vivían en el mar cálido y poco profundo que cubría el mismo durante una parte importante del Eoceno. También se han encontrado fósiles de vertebrados terrestres del Cuaternario en las terrazas fluviales (proboscídeos, rinocerontes, hipopótamos, etc.) y en cuevas.

Durante el Mioceno, finalizada la compresión alpina, se produce una tectónica extensiva con la formación de *semigrabens* que generan las milonitas y exponen las rocas paleozoicas del extremo sur del territorio. Este movimiento estructural desvía la red fluvial hacia el actual Mediterráneo originando una intensa erosión que se lleva rápidamente los materiales más blandos empezando a dejar al descubierto, en el Plioceno, los macizos conglomeráticos de Montserrat y Sant Llorenç del Munt, iniciando la intensa karstificación que los caracteriza.

• EL PARQUE GEOLÓGICO Y MINERO DE LA CATALUÑA CENTRAL

Después de varios proyectos de la UPC a partir de 2006, en convenio con el *Consell Comarcal del Bages*, se puso en valor el inmenso potencial del patrimonio geológico y minero existente, y para optimizar su gestión, potenciar la investigación y desarrollar la divulgación se consideró imprescindible la creación de un Parque Geológico y Minero en la región que promoviera la actividad turística y cultural del territorio, y que a la vez pudiera servir como herramienta para orientar la planificación territorial. Un segundo objetivo de este proyecto era generar un sentimiento de pertenencia de la población local hacia el patrimonio geológico y minero para potenciar así el conocimiento y por lo tanto el aprecio y el respeto.

Finalmente, la presentación del Parque se llevó a cabo en marzo de 2008 después de realizar, a través de la UPC, un Plan Director con la intención de poder ponerlo en marcha durante el 2009. El impulso definitivo ha llegado durante el 2010, cuando se ha articulado la estructura de gestión y se han constituido los órganos rectores (Consejo Rector, Presidente, Director gerente y Director científico) y los diferentes Consejos (Consejo Consultivo y Consejo Científico) así como la Comisión técnica de trabajo, con la participación de las administraciones, universidades, agentes del territorio, colegios profesionales, entidades vinculadas a la investigación y divulgación geológica, pero también de empresas privadas como Iberpotash.

Ha sido también a finales del año 2010 cuando se ha presentado oficialmente la candidatura para llegar a miembro de pleno derecho de la Red de Geoparques Europeos puesto que constituye el marco más idóneo para desarrollar este proyecto.

• REFERENCIAS

Martínez, A. y López-Blanco, M. 2000. *Coves de Salnitre i discordança progressiva de Collbató*. (Geozona 225). Inventari d'espais de interès geològic de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Govern de Catalunya. Barcelona.

Mata-Perelló, J.M., Mata, R., Climent, F., Girabal, J. y Mesa, C. 2007. *Pla Director del Parc Geològic i Miner de la Catalunya Central* (Master Plan). Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals, Universitat Politècnica de Catalunya and Consell Comarcal del Bages. Inédito. Manresa.

Sans, M. y Carreras, J. 2000. *Súria - Tordell* (Geozona 220). Inventari d'espais de interès geològic de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Govern de Catalunya. Barcelona.

LA ESTRUCTURA CONCEPTUAL DEL PARQUE GEOLÓGICO DE CHERA

The conceptual structure of the Geological Park of Chera (Valencia, Spain)

Santisteban Bové, C. de¹

¹Departament de Geologia. Universitat de València. C/ Dr. Moliner 50. 46100 Burjassot, Valencia.
Carlos.santisteban@uv.es

Palabras clave: Patrimonio geológico, parque geológico, estructura conceptual, Valencia.

• RESUMEN

El parque geológico de Chera (Valencia) tiene como finalidad educar en conceptos de las Ciencias Geológicas a la población y servir de motivo para el desarrollo económico de las poblaciones del entorno. Aunque no fue desarrollado pensando en la protección de un patrimonio natural geológico, las autoridades autonómicas se han servido de la existencia del parque geológico para establecer un Parque Natural, cuyos valores más esenciales son aquellos derivados de las características geológicas del territorio. Como cualquier otra zona del mismo dominio del Sistema Ibérico, el término de Chera no posee elementos de la geodiversidad excepcionales estéticamente, sin embargo, se ha diseñado un parque geológico que conceptualmente responde a la estructura de un edificio, siendo este el que puede ser considerado como patrimonio geológico por el valor relacional de sus elementos.

• INTRODUCCIÓN

Chera es una pequeña población que se halla en la comarca de Los Serranos, provincia de Valencia. Alberga un parque geológico que comprende la mayor parte de su término municipal. El objetivo de la creación del parque geológico de Chera, planteado en el año 1996 e inaugurado el año 1999, es el de incrementar el desarrollo económico de un entorno utilizando los elementos de la geodiversidad. Principalmente son dos los tipos de actividades que justifican la visita al parque geológico: 1) Un turismo recreativo atraído por el paisaje geológico o por la naturaleza de algunos de sus puntos de interés y 2) la realización de itinerarios didácticos por escolares de enseñanza secundaria.

Geológicamente, el entorno de Chera pertenece al dominio estructural de la Rama Castellano - Valenciana del Sistema Ibérico, caracterizado por la presencia de un conjunto de pliegues y cabalgamientos, de orientación NO-SE y vergentes hacia el suroeste. Algunos de estos cabalgamientos (Chelva) implican la deformación del zócalo, constituido por materiales del antiguo Macizo Ibérico, y se emplazan en depósitos mesozoicos y paleógenos aprovechando, como niveles de despegue, unidades de arcillas, yesos y lutitas con facies Keuper, Purbeck y Utrillas. Superpuesta a las estructuras de deformación alpina se halla una fosa tectónica que es la expresión en la cobertera mesozoica y terciaria, de una zona de fractura de desgarre en el zócalo paleozoico denominada “accidente de Requena - Mora”. El parque geológico de Chera abarca el sector de esta fosa tectónica entre los cabalgamientos del Pico del Tejo y Antanar.

En el entorno de Chera han sido definidas nueve de las unidades formales del Cretácico Superior del Sistema Ibérico (Vilas *et al.*, 1982), que constituyen parte del contexto geológico español de relevancia internacional de las series mesozoicas de las cordilleras Bética e Ibérica (Castro *et al.*, 2008). Aparte de los estratotipos de estas unidades formales, la zona posee elementos de la geodiversidad poco relevantes en sí mismos, pues son habituales de muchos otros emplazamientos del mismo dominio tectónico. Por ello, lo que hace singular al parque geológico de Chera es que se ha planteado mostrar una entidad mayor (fosa tectónica), que es revelada al público siguiendo el mismo tipo de adquisición e integración de información que se realiza en el procedimiento de conocimiento geológico. Como ayuda al visitante interesado en el parque geológico se ha editado una guía en la que se describen siete itinerarios conteniendo puntos de información y paneles gráficos. Con este complemento se pretende que se aprenda, de una forma progresiva, cómo es una entidad geológica de grandes dimensiones, integrada por estructuras menores y desarrollada dinámicamente durante la fase compresiva del plegamiento alpino. Esta entidad (fosa tectónica) es la expresión de otra mayor que se halla oculta (zona de fractura de desgarre en el zócalo paleozoico) con implicaciones en la evolución geológica y en la configuración de las características del paisaje desde finales del Cretácico hasta la actualidad.

• LA ESTRUCTURA CONCEPTUAL

En la introducción de la Guía del Parque Geológico (Santisteban y Sanchis, 1999) se hace una comparación entre esta gran estructura y una edificación humana. Revelar esta semejanza a los visitantes les lleva a integrar elementos que forman una serie de estructuras organizadas jerárquicamente. Unas llevan a las otras y su combinación responde a preguntas cada vez más complejas con soluciones de síntesis. Como cualquier construcción, el parque geológico se compone de: materiales (rocas) y elementos estructurales (fallas, bloques, cuerpos sedimentarios, discordancias, formas del relieve, etc.). Pero la estructura conceptual básica está constituida por: a) fundamentos y pilares y b) pisos o niveles (Fig. 1).

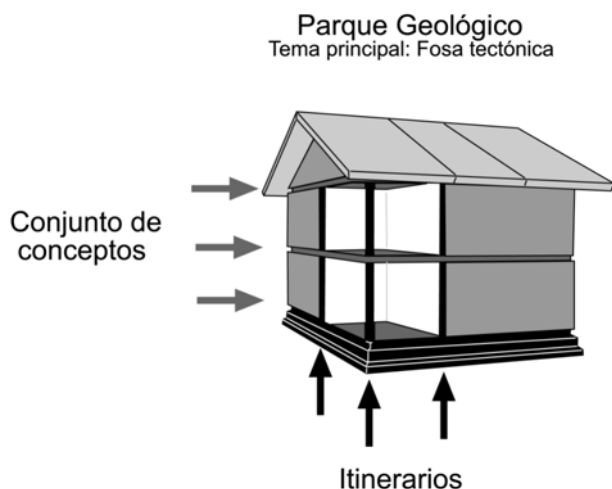


Figura 1. Modelo conceptual del parque geológico de Chera a semejanza de un edificio.

Fundamentos y pilares

La parte de fundamentos y pilares está formada por los siete itinerarios en los que se muestran los materiales y elementos estructurales aislados. Cada itinerario contiene descripciones sencillas sobre materiales o estructuras simples. Estas descripciones no poseen un orden lógico pues aprovechan las condiciones locales de afloramiento a lo largo de pistas forestales. Ningún itinerario revela por sí solo la estructura geológica a gran escala, por lo que alcanzar la finalidad didáctica requiere realizar más de uno.

Pisos o niveles

Los pisos o niveles son los conceptos que progresivamente van siendo adquiridos después de la integración de varias de las estructuras analizadas en más de un itinerario. Estos conceptos son los que sustentan varias de las disciplinas de las Ciencias Geológicas.

Ya que todos los materiales que afloran en el Parque Geológico son sedimentarios, el primer nivel estructural consiste en la comprensión de los conceptos relacionados con la estratificación, su disposición original, e identificación de discordancias. También en este piso se incluyen las series sedimentarias del Cretácico y Cenozoico y la importancia de la definición e identificación de unidades por sus facies.

El segundo nivel hace referencia a los ambientes y condiciones de depósito de los materiales que afloran en la zona: 1) carbonatos y margas marinos, 2) coluviones tectónicos y 3) travertinos.

También lo componen los mecanismos de producción de sedimento, transporte y sedimentación.

El tercer nivel lo forman las estructuras tectónicas y sus elementos relacionados. Estas son grandes fallas normales de tipo lístrico, que configuran la arquitectura a gran escala de la fosa tectónica.

El cuarto nivel tiene una connotación funcional pues en él se analizan las evidencias de relación entre tectónica y sedimentación. Por ejemplo, se puede datar el inicio de la formación de la fosa mediante el reconocimiento cartográfico de un nivel de calizas lacustres del Cretácico Superior compartimentado por las fallas principales. Por su parte existe una formación diacrónica de conglomerados y brechas, que permite deducir el funcionamiento discontinuo de una de estas fallas y la existencia de un desplazamiento lateral de orden kilométrico.

El quinto nivel es desvelar el tipo de esfuerzos implicados en la formación de la fosa, la cual es la expresión superficial de un desgarre de zócalo tardivarisco reactivado durante la fase de compresión alpina.

El sexto consiste en poner de manifiesto que dicha estructura fue formada desde el Cretácico Superior hasta el Mioceno inferior-medio y que las condiciones de presentación actuales obedecen al vaciado erosivo desde el inicio de la fase de distensión alpina.

• UNA ARQUITECTURA RAZONADA

Esta organización estructural tiene sentido para poner en valor, como patrimonio geológico, un conjunto de elementos que por sí mismos no justifican la declaración de otras figuras como Lugar de Interés Geológico. En el parque geológico de Chera, además de su valor intrínseco, cada elemento tiene un valor relacional con otros elementos, en función del significado geológico del conjunto. Los itinerarios son los recorridos por los que se alcanza el conocimiento de los materiales y del tipo de estructuras. Cada uno de estos elementos posee un valor intrínseco y se puede apreciar por su valor estético o didáctico; mientras que los “niveles” son los distintos pisos en los que los elementos relacionados son el motivo de un diálogo de preguntas y respuestas en torno a la actuación de los procesos geológicos. Cada ascenso de nivel requiere una mayor abstracción para su comprensión, pero ofrece soluciones cada vez más sintéticas.

• CONSIDERACIONES

En el ejemplo, la Fosa de Chera, lo que antes era una zona ignorada por el público no especializado se ha convertido en una referencia en la Comunidad Valenciana. Debido al reconocimiento del parque geológico, en 2007 la *Consellería de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme*

i Habitatge, estableció el Parque Natural de Chera - Sot de Chera, y actualmente el ayuntamiento de Sot de Chera ha iniciado el expediente de solicitud de la ampliación del parque geológico de Chera a su término. La idea que subyace desde la administración es que el patrimonio natural de un parque geológico ya existente sea el atractivo principal de un Parque Natural. También esta figura de parque geológico ha sido propuesta, con una estructura conceptual jerárquica parecida, para el volcán del Cerro de Agras en Cofrentes (Quiles, 2011).

• REFERENCIAS

- Castro, J.M., García, A., Gómez, J.J., Goy, A., Molina, J.M., Ruiz Ortiz, P.A. y Sopeña, A. 2008. Sucesiones mesozoicas de las cordillera Bética e Ibérica. En: *Contextos geológicos españoles. Una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional* (A. García Cortés, Ed.) Instituto Geológico y Minero de España, 73-90.
- Quiles Muñoz, F.J. 2011. *Análisis socioeconómico del municipio de Cofrentes a finales del Siglo XX*. Colección Libros del Valle, Cofrentes, 1-152.
- Santisteban, C. de y Sanchis Moll, E.J. 1999. *Guía del Parque Geológico de Chera*. Diputació de València, 1-99.
- Vilas, L., Mas, R., García, A., Arias, C., Alonso, A., Meléndez, N. y Rincón, R. 1982. Ibérica Suroccidental. En: *El Cretácico de España*. Universidad Complutense, Madrid, 457-513.

Comunicaciones

¿POR QUÉ SEGUIR RECOGIENDO FÓSILES CUANDO SE CUSTODIAN MÁS DE 110 000 PIEZAS?

Why continue sampling when we already curate more than 110 000 specimens?

Álvarez-Vázquez, C.¹ y Wagner, R.H.¹

¹Centro Paleobotánico. IMGEMA-Jardín Botánico de Córdoba. Avenida de Linneo, s/n. 14004 Córdoba. paleo.calvarez@jardinbotanicocordoba.com

Palabras clave: Colecciones, flora carbonífera, patrimonio paleontológico.

• INTRODUCCIÓN

La colección de fósiles vegetales del Centro Paleobotánico del IMGEMA-Jardín Botánico de Córdoba está formada por unas 110 000 piezas, de las que 107 000 corresponden a ejemplares del Carbonífero procedentes, en su gran mayoría, de yacimientos españoles (Wagner *et al.*, 2010). Es, sin duda, la colección de flora carbonífera más completa del país y una de las más importantes de Europa.

La colección se conserva en una sala de 185 m² en la que se almacenan muebles de madera con cajones en los cuales se guardan las cajas de cartón que contienen los fósiles, debidamente numerados según la localidad y con etiquetas provisionales. Todos los fósiles de la misma cuenca/área geográfica se agrupan en una misma zona de la sala, ordenados taxonómicamente, lo que permite un acceso rápido y eficaz a los ejemplares, facilitando el estudio de las distintas colecciones. A falta del inventario informatizado, todos los datos geológicos/estratigráficos de procedencia del material, así como la fecha de recogida, el recolector/es y la determinación (provisional) están recogidos en las libretas de campo.

La sala, prevista inicialmente para albergar la colección donada en 1983 por uno de los autores (RHW), se ha visto desbordada, en las dos últimas décadas, por la incorporación de varias decenas de miles de piezas que han generado graves problemas de almacenamiento. La falta de espacio ha hecho que, en estos momentos, haya muebles también en el pasillo de entrada a la sala, en dos de los despachos y en el laboratorio de preparación, y todos ellos están ya completamente llenos.

Hasta el momento, el valor científico de la colección es el que más se ha potenciado con la

publicación de 200 artículos de investigación. Entre estos artículos habría que destacar el trabajo de síntesis sobre las floras del Carbonífero de la Península Ibérica publicado recientemente (Wagner y Álvarez-Vázquez, 2010), en el que se figuran más de un centenar de ejemplares y varios artículos en los que se introdujeron 40 especies, 3 géneros y 2 familias nuevas. Sin embargo, desde la inauguración en el año 2002 del Museo de Paleobotánica, se intenta potenciar también el valor educativo y de divulgación de la colección, por lo que se han editado dos guías (una de paleobotánica y otra del museo), y se han organizado exposiciones temporales complementarias a la exposición permanente del museo, además de prestar material y participar en exposiciones de otras instituciones. Finalmente, desde el Área Educativa del Jardín Botánico se han realizado, hasta el pasado mes de febrero, talleres para escolares del primer y segundo ciclo de Educación Primaria y se están diseñando otros nuevos para el próximo curso escolar.

Con esta situación, “¿por qué seguir recogiendo material?” se ha convertido en la pregunta recurrente al elaborar presupuestos y solicitar financiación para nuevas recogidas. Los argumentos aducidos en contra de nuevas recogidas se podrían resumir en:

- 1) Hay ya demasiadas piezas y falta espacio para almacenarlas.
- 2) Hay un volumen de trabajo suficiente para décadas sin necesidad de recoger nuevo material.
- 3) ¿Qué aporta a las colecciones más material?

• LA COLECCIÓN DE LA CUENCA CARBONÍFERA DE PEÑARROYA-BELMEZ-ESPIEL

Para responder a estas preguntas tomaremos como ejemplo una de las colecciones con mayor número de piezas del Centro Paleobotánico, concretamente la procedente de la cuenca carbonífera de Peñarroya-Belmez-Espiel. Es de destacar que, de los 107 000 ejemplares carboníferos, más de 20 000 (~ 19 % del total) proceden de esta cuenca. Por su origen e interés científico, esta colección es también un claro ejemplo de la necesidad de aprovechar al máximo las oportunidades que la minería del carbón ofrece para una recogida masiva de ejemplares de macroflora.

La cuenca está situada al NO de la provincia de Córdoba, es intramontañosa y tiene, en su afloramiento actual, una forma estrecha y alargada, con unos 50 km de longitud y de 1 a 3 km de anchura. El análisis detallado de la macroflora que contiene ha permitido establecer la presencia de dos áreas (subcuencas) de edades sucesivas: una Langsettiense superior/Duckmantiense inferior y otra Duckmantiense superior (Bolsoviense inferior?).

El germen de la colección de esta cuenca son 5 de las piezas que un facultativo de minas entregó en 1947 al paleobotánico holandés W.J. Jongmans durante su visita a las minas de Peñarroya. Jongmans (1951) publica con este material (más otras 20 piezas depositadas en Naturalis, Leiden, Holanda) una lista de 16 taxones en la que ya aparecen las dos especies más abundantes de la cuenca, *Laveineopteris tenuifolia* y *Paripteris gigantea*, y (bajo otro nombre) una de las especies que años más tarde se describirían como nuevas en la misma, *Neuropteris guadiatensis* (Wagner, 1983a).

La segunda aportación, ya más numerosa, se realiza en los años setenta al incorporarse 1041 piezas recogidas durante la investigación realizada por la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S.A. (ENADIMSA) entre los años 1974 y 1976. El resto del material, unos 150 ejemplares descritos y figurados, se perdió al abandonarse la sede de Adaro. La colección tiene en ese momento 49 especies (Wagner, 1983b) aunque la lista publicada inicialmente fue de 66 taxones, la revisión realizada por Álvarez-Vázquez (1995) redujo este número. Todas las especies frecuentes, abundantes y características de la cuenca aparecen ya en la lista, pero solo 8 de las 24 licofitas y 2 de los 9 taxones extraconcales (especies que no vivían en la zona pantanosa) que se conocen ahora, aparecen en ella.

La colección se incrementa notablemente entre los años 1980 y 1992 con la incorporación del material procedente del muestreo sistemático de los sondeos y zanjas de investigación geológica de la cuenca realizado por los miembros del Departamento de Geología de la Empresa Nacional Carbonífera del Sur (ENCASUR), dirigidos en aquel momento por el segundo autor de este trabajo. En este periodo se recoge también, aunque en menor cantidad, material de la corta activa en ese momento, Corta Cervantes Este. En 1989, la colección que hasta entonces había estado guardada en dependencias de ENCASUR, pasa a formar parte de los fondos del Centro Paleobotánico del Jardín Botánico de Córdoba.

Cuando en 1995 se presenta una tesis doctoral en la que se estudia la macroflora de la cuenca (Álvarez-Vázquez, 1995), la colección tiene un total de 11 954 piezas, que contienen en su conjunto más de 25 000 registros (una media de dos especies por pieza) y proceden de 2207 localidades diferentes en sondeos, zanjas de investigación, minas y afloramientos en superficie. La lista es, con esa colección, de 107 taxones, sin incluir las semillas y megaesporas (Álvarez-Vázquez, 1995, 2000). Con este número de taxones y para unas edades tan puntuales, la lista puede considerarse como muy completa. La composición es similar, en su conjunto, a la de cuencas de la misma edad en la franja parállica centro-europea y solo las pteridospermas parecen estar representadas por un menor número de especies en Peñarroya.

En el año 2003, ENCASUR abre una nueva mina a cielo abierto (Corta Ballesta Este) en el extremo SE de la cuenca. La recogida sistemática de material durante los últimos 7 años en Corta Ballesta ha proporcionado más de 8000 piezas (de muy diversos tamaños) y una gran cantidad de observaciones paleoecológicas. El incremento en el número de taxones ya es, lógicamente, pequeño. A falta del estudio definitivo de una parte de este nuevo material hay, al menos, una especie de *Calamites* no registrada anteriormente y cinco especies de licofitas, dos de ellas nuevas. La mayoría de estas licofitas han aparecido al muestrear las capas de carbón y los techos directamente relacionados con ellas, niveles en los que no se encuentra normalmente macroflora y que son los que contienen la flora que vivía en la misma zona pantanosa.

Por otra parte, la gran cantidad de material recogido en cada una de las localidades nuevas permite estudiar la variabilidad de especies mal conocidas. Un ejemplo concreto es otra de las licofitas, *Ulodendron acutum*, de la que se ha triplicado el número de piezas. De esta especie hay ahora ejemplares de muy diversos tamaños de troncos y ramas, además de estróbilos asociados.

Esto hará posible redescubrir una especie tan mal conocida que ha sido descrita bajo 18 nombres diferentes.

La finalización de la explotación de Corta Ballesta el 30 de septiembre de 2010 ha supuesto el cierre definitivo de la minería en la cuenca carbonífera de Peñarroya-Belmez-Espiel. Además del impacto socio-económico que esto supone para toda la comarca, para nosotros es el final de la recogida masiva de fósiles en la cuenca. Sin embargo, los más de 20 000 ejemplares recogidos durante estos 63 años permitirán que siga viva en las exposiciones e investigaciones que de sus fósiles se seguirán realizando durante décadas.

• CONCLUSIONES

La minería de carbón a cielo abierto permite una recogida masiva de fósiles vegetales que posibilita:

A nivel científico:

- Conocer mejor la composición total de las asociaciones florísticas que vivieron en el Carbonífero.
- Recoger ejemplares de la flora que vivió en los márgenes de la cuenca de sedimentación (extraconcales): a mayor cantidad de material recogido más probabilidad de encontrar los elementos poco frecuentes.
- Obtener un mejor conocimiento de la variabilidad de especies todavía mal conocidas.
- Buscar y encontrar (macro)fósiles bien preservados (algo excepcional) dentro de las capas de carbón. Estos fósiles “en carbón” nos permiten conocer las especies que vivieron en las mismas zonas pantanosas, y que fueron los que originaron los carbones.

A nivel educativo/divulgativo:

- Obtener ejemplares de gran tamaño con valor expositivo.
- Disponer de ejemplares adicionales para usar en los talleres con niños sin poner en peligro el material de las colecciones.
- Recoger material adicional para intercambio con otras instituciones.

• AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que durante décadas han recogido los ejemplares que forman la colección de Peñarroya-Belmez-Espiel, especialmente los equipos de investigación de ENADIMSA y los miembros del Departamento de Geología de ENCASUR. A Juan y Eva Peláez que durante los últimos 7 años han acompañado a la primera autora en el trabajo de campo en Corta Ballesta.

• REFERENCIAS

- Álvarez-Vázquez, C. 1995. *Macroflora del Westfaliense inferior de la cuenca de Peñarroya-Belmez-Espiel (Córdoba)*. I (Texto): 1-393, text-figs 1-21; II (Láminas): Láms 1-100; III (Anexos): Anexo 1: 1-7; Anexo 2: 1-111; Anexo 3: Cuadros 1-9; Anexo 4: Planos 1-4. Tesis Doctoral, Departamento de Geología, Universidad de Oviedo, Inédita.
- Álvarez-Vázquez, C. 2000. Nuevos datos aportados por la macroflora a la datación y conocimiento de la cuenca carbonífera de Peñarroya-Belmez-Espiel (Córdoba, SO España). *Trabajos de Geología*, 21 (Volumen Homenaje a J. Truyols), 37-46.
- Jongmans, W.J. 1951. Las floras carboníferas de España. *Estudios Geológicos*, VII, 14, 281-330.
- Wagner, R.H. 1983a. *Neuropteris guadiatensis*, a new species from the Westphalian B of the Peñarroya-Belmez coalfield in the province of Córdoba, S.W. Spain. En: *Contributions to the Carboniferous Geology and Palaeontology of the Iberian Peninsula* (M.J. Lemos de Sousa, Ed.) Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Mineralogia e Geologia, 93-99.
- Wagner, R.H. 1983b. The palaeogeographical and age relationships of the Portuguese Carboniferous floras with those of other parts of the western Iberian Peninsula. En: *The Carboniferous of Portugal* (M.J.L. Sousa y J.T. Oliveira, Eds.). Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal, 29, 153-177.
- Wagner, R.H. y Álvarez-Vázquez, C. 2010. The Carboniferous floras of the Iberian Peninsula: A synthesis with geological connotations. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162, 239-324.
- Wagner, R.H., Montero, A. y Álvarez-Vázquez, C. 2010. El Centro Paleobotánico del Jardín Botánico de Córdoba: museo y colección de flora carbonífera/pérmica. En: *XI Jornadas Aragonesas de Paleontología, "La Paleontología en los museos"* (J.A. Gámez Vintaned, Ed.) 41-53.

LEGISLACIÓN PARA EL INVENTARIO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO EN LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Spanish regional legislation for the inventory of sites of geological interest

Carcavilla, L.¹, Díaz-Martínez, E.¹, García-Cortés, Á.¹ y Vegas, J.¹

¹Área de Investigación en Patrimonio Geológico-Minero. Instituto Geológico y Minero de España. C/ Ríos Rosas 23, 28003 Madrid. l.carcavilla@igme.es, e.diaz@igme.es, garcia.cortes@igme.es, j.vegas@igme.es

Palabras clave: Legislación, inventario, Lugares de Interés Geológico.

• INTRODUCCIÓN

La Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (Ley 42/2007) incluyó importantes novedades con respecto a la protección del patrimonio geológico y la geodiversidad. Aún siendo mejorable, esta nueva legislación representa un paso adelante muy significativo, pues aumentó notablemente la presencia del patrimonio geológico en la legislación nacional, algo que se consiguió tras notables esfuerzos y abundantes alegaciones a los borradores iniciales (Díaz-Martínez *et al.*, 2008).

Las principales novedades que incorporó la Ley 42/2007 son de tres tipos:

1) Menciones expresas a la geología, al patrimonio geológico y a la geodiversidad en ámbitos donde antes no lo estaban.

2) Avance concreto en el inventario y conservación del patrimonio geológico y la geodiversidad.

3) Redefinición de algunas figuras de protección para incluir rasgos geológicos. En relación con el segundo tipo, la ley afirma que “*el Ministerio de Medio Ambiente, con la colaboración de las comunidades autónomas y de las instituciones y organizaciones de carácter científico, elaborará un Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*” (Artículo 9.1), “*que incluirá un inventario de Lugares de Interés Geológico representativo, al menos, de las unidades y contextos geológicos recogidos en el anexo VIII*” (Artículo 9.2.10). “*Se llevará a cabo un Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad que incluirá, a su vez, un diagnóstico de la situación y de la evolución del patrimonio natural y la biodiversidad y geodiversidad*” (Artículo 12.2.a).

• DESARROLLO DEL INVENTARIO ESPAÑOL DEL PATRIMONIO NATURAL Y DE LA BIODIVERSIDAD

En la actualidad está en fase de tramitación un Real Decreto que desarrolla la realización del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Este estará integrado por tres instrumentos: 1) sus componentes básicos como inventarios, catálogos, registros, listados y bases de datos; 2) un sistema de indicadores que permita evaluar de forma sintética su estado y evolución; y 3) como resumen de todo lo anterior, un informe anual. En dicho borrador de Reglamento se establece que el Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad será *“un instrumento público, donde se integran los inventarios, catálogos, listados e indicadores que recogen la distribución, abundancia, estado de conservación y utilización de los elementos terrestres y marinos integrantes del Patrimonio Natural y la Biodiversidad (...)”*. El inventario podrá incluir los datos obrantes en los registros gestionados por el órgano competente de las comunidades y ciudades autónomas.

El Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino elaborará, en colaboración con las comunidades autónomas y, en su caso, con otros órganos de la Administración General del Estado (entre los que se encuentra el Instituto Geológico y Minero de España, IGME), el Informe sobre el Estado del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, con periodicidad anual, y que reflejará cambios en relación con años anteriores para poder establecer tendencias.

El Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG) se incluye en el grupo de componentes del inventario llamado de Espacios Naturales Protegidos y/o de Interés, y especifica que formarán parte del IELIG los *“lugares de interés, por su carácter único o representativo, para el estudio e interpretación del origen y evolución de los grandes dominios geológicos españoles, incluyendo los procesos que los han modelado, los climas del pasado y su evolución paleobiológica”*.

La estructura del inventario será información cartográfica con geometría de polígonos y base de datos alfanumérica asociada. Además, el estado de conservación del lugar se determinará a partir de las transformaciones a las que se haya visto sometido (favorable, favorable pero con alteraciones, alterado, degradado o fuertemente degradado). Asimismo se hará una valoración sobre la vulnerabilidad y la protección del lugar, base para el establecimiento de una red de lugares para uso científico y posible uso didáctico o recreativo.

• REDACCIÓN DE NORMATIVA AUTONÓMICA: LOS CASOS DE CASTILLA Y LEÓN Y DE ARAGÓN

Igual que ocurrió en los años 90 con la Ley 4/89 de Conservación de la Flora y Fauna Silvestres, las comunidades autónomas (CCAA) deben ahora iniciar la redacción de normativas autonómicas que desarrollen la aplicación de lo establecido en la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad en su territorio. Estas normas deben incluir las bases para la realización del inventario de Lugares de Interés Geológico (LIGs), pues es en la legislación regional específica donde cada comunidad autónoma establece el formato y contenido de dicho inventario.

Hasta marzo de 2011, solo dos CCAA habían iniciado oficialmente este trámite. Por un lado, Castilla y León sometió a información pública en diciembre de 2010 el borrador de la Ley de Patrimonio Natural y de Pesca de Castilla y León. Por otro lado, Aragón hizo lo propio en enero de 2011 con el borrador del Decreto del Gobierno de Aragón, por el que se crea el inventario de Lugares de Interés Geológico de Aragón y se establece su régimen de protección.

El análisis pormenorizado de ambos textos reveló que ambos incorporaban notables avances. En el caso de Aragón cabe destacar la creación del inventario como registro público de carácter administrativo, el otorgamiento de un régimen de protección genérico de los lugares inventariados, el establecimiento de medidas de fomento y gestión, la obligatoriedad de incorporar planes de gestión específicos en el caso de las áreas de interés geológico y la posibilidad de definir esos planes para los Lugares de Interés Geológico.

Sin embargo, el mismo análisis detallado de ambas leyes permitió identificar importantes carencias e incluso errores conceptuales que pueden tener importantes repercusiones negativas de cara al inventario y a la futura gestión para la conservación de los LIGs.

• ASPECTOS A INCLUIR EN LA NORMATIVA LEGAL QUE REGULE EL DESARROLLO DEL INVENTARIO

Como es más que probable que otras CCAA vayan a redactar, o estén redactando ya, nuevas normas legislativas para la realización de inventarios de Lugares de Interés Geológico, y teniendo en cuenta lo aprendido con los ya redactados, proponemos aquí una serie de recomendaciones a tener en cuenta a la hora de redactar una norma legal que regule cómo desarrollar el inventario a nivel de comunidad autónoma:

- Asumir de forma explícita las definiciones de patrimonio geológico y geodiversidad incluidas en la Ley 42/2007, y en su defecto las definiciones propuestas desde la Sociedad Geológica de España. En este sentido, sería recomendable incluir la definición de otros términos como LIG, geoturismo, patrimonio paleontológico, geoparques y geoconservación. Para ello, se propone como documento base el folleto recientemente editado por el IGME (Carcavilla *et al.*, 2011) que incluye las definiciones de todos estos términos.

- Asegurar que el patrimonio geológico y la geodiversidad no “son olvidados” al desarrollar aspectos relacionados con la biodiversidad en los que también deba incluirse el patrimonio geológico, algo muy frecuente en la legislación ambiental, en la que a menudo se equipara conservación de la naturaleza a conservación de la biodiversidad, olvidando el patrimonio geológico.

- Establecer los pasos para aprobar legalmente el Inventario autonómico de Lugares de Interés Geológico que, además, según la Ley 42/2007, debe incluir el patrimonio paleontológico y el geomorfológico como parte del patrimonio geológico, estableciendo el régimen legal que

regulará la gestión de dichos espacios, el acceso a la información y los sistemas para incluir nuevos lugares en el inventario. De esta manera, el inventario pasa de ser un listado a ser un catálogo oficial, asignando un régimen jurídico a los lugares en él incluidos.

- Incluir un régimen de usos genérico para el conjunto de los LIGs, incorporando sanciones por su destrucción total o parcial, sin perjuicio de medidas específicas para casos concretos.

- Incorporar un listado de LIGs que forman parte de ese inventario, como primera propuesta que deberá ser revisada periódicamente en el futuro. Dentro de lo posible, este listado debe ser representativo de la geodiversidad de la comunidad autónoma e incluir los lugares de relevancia internacional identificados en el Proyecto *Global Geosites* (García-Cortés, 2008), tal como especifica la Ley 42/2007 en referencia a su Anexo VIII.

- Incluir la cartografía de los LIGs y las normas cartográficas: es absolutamente imprescindible que se incluya una delimitación precisa de cada LIG y/o área de interés geológico, sobre ortofotografía y sobre mapa topográfico de detalle, con un formato normalizado. No debe olvidarse que el inventario nacional estará formado por un listado de lugares, con su representación cartográfica y su base de datos asociada.

- Incluir el modelo de ficha descriptiva y valorativa que se utilizará y que a su vez debe contener la descripción, el acceso y la valoración de los diferentes tipos de interés. Para el establecimiento de los sistemas de valoración que debería incluir la ficha, recomendamos utilizar como modelo la metodología diseñada para el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG, García-Cortés y Carcavilla, 2009). La utilización en todas las CCAA de una metodología estándar como esta, consensuada a nivel nacional, asegura que en un futuro se puedan comparar los datos entre diferentes CCAA y poder analizar la evolución a nivel nacional de cara a los indicadores establecidos por el Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (PEEPNB).

- Incluir una valoración del estado de conservación de cada LIG, realizar evaluaciones periódicas y analizar la tendencia evolutiva, así como establecer un sistema de indicadores que permita analizar esas tendencias a nivel local, regional y nacional.

- Promover los inventarios de LIGs en espacios protegidos y asegurar que sean considerados adecuadamente por los instrumentos de gestión, Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y Plan Rector de Uso y Gestión (PORN y PRUG), de dichos espacios.

- Definir un sistema de indicadores que permita evaluar la evolución en el tiempo del estado de conservación de los LIGs. No debe olvidarse que esta será la principal herramienta de diagnóstico del estado del patrimonio geológico en dicha comunidad autónoma.

- Establecer figuras legales específicas de gestión para la conservación del patrimonio geológico con diferentes niveles de protección y uso público, tales como parque geológico, geoparque, reserva geológica, estratotipo, yacimiento paleontológico o mineralógico, paisaje geológico

singular, etc.

- Incluir entre las infracciones muy graves de la normativa las referidas a la destrucción o expolio de Lugares de Interés Geológico incluidos en los catálogos.

- Establecer mecanismos eficaces y simples que favorezcan el desarrollo de investigaciones científicas (por ejemplo, creando un registro de grupos de trabajo) que evite aberraciones como las sanciones a investigadores en el cumplimiento de su labor o las excesivas esperas para conseguir permisos para realizar investigaciones.

- Así mismo, sería muy recomendable que esta normativa legal autonómica incorporara sistemas de protección y gestión del patrimonio geológico no incluido en los espacios protegidos ni en el propio catálogo de Lugares de Interés Geológico, por ejemplo incorporando la geoconservación en los planes de gestión de los espacios de la Directiva Hábitats de la Red Natura 2000 (Carcavilla *et al.*, 2008), entre otras medidas. En las evaluaciones de impacto ambiental debe contemplarse el patrimonio geológico no incluido en los catálogos (incluso con un protocolo rápido para casos de urgencia por amenazas evidentes), las zonas sensibles, o los elementos incluidos en catálogos “horizontales” para su protección genérica (por ejemplo, cavidades kársticas o formaciones tobáceas), como ya se hace en algunas comunidades autónomas (Carcavilla y Ruiz, 2009).

Por último, no debe olvidarse que el patrimonio natural incluido en el inventario de Lugares de Interés Geológico debe ser revisado anualmente, al menos en los términos previstos por la Ley 42/2007 sobre la evolución del estado de conservación de este patrimonio. Para ello es necesario el establecimiento de objetivos, indicadores y una buena descripción de la situación de partida, siguiendo el esquema de los planes de conservación (Carcavilla *et al.*, 2007).

• REFERENCIAS

Carcavilla, L., López-Martínez, J. y Durán, J.J. 2007. *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Cuadernos del Museo Geominero, nº 7, Madrid, 1-360.

Carcavilla, L., De la Hera, Á., Durán, J.J., Gracia, F.J., Pérez Alberti, A., y Robledo, P.A. 2008. El papel de la geología y la geomorfología en la Directiva Hábitats de la Unión Europea. *Trabajos de Geomorfología en España, 2006-2008*, X Reunión Nacional de Geomorfología.

Carcavilla, L. y Ruiz, R. 2009. La conservación de la geología y la geomorfología en Castilla-La Mancha. Estado actual y perspectivas de futuro. *Cuaternario y Geomorfología*, 23, (3-4), 11-26.

Carcavilla, L., Delvene, G., Díaz-Martínez, E., García-Cortés, Á., Lozano, G., Rábano, I., Sánchez, Á. Y Vegas, J. 2011. *Geodiversidad y patrimonio geológico*. Instituto Geológico y Minero de

España, 1-22.

Díaz-Martínez E., Guillén-Mondéjar, F., Mata J.M., Muñoz P., Nieto L., Pérez-Lorente F. y Santisteban, C. de. 2008. Nueva legislación española de protección de la Naturaleza y desarrollo rural: implicaciones para la conservación y gestión del patrimonio geológico y la geodiversidad. *Geo-Temas*, 10, 1311-1314.

García-Cortés, A. (Ed.) 2008. *Contextos geológicos españoles: una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 1-235.

García-Cortés, A. y Carcavilla, L. 2009. *Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España, 1-61. www.igme.es/internet/patrimonio

METODOLOGÍA SEGUIDA PARA LA PREPARACIÓN DEL LIBRO *PROYECTO GEOSITES: APORTACIÓN AL PATRIMONIO GEOLÓGICO MUNDIAL*

Methodology followed in the elaboration of the book Proyecto Geosites: aportación al patrimonio geológico mundial

Carcavilla, L.¹ y Palacio, J.²

¹Instituto Geológico y Minero de España. C/ Ríos Rosas 23. 28003 Madrid. l.carcavilla@igme.es

²Valgrande. Recursos Naturales. C/ Baldomero Lozano 8-3°C. 24007 León. vremain@gmail.com

Palabras clave: Geosites, divulgación, patrimonio geológico mundial.

• INTRODUCCIÓN: EL PROYECTO GLOBAL GEOSITES

El Proyecto *Global Geosites*, impulsado por ProGEO, en el seno de la International Union of Geological Sciences (IUGS), y con el patrocinio de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), pretende establecer un inventario mundial de Lugares de Interés Geológico de relevancia internacional (*Global Geosites*) para posteriores actuaciones de geo-conservación y de apoyo a programas como el de Geoparques. Desde 1996, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) tiene encomendada la labor de liderar estos trabajos en España, concluyendo la primera fase de inventario en el año 2008, tras identificar 20 contextos geológicos y 142 lugares de interés (García-Cortés, 2008).

• ESTRATEGIA DE DIVULGACIÓN DEL PROYECTO GLOBAL GEOSITES

El proyecto *Global Geosites* en España ha tenido desde el principio una clara vocación de divulgación. Por ello, desde la finalización del mismo (en su fase de identificación de los contextos y lugares, a la espera de posibles nuevas incorporaciones), se ha trabajado en difundir los resultados. Fundamentalmente mediante cuatro acciones:

- 1) Una publicación técnica para especialistas que incluyera los aspectos esenciales de cada contexto y Lugar de Interés Geológico (García-Cortés, 2008).
- 2) Una versión en inglés de dicha publicación, actualmente en preparación.
- 3) Información en la página web del IGME (Carcavilla *et al.*, 2009).
- 4) La publicación de una versión divulgativa orientada al público general (Carcavilla y Palacio,

2011), que es la que se describe en este trabajo.

Con estas cuatro actuaciones se pretendía cubrir la difusión a especialistas nacionales, extranjeros (no hay que olvidar que se trata de un proyecto promovido a escala internacional) y al público en general. En el caso de este último sector, la página web ofrecía la posibilidad de mostrar información dinámica que pudiera ser fácilmente actualizable y de fácil difusión (Carcavilla *et al.*, 2009). Dicha información ha sido utilizada repetidamente por numerosos medios de comunicación, que han reflejado información referida al proyecto en diversas ocasiones. Sin embargo, desde el primer momento se consideró necesario realizar una publicación divulgativa que permitiera al público en general entender el significado de los lugares identificados en el proyecto.

• OBJETIVOS DE LA PUBLICACIÓN

Se puede afirmar que la Geología arrastra grandes problemas de percepción social en España (Gutiérrez-Marco, 2005). De la misma manera, parece evidente que la sociedad española desconoce, o conoce de manera muy parcial, el patrimonio geológico de nuestro país y, por lo tanto, no lo valora ni exige su conservación. Por este motivo, el libro fue diseñado con el objetivo de que el público en general pudiera conocer el significado del patrimonio geológico español de relevancia internacional seleccionado en su día.

Tal y como se afirma en el prólogo del libro, si preguntásemos a un conjunto de personas por los monumentos españoles más importantes, obtendríamos una larga lista. Pero si les planteásemos la misma cuestión referida a los principales lugares del patrimonio geológico español, creemos que no sabrían responder. En todo caso, es posible que en su contestación hicieran referencia a algunos lugares de gran interés escénico o paisajístico, en los cuales la Geología juega un papel indispensable. Pero probablemente, más allá de su espectacularidad, de su belleza, no sabrían explicar el porqué de la importancia de estos lugares. En este libro no solo se describen los lugares de interés españoles que fueron seleccionados tras más de diez años de trabajo en el proyecto *Global Geosites*, si no que, y sobre todo, se explica qué los hace especiales y únicos. Ese es el mensaje que se quiere transmitir al lector: que España posee un rico patrimonio geológico que cualquier ciudadano puede disfrutar y comprender, como ocurre con nuestro patrimonio cultural.

• METODOLOGÍA DE DIVULGACIÓN

El diseño de material divulgativo requiere identificar (Carcavilla *et al.*, 2011):

- 1) Los destinatarios a los que va dirigido, en este caso, el público en general. No se pretendía escribir una guía de campo, sino un libro que revelara el significado y valor de ese patrimonio, desconocido aún por la inmensa mayoría de la sociedad española.

- 2) El medio de divulgación más idóneo, en este caso un libro de gran formato, atractivo, y con gran número de imágenes.

Antes de iniciar la redacción de los textos se realizó una reflexión acerca de cuáles eran las dificultades que entrañaba la adaptación divulgativa del texto original a partir del que se partió y se identificaron las tres siguientes, intrínsecas a la divulgación de la Geología (Carcavilla *et al.*, 2011):

- 1) Dificultad para comprender las magnitudes físicas (presiones, temperaturas, etc.) manejadas en determinados procesos geológicos y que están fuera de la experiencia sensorial de las personas.
- 2) El “abismo” del tiempo geológico.
- 3) Dificultad para entender el ámbito geográfico del pasado, siendo a menudo necesario describir geografías muy diferentes a las actuales (continentes en otra posición y latitud, etc.).
- 4) Dificultad para comprender el significado de Lugares de Interés Geológico formados por procesos que la mayoría de la población no conoce ni entiende.

También se asumió que las escalas espacio-temporales son las que suponen una mayor dificultad para el aprendizaje y divulgación de la Geología (Carrillo y Gisbert, 1992; Sequeiros *et al.*, 1996), y por ello se consideró de vital importancia contextualizar en el tiempo los sucesos geológicos ocurridos en el pasado, permitiendo asignar acontecimientos a edades concretas y relacionar sucesos.

Partiendo de estas ideas y de que el tiempo geológico debía ser el hilo conductor del libro, una de las principales dificultades fue cómo colocar los capítulos: la idea más simple era situarlos de manera que cada uno correspondiera a los 20 contextos (*frameworks*) seleccionados y ordenarlos cronológicamente (de más antiguo a más moderno), tal y como se hizo en la publicación técnica (García-Cortés, 2008). Pero este esquema ofrecía dificultades puesto que se trata de conceptos relativamente complejos y suponía demasiados capítulos para una publicación divulgativa. Así que se decidió reunir los 20 contextos en 9, y ordenarlos también por criterios cronológicos, pero además agrupados por temas y contenidos. Esta agrupación fue compleja y requirió cierta originalidad. Un ejemplo son las secciones del límite K/T y los depósitos salinos del Messiniense, unidos bajo el título “Crisis en la historia de la Tierra”. De hecho, se buscaron títulos impactantes, sugerentes y originales para cada capítulo, evitando los académicos títulos originales muy complejos para el público en general.

Por otro lado, algunos de los conceptos a desarrollar son complejos y requieren ciertos conocimientos teóricos previos. El libro pretendía evitar un esquema demasiado similar a un libro de texto, por lo que se decidió incluir al comienzo de cada capítulo una doble página que introdujera algunos aspectos teóricos.

Para el diseño de la publicación se intentó utilizar un lenguaje sencillo, reduciendo al mínimo los tecnicismos, utilizando frases cortas y con esquemas sintéticos no demasiado complejos. El sistema de redacción de los textos fue el de aproximaciones sucesivas: se escribía un texto que

progresivamente se iba simplificando, tanto en la utilización de tecnicismos (que eran sustituidos por palabras al alcance de cualquier ciudadano), como en la sintaxis de las frases. Además, al final del libro se incorpora un glosario para explicar términos técnicos ineludibles. Los textos fueron ordenados en cada capítulo en diferentes niveles (títulos, entradillas, subtítulos, cuerpo principal), a imagen y semejanza de lo que suele hacerse en la prensa escrita. Los cuadros de texto sirven para introducir temas ajenos al discurso general del capítulo (o para hacer énfasis en aspectos concretos), y su distribución fue elegida de acuerdo con la maquetación. En estos cuadros se aprovecha para recomendar la visita a aquellos lugares de interés que cuenten con infraestructura divulgativa, incluyendo los cinco Geoparques españoles.

Además, se pretendió que los textos cumplieran las normas básicas de la interpretación (Morales, 1998):

1. Provocar la curiosidad y atraer la atención del público, fundamentalmente mediante títulos impactantes y curiosos y a través de numerosas fotografías de alta calidad.
2. Transmitir información con un mensaje breve y claro, sugerente y persuasivo, utilizando un lenguaje lo más simple y directo posible y empleando técnicas de comunicación eficaces como la jerarquización de textos.
3. Facilitar la relación entre los procesos, enclaves y materiales geológicos y a la vida cotidiana y real de los individuos, sobre hechos concretos.
4. Revelar el significado de los lugares descritos, de manera que el lector entendiera su significado y valor.

Para ello, antes de iniciar la redacción de cada capítulo se analizó el correspondiente de la publicación original y se identificaron los aspectos claves que se querían transmitir, los conocimientos teóricos que era necesario introducir para que se entendiera, y posibles títulos divulgativos y cuadros de texto.

• FORMATO ELEGIDO PARA LA PUBLICACIÓN

Por lo que hace referencia al grosor y dimensiones, se pretendía que fuera un libro “que entrara por los ojos”, así pues el formato debía de estar a tono con lo que se pretendía. Por otro lado se quería evitar que el resultado final fuera un tomo de aspecto enciclopédico: la dificultad era conjugar cierta informalidad, con un tamaño que permitiera que el aspecto visual fuera protagonista. Para ello se optó por un formato cuadrado, de 22,5 cm de lado y tapa blanda, y que no excediera las 250 páginas.

La parte gráfica se consideró, desde el primer momento, uno de los pilares del libro. Por ello se decidió que cada capítulo arrancara con una fotografía a doble página que mostrara algo del contenido del mismo y que fuera espectacular. Posteriormente, cada subcapítulo se iniciaría con una foto a página completa, y cada página incluiría un número variable de fotografías y/o gráficos (entre 2 y 6). En total se han incluido 250 fotografías, en su mayoría de los autores y el resto cedidas amablemente por diversas personas y entidades. Las imágenes se seleccionaron a fin de

que ilustrasen el texto y facilitasen su comprensión. Todas ellas se refieren a los *geosites* descritos (y, por tanto, a lugares españoles) excepto algunas excepciones aisladas de lugares que pueden mostrar condiciones ambientales similares a las que se dieron en el pasado (por ejemplo, un sistema fluvial del Karakorum para ilustrar los ríos trenzados que originaron determinados tramos de las facies Buntsandstein).

A menudo, la comprensión de determinados procesos, ambientes o sistemas geológicos requiere una cierta capacidad de abstracción. Para facilitar dicha abstracción, se decidió incluir figuras que ayudaran a comprender el texto y contar con un dibujante que fuera capaz de dar un aire artístico, profesional y, a la vez, algo desenfadado a los esquemas geológicos. El proceso de creación de una figura se iniciaba realizando un croquis a mano alzada por parte de los autores del libro, para que el dibujante lo ejecutara y le diera un toque artístico. Sin duda, la creación y revisión de las figuras ha sido el proceso más laborioso de la creación del libro. En total, se han preparado 119 figuras, todas ellas ex profeso para este libro, originales, o basadas en las de otros autores, hecho que ha quedado reflejado en los créditos de figuras incluidos en el Anexo.

Por último, una vez maquetado el libro, se planteó la posibilidad de incorporar información en las solapas, así que se decidió completar la referida al proyecto *Global Geosites*, incluir un breve *curriculum* de cada uno de los autores e introducir una escala cronoestratigráfica que ayudara en la lectura de cada capítulo.

• ACCIONES A REALIZAR UNA VEZ EDITADO EL LIBRO

La acogida del libro tras su publicación ha sido muy buena. Numerosos medios de comunicación, incluidos prensa, radio y televisión nacionales se han hecho eco de ella, cumpliendo de esta manera uno de los objetivos originales. A partir de este momento tenemos la intención de continuar con la difusión tanto en el ámbito geológico, como, sobre todo, en el de la divulgación científica en general, mostrando este libro que pretende ser una guía para que el público en general descubra el valor del patrimonio geológico español de relevancia internacional.

• REFERENCIAS

Carcavilla, L., Lozano, M.E. y Hernández, R. 2009. La página web de patrimonio geológico del IGME. Un nuevo recurso para divulgar e informar. *Resúmenes de la VIII Reunión de la Comisión de Patrimonio Geológico*. Daroca, Zaragoza.

Carcavilla, L. y Palacio, J. 2011. *Proyecto Geosites: aportación española al patrimonio geológico mundial*. Instituto Geológico y Minero de España, 1-231.

Carrillo, L. y Gisbert, P. 1992. Enseñar y aprender Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 0, 5-7.

García-Cortés, A. (Ed.) 2008. *Contextos geológicos españoles: una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España, 1-235.

Gutiérrez-Marco, J.C. 2005. ¿Sabemos divulgar la Geología que hacemos? *Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural, Sección Geológica*, 100 (1-4), 307-322.

Morales, J. 1998. *Guía práctica para la interpretación del patrimonio. El arte de acercar el legado natural y cultural al público visitante*. Junta de Andalucía. Consejería de Cultura, 1-313.

Sequeiros, L., Pedrinaci, E. y Berjillos, P. 1996. Cómo enseñar y aprender los significados del tiempo geológico: algunos ejemplos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4 (2), 113-119.

PROTEKARST: UN NUEVO ENFOQUE PARA LA PROTECCIÓN DEL KARST. RESULTADOS PRELIMINARES

Protekarst: a new approach to karst protection. Preliminary results

Carrasco, F.¹, Carrasco, J.M.¹, Comino, O.M.², Jiménez-Madrid, A.³, Nieto, J.M.² y Sanchidrián, J.L.⁴

¹Departamento de Ecología y Geología. Facultad de Ciencias. Campus Universitario de Teatinos. 29071 Málaga. fcarrasco@uma.es, jcarrasco@alu.uma.es

²Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Ciencias. Campus Universitario de Teatinos. 29071 Málaga. nieto@uma.es

³Instituto Geológico y Minero de España. C/ Ríos Rosas 23. 28003 Madrid. a.jimenez@igme.es

⁴Departamento de Geografía y Ciencias del Territorio. Facultad de Filosofía y Letras. Pza. Cardenal Salazar. 14071 Córdoba. gt1sato@uco.es

Palabras clave: Karst, valoración, protección, patrimonio natural y cultural, Sistema de Información Geográfica (SIG).

• INTRODUCCIÓN

En este trabajo se efectúa un planteamiento para la protección del karst considerando todos sus componentes. Para ello se realizan cartografías temáticas de los principales valores existentes en el karst y posteriormente se integran mediante un SIG. Se indican los diferentes criterios que se han tenido en cuenta para la cuantificación de los valores considerados (geológico, hidrogeológico, botánico y arqueológico) y se aplican a un afloramiento de materiales carbonatados (mármoles alpujárrides de la Cordillera Bética) en la Sierra de Mijas (Málaga).

• RESUMEN

El karst es un complejo sistema tridimensional, integrado por rocas, agua, aire, suelo, fauna y vegetación, en el que la alteración de cualquiera de estos elementos produce una degradación del sistema en su conjunto. Constituye una parte significativa de nuestro patrimonio natural y cultural ya que posee importantes valores científicos, patrimoniales, culturales y económicos (Carrasco *et al.*, en prensa).

Todas las actividades que se desarrollan sobre el karst dan lugar a que este se encuentre sometido a diversas presiones que pueden tener un efecto desfavorable. Entre ellas se encuentran las actividades que producen la destrucción de las formas kársticas externas o de las

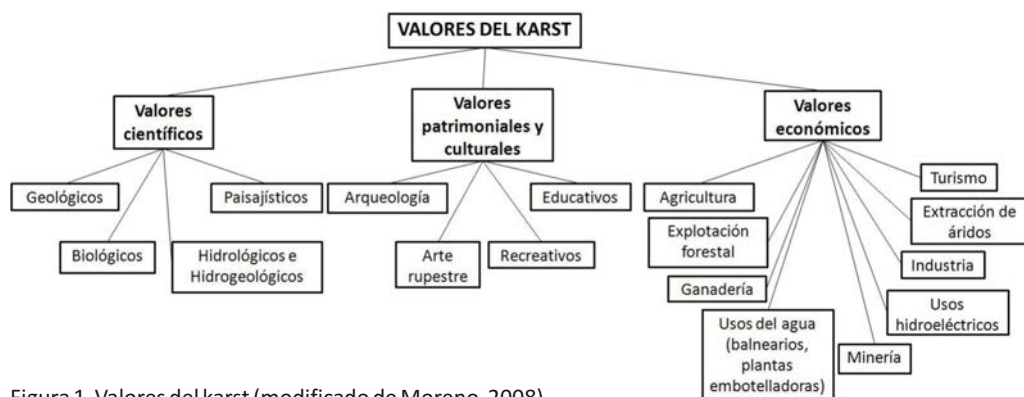


Figura 1. Valores del karst (modificado de Moreno, 2008).

cavidades, modificaciones del paisaje, afecciones a la fauna y vegetación del karst, etc. Estas actividades también pueden producir la alteración de los flujos o ciclos naturales de forma irreversible, principalmente modificaciones de los movimientos de aire y del microclima del interior de las cuevas, así como del agua subterránea asociada al karst (Drewand y Hötzl, 1999).

Por todo ello, la protección del karst constituye la defensa global de la conservación de la geodiversidad, de la biodiversidad y, en general, de los valores patrimoniales en su sentido más amplio. Es cierto que algunas regiones kársticas están parcialmente protegidas al estar incluidas en áreas en las que se han definido distintas figuras de protección: Reservas de la Biosfera, Geoparques, Parques Nacionales, Parques o Parajes Naturales e incluso Monumentos Naturales. Además algunas cavidades importantes constituyen un Bien de Interés Cultural (BIC) debido a la presencia de arte rupestre en ellas. Sin embargo, aún existen numerosas regiones kársticas sin ninguna figura de protección o bien en las que se protege, exclusivamente, su contenido arqueológico, obviando el patrimonio natural que constituyen y que no se puede conservar por separado continente y contenido.

Hasta el momento han sido muchos los trabajos que se han realizado para la protección del patrimonio natural y cultural existente en nuestro país, pero desde este artículo se efectúa un planteamiento innovador que tiene en cuenta la protección de un sistema, considerando todos sus componentes. La metodología propuesta se basa en la obtención de un mapa de protección del karst basado en la cartografía temática de cada uno de sus elementos constituyentes. El tratamiento espacial y superposición de toda esta información mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG) permitirá la delimitación de diferentes zonas de protección. Con objeto de su integración en los distintos planes de ordenación del territorio, se definirán en cada una de las zonas las actividades autorizadas, restringidas o prohibidas.

Para la cuantificación de cada uno de los valores, tanto en el exo como en el endokarst, y su distribución espacial en todo el afloramiento kárstico se emplea una metodología concreta y

diferente para cada uno de los parámetros considerados, de tal manera que, para cada región estudiada, se obtienen distintas cartografías temáticas con la distribución zonal con un rango de puntuación del 1 al 5, de menor a mayor importancia que será equivalente al grado de protección necesario. Posteriormente mediante un SIG se integran las diferentes cartografías temáticas, ponderando los diferentes parámetros en función de su contribución a la importancia del karst. En una primera fase, con objeto de no disminuir la valoración, a cada píxel se le asigna el máximo valor de todos los atribuidos a los diferentes parámetros en él representados. Con posterioridad se obtendrá por un comité de expertos un algoritmo que sirva de base para alcanzar el resultado final.

A continuación se exponen los diferentes criterios que se han tenido en cuenta para la cuantificación de cada uno de los valores considerados y los resultados obtenidos en un afloramiento de materiales calcáreos (mármoles alpujárrides de la Cordillera Bética) en la Sierra de Mijas situada al oeste de la ciudad de Málaga. Posteriormente se obtiene el mapa de valoración del karst de esta región que debe servir de base para su protección.

• VALOR GEOLÓGICO

La metodología para la cuantificación del valor geológico se ha determinado a partir del trabajo de Baretino *et al.* (1997), adaptada, en nuestro caso, al karst. Se basa en tres factores:

- Valor de Fondo de las Grandes Unidades Geológico-Geomorfológicas: es la contribución al valor natural del medio de esas unidades en función de la posibilidad del desarrollo kárstico.
- Interés geológico: corresponde al valor del patrimonio geológico existente en el territorio. Se cuantifica en función de su diversidad (diferentes especialidades geológicas de interés en la región) y su Relevancia (internacional, nacional, regional o local).
- Formas kársticas: se valora en función de la presencia o ausencia de formas exo y endokársticas y de su grado de desarrollo.

• VALOR HIDROGEOLÓGICO

Está relacionado con la existencia de uno o varios acuíferos en los materiales kársticos. Para su cuantificación y distribución zonal en el afloramiento carbonatado se ha utilizado el método APLIS modificado (Marín, 2009) procedente del método APLIS (IGME-GHUMA, 2003).

El método APLIS determina la tasa de recarga o infiltración eficaz definida como el porcentaje de la precipitación que se infiltra en el terreno y su distribución espacial en función de cinco variables que dan lugar a su acrónimo: altitud, pendiente, litología, infiltración preferencial y suelo. También se utiliza para estimar los recursos medios anuales del acuífero considerado. Los resultados obtenidos con esta metodología han sido contrastados en diferentes acuíferos con buenos resultados (Andreo *et al.*, 2008).

• VALOR BOTÁNICO

Para valorar un territorio desde el punto de vista botánico se parte de la fotointerpretación a escala 1:10 000 sobre la ortofotografía digital del terreno. El índice de valoración utilizado (Nieto Caldera *et al.*, 1999) consiste en la suma algebraica de los atributos intrínsecos y extrínsecos de las comunidades vegetales existentes en cada polígono resultante de la fotointerpretación, ponderados con sus respectivas coberturas. Así mismo, se considera la presencia, y en su caso el carácter priorizado, de la comunidad en el catálogo de comunidades de la Directiva 97/62 del Consejo Europeo (última revisión de la Directiva 92/43) para el Inventario Nacional de Hábitats, debido al interés de este dato para la gestión y conservación del medio.

• VALOR ARQUEOLÓGICO

El valor arqueológico o de patrimonio histórico se establece a partir de la Ley del Patrimonio Histórico Español (PHE) (16/1985, de 25 de junio) y en nuestra región, de la Ley del Patrimonio Histórico de Andalucía (14/2007, de 26 de noviembre). En dichos documentos quedan establecidos los niveles de protección de los distintos yacimientos histórico-arqueológicos y paleontológicos según una clasificación en bienes inmuebles y muebles.

En general, cualquier lugar con restos de presencia humana del pasado posee un nivel de protección alto. Si bien, las medidas de uso, difusión y conservación del mismo son reguladas a tenor de la importancia del registro que contenga, y estipuladas por las Delegaciones Provinciales de las Consejerías de Cultura. La máxima protección consiste en la figura de BIC, el cual presenta un procedimiento administrativo de declaración, donde se contempla la ubicación concreta del bien y un área de menor protección que configura el entorno, determinando ambas zonas la Delimitación del BIC.

En lo que respecta al Arte Rupestre Prehistórico (en cuevas o abrigos rocosos), cualquier lugar que albergue el más mínimo indicio de este tipo de manifestaciones adquiere de inmediato la calificación de BIC y por tanto el nivel de protección mayor (artículo 40.2 de la Ley del PHE).

• MAPA DE VALORACIÓN DEL KARST DE LA SIERRA DE MIJAS

En la Fig. 2 se acompaña el mapa de valoración de la Sierra de Mijas, en el cual se determinan cinco clases, desde muy baja a muy alta.

Los terrenos de valoración muy baja (10 % de la superficie) y baja (20 %) se extienden principalmente en los sectores marginales de la sierra y corresponden a afloramientos de materiales distintos a los mármoles, con escaso valor botánico.

La zona de valoración media es la que ocupa una mayor superficie (31 % del área estudiada) y se

encuentra sobre los materiales carbonatados en los sectores del borde de la sierra.

Los sectores centrales de la sierra, constituidos por mármoles, presentan una valoración alta y muy alta con un porcentaje del 25 y 14 % del total, respectivamente. Esto se debe a la presencia de comunidades vegetales y flora endémica del territorio. Un amplio sector del noreste del municipio de Benalmádena tiene una valoración muy alta debido a la existencia de una cavidad con pinturas rupestres.

En el mapa de la valoración se han incluido las canteras existentes en la sierra que según se puede observar se encuentran en zonas de alta valoración.

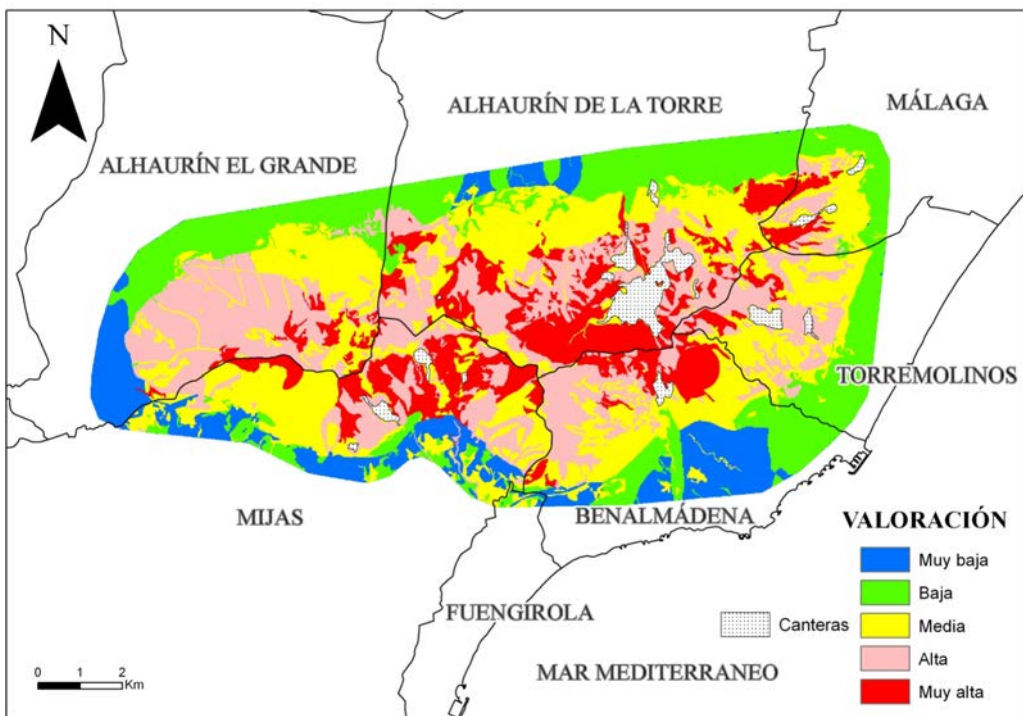


Figura 2. Mapa de valoración de la Sierra de Mijas.

• AGRADECIMIENTOS

Es una contribución al grupo RNM-308 de la Junta de Andalucía, Unidad Asociada IGME-GHUMA y al proyecto CGL 2008-4938 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

• REFERENCIAS

- Andreo, B., Vías, J.M., Durán, J.J., Jiménez, P., López-Geta, J.A. y Carrasco, F. 2008. Methodology for groundwater recharge assessment in carbonate aquifers: application to pilot sites in southern Spain. *Hydrogeology Journal*, 16, 911-925.
- Barettino, D., Alberruche, E. y Ríos, S. 1997. Integración del patrimonio geológico en el análisis del valor natural del territorio: El mapa del valor natural del territorio en el sector del Pirineo central. *Zubía*, 15, 21-33.
- Carrasco, F., Carrasco, J.M. y Jiménez-Madrid, A. En prensa. *Las regiones kársticas, componentes del Patrimonio Natural y Cultural. Propuesta para su protección*. I Congreso Inter. "El Patrimonio Natural y Cultural como motor del desarrollo: Investigación e innovación". Jaén.
- Drew, D. y Hötzl, H. 1999. *Karst hydrogeology and human activities. Impacts, consequences and implications*. Ed. Balkema, 1-322.
- IGME-GHUMA 2003. APLIS. *Una propuesta metodológica para la determinación y zonación espacial de la recarga en acuíferos carbonáticos*, 1- 18.
- Marín, A.I. 2009. *Los Sistemas de Información Geográfica aplicados a la evaluación de recursos hídricos y a la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos carbonatados. Caso de la Alta Cadena (Provincia de Málaga)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Málaga, 1-130.
- Moreno, J. 2008. *Propuesta para introducir en el PORN de los montes de Triano-Galdamez*. Informe inédito, 1-40.
- Nieto Caldera, J.M., Santillana Cabanillas, N., Arrebola Bautista, M.A., Comino Matas, O.M., Conde Álvarez, R.M. y Velasco Román, Ch. 1999. *El paisaje vegetal de la Reserva Natural de la Laguna de Fuente de Piedra (Málaga)*. Investigación y Desarrollo Medioambiental en Andalucía. 1995-1998, 39-53.

LA VUELTA AL MUNDO DE LOS DINOSAURIOS EN DIEZ ETAPAS

Around the world of dinosaurs in ten steps

Cobos, A.¹ y Alcalá, L.¹

¹Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis. Avda. Sagunto s/n Edificio Dinópolis, 44002 Teruel.
cobos@dinopolis.com

Palabras clave: Dinosaurios, recurso, desarrollo territorial.

• INTRODUCCIÓN

Los dinosaurios y los ecosistemas mesozoicos de los que formaron parte son uno de los máximos atractivos de la Paleontología para la sociedad actual. Desde que en 1954 se inauguró en Inglaterra la primera gran exposición sobre vertebrados del pasado, la atracción mediática de los dinosaurios en diferentes lugares del mundo queda reflejada en la habilitación de innumerables yacimientos, localidades o regiones ricas en sus fósiles, bien sea a través de rutas temáticas, museos de sitio o exomuseos, museos de Paleontología o de Historia Natural, parques paleontológicos, etc. En muchos casos, el objetivo principal de la musealización de estos lugares escapa a la mera conservación de los yacimientos, ya que se busca también la llegada de visitantes que dinamicen socioeconómicamente el entorno más próximo a estos o a los centros museísticos.

A continuación se realiza un breve recorrido por algunos de estos lugares, con el fin de observar diferentes modelos de musealización en el mundo (Cobos, 2011).

América del Norte

Dinosaur National Monument (Estados Unidos)

Uno de los entornos con fósiles de dinosaurios del Jurásico Superior más emblemáticos es *Dinosaur National Monument* (en los estados de Colorado y Utah). Desde el descubrimiento en 1909 del yacimiento principal, *Carnegie Quarry*, hasta la actualidad, al menos restos de once

taxones de dinosaurios (*Apatosaurus*, *Allosaurus*, *Stegosaurus*, etc.) han sido excavados. En 1915 fue declarado Monumento Nacional y, aunque en primera instancia se limitó a 80 acres (todos en territorio de Utah), en 1938 los límites fueron expandidos teniéndose en cuenta el valioso patrimonio natural existente. Parece que la idea de hacer de *Carnegie Quarry* la primera exhibición del mundo de fósiles in situ fue capitaneada por Earl Douglass, que excavó allí hasta 1922. Su visión del proyecto incluía la construcción de hoteles en la ciudad con más servicios de la zona, Vernal, en Utah. Actualmente se está realizando una profunda remodelación del edificio que cubría el yacimiento principal, donde decenas de miles de visitantes al año podrán contemplar de nuevo los fósiles aún sin extraer.

Dinosaur State Park (Estados Unidos)

Rocky Hill es uno de los yacimientos de icnitas de dinosaurios del Jurásico Inferior más importantes del mundo. Fue descubierto de forma casual en 1966 durante la construcción de un edificio. El yacimiento contiene alrededor de 2000 huellas de dinosaurios terópodos y prosaurópodos. Para cubrir un sector del yacimiento (unas 500 icnitas) se ha construido un edificio con forma de domo geodésico. El público puede observar las huellas a través de pasarelas acristaladas colocadas sobre las propias huellas. Las pisadas son fácilmente identificables debido a la iluminación puntual que se realiza sobre ellas. Muchas de las icnitas de *Rocky Hill* se han asignado al icnotaxón *Eubrontes*, que constituye el denominado “fósil oficial del estado” de Connecticut.

Dinosaur Provincial Park (Canadá)

Desde que Barnum Brown (1873-1863) extrajera el primer esqueleto del ornitópodo *Corythosaurus*, en el *Dinosaur Provincial Park* de Alberta (Canadá) se han excavado, en las más de 7500 ha que lo componen, miles de huesos y cientos de esqueletos de dinosaurios del Cretácico Superior. Su riqueza, tanto paleontológica como natural, y la relevancia científica alcanzada en las investigaciones derivadas, hicieron que en el año 1979 el Parque se convirtiera en la primera zona inscrita en la Lista de Patrimonio Mundial de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), por su riqueza dinosauriológica (<http://whc.unesco.org/en/list/71>). Gracias a la repercusión alcanzada se inauguró en 1985 el Real Museo Tyrrell de Paleontología. La institución no se encuentra dentro de los límites del Parque sino en la ciudad de Drumheller, situada a unos 100 km de la zona protegida, cuyas instalaciones han llegado a ser visitadas por más de medio millón de personas en un año.

América del Sur

Centro de Investigaciones Paleontológico de Lago Barreales (Argentina)

El norte de la Patagonia argentina es una de las regiones del mundo célebres por los dinosaurios que allí se han encontrado. Uno de ellos es el saurópodo gigante *Futalongkosaurus*. Desde el año

2000, periodo en el que comenzaron las excavaciones de este dinosaurio, el denominado Proyecto Dino sobrepasa los aspectos meramente científicos, fundamentándose también en fines educativos y turísticos. En 2002 el yacimiento se convirtió en un lugar donde, además de la propia excavación, también se ha instalado un museo-laboratorio in situ y un recorrido geológico-paleontológico interpretativo de hora y media de duración. De esta forma el visitante puede observar prácticamente todo el proceso paleontológico.

Yacimiento de huellas Cal Orck'ó (Bolivia)

Apenas a 5 m de Sucre se encuentra el yacimiento *Cal Orck'ó* ("Cerro de cal", en quechua). En un inmenso farallón casi vertical de calizas, que son explotadas industrialmente, de unos 60 m de altura y más de un kilómetro de largo. En esta superficie se sitúan alrededor de 5000 huellas de diferentes tipos de vertebrados entre los que destacan las de dinosaurios. Para musealizar el yacimiento se ha creado el denominado comercialmente "Parque Cretácico", instalándose reproducciones escultóricas de algunos de los dinosaurios más conocidos internacionalmente: *Argentinosaurus*, *Tyrannosaurus*, etc., a través de los cuales se hace un recorrido circular que lleva a un mirador desde donde puede observarse la pared principal del yacimiento. También existe una zona de exposiciones y otra de juegos, además de los servicios propios para los visitantes. El turismo hace que en diferentes puntos de la ciudad se disponga de una amplia

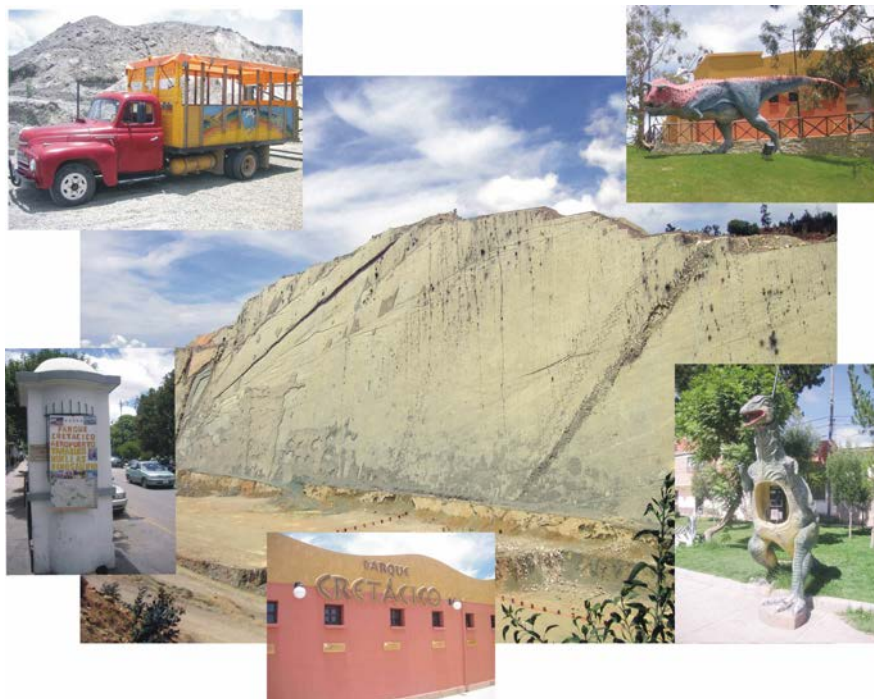


Figura 1. Alrededor del yacimiento de huellas Cal Orck'ó (Bolivia) se han establecido otros atractivos turísticos relacionados con los dinosaurios.

colección de atractivos para el visitante con el fin de captar su atención y de convertir a Sucre en la capital de los dinosaurios de América Latina.

Oceanía

Lark Quarry Dinosaur Trackways (Australia)

El yacimiento *Lark Quarry* se sitúa en la parte central de Queensland y es conocido por la interpretación paleoecológica que se ha hecho de él: una gran estampida en la misma dirección de pequeños dinosaurios, tras percibir la presencia de un gran terópodo. En el año 2002 se concluyó la construcción de un edificio que, junto a otros elementos museográficos (pasarelas de madera, vitrinas, iluminación artificial de las huellas), posibilitan la conservación de las icnitas y facilitan las visitas al yacimiento y a zonas museográficas anexas. Un aspecto muy interesante radica en que el edificio de conservación se ha diseñado ecológicamente y de forma sostenible para minimizar el impacto en el entorno del Parque. Para su construcción se han utilizado materiales de origen local. La luz se consigue a través de paneles solares y el agua de lluvia se recoge en las azoteas para su nuevo aprovechamiento una vez procesada.

Asia

Korean Cretaceous Dinosaur Coast (República de Corea)

El conjunto de actuaciones, presentes y futuras, relacionadas con la presentación museográfica y museológica de los yacimientos de huellas y huevos de la costa surcoreana, hace de este modelo un ejemplo único en el mundo en cuanto a la utilización de los dinosaurios como recurso territorial. A lo largo de 160 km se sitúa una serie de cuatro grandes entornos extraordinariamente ricos en yacimientos de vertebrados mesozoicos, donde se han documentado unas 10 000 huellas de dinosaurios, pterosaurios y aves del Cretácico Inferior y Superior. Haenam, Hwasum, Goseong y Yeosu son los más conocidos y en sus entornos se han desarrollado impresionantes iniciativas museográficas que atraen a cientos de miles de visitantes al año.

Europa

Dinopark Münchehagen (Alemania)

Uno de los mejores ejemplos de protección de huellas de dinosaurios en el continente europeo se encuentra en el estado federal de Baja Sajonia. La principal de las actuaciones es la desarrollada en el yacimiento de icnitas del Berriasiense de Münchehagen, a unos 40 km de

Hannover. Una parte de la superficie total del yacimiento ha sido cubierta por un pabellón acristalado. En su interior, el visitante puede circular por encima de las huellas a través de pasarelas de madera, donde se han instalado paneles y atriles informativos, sistemas de iluminación y otros elementos museográficos. Otro aspecto sobresaliente tiene que ver con el parque de dinosaurios construido en los terrenos limítrofes. A lo largo de un itinerario único de unos 2,5 km se hace un recorrido desde el Devónico hasta la actualidad, mostrándose más de 220 esculturas artístico-científicas de seres vivos del pasado, haciéndose especial hincapié en los dinosaurios y reptiles marinos. El conjunto se denomina Dinopark Múnchehagen y es visitado por unas 150 000 personas al año.

Yacimiento de huellas Pedreira do Galinha (Portugal)

El yacimiento de icnitas de Pedreira do Galinha se encuentra en una antigua cantera y representa uno de los más importantes en el mundo del Jurásico Medio. En unos 40 000 m² se presentan unas 1100 huellas de saurópodos organizadas en, por lo menos, 20 rastros (dos de ellos con más de 140 m de longitud). Desde el año 1997 la visita es accesible al público, que camina sobre el propio nivel que contiene las huellas para realizar un circuito pedagógico sobre la historia de la Tierra ilustrado con paneles informativos. Recibe entre 13 000 y 26 000 visitantes por año y dispone de varias estructuras de apoyo al visitante.

España

En España se están desarrollando proyectos relacionados con la investigación, conservación y difusión de sus recursos paleontológicos de diversa índole y escala. Generalmente, afectan a las zonas en las que se encuentran los yacimientos de dinosaurios y, en algunos casos, están sirviendo de motor de impulso socioeconómico en zonas económica y demográficamente deprimidas. Así, se han excavado, adecuado y habilitado yacimientos de huellas de dinosaurios en aquellas comunidades autónomas en las que destaca este recurso y se han creado centros paleontológicos de diversa envergadura en localidades relacionadas con sus fósiles. Algunos de ellos destacan en Aragón, como el Parque Paleontológico Dinópolis en la provincia de Teruel o el

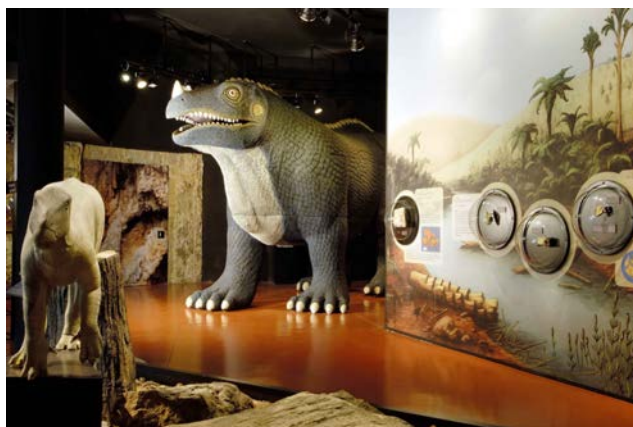


Figura 2. Centro satélite de Dinópolis en Castellote (Teruel), situado en el Geopark "Parque Cultural del Maestrazgo".

Museo de los Últimos Dinosaurios de Europa de Arén (Huesca); en el Principado de Asturias se encuentra el Museo Jurásico de Asturias; en Castilla y León el Museo de Dinosaurios de Salas de los Infantes y el Aula Paleontológica de Villar del Río; en La Rioja los centros paleontológicos de Enciso e Igea; en la Comunidad Valenciana el Aula y Museo Paleontológico de Alpuente (Valencia) y Temps de dinosaures en Morella (Castellón). Por último, en Cataluña existen pequeños centros expositivos de carácter local y está en proceso la construcción de otro en los alrededores de los yacimientos de icnitas de Fumanya. Además, también se deben tener en cuenta los museos paleontológicos de larga tradición, como el Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont y el Museo Nacional de Ciencias Naturales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Madrid, entre otros (FCPT-IDPI, 2008-2009).

• CONCLUSIONES

La utilización de los yacimientos de dinosaurios como un recurso de desarrollo territorial se acomete en muchos países y continentes, principalmente desde la segunda mitad del siglo XX hasta la actualidad. Las inversiones realizadas sobrepasan de la mera investigación y conservación de los fósiles y buscan un beneficio económico a través de los flujos turísticos producidos.

• AGRADECIMIENTOS

A los departamentos de Educación, Cultura y Deporte y de Ciencia, Tecnología y Universidad del Gobierno Aragón, Grupo Investigación FOCONTUR (E-62), DINOSARAGÓN CGL200907792 (Ministerio Ciencia Innovación-Fondos FEDER).

• REFERENCIAS

Cobos, A. 2011. *Los dinosaurios de Teruel como recurso para el desarrollo territorial*. Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Tesis doctoral, Inédita.

FCPT-IDPI 2008-2009. *Dinosaurs Ichnites of the Iberian Peninsula*. World Heritage Candidacy. Ministerio de Cultura de España y Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional do Portugal, Inédito.

PINAR DEL RÍO (OCCIDENTE DE CUBA): UNA REGIÓN DE ALTO POTENCIAL PARA LA CREACIÓN DE GEOPARQUES

Pinar del Río (western Cuba): a region with high potential for the creation of Geoparks.

Corvea, J.L.¹, Blanco, A.¹, Goy, J.L.², Farfán, H.³, Martínez, Y.³ y Novo, R.³

¹IMDEA agua. Parque Tecnológico. Universidad de Alcalá. Edificio ZYE. C/ Punto Net. 28805. Alcalá de Henares. Madrid. joseluis.corvea@imdea.org

²Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca. Plaza de la Merced s/n. 37008 Salamanca. joselgoy@usal.es

³Parque Nacional Viñales. Centro de Visitantes. Carretera a Viñales, pk 23. 22400. Pinar del Río. Cuba. hfarfan@pnvinales.co.cu

Palabras clave: Geoparques, áreas protegidas, valores geológicos.

• INTRODUCCIÓN

La provincia de Pinar del Río, en el occidente de Cuba, resulta privilegiada desde el punto de vista natural por una singular geodiversidad, cuya distribución está condicionada por un complejo mosaico de alto potencial para la investigación, educación y divulgación.

El territorio cuenta con un Sistema Provincial de Áreas Protegidas adjunto al Sistema Nacional, que representa un 27 % de la superficie de la provincia. Destacan Reservas Naturales, Parques Nacionales, Reservas Ecológicas y otras categorías de menor restricción. En general, estas áreas basan su gestión en programas de conservación del patrimonio natural dirigidos especialmente a los valores biológicos, aun cuando es evidente la existencia de un singular patrimonio geológico, cuya gestión se asume de manera causal o indirecta (Corvea *et al.*, 2010).

La propuesta y declaración de Geoparques en áreas de mayores potencialidades puede contribuir al reconocimiento internacional que merece el patrimonio geológico local, teniendo en cuenta, además, que aún no existe un Geoparque en la Región del Caribe. Sin dudas, se fortalecería la gestión, se afianzaría el geoturismo como modalidad dentro del turismo de naturaleza y se establecerían las prácticas de geoconservación.

En el presente trabajo se reconocen los principales elementos que pudieran constituir la base para una solicitud oficial del reconocimiento como Geoparques de tres Áreas Protegidas de la provincia de Pinar del Río, Cuba (Fig. 1).

• ANTECEDENTES Y CONTEXTO ACTUAL

En Pinar del Río los estudios geológicos y mineros comienzan en las primeras décadas del siglo XX, en que también se da a conocer al mundo el Valle de Viñales, a partir de un lienzo expuesto en una galería de New York. Sucesivamente se identificaron y describieron sitios, paisajes y zonas de relevancia natural, lo cual permitió al Dr. Carlos Rodríguez Casals diseñar el proyecto turístico “Parque Geológico Internacional Guaniguanico” que presentó en 1954, avalado por el Presidente de la República y aunque nunca llegó a ejecutarse, quedó como el primer antecedente en Cuba.

Otras iniciativas han permitido la descripción y visitas a Puntos de Interés Geológico, así como la aplicación de una metodología para la evaluación del estado de conservación de geositos en todo el país. Con la creación de la Comisión Nacional para la Protección de Ecosistemas Kársticos en el año 2009, se comienza a integrar la gestión del patrimonio geológico en los programas administrativos del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). A nivel local, el Parque Nacional Viñales integra en su gestión la metodología para la selección y uso de Puntos de Interés Didáctico (PID) (Corvea *et al.*, 2009) y desarrolla un proyecto dedicado a la evaluación del Geosistema Guaniguanico (Cordillera Central de la Provincia) y su propuesta como Geoparque.

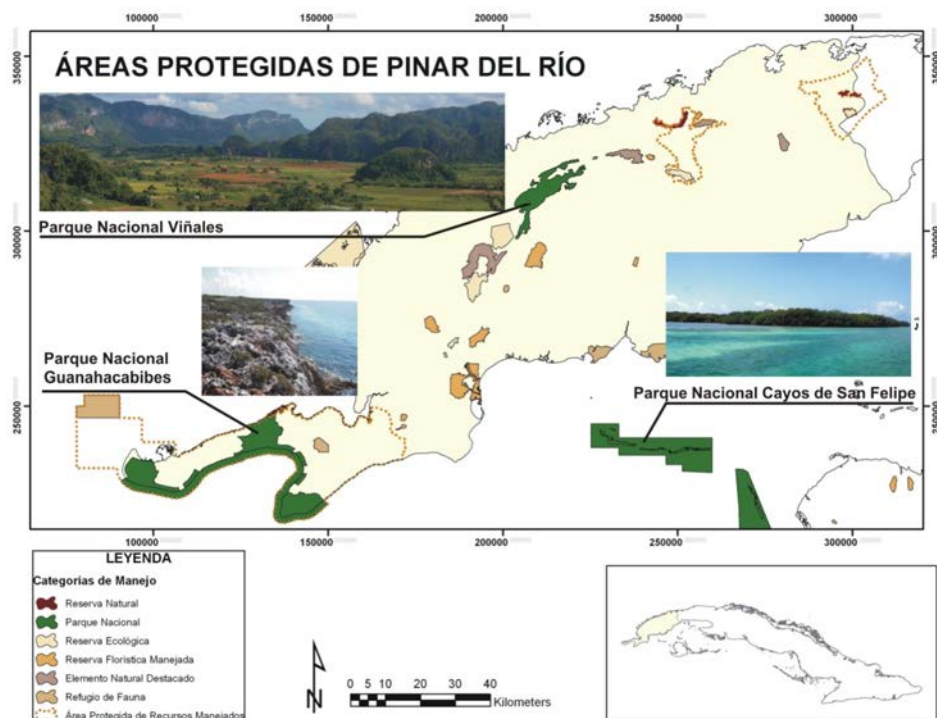


Figura 1. Localización e imágenes de las tres Áreas Protegidas

Desde el punto de vista administrativo, Pinar del Río cuenta con potencialidades que pueden reforzar la creación de Geoparques: el nivel de fortalecimiento alcanzado por el Sistema de Áreas Protegidas; la aplicación de una nueva metodología para la elaboración de los documentos normativos y de gestión; el nivel de capacitación del capital humano; y la ejecución de proyectos de investigación y de cooperación internacional.

• CASOS DE ESTUDIO PARA UNA PROPUESTA

De acuerdo con los requerimientos necesarios para optar por el reconocimiento de Geoparque y las potencialidades reales evaluadas en Pinar del Río, se proponen tres áreas protegidas, diferenciadas tanto por sus valores biológicos como por su patrimonio geológico. Los tres casos ostentan la categoría de manejo “Parque Nacional” y una de ellas, Guanahacabibes, comparte el reconocimiento de “Reserva de Biosfera”.

Desde el punto de vista administrativo cuentan con un límite bien definido y con representatividad de ecosistemas, procesos y elementos de alta singularidad, los cuales interactúan con actividades socioeconómicas enfocadas al desarrollo local sostenible. Las capacidades instaladas para la gestión facilitan el desarrollo de programas para la conservación, protección y uso público cuya infraestructura está adaptada para la práctica del geoturismo.

A continuación se exponen, en cada caso y de manera sintetizada, los elementos más singulares que pueden avalar una propuesta para la obtención del reconocimiento de Geoparque.

PARQUE NACIONAL GUANAHACABIBES (RESERVA DE LA BIOSFERA)

Situado en la península del mismo nombre, está constituido por una plataforma carbonatada y karstificada con predominio de sistemas arrecifales que no sobrepasa los 29 m de altura sobre el nivel del mar. Entre sus valores destacan los siguientes:

- Forma parte de una de las unidades geológico-geomorfológicas más recientes de Cuba, con predominio de rocas carbonatadas pliocenas y cuaternarias en las que destacan como procesos formadores del relieve los kársticos y marinos litorales.
- Constituida por un bloque basculado que define la presencia de ecosistemas adaptados a cuatro dominios geomorfológicos muy bien diferenciados: Costa arenosa, Costa rocosa, Área kárstica y Manglares.
- En ella se desarrollan procesos activos formadores de playas con modificaciones en el paisaje, visibles en las variaciones de los depósitos arenosos.
- Contiene numerosos elementos singulares asociados a la abrasión marina: terrazas, playas fósiles, voladizos y niveles de cuevas marinas.
- En el núcleo kárstico principal se desarrollan dolinas de disolución y desplome, así como lagunas (cenotes).

- Contiene ciénagas conectadas al mar mediante esteros y canales naturales en zonas bajas.

PARQUE NACIONAL CAYOS DE SAN FELIPE

Es un conjunto de pequeñas islas formadas por sedimentos carbonatados neogeno-cuaternarios, acumulados en un ambiente retroarrecifal. Están alineadas al sur de Pinar del Río y constituyen el límite emergido de la plataforma insular. Entre sus aspectos principales cabe citar:

- Desarrollo de arrecifes de barrera compuestos por rocas biogénicas carbonatadas que conforman el actual basamento del subarchipiélago San Felipe.
- Presencia de procesos de rectificación litoral con formación de barras arenosas y lagunas costeras.
- Aislamiento geográfico relativo por aguas marinas interiores, conectado a través de la plataforma sumergida.
- Desarrollo de procesos litorales activos que evidencian cambios locales asociados a la dinámica general de las corrientes marinas ecuatoriales.
- Clara diferenciación de ecosistemas: costa arenosa, costa rocosa y manglar.
- Especiación de la fauna, adaptada a las condiciones físicas del medio.

PARQUE NACIONAL VIÑALES

Ubicado en el centro norte de la provincia, sus límites administrativos coinciden con límites de estructuras geológicas bien definidas. Comparte los reconocimientos patrimoniales de Paisaje Cultural de La Humanidad y Monumento Nacional. De este espacio protegido cabe señalar:

- Contiene tres ecosistemas principales, que están bien diferenciados por sus características geológicas: Mogotes en sierras o aislados, Valles intramontanos o Poljés y Lomas de Pizarras.
- Presencia de una amplia representatividad de la morfología kárstica. Se trata de un área clásica en estudios del karst tropical, con presencia de procesos geológicos activos e inactivos de fácil interpretación: desplomes, deslizamientos y caídas de rocas.
- Importantes yacimientos paleontológicos (Jurásico Superior) con gran variedad de fósiles animales y vegetales.
- Numerosos sitios de interés arqueológico y restos óseos pleistocenos asociados a los mayores sistemas de cuevas de Cuba.
- Contiene 11 sitios inventariados como localidades tipo de formaciones geológicas cubanas de interés patrimonial.
- Contiene 17 PIDs que forman parte de los Programas de Investigación, Monitoreo y Uso Público.

• CONSIDERACIONES FINALES

El diseño y conformación del Sistema Provincial de Áreas Protegidas en Pinar del Río (Cuba) agrupa la mayor representatividad de los georrecursos del territorio, considerándose en tal sentido la posibilidad de crear Geoparques a partir de las áreas propuestas en el presente trabajo, las cuales cumplen ampliamente los requerimientos necesarios.

La presencia de valores y recursos de alta singularidad, el estado actual de conservación de los mismos, el nivel de gestión alcanzado por los Parques Nacionales y el nivel de formación al que se ha llegado en la carrera de Geología de la Universidad local, constituyen una fortaleza nada despreciable para la creación de Geoparques en el territorio.

Es muy probable que esta representatividad se alcance en todo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, lo cual debe ser valorado para constituir en un futuro la Red Cubana de Geoparques integrada a su vez en la red mundial.

• AGRADECIMIENTOS

A los Proyectos, Consolider Tragua; REAGUAM CGL2009-13168-C03-01; CGL2008-03998/BTE y a ECOVIDA.

• REFERENCIAS

Corvea, J.L., Farfán, H., Martínez, Y., De Bustamante, I. y Sanz, J. 2010. Las Áreas Protegidas de Pinar del Río (Cuba): Potencialidades para la Geoconservación. En: *Geomorfología y Geología Ambiental aplicada a la Gestión de Espacios Protegidos* (J.L. Goy, R. Cruz, A. González, A. Graña y A. Cabero, Eds.) Universidad de Salamanca, 5-10.

Corvea, J.L., Díaz, C., Farfán, H., Aldana, C., Valdés, L. y Morales, G.E. 2009. Puntos de Interés Didáctico en el Parque Nacional Viñales: observando la diversidad de nuestro entorno. *Actas 3.ª Convención Cubana de Ciencias de la Tierra*. GEOCIENCIAS 2009. La Habana, Cuba.

LOS ELEMENTOS BIOLÓGICOS Y CULTURALES DE INTERÉS GEOLÓGICO: UN PATRIMONIO A CONSERVAR

Biological and cultural elements of geological interest: a heritage to be preserved

Díaz-Martínez, E.¹ y Díez-Herrero, A.¹

¹Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Ciencia e Innovación. C/ Ríos Rosas 23. 28003 Madrid. e.diaz@igme.es, andres.diez@igme.es

Palabras clave: Patrimonio natural, patrimonio cultural, epistemología.

• INTRODUCCIÓN

Según la definición oficial contenida en la Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (Ley 42/2007, de 13 de diciembre), el patrimonio geológico es el *"conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida"*. Como puede comprobarse, en esta definición y en las contenidas en otras obras de reciente publicación (Carcavilla *et al.*, 2007), para que un elemento o conjunto de elementos sean patrimonio geológico, se tienen que dar en ellos simultáneamente tres circunstancias clave: 1) ser de origen natural (resultado de procesos naturales); 2) tener carácter geológico (resultado de procesos geológicos); y 3) tener un valor científico, cultural y/o educativo.

Sin embargo, existen muchos elementos "no geológicos" que, sin poseer alguna de las dos primeras características (por ser resultado de la actividad humana en lugar de procesos naturales, o por ser de naturaleza biótica en lugar de abiótica), sí que cumplen con la última premisa de la definición, esto es, tienen valor científico, cultural o educativo, ya que *"permiten conocer, estudiar e interpretar el origen y evolución de la Tierra, los procesos que la han modelado, los climas y paisajes del pasado y presente, y el origen y evolución de la vida"*. Como no son elementos geológicos, estos elementos no pueden ni deben ser tipificados como patrimonio geológico, pero sí que tienen un interés geológico y de hecho están siendo utilizados por los estudiosos de las Ciencias de la Tierra para sus investigaciones.

La presente comunicación pretende aclarar los principales conceptos básicos sobre las tipologías de patrimonio y el carácter de los elementos que forman parte de ellas, a la vez que ilustrar con ejemplos esos otros elementos no geológicos, pero que tienen interés geológico y, por lo tanto, deben ser conservados y estudiados.

• CONSIDERACIONES CONCEPTUALES BÁSICAS SOBRE EL PATRIMONIO Y SUS TIPOLOGÍAS

En primer lugar, puede definirse el patrimonio como un conjunto de elementos a los que se atribuye o asigna un valor, generalmente por ofrecer algún tipo de beneficio o interés, real o potencial (Lago *et al.*, 1997). Este valor es un aspecto subjetivo de todo patrimonio pero que necesariamente tiene que existir para que este pueda ser considerado como tal. El valor, en todo caso, debe ser establecido por un especialista en el tipo de elemento correspondiente. Por tanto, todo patrimonio consta de una parte objetiva, los elementos que lo integran, y una subjetiva, el valor de los mismos.

A la hora de gestionar el patrimonio, es necesario aplicar criterios y metodologías de protección y conservación que dependerán del tipo de patrimonio de que se trate. Por tanto, es imprescindible clasificar con rigor los elementos patrimoniales asignándolos a los diferentes tipos de patrimonio existentes mediante criterios objetivos. Para ello es fundamental utilizar la componente objetiva del patrimonio (el tipo de elementos que lo integran) y evitar la componente subjetiva (su valor). Ateniéndose a esos criterios objetivos, en función del tipo de elemento puede diferenciarse el patrimonio tangible del intangible, el mueble del inmueble, el público del privado, el perdurable del efímero, el renovable del no renovable o el natural del cultural (antrópico o artificial, resultado de la actividad humana).

Para facilitar la gestión, la clasificación tipológica del patrimonio debe hacerse necesariamente de acuerdo a estas últimas clases y, dentro de ellas, es fundamental para la gestión diferenciar entre patrimonio cultural y patrimonio natural. Dentro del primero están aquellos elementos con valor patrimonial, de origen antrópico y carácter cultural, histórico, artístico, etnográfico, gastronómico, etc. Dentro del patrimonio natural están fundamentalmente el patrimonio geológico o abiótico y el biológico o biótico (especies, hábitats y ecosistemas).

En algunas ocasiones estos conceptos no están claros y existe controversia en la clasificación de elementos. Este ha sido el caso de los fósiles y el patrimonio paleontológico, que conviene aclarar como ejemplo arquetípico. Los fósiles se forman por procesos naturales (sedimentación, diagénesis y fosilización posterior al enterramiento de los restos y señales de la actividad biológica) y, por tanto, son elementos naturales. Esto es así para todo tipo de fósil, incluso en el caso de los fósiles humanos. Aunque los fósiles puedan tener valor histórico o cultural, su origen natural debe prevalecer a la hora de clasificarlo, independientemente del tipo de valor (científico, cultural, arqueológico, histórico, etc.) que pueda tener. El valor es un aspecto subjetivo que no determina el tipo de patrimonio, sino que sirve para decidir cuándo un elemento debe considerarse o no patrimonio. Por tanto, en rigor, el patrimonio paleontológico,

de acuerdo con su carácter natural, debe considerarse patrimonio natural y no patrimonio cultural.

• ELEMENTOS BIOLÓGICOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

Como explicamos en la introducción, pueden existir elementos naturales de origen biológico (organismos vivos) con interés geológico, ya que permiten interpretar, desde el punto de vista científico o divulgativo, aspectos como la evolución de la vida en la Tierra o los procesos geodinámicos que ocurren en su superficie. Incluso se puede dar la paradoja, conceptualmente posible, de que desde el punto de vista biológico el elemento no aporte información de interés (es decir, sin ningún valor científico-didáctico y/o singularidad especial), pero que desde el punto de vista geológico sí que aporte información de interés, hasta el punto de merecer ser conservado y puesto en valor para su mejor aprovechamiento sostenible.

Entre estos elementos biológicos con interés geológico cabría citar las formas de vida actuales que permiten entender el proceso evolutivo en la historia de la Tierra, los comportamientos y etología de los seres vivos actuales que permiten interpretar los ambientes del pasado, y los animales y plantas que por su distribución o por los indicios que soportan, facilitan entender los procesos de la geodinámica externa. Entre estos últimos, un buen ejemplo es cómo la distribución y composición de las comunidades vegetales permite comprender el ámbito de actuación y los ritmos de determinados procesos naturales, tales como los movimientos de ladera (deslizamientos, desprendimientos, etc.), los terremotos o las inundaciones, cuya frecuencia y magnitud condicionan las especies, la edad y la densidad de individuos de la vegetación de ribera fluvial.

Yendo aún más allá, algunos seres vivos sirven de soporte o son testimonios de indicios de la actividad de esos procesos geológicos externos. Este es el caso de las raíces, troncos y ramas de árboles que registran en su aspecto externo (descortezados, codos...) y en la secuencia de anillos de crecimiento todos los efectos causados por fenómenos extremos del tipo aludes de nieve o avenidas torrenciales. Se trata de la disciplina conocida como dendrogeomorfología (Ballesteros *et al.*, 2010), que está ofreciendo magníficos resultados en la determinación de la frecuencia de las avenidas (periodo de retorno, estacionalidad) y su magnitud (caudales, velocidades, energía), con aplicaciones a la estimación de parámetros hidráulicos (rugosidad) que sirven para mejorar los análisis y cartografías de peligrosidad y riesgo de inundaciones (Díez-Herrero *et al.*, 2007).

Utilizando el razonamiento anterior, puede que muchos de estos árboles descortezados por la carga sólida arrastrada por las avenidas torrenciales (Fig. 1), como elementos vivos que son, no tengan suficiente interés biológico como para considerarlos patrimonio. Sin embargo, sí que poseen un indudable interés geológico que hace que deban ser protegidos y preservados para facilitar los estudios geológicos en la prevención de riesgos naturales (interés científico) y su aprovechamiento como recurso didáctico. A pesar de ello, algunos de estos árboles con descortezados o codos, dado que carecen de interés botánico y singularidad biológica como para



Figura 1. Ejemplar de pino canario en el cauce del barranco Verduras de Alfonso (Parque Nacional de La Caldera de Taburiente, La Palma, Islas Canarias), con descortezado en su tronco en la parte enfrentada a la corriente, consecuencia de una avenida torrencial con carga sólida (gravas y bloques), cuya altura mínima de lámina de agua viene marcada por el nivel superior del descortezado. Ejemplo de elemento biológico de interés geológico.

ser protegidos, han sido precisamente los primeros señalados en las podas y talas, por ser individuos enfermos y con malformaciones desde el punto de vista del gestor forestal.

• ELEMENTOS CULTURALES DE INTERÉS GEOLÓGICO

De forma análoga a lo que se comentaba en el apartado anterior para los elementos biológicos de interés geológico, también existen multitud de ejemplos de elementos culturales (antrópicos o artificiales) que poseen un valor desde el punto de vista geológico. Estos elementos podrían ser tanto tangibles (objetos, construcciones, etc.) como intangibles (toponimia, leyendas, cuentos, milagros, oficios, conocimientos en general: la denominada etnogeología; Díez y Martín, 2005). Igual que ocurría en el caso anterior, el interés geológico de estos elementos puede ser también para cualquiera de los aspectos contemplados en la definición de patrimonio geológico (conocer, estudiar e interpretar el origen y evolución de la Tierra, los procesos que la han modelado, los climas y paisajes del pasado y presente, y el origen y evolución de la vida), pero queremos aquí destacar el valor de determinados elementos para el conocimiento de los procesos geodinámicos externos.

Un tipo de elementos artificiales que a menudo pasan desapercibidos para la población, o que solo reciben atención por curiosidad, son las placas y marcas que se colocan sobre edificios o elementos naturales (rocas, árboles...), indicando el lugar alcanzado por las aguas durante las inundaciones (Fig. 2). Para los estudiosos de la dinámica de estos fenómenos, dichas placas y marcas son objetos de enorme interés, ya que con ellos se pueden calibrar y validar modelos hidráulicos, permitiendo mejorar los análisis y cartografías de peligrosidad y riesgo por inundaciones, e incluso extraer información paleoclimática (Benito *et al.*, 2003). A pesar de ello,



Figura 2. Conjunto de cuatro placas de azulejo marcando las alturas de la lámina de agua y las fechas en las que se produjeron diversas inundaciones en el edificio Sabatini de la Fábrica de Armas de Toledo, a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX. A pesar de tratarse de la mayor concentración en España de placas de inundación de diversos eventos de crecida (más de 15), algunas de ellas fueron eliminadas y extraviadas durante el proceso de rehabilitación de los edificios para albergar el campus de la Universidad de Castilla-La Mancha. Ejemplo de elemento cultural de origen antrópico e interés geológico. Foto: Ignacio Gutiérrez Pérez.

dado que como elementos culturales (histórico-artísticos) muchas de estas marcas no tienen interés patrimonial, en ocasiones han sido destruidas, tapadas o incluso peor, cambiadas arbitrariamente de posición en obras de restauración.

• CONCLUSIONES

Existen elementos biológicos y culturales que poseen un alto interés para los estudios de las Ciencias de la Tierra y sin embargo no pueden formar parte del patrimonio geológico, ya que no son elementos geológicos. Por ello, deberían articularse mecanismos legales y administrativos para su protección, conservación y puesta en valor, incorporando a la legislación de patrimonio cultural (histórico-artístico) y de patrimonio natural algunos criterios y aspectos para valorar el interés de un elemento por aspectos diferentes a los tradicionalmente empleados. De lo contrario, estos elementos patrimoniales se irán perdiendo y con ello perderemos un rico patrimonio digno de ser conservado.

• AGRADECIMIENTOS

Parte de la investigación de los elementos citados en el texto está financiada por los proyectos MAS Dendro-Avenidas (CGL2010-19274) del Plan Nacional de I+D (MiCInn), IDEA-GesPPNN (163/2010) del OAPN (MARM), y ACTUA-PATRIMONIO del IGME.

• REFERENCIAS

Ballesteros, J.A., Bodoque, J.M., Díez-Herrero, A., Génova, M., Gutiérrez, E., Moya, J., Muntán, E., Oller, P., Rubiales, J.M., Ruiz-Villanueva, V. y Saz, M.A. 2010. Dendrogeomorfología. Los árboles, fuente de conocimiento de los procesos y desastres naturales. *Cuadernos de Arboricultura 5*. Asociación Española de Arboricultura, Diputación Provincial de Toledo y Sociedad Española de Geomorfología, Valencia, 1-119.

Benito, G., Díez-Herrero, A. y Fernández de Villalta, M. 2003. Magnitude and frequency of flooding in the Tagus basin (central Spain) over the last millenium. *Climatic Change*, 58 (1-2), 171-192.

Carcavilla, L., López-Martínez, J. y Durán, J.J. 2007. *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Cuadernos del Museo Geominero, 7, Madrid, 1-360.

Díez-Herrero, A. y Martín-Duque, J.F. 2005. *Las raíces del paisaje. Condicionantes geológicos del territorio de Segovia*. En: Colección Hombre y Naturaleza, VII. (J.A. Abella Mardones, B. Salinas, y L. Yoldi, Coords.) Junta de Castilla y León, 1-464.

Díez-Herrero, A., Ballesteros, J.A., Bodoque, J.M., Eguíbar, M.A., Fernández, J.A., Génova, M., Laín, L., Llorente, M., Rubiales, J.M. y Stoffel, M. 2007. Mejoras en la estimación de la frecuencia y magnitud de avenidas torrenciales mediante técnicas dendrogeomorfológicas. *Boletín Geológico y Minero*, 118 (4), 789-802.

Lago, M., Arranz, E., García, J., Martínez, R.M. y Valenzuela, J.I. 1997. El patrimonio geológico. Una aproximación conceptual. *Zubia*, 15, 87-90.

CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN LA GARGANTA DE LA RISCA (VALDEPRADOS, SEGOVIA)

Conservation of geoheritage at La Risca Gorge (Valdeprados, Segovia, Spain)

Díaz-Martínez, E.¹ y Lozano, G.²

¹Instituto Geológico y Minero de España, Ríos Rosas 23, 28003 Madrid. e.diaz@igme.es

²Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, Ríos Rosas 21, 28003 Madrid. g.lozano@alumnos.upm.es

Palabras clave: Patrimonio geológico, amenazas, impacto ambiental, Segovia.

• INTRODUCCIÓN

La Garganta de La Risca es un cañón fluvial excavado por el río Moros al sur de la provincia de Segovia, en el término municipal de Valdeprados, caracterizado por ser muy angosto y vertical. Este tipo de morfología se desarrolla solo muy raramente en gneises, lo cual hace de este enclave un lugar singular con mucho interés. La garganta supera los 40 m de alto, los 400 m de largo y llega a tener menos de 3 m de ancho en el fondo del cañón, por lo que se podría considerar un auténtico desfiladero si no fuera porque el caudal del río impide recorrerla longitudinalmente. Esta incisión realizada por el río Moros es la única garganta en gneises que hay en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, y en España solo existe algo similar, aunque con más pendiente y saltos de agua, en la garganta del río Nuria en Gerona (*les Gorges del Núria*).

La mencionada singularidad de este lugar a nivel regional y nacional, unida a la elevada geodiversidad de la garganta y su entorno, con elementos geológicos de interés de tipo estratigráfico, geomorfológico, tectónico, petrológico y mineralógico, entre otros, hacen que desde hace décadas haya sido considerado como un Lugar de Interés Geológico (LIG), y que incluso haya sido propuesto como Monumento Natural. Estas medidas protectoras estarían justificadas dadas las amenazas que han afectado a este lugar en tiempos recientes y no tan recientes, pero hasta el momento el gobierno autonómico de Castilla y León no ha considerado la declaración de este lugar como patrimonio natural a conservar.

La Risca aparece por primera vez considerada como LIG dentro de las directrices de ordenación territorial de Segovia y su entorno (Martín-Duque y Díez-Herrero, 2003). Sin embargo, y aunque los autores la incluyeron en primera instancia, una reducción del territorio abarcado por el trabajo dejó a La Risca fuera del catálogo de puntos de interés geológico. En cualquier caso, el

lugar ya era conocido y había sido estudiado por geólogos y geomorfólogos desde hace más de dos décadas (Fernández-García, 1987; Martín-Duque, 1997; Díez-Herrero y Vegas, 1999; Areva, 2001; Díez-Herrero y Martín-Duque, 2005). Recientemente fue incluido en el anteproyecto de geoparque del piedemonte norte de las sierras de Guadarrama y Ayllón (Carcavilla *et al.*, 2010).

• AMENAZAS SOBRE LA RISCA

En 2004 se propuso un macroproyecto de urbanización en la zona que pretendía convertir La Risca en un parque de paseo para la nueva “Ciudad de la ciencia” de Segovia. Aunque es posible que hubiese afectado negativamente al patrimonio geológico, la garganta no hubiera sufrido modificaciones debido a sus dimensiones. Esta escasa fragilidad del elemento geológico propició que las alegaciones al proyecto se centraran en conservar la biodiversidad de la zona, incluida en una Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y un Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) de la Red Natura 2000.

Tras ser retirado el proyecto de macrounificación, la Asociación Cultural de Valdeprados comenzó a difundir los valores naturales del término municipal y, entre otras actividades, puso en marcha una ruta geológica recorriendo la garganta y su entorno. Esta ruta comenzó a realizarse en agosto de 2006 y ha tenido buena acogida por el público visitante, cumpliendo este verano de 2011 su quinta convocatoria (Lozano, 2009). El énfasis en la divulgación de la garganta en aquel momento tuvo su justificación en la baja fragilidad del LIG, que no se ve afectado negativamente por una visita organizada anual y, sobre todo, en las amenazas externas que fueron surgiendo. Fundamentalmente, el proyecto de un embalse que se llevaba contemplando desde 1966 (ABC, Madrid, 17 / 07 / 1966) suponía un gran riesgo de degradación para el lugar (Díez Herrero y Vegas, 1999). Finalmente, en 2008 y con la excusa de abastecer a una supuesta futura gran población en la zona, se presentó el proyecto: “Embalse de Guijasalbas. TT.MM. Valdeprados y Vegas de Matute (Segovia)”. La amenaza directa al LIG mediante una obra de infraestructura de este calibre sí hizo que, en esta ocasión, se destacaran sus valores geológicos hasta llegar a situarlos a la misma altura que los valores biológicos y culturales.

Como hemos mencionado, en 1966 ya existía un proyecto similar de presa y embalse que no se llevó a cabo y que hubiera supuesto situar la cerrada en la parte central de la Garganta de La Risca, afectándola totalmente. En 2008, el proyecto presentado situó la presa de hormigón en el extremo oriental (aguas arriba) de la garganta (Fig. 1). Esto hubiera provocado una menor afección que en el proyecto de 1966, aunque la necesidad de usar la angostura de La Risca para situar la cerrada también obligaba a afectarla negativamente. Además, en el nuevo proyecto existía un túnel de desagüe que atravesaba el macizo gneísico, desaguando dentro del recorrido del cañón, no muy lejos de la posición del proyecto de 1966.

Figura 1. Esquema de situación del Lugar de Interés Geológico de "La Risca de Valdeprados y su entorno", con indicación de la situación de la represa proyectada para el embalse de Guijasalbas y el tamaño del vaso asumiendo la cota máxima del cierre a 774 m sobre el nivel del mar. Elaboración propia a partir de la base topográfica del Instituto Geográfico Nacional.



• PROCESO LEGAL DE PARTICIPACIÓN PÚBLICA Y ALEGACIONES

Al encontrarse el proyecto dentro del ámbito de aplicación del Real Decreto Ley 1 / 2008, de evaluación de impacto ambiental, el promotor tuvo que seguir el protocolo de evaluación de impacto ambiental. En la fase de consultas previas, el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM), como órgano de la Administración General del Estado con las competencias ambientales, puso el proyecto en conocimiento del público durante la petición de información. En esta primera fase, el MARM también consultó al Instituto Geológico y Minero de España (IGME) el 21 de abril de 2008. La solicitud llegó al Área de Impacto Ambiental del IGME, desde donde se elaboró un primer informe sobre los riesgos de contaminación de aguas y de afección hidrogeológica del proyecto, pero sin referencia al patrimonio geológico.

Con las respuestas a estas primeras consultas, el MARM elaboró una serie de aspectos a tener en cuenta por el promotor del proyecto, en este caso Aguas del Duero S.A. (empresa dependiente

del MARM), en la redacción del Estudio de Impacto Ambiental (EslA). Una vez realizado el EslA, Aguas del Duero S.A. lo envió a la Confederación Hidrográfica del Duero (CHD), órgano sustantivo, para que lo expusiera a información pública junto con el proyecto. Este EslA se realizó entre el 15 de julio de 2008, fecha en que el MARM envió a Aguas del Duero S.A. las alegaciones, y el 17 de febrero de 2009, fecha en que se publicó en el Boletín Oficial del Estado (BOE), abriendo el periodo de información pública.

Poco antes, la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España (SGE) realizó un informe de valoración del patrimonio geológico de garganta de La Risca y su entorno (Díaz-Martínez, 2008), con objeto de contribuir a la valoración del LIG de La Risca y ayudar a conseguir su protección. Esta primera valoración a partir de una visita a campo en 2008 sirvió de apoyo no solo a las alegaciones de la SGE, sino también a las que el IGME aportó unos meses después, el 27 de febrero de 2009, en su informe sobre el patrimonio geológico de La Risca. Este segundo informe del IGME valoraba la importancia del patrimonio geológico de La Risca, destacando que se trata de un LIG que debe ser protegido de acuerdo con la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad. También recordaba que el lugar había sido propuesto en 2008 como monumento natural y que estaba a la espera de su aprobación. Esta espera continúa actualmente, abril 2011, a pesar de encajar perfectamente en la definición de monumento natural de la mencionada Ley 42/2007: *“Son espacios o elementos de la naturaleza constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza, que merecen ser objeto de una protección especial. Se considerarán también monumentos naturales los árboles singulares y monumentales, las formaciones geológicas, los yacimientos paleontológicos y mineralógicos, los estratotipos y demás elementos de la gea que reúnan un interés especial por la singularidad o importancia de sus valores científicos, culturales o paisajísticos”*.

Durante los 30 días de información pública se presentaron 2959 alegaciones. Entre ellas destacaban las que hacían alusión al patrimonio geológico de La Risca, propuestas por el IGME, la SGE, profesionales de las Ciencias de la Tierra segovianos, etc. En concreto, la SGE recordó en su alegación, presentada el 18 de marzo de 2009, la importancia del carácter no renovable del patrimonio geológico, lo cual *“impide considerar medidas compensatorias, ya que es imposible reproducir la acción de los procesos geológicos que han dado lugar al desfiladero durante los últimos millones de años”*.

La contestación de Aguas del Duero S.A. a algunas de estas alegaciones sobre la afección al patrimonio geológico, mencionaba que la obra proyectada solo afecta a los primeros metros del cañón y que el lugar no está protegido por ninguna figura legal que afecte al patrimonio geológico. Sin embargo, la Declaración de Impacto Ambiental publicada finalmente el 23 de noviembre de 2009 en el BOE, destacó entre otros puntos de su valoración final, y a partir del informe de la Dirección General de Prevención Ambiental y Ordenación del Territorio de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, lo siguiente: *“Finalmente concluye que causará un impacto negativo y apreciable sobre el paisaje y la geodiversidad cuya preservación es uno de los principios inspiradores de la citada Ley 42/2007, de 13 de diciembre, y cuyos elementos son parte ineludible del LIC y ZEPA citado anteriormente”*. Por lo tanto, la

inclusión de la geodiversidad y su relación espacial con el resto del patrimonio natural protegido (LIC y ZEPA), como motivación a favor de la declaración negativa de un proyecto de este calibre, significa que se tuvo en cuenta el espíritu de la Ley 42/2007 en lo referente al patrimonio geológico, algo que debería ser cada vez más frecuente.

• CONCLUSIÓN

El proyecto de embalse de Guijasalbas habría afectado irreversiblemente a la Garganta de La Risca, pero la consideración del patrimonio geológico de acuerdo a la Ley 42/2007 ha servido para integrarlo con el resto del patrimonio natural a conservar identificado en este lugar. La declaración de impacto ambiental negativo sobre la geodiversidad es la primera que se establece para la conservación del patrimonio geológico en España desde que entró en vigor esta ley. En este sentido, es fundamental que los EslA incorporen de forma sistemática el análisis y valoración del patrimonio geológico de cara a su adecuada conservación. Por otro lado, conviene destacar la importancia que tuvo la implicación de los profesionales de las Ciencias de la Tierra en el proceso del EslA y de las alegaciones en la fase de información, no solo para asegurar el nivel técnico de los informes, sino también para convencer al público del valor del patrimonio geológico y lograr así involucrarlo activamente en su conservación. El primer paso para contribuir a proteger el patrimonio geológico es dar a conocer su existencia y su importancia, para lo cual es imprescindible que los profesionales involucrados participen en todo el proceso y den a conocer los resultados de su investigación.

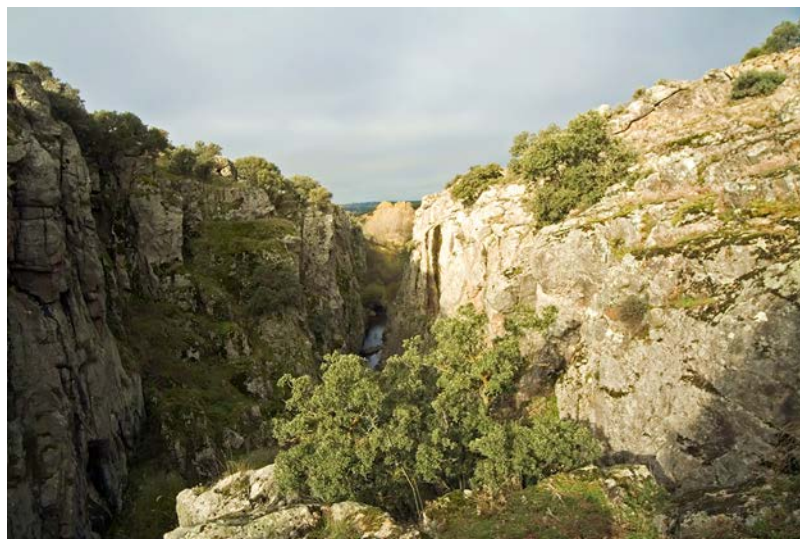


Figura 2. Garganta de La Risca

• AGRADECIMIENTOS

A todos los que se implicaron en el proceso de alegaciones con el objetivo de conservar La Risca.

• REFERENCIAS

Areva, 2001. *Rutas en la naturaleza por Segovia Sur*. Ed. Segovia Sur, Segovia, 1-50.

Carcavilla, L., Vegas, J., Díez, A., Aragonese, J.P. y Gutierrez, I. 2010. *Proyecto Geoparque: Piedemonte norte de las sierras de Guadarrama y Ayllón*. www.geologiadesegovia.info

Díez - Herrero, A. y Martín - Duque, J.F. 2005. *Las raíces del paisaje. Condicionantes geológicos del territorio de Segovia*. Ed. Junta de Castilla y León, Colección Hombre y Naturaleza, 7, 1-464.

Díez - Herrero, A. y Vegas, J. 1999. The geological heritage in the province of Segovia (Spain): proposals for its management and conservation. En: *Towards the Balanced Management and Conservation of the Geological Heritage in the New Millenium*. (D. Baretino, M. Vallejo y E. Gallego, Eds.). III International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage, Session 6, Experiences in Geoconservation in Southern and South-Western Europe, Sociedad Geológica de España, Madrid, 433-438.

Díaz - Martínez, E. 2008. *Valoración del patrimonio geológico de La Risca y su entorno (Valdeprados, Segovia)*. Sociedad Geológica de España, Informe inédito, 1-15.

Fernández García, P. 1987. *Geomorfología del sector comprendido entre el Sistema Central y el Macizo de Santa María la Real de Nieva (Segovia)*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 1-336.

Lozano, G. 2009. *Ruta geológica de La Risca*. Autogúa. Asociación Cultural de Valdeprados. www.geologiadesegovia.info.

Martín Duque, J.F. 1997. *La geomorfología en los estudios del medio físico y planificación territorial. Propuesta metodológica y aplicación a un sector del Sistema Central*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 1-364.

Martín Duque, J.F. y Díez Herrero, A. 2003. *Catálogo de puntos de interés geológico. Directrices de Ordenación Territorial de Segovia y su entorno (DOTSE)*. Instituto de Urbanismo (Universidad de Valladolid) e Inzamac, Informe inédito.

PATRIMONIO GEOLÓGICO EFÍMERO: SINGULARIDADES DE SU ESTUDIO Y GESTIÓN

Ephemeral Geological Heritage: singularities of its study and management

Díez-Herrero, A.¹, Ortega Becerril, J.A.², Pérez López, R.¹ y Rodríguez Pascua, M.A.¹

¹Área de Investigación en Peligrosidad y Riesgos Geológicos. Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Ciencia e Innovación. C/ Ríos Rosas 23. 28003 Madrid. andres.diez@igme.es, r.perez@igme.es, ma.rodriguez@igme.es

²Departamento de Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. Campus de Cantoblanco. C/ Francisco Tomás y Valiente 7. 28049 Madrid. j.ortega@uam.es

Palabras clave: Patrimonio geológico efímero, riesgos geológicos, inundaciones, terremotos, gestión.

• INTRODUCCIÓN: EL PATRIMONIO GEOLÓGICO EFÍMERO

Si aceptamos como definición oficial del patrimonio geológico aquella contenida en la Ley del Patrimonio Natural y Biodiversidad (Ley 42/2007, de 13 de diciembre), se entiende por tal al “conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida”. Como puede comprobarse, en esta definición y en las contenidas en otras obras de reciente publicación (Carcavilla *et al.*, 2007), se entiende como patrimonio geológico un amplio conjunto de elementos, sin resultar excluyente su carácter inmueble o mueble, renovable o no renovable, y perdurable o efímero.

Según el Diccionario de la Real Academia, el término efímero (del griego ἐφήμερος, “de un día”) se refiere a “pasajero, de corta duración” (1ª acepción) o “que tiene la duración de un solo día” (2ª acepción). Aun cuando la duración de algo efímero sea algo subjetivo o discutible, lo que sí que queda claro con este calificativo es que la vida del elemento en cuestión no supera uno o unos pocos días.

Cruzando ambas definiciones, se podría concluir que el patrimonio geológico efímero es el “conjunto de los recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, normalmente formas del terreno, formaciones y estructuras geológicas, que permiten conocer, estudiar e interpretar los procesos que están modelando la Tierra, y cuyos elementos distintivos son de corta duración temporal, incluso inferior a un día”. Dentro de este patrimonio geológico

efímero estarían, por ejemplo, todas las formas del terreno singulares y de valor científico que se generan tras un evento o proceso extremo de la geodinámica terrestre, como las grietas y licuefacciones tras un terremoto o las megarrizaduras tras una avenida fluvial, y que serán borrados o desdibujados en apenas unas horas o días. Evidentemente no todos los elementos que surgen de los procesos geológicos activos actuales tienen el carácter de patrimonio geológico, ya que muchos de ellos no tienen interés patrimonial. Solo aquellos elementos singulares, de cuyo estudio se pueda extraer información de interés para interpretar los procesos que están modelando la Tierra, o cuyo carácter paradigmático permita su utilización didáctica como modelos, pueden ser considerados lugares de interés geológico y, por lo tanto, formar parte del patrimonio geológico. Para discernir esta diferenciación existen múltiples criterios de valoración y evaluación basados en la singularidad, representatividad, fragilidad, etc. que, igual que se pueden emplear para el patrimonio geológico perdurable (Cendrero, 1999), pueden también utilizarse en la catalogación y valoración del efímero.

Así como en otras disciplinas el patrimonio efímero ha tenido líneas de investigación y gestión específicas, como ha ocurrido con la arquitectura o el arte efímeros (Sanfeliu, 1997), con auténticas escuelas y corrientes, en el caso del patrimonio geológico, poco o nada de interés ha suscitado hasta el momento. Buena prueba de ello es que no aparece citado en los principales tratados sobre la materia editados en España (Carcavilla *et al.*, 2007), ni en los artículos más conceptuales (Lago *et al.*, 1997); ni tan siquiera se encuentran documentos con esa denominación empleando los buscadores más utilizados en Internet (por ejemplo Google).

• SINGULARIDADES DEL ESTUDIO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EFÍMERO

El estudio del patrimonio geológico efímero tiene una serie de singularidades o particularidades, derivadas todas ellas del carácter temporal de los elementos a estudiar. Como el tiempo disponible para el estudio es muy breve, de días o incluso horas, es preciso acelerar todos los trabajos de toma de datos en campo, bien incrementando los recursos humanos (equipos numerosos de investigadores), bien utilizando otras herramientas e instrumental para adquisición instantánea de la información (teledetección aerotransportada, fotografía aérea, *Light Detection and Ranging* o LIDAR, Radar de Apertura Sintética o INSAR, láser escáner terrestre, etc.). Además, ante la necesidad de recopilar el máximo de datos en el menor tiempo posible, normalmente se requieren equipos multidisciplinares que simultáneamente recogen información empleando técnicas y métodos de diferentes disciplinas geológicas (Sedimentología, Geomorfología, Tectónica, Petrología...) y otras ciencias afines (Física, Química, Biología...). Para coordinar este despliegue de medios humanos y técnicos es preciso articular mecanismos de comunicación entre diferentes administraciones y organismos, para poner a disposición de los investigadores el transporte hasta la zona a estudiar, los permisos de acceso y tránsito, el instrumental, etc. Muchas veces, además, el proceso o evento se encuentra aún activo durante el estudio, o bien parte de sus resultados o consecuencias suponen trabas al estudio, como puede ocurrir con áreas parcialmente encharcadas, agrietamientos peligrosos,

terrenos inestables, etc.

A modo de ejemplo de la singularidad del estudio de este tipo de patrimonio, a continuación se describen brevemente los procedimientos empleados en el estudio de tres ejemplos de análisis de patrimonio geológico efímero, recalcando su interés y singularidad que le confiere carácter patrimonial.

CAMPO DE ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS ASOCIADAS A LA INUNDACIÓN DEL RÍO ALBERCHE EN ALDEA DEL FRESNO EN ENERO DE 1996

Tras un evento extraordinario de inundación acontecido en enero de 1996 en las márgenes del cauce del río Alberche a su paso por el puente de La Pedrera (Aldea del Fresno, Madrid), buena parte de las orillas y llanura de inundación quedaron cubiertas por mantos de arenas y gravas con numerosas formas sedimentarias (dunas, *megaripples*, *ripples*, barras de diferentes tipos, lóbulos de derrame, cordones de arena, etc.). Estas formas tenían un desarrollo tan anómalo que permitían conocer la dinámica morfo-sedimentaria de este tramo del río y relacionarla con la hidráulica de la corriente durante inundaciones, con un carácter aplicado, dado que pueden facilitar la calibración de modelos numéricos y con ello mejorar los análisis y cartografías de riesgo. Por ello, justo en el momento que se produjo el descenso de las aguas y en tan solo unas horas de tiempo, un equipo de cuatro personas fotografiaron, midieron, cartografiaron, muestrearon e interpretaron en campo decenas de estructuras y formas sedimentarias (Díez, 2001-3). Este elemento patrimonial efímero, cuyo valor y uso fundamental ha sido científico, pudo ser de esta forma estudiado y caracterizado para su aprovechamiento futuro por otros investigadores y técnicos. Al día siguiente, tanto la propia dinámica fluvial asociada a un desembalse, como las labores de “recuperación” de la zona por parte de operarios del Ayuntamiento de Aldea del Fresno, eliminaron todo el campo de estructuras y formas que, desde entonces, no se ha vuelto a formar con un desarrollo semejante.

DEPÓSITOS Y FORMAS EROSIVAS ASOCIADOS A LA INUNDACIÓN EN 1997 DEL ARROYO RIVILLAS (BADAJOZ)

Uno de los más efímeros resultados de la actividad fluvial son las avenidas, especialmente las avenidas en aquellos ríos que por su naturaleza ya son de por sí efímeros (*ephemeral channels*), en España también denominados ramblas, rieras o sencillamente, arroyos. En 1997, la avenida del río Rivillas (Badajoz) dejó 23 muertos y pérdidas millonarias, y además un curioso legado de información geológica en forma de estructuras sedimentarias y erosivas, que fueron recopiladas por varias personas mediante trabajo de campo y fotografías. A los pocos días la vegetación cubrió las formas e impidió realizar un análisis más exhaustivo. El resultado de la rápida actuación se plasmó en publicaciones y comunicaciones internacionales (Ortega y Garzón, 2005 y 2009) donde se relacionaban dichas formas con algunas variables hidráulicas, como velocidad, calado,

potencia fluvial o tensión de corte. De la relación se pudieron extraer conclusiones sobre cómo se había producido la avenida, en qué momento se generó la máxima energía y, además, se describió alguna forma sedimentaria nueva, como los “depósitos digitados”, que presentan la particularidad de narrar la evolución de la avenida a lo largo de todo su desarrollo. No solo las formas sedimentarias aportaron información, también las formas erosivas suponen una gran fuente de datos sobre la evolución de los caudales desde la punta de la crecida hasta la bajada de las aguas; especialmente en este caso se puso de manifiesto la relación entre actividades antrópicas en el entorno fluvial y efectos de la crecida. Se realizó un vuelo en helicóptero varios meses más tarde para intentar recoger toda aquella información que pudiera ser relevante para investigaciones futuras, pero desgraciadamente las principales formas ya habían desaparecido, pues la llanura de inundación es aprovechada para usos agrícolas, que retocaron todas las formas en poco tiempo.

GRIETAS Y EFECTOS SUPERFICIALES DEL TERREMOTO DE DARFIELD Y CHRISTCHURCH (NUEVA ZELANDA)

En septiembre del año 2010 se produjo en Nueva Zelanda el terremoto de Darfield, de magnitud 7.1. Trabajos de campo realizados en febrero del año 2011 fueron incapaces de encontrar la ruptura superficial asociada a la falla sismogénica, apareciendo exclusivamente evidencias secundarias como líneas de árboles afectadas y reparaciones en carreteras y vías de comunicación. También en el posterior y más dañino terremoto de Christchurch de 2011 (M 6.3) en el mismo país, se produjeron daños por licuefacciones en edificios patrimoniales, susceptibles de ser estudiados con técnicas de arqueosismología. Al igual que en el terremoto de L'Aquila (Italia) de 2009, varios edificios patrimoniales fueron afectados mostrando patrones de deformación que constituyen una valiosa evidencia del poder destructivo del terremoto en conjugación con la historia cultural de la población cercana. Las licuefacciones (ver efectos geológicos de los terremotos en Michetti *et al.*, 2007) que han afectado a la ciudad han sido eliminadas rápidamente, cuando el diámetro de los volcanes de arena y la granulometría podría haber dado información sobre la localización de la fuente sísmica y la presencia de segmentos de falla activos que no han sido determinados por métodos clásicos (Geología y Geofísica).

La mayoría de estas estructuras desaparecerán a las pocas horas o días, mientras que un pequeño número se preservan en condiciones sedimentarias favorables, como es el caso de los lagos. Este pequeño porcentaje de estructuras que se conservan en el registro fósil son de difícil interpretación en muchos casos, muy especialmente en lo que se refiere a su distribución espacial. La posibilidad de estudiar y documentar la mayoría de estas estructuras después de un terremoto serviría para mejorar la interpretación del registro fósil y evaluar las intensidades geológicas de terremotos pasados y que completarán el catálogo sísmico actual. También aportarían el desarrollo de nuevas metodologías de tratamiento de datos geológicos referentes a este tipo de estructuras en el registro geológico, es decir, que la documentación de este tipo de estructuras efímeras no se quedaría en la mera descripción, sino que abriría nuevas vías de

investigación.

Otros ejemplos recientes de otro tipo de elementos de patrimonio geológico efímero en España han sido los denominados géiseres (pozos surgentes de aguas gasificadas) de Granátula y Bolaños de Calatrava (Ciudad Real), que apenas estuvieron activos unos meses y unos días de 2000 y 2011, respectivamente.

• RECOMENDACIONES PARA LA GESTIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EFÍMERO

Las actividades de gestión que pueden desarrollarse sobre el patrimonio geológico efímero también están condicionadas por su carácter temporal. Partiendo de la premisa de que es imposible su geoconservación, entendiéndolo por tal el mantenimiento íntegro de sus características, las gestiones tienen que ir encaminadas a su caracterización y análisis lo más completo y rápido posible. Para ello, sería conveniente elaborar y distribuir entre las administraciones públicas encargadas de la gestión del territorio (desde las entidades menores al Gobierno de España, pasando por municipios, diputaciones, cabildos insulares, Comunidades Autónomas, etc.), una "guía de buenas prácticas" para la gestión de ese patrimonio, centrada en la forma de actuación de los medios y recursos de los que disponen, para evitar la destrucción de este patrimonio antes de ser estudiado. Porque el principal problema de gestión que tienen estos elementos patrimoniales es que en ocasiones se sitúan en territorios en los que interfieren con las labores correctoras o preventivas de nuevos fenómenos catastróficos, donde dotaciones de bomberos, cuerpos de policía y guardia civil, y operarios municipales, actúan tras el evento, pudiendo destruir el patrimonio de forma más prematura a como se destruiría de forma natural. Gran parte de la actuación de los equipos de emergencias, así como los protocolos de acceso a la zona cero, hacen que se pierdan muchos datos que no comprometen la vida ni la seguridad de nadie. Por ejemplo, el hecho de no poder acceder al casco histórico de zonas dañadas por sismos y que equipos de bomberos y equipos demolidores desescombren y retiren material caído con maquinaria evita el estudio arqueosísmico y sísmico estructural de edificios afectados que puedan mostrar el comportamiento del tensor de deformación en superficie.

En pocas ocasiones, elementos del patrimonio geológico efímero, condenados a desaparecer en condiciones naturales, han pasado a ser patrimonio geológico perdurable por actividades de geoconservación. En 1995 se produjo en Japón el terremoto de Kobe, asociado a la falla en tierra de Nojima, de magnitud 7.3, que acabó con la vida de casi 6500 personas y con un gran coste económico al producirse un elevado daño en las viviendas y construcciones, principalmente debido a licuefacciones del terreno. En consecuencia, dicho terremoto generó un escarpe de falla con una rotura superficial de varios kilómetros. Actualmente, se ha construido un Parque patrimonial alrededor de una sección de dicha ruptura donde se ha preservado el escarpe de falla con todos sus elementos geológicos asociados (Hokudan Shinsai Kinen Koen o Phoenix Park, <http://www.awaji-is.or.jp/hokudan/>).

Además de la citada guía de buenas prácticas, otra sencilla actividad de gestión que podría

resultar de interés es la elaboración y distribución de un “directorio de instituciones y personas especializadas” en el estudio de este patrimonio geológico efímero. De esta forma, tras el evento, las administraciones públicas sabrían a quién dirigirse para cada tipología de elemento (rasgos tras terremotos, depósitos y formas tras inundaciones, etc.) y para cada zona o región, asegurando así una intervención rápida antes de su destrucción.

• CONCLUSIONES

El patrimonio geológico efímero se define en función de su carácter temporal (escasa durabilidad) y, por él, presenta particularidades significativas en su estudio y gestión patrimonial (geoconservación). Por ello, son necesarias diversas medidas para su puesta en valor, entre las que se destaca una guía de buenas prácticas para las administraciones públicas y un directorio de instituciones y personas especializadas que puedan estudiarlo y asesorar a los gestores de ese territorio.

• AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones en las que se está estudiando, entre otros elementos, algunos de los conjuntos de patrimonio geológico efímero citados en el texto, están siendo financiadas por los proyectos MAS Dendro-Avenidas (CGL2010-19274) y FASEGeo (CGL2009-09726), ambos del Plan Nacional de I+D (MICINN).

• REFERENCIAS

- Carcavilla, L., López-Martínez, J. y Durán, J.J. 2007. *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Cuadernos del Museo Geominero, 7, Madrid, 1-360.
- Cendrero, A. 1999. Patrimonio geológico. Diagnóstico, clasificación y valoración. *Libro de Ponencias del Congreso sobre Patrimonio Geológico y Desarrollo Sostenible*. Soria, 1-16.
- Díez, A. 2001-3. *Geomorfología e Hidrología fluvial del río Alberche. Modelos y SIG para la gestión de riberas*. Serie Tesis Doctorales nº 2. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid, 1-587.
- Lago, M., Arranz, E., García, J., Martínez, R. M. y Valenzuela, J.I. 1997. El patrimonio geológico. Una aproximación conceptual. *Zubia*, 15, 87-90.
- Michetti, A.M., Esposito, E., Guerrieri, L., Porfido, S., Serva, L., Tatevossian, R., Vittori, E.,

- Audemard, F., Azuma, T., Clague, J., Comerci, V., Gürpınar, A., McCalpin, J., Mohammadioun, B., Mörner, N.A. Ota, Y. y Roghazin, E. 2007. Intensity Scale ESI 2007. *Memoria Descrittiva Carta Geologica Italiana*, 74, 41.
- Ortega, J.A. y Garzón, G. 2005. Ephemeral deposit analysis from a riverine flashflood: morphosedimentary evolution and significance in flood interpretation. *VI Internacional Conference on Geomorphology*. Zaragoza, 98-100.
- Ortega, J.A. y Garzón, G. 2009. Geomorphological and sedimentological analysis of flash-flood deposits. *Geomorphology*, 112 (1-2), 1-14.
- Sanfeliu, I. 1997. *La arquitectura efímera: los componentes efímeros de la arquitectura*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

GEOTURISMO EN LA CIUDAD DE SEGOVIA: COMPLEMENTO Y ALTERNATIVA AL TURISMO TRADICIONAL

Geotourism in Segovia City: a complement and an alternative to traditional tourism

Díez-Herrero, A.¹, Vegas Salamanca, J.¹, Peña González, B.², Herrero Ayuso, A.S.², Lucía Atance, R.² y Santos Borreguero, C. de²

¹Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Ciencia e Innovación. C/ Ríos Rosas 23. 28003 Madrid. andres.diez@igme.es, j.vegas@igme.es

²Turismo de Segovia. Concejalía de Patrimonio y Turismo. Ayuntamiento de Segovia. C/ Judería Vieja 12. 40001 Segovia. belen.gonzalez@segovia.es, anasundri.herrero@turismodesegovia.com, raquel.lucia@turismodesegovia.com, claudia.desantos@segovia.es

Palabras clave: Geoturismo, patrimonio geológico, lugar de interés geológico, turismo, Segovia.

• INTRODUCCIÓN: EL GEOTURISMO COMO ACTIVIDAD ECONÓMICA Y CULTURAL

Aunque no existe una definición internacionalmente aceptada del concepto de geoturismo, según Newsome y Dowling (2010), *“el geoturismo es otra forma de turismo de naturaleza, que se centra específicamente en la geología y el paisaje. Se promueve un turismo hacia los Lugares de Interés Geológico (LIGs) y la geoconservación, promoviendo el conocimiento de las Ciencias de la Tierra mediante su apreciación, disfrute y aprendizaje. Esto se consigue a través de visitas a los rasgos geológicos, el uso de geo-rutas, itinerarios y puntos de observación, visitas guiadas, actividades geológicas y la visita a los centros de interpretación de geología”*. Otras acepciones del término geoturismo entienden que se trata del turismo que conlleva aparejado un desarrollo sostenible de las comunidades locales en las cuales se realiza, con respeto a su cultura, tradiciones y costumbres, sin interferir en su forma de vida cotidiana.

Lo cierto es que no existen estadísticas fiables sobre el volumen de actividad económica y el movimiento de personas que supone a escala mundial y nacional. Sí que se sabe, gracias a las estadísticas de los centros de recepción e interpretación, que los lugares más visitados en España por el turismo no son elementos del patrimonio histórico-artístico, como podría ser el Museo del Prado (2,8 millones de visitantes en 2009), o la Alhambra de Granada (3,1 millones en 2009), sino el Parque Nacional del Teide (3,2 millones en 2009), cuya principal componente son los volcanes y los paisajes geológicos que originan. Cifras también importantes se registran en otros LIGs, como: la Ciudad Encantada (Cuenca), el Torcal de Antequera (Málaga), la Pedriza del Manzanares (Madrid), la Cueva de Nerja (Málaga) o el Monasterio de Piedra (Zaragoza), por citar algunos. Por lo tanto, cuando el patrimonio geológico es verdaderamente singular, constituye un recurso turístico de primera magnitud para las localidades que, en muchas ocasiones, carecen de otro

elemento de atracción y motor del desarrollo.

• EL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA CIUDAD DE SEGOVIA COMO RECURSO GEOTURÍSTICO

Los elementos más singulares del patrimonio geológico de la ciudad de Segovia fueron ya catalogados de forma prematura dentro de un listado preliminar de los Lugares de Interés Geológico realizado a nivel provincial (Díez, 1991). Con posterioridad estos LIGs fueron valorados con criterios estandarizados junto al resto de dicho inventario (Vegas, 2000); y de forma más detallada para el término municipal de Segovia, en el marco de la revisión del Plan General de Ordenación Urbana (Ayuntamiento de Segovia, 2005) y las Directrices de Ordenación Territorial de Segovia y su Entorno (De las Rivas, 2006); habiéndose incluso publicado normativa para su geoconservación (Junta de Castilla y León, 2005).

En conjunto se han identificado, catalogado y valorado cerca de un centenar de LIGs en la ciudad de Segovia y su entorno, teniendo muchos de ellos interés regional y nacional, y suponiendo un recurso educativo (Aparicio *et al.*, 1993) de enorme potencial didáctico para la elaboración de itinerarios temáticos, con aprovechamiento desde muy antiguo (Calderón, 1897; Gila, 1897) hasta épocas recientes (Díez-Herrero *et al.*, 2010; Díez-Herrero y Vegas, 2010, *in press*; Martín Moreno *et al.*, 2010).

Los LIGs catalogados podrían agruparse en 16 contextos geológicos que cubren prácticamente todas las tipologías de lugares, desde afloramientos de rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias, hasta yacimientos paleontológicos y mineralógicos, pasando por patrimonio mueble y estructuras tectónicas, entre otros (Ayuntamiento de Segovia, 2005; Díez-Herrero y Vegas, 2010, *in press*); además cubren un abanico de edades desde el Proterozoico (-600 Ma) hasta el Cuaternario (Díez-Herrero, 2010). Frente a la concentración espacial de los lugares de interés histórico-artístico en el recinto amurallado de Segovia y áreas aledañas (arrabales), los LIGs se encuentran repartidos por todo el casco urbano y sus alrededores. Además, los LIGs son visitables en cualquier época del año y a cualquier hora del día, careciendo de la estacionalidad de otros recursos y tipologías turísticas convencionales.

• REALIDADES Y POTENCIALIDADES DEL GEOTURISMO EN SEGOVIA

A pesar del incipiente desarrollo de las actividades geoturísticas en Segovia, se pueden ya enumerar algunas infraestructuras e iniciativas que se han desarrollado en las últimas décadas:

1. Infraestructuras actuales para el geoturismo en Segovia:

- Museos, colecciones y centros de interpretación: entre los que destacan la Colección de Minerales, Rocas y Fósiles de la Academia de Artillería, considerada la más antigua documentada del Mundo; el Lapidario de mármoles del siglo XVIII de la Catedral; la colección

decimonónica de minerales del ISE de Segovia; la Sala A del Museo de Segovia; el centro de Los Molinos (Caja Segovia) y el aula de La Zarzuela (Nueva Segovia).

- Paneles y carteles informativos: ubicados en el Camino Natural del Eresma, cantera de La Zarzuela, senda de Los Molinos, portal Cervantes 17 y Lencería Quintanilla.
- Recursos divulgativos: además de numerosas publicaciones editadas (Díez y Martín, 2005; Díez, 2010), se dispone de una dinámica y moderna página web (www.geologiadesegovia.info) con un elevado número de visitas y consultas.

2. Iniciativas en marcha de aprovechamiento geoturístico: existen fundamentalmente dos itinerarios que se realizan periódicamente para el público en general como visitas guiadas: "*Visita nuestros mares tropicales y las raíces de las montañas: Ruta geológica por Segovia*" (Turismo de Segovia; Martín Moreno *et al.*, 2010) y "*A todo riesgo: convivir con los desastres geológicos cotidianos*" (Díez *et al.*, 2007-2010); de forma puntual se han efectuado muchos otros itinerarios, entre los que destaca "*Un recorrido de 600 millones de años*", realizado con motivo del Geolodía 2010 (Díez y Vegas, 2010). También nuevas rutas de senderismo incluyen aspectos geológicos, como la Senda de los Molinos o el recorrido sobre el Acueducto desde el Azud. Además, recientemente, dentro de la empresa municipal Turismo de Segovia, se ha creado un área específica denominada "Segovia Natural", para canalizar todas las iniciativas de senderismo, actividades de naturaleza, geoturismo, etc. (segovia.natural@turismodesegovia.com).

Sin embargo, si el geoturismo en Segovia es todavía una realidad prometedora, dada su modesta dimensión en comparación con el turismo histórico-artístico y gastronómico, en el futuro se tiene previsto implantar otra serie de actividades e infraestructuras, entre las que destacan:

- Publicación de nuevas guías y folletos específicos impresos: entre los que cabe reseñar el que llevará por título "*De roca a roca. Descubre el patrimonio geológico de la ciudad de Segovia*" (Díez y Vegas, *in press*), editado por la Concejalía de Patrimonio y Turismo del Ayuntamiento.
- Diseño y desarrollo de 12 nuevos itinerarios geoturísticos, tanto temáticos, cronológicos o espaciales, como adaptados a las características del visitante potencial. También se diseñará una ruta para hacer en bicicleta por la ciudad, aprovechando el sistema de bicicletas de alquiler que ya tiene el Ayuntamiento.
- Implantación de nuevos paneles y carteles informativos en alguno de los LIGs más visitados (calle Real, valles del Eresma y Clamores...) y reposición y actualización de los existentes, algunos de los cuales ya han sufrido actos vandálicos y hurtos.
- Mantenimiento y actualización de la página web, y nuevas páginas web específicas, con participación de los internautas mediante sus opiniones e información (WikiSegoGeo).
- Inclusión de contenidos geológicos en las audio guías turísticas y desarrollo de aplicaciones para telefonía móvil (realidad aumentada, dispositivos iPhone) y navegadores GPS.
- Cursos de formación de guías turísticos oficiales, tanto de fundamentos básicos sobre patrimonio geológico y su aprovechamiento turístico, como de los LIGs e itinerarios de Segovia.
- Potenciación como sede de congresos y excursiones geológicas, tratando de facilitar a través de la oficina *Segovia Convention Bureau* la celebración de reuniones científicas nacionales e

internacionales y destino de paradas de excursiones de universidades, congresos y centros de enseñanza secundaria.

• CONCLUSIONES

La ciudad de Segovia, declarada Patrimonio de la Humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en 1985, es un foco de recepción de turistas de primer orden a nivel nacional e internacional, por su rico y variado patrimonio histórico-artístico y su tradición gastronómica. Es menos conocido que, por su situación geográfica y dilatada historia geológica, también tiene un extraordinario patrimonio geológico, con cerca de un centenar de LIGs catalogados, inventariados, valorados, jerarquizados y protegidos legalmente. Para su aprovechamiento en actividades de geoturismo, existen ya determinadas infraestructuras, itinerarios y rutas diseñadas, junto con otras actividades en marcha (www.geologiadesegovia.info). Sin embargo, en un futuro inmediato se pretenden implantar nuevas iniciativas: audio guías, aplicaciones de realidad aumentada para móviles y receptores GPS, cursos de formación de guías turísticos, folletos turísticos específicos, potenciación como sede de congresos geológicos y destino de excursiones, etc., que pueden convertir al geoturismo en Segovia en un complemento de calidad al turismo tradicional e, incluso, en una alternativa sostenible e innovadora en determinadas épocas del año y zonas de la ciudad.

• AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todo el colectivo de geólogos segovianos, que llevan décadas aportando iniciativas y materiales de forma desinteresada, para la promoción de la cultura geológica en nuestra ciudad. Igualmente a todo el personal de la empresa municipal Turismo de Segovia, el Centro de Recepción de Visitantes y la Concejalía de Patrimonio y Turismo del Ayuntamiento de Segovia.

• REFERENCIAS

- Aparicio, A., Pascual, F., Rodríguez, A., Salinas, B. y Torrego, L. 1993. *Segovia: ecología y paisaje: propuesta de actividades didácticas para el profesor*. Junta de Castilla y León, Ayuntamiento de Segovia, MEC y otros. Valladolid, 1-79
- Ayuntamiento de Segovia 2005. *Plan General de Ordenación Urbana de Segovia*. Revisión. Aprobación Inicial. Memoria Ambiental.
- Calderón, S. 1897. Excursión por el terreno cretácico de los alrededores de Segovia. *Actas de la*

Sociedad Española de Historia Natural, XXVI, 91-99.

De las Rivas, J.L. (Coord.). 2006. *DOTSE. Directrices de Ordenación de Ámbito Subregional de Segovia y Entorno*. Consejería de Fomento, Junta de Castilla y León, Salamanca, 1-91 + Planos de Ordenación formato DIN A-3. ISBN: 84-9718-352-5.

Díez, A. 1991. Puntos de Interés Geológico de la Provincia de Segovia. *Litos*, 6, 31-33.

Díez-Herrero, A. y Martín-Duque, J.F. 2005. *Las raíces del paisaje. Condicionantes geológicos del territorio de Segovia*. Colección Hombre y Naturaleza, VII. Junta de Castilla y León, 1-464.

Díez-Herrero, A. 2010. 'Segovia' antes de Segovia: crónica geológica. En: *Curso de Historia de Segovia* (A. Díez Herrero, I. Álvarez González y J. Soler Valencia), Concejalía de Patrimonio y Turismo, Ayuntamiento de Segovia, Segovia, 9-39.

Díez-Herrero, A., Laín Huerta, L., Martín-Duque, J.F., Sacristán, N. y Vicente Rodado, F. 2010. *A todo riesgo IV. Convivir con los desastres geológicos cotidianos*. Guión de la excursión científico-didáctica de la Semana de la Ciencia 2010. IGME, UCM, IE Universidad y RSEHN, Segovia, 1-70.

Díez-Herrero, A. y Vegas, J. (Coord.) 2010. *Un recorrido de 600 millones de años entre Nueva Segovia y La Fuencisla. Geología 10 Segovia*. Descripción del recorrido y las paradas. Sociedad Geológica de España, AEPECT e IGME, Segovia, 1-16.

Díez-Herrero, A. y Vegas, J. (*in press*). *De roca a roca. Descubre el patrimonio geológico de Segovia*. Concejalía de Patrimonio y Turismo, Ayuntamiento de Segovia, Segovia, 1-96.

Gila, F. 1897. *Paseos y Visitas Escolares por la Ciudad de Segovia y sus alrededores*. Cuaderno 1º, Tip. De F. Santiuste, Segovia, 1-40.

Junta de Castilla y León 2005. Decreto 74/2005, de 20 de octubre, por el que se aprueban las Directrices de Ordenación de Ámbito Subregional de Segovia y Entorno. Consejería de Fomento. *Boletín Oficial de Castilla y León*, 207 (miércoles, 26 de octubre de 2005), 18351-18375.

Martín Moreno, C., Lucía Vela, A., Vicente Rodado, F., Díez Herrero, A., Martín Duque, J.F. 2010. Los cimientos de la ciudad: patrimonio geológico. En: *Segovia desconocida* (J. Contreras Jiménez, Coord.) Empresa Municipal de Turismo de Segovia, Segovia, 19.

Newsome, D. y Dowling, R.K. 2010. *Geotourism: the tourism of Geology and landscape*. Goodfellow Publishers, Oxford.

Vegas, J. 2000. *El patrimonio geológico de la provincia de Segovia: geodiversidad y geoconservación*. Colección Naturaleza y Medio Ambiente, 26. Caja Segovia, Segovia, 1-69.

LOS RECURSOS GEOLÓGICOS Y EL DESARROLLO LOCAL DESDE UNA PERSPECTIVA NO DEPREDADORA. APLICACIÓN EN LAS MANIFESTACIONES SOCIALES DE LA GEOLOGÍA: EL GEOTURISMO Y LOS PARQUES GEOLÓGICOS

Geological resources and local development from a non-destructive perspective. Application in social expressions of Geology: geotourism and geological parks.

Escorihuela Martínez, J.¹

¹Parque Geológico de Aliaga. C/ San Antonio s/n. 44150 Aliaga, Teruel. jumidosiv@gmail.com

Palabras clave: Geoparque, geoturismo, Aliaga, Teruel.

• INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de Geología, nos introducimos en un mundo complejo, con un lenguaje propio, que puede parecer indescifrable para el no iniciado. El estudio y difusión de nuestro patrimonio geológico despierta menos interés que el patrimonio artístico y el cultural.

El patrimonio cultural y el natural, en el que se encuentra incluido el patrimonio geológico, forman parte de la herencia colectiva, pero mientras que el patrimonio cultural es un resultado de la actividad humana y entra en el campo de las ciencias sociales, el patrimonio geológico, alojado en la Geosfera, es vulnerable a la acción humana (es irrecuperable) y su estudio entra en el campo de las ciencias empíricas aunque su reconocimiento por la sociedad y definición legal puedan entrar dentro de las ciencias sociales. Representa el legado de la Naturaleza y por lo tanto es nuestra obligación preservarlo y difundirlo.

La difusión de los valores del patrimonio geológico en la sociedad es un aspecto escasamente desarrollado entre la comunidad geológica. Así, mientras que la sociedad puede verse fácilmente implicada en aspectos relativos al patrimonio cultural, artístico o incluso biológico (la biodiversidad) el patrimonio geológico carece de una implantación semejante entre la población.



Figura 1. La Olla. Pliegue singular del Parque Geológico de Aliaga.

• LOS PARQUES GEOLÓGICOS

La propuesta y desarrollo de la figura de Geoparque ha aportado una posibilidad real de reconocimiento y valoración del patrimonio geológico a nivel supranacional con un conjunto de requisitos objetivos que en teoría se encuentran, o deberían encontrarse, por encima de los aspectos y disposiciones legales de los distintos países en que se hallan. Constituye por tanto una figura de protección o valoración patrimonial de especial interés. Esta figura se aplica a territorios que presentan un patrimonio geológico notable que es convenientemente conservado y utilizado como motor para el desarrollo local.

Los Parques Geológicos se han convertido en uno de los principales programas de La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), junto con otros más conocidos como Patrimonio de la Humanidad o Reservas de la Biosfera. Su origen y surgimiento tiene lugar a principios de la década de 1990 en Europa, siendo Francia, Alemania, Grecia y España los socios fundadores. En junio del año 2000 se creó la Red Europea de Geoparques, *European Geopark Network* (EGN) posteriormente ampliada a todo el mundo. Apareciendo de este modo la Red Mundial de



Figura 2. La Porra. Elemento geológico del Parque Geológico de Aliaga.

Geoparques, *Global Geopark Network* (GGN).

La figura del Geoparque no se considera una nueva categoría de espacio protegido. Constituye un concepto patrimonial novedoso, aún no suficientemente definido ni consolidado, creado con el objetivo de conservar y valorar los recursos geológicos naturales y culturales de un terreno determinado, impulsando su desarrollo sostenible y participativo.

• PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEOTURISMO

El geoturismo, como disciplina vinculada a la difusión social del patrimonio geológico, ha experimentado un crecimiento visible en los años recientes, en paralelo a la expansión y difusión social de algunos aspectos de las Ciencias de la Tierra (Geomorfología, Paleontología...). El término geoturismo se puede definir como la actividad que pretende promover el bienestar de los residentes de un área sustentando y realzando las características geográficas y geológicas de un lugar, sus aspectos medioambientales, culturales y estéticos. Como tal actividad múltiple, no puede ser reducido a un “turismo geológico”. Se trata de un concepto más amplio, encuadrado en un marketing y uso turístico del potencial paisajístico y de las peculiaridades regionales relacionadas con la historia de la Tierra.

En la medida en que el geoturismo se enmarca en los valores geológicos y culturales de una región, es incompatible con la degradación del patrimonio natural y la pérdida de diversidad cultural. Sin embargo, tampoco puede pretender detener el desarrollo de las comunidades: el concepto mismo de geoturismo lleva necesariamente aparejado el desarrollo de redes de comunicación, instalaciones y otras infraestructuras de apoyo. Debe intentar armonizar la preservación de la diversidad geológica con el carácter distintivo de un destino local y auténtico. Como consecuencia de la masificación, algunos destinos turísticos se ven sometidos a una “presión turística” que puede redundar en perjuicio del objeto turístico mismo. Asimismo,



Figura 3. Masía El Peral. Desarrollo humano y arquitectónico en armonía con la Geología.

algunos destinos ofrecen elementos semejantes en sus instalaciones, lo que redundará en una pérdida del carácter distintivo del lugar. El geoturismo, entendido como un motor potenciador del desarrollo de una región, debe intentar mantener armónicamente ambos aspectos: la preservación y aprovechamiento cultural del patrimonio geológico y la identidad y singularidad de las poblaciones que la integran.

Con el uso de los recursos mal utilizados que nos proporciona la naturaleza pasamos a una perspectiva depredadora. En la última década, la explotación de recursos geológicos ha experimentado un incremento desmesurado que ha llevado a la especulación sin freno, especialmente en la construcción, con consecuencias poco deseables, generalmente irreversibles, para el patrimonio geológico. Algo así ocurrió en el siglo XVII en los Países Bajos con la llamada “burbuja de los tulipanes”.

Efectos indeseables están siendo la construcción desmesurada de viviendas innecesarias, que nunca deberían haberse edificado. De este modo, han desaparecido muchas zonas verdes, campos de regadío, etc. Estas construcciones llevan consigo el uso de materiales de la tierra, ladrillos, pavimentos, azulejos, yeso, cemento, etc. Consideramos que la extracción de losas ornamentales para revestir las fachadas es un desaprovechamiento del material. El efecto más nocivo de la especulación inmobiliaria ha sido posiblemente la pérdida, en gran medida por parte de las poblaciones rurales, del tradicional aprecio por la tierra, el paisaje y el patrimonio natural.

Según se recoge en un artículo reciente sobre la minería de losas ornamentales en el Maestrazgo turolense (Pérez Cueva *et al.*, 2009) tras dos décadas de crecimiento exponencial pueden contabilizarse más de cien explotaciones autorizadas, la mayoría en el término de Mosqueruela. Este tipo de canteras tienen una superficie reducida, con una media de 2 ha y solo uno o dos metros de profundidad. Una consecuencia de los cambios de los usos de la tierra es la cultura que se transmite en los libros, que es eminentemente urbana. Existe una cultura rural y campesina, pero esta no es apreciada académicamente.

Las poblaciones con un arraigo cultural en la tierra suelen retener un conocimiento y aprecio por los valores de la misma, incluso dentro de un contexto de explotación de los recursos naturales de la misma. Sin embargo, el escaso o nulo apoyo político al desarrollo académico en los medios rurales ha condicionado el que sean estudiantes del medio urbano quienes terminen ocupando plazas destinadas a estas profesiones en los altos cargos de la Administración. Son autoridades con escaso o nulo arraigo en el medio rural quienes establecen normativas sobre cómo se debe llevar a cabo la explotación de los recursos, sin mostrar compromiso alguno con los efectos del impacto sobre el patrimonio geológico o la biodiversidad. Prueba de ello son la política de subvenciones que ha subvertido muchos valores en la agricultura y ganadería tradicionales y las macro-explotaciones ganaderas (ganadería intensiva) donde no existe ningún equilibrio de animales por hectárea, que terminan produciendo la degradación y erosión del terreno donde se ubican, impactando negativamente en el patrimonio geológico.

Las explotaciones mineras (Fig. 4) y la ganadería intensiva (Fig. 5) producen efectos nocivos



Figura 4. Mina de arcilla.



Figura 5. Ganadería intensiva.

sobre la biodiversidad, afectando al suelo (impacto edáfico).

• CONCLUSIONES

El ser humano se ha hecho depredador de sí mismo y de su entorno vital. En la carrera hacia el bienestar y el consumo indiscriminado está cegando todas las fuentes de riqueza y de recursos. El hombre moderno ha antepuesto la técnica al humanismo. Ha hecho del progreso una batalla en la que triunfa y medra el más fuerte, el más depredador, el menos ético.

El progreso es un bien para la humanidad, siempre y cuando se respete la naturaleza y sus usos no sean depredadores. Miguel Delibes, escribió: «Todo cuanto sea conservar el medio es progresar; todo lo que signifique alterarlo esencialmente, es retroceder.»

• REFERENCIAS

Pérez Cueva, A., Simón, J.L., Nicolau, J.M., Pérez Domingo, S., Marco, A. y Paricio, J. 2009. Las canteras de losa ornamental dañan el paisaje del Maestrazgo. *Quercus*, 286, 60-61.

VALORES PATRIMONIALES DE LOS SISTEMAS CAVERNARIOS DEL PARQUE NACIONAL VIÑALES, CUBA. CONOCIMIENTO ACTUAL Y ESTATUS DE PROTECCIÓN

Heritage value of the cave systems at the Viñales National Park, Cuba. Current knowledge and protection status

Farfán-González, H.¹, Corvea-Porras, J.L.¹, Días-Guanche, C.², Martínez-Maqueira, Y.¹ y Aldana-Vilas, C.³

¹Parque Nacional Viñales. Centro de Visitantes. Carretera Viñales pk 23. 22200 Pinar del Río, Cuba. hfarfan@pvnviales.co.cu, joseluis.corvea@imdea.org, yoel@pvnviales.co.cu

²Departamento de Geología. Facultad de Geología y Mecánica. Universidad de Pinar del Río. Cuba. carlosdg@geo.upr.edu.cu

³Centro Nacional de Áreas Protegidas. aldana@cnap.cu

Palabras clave: Sistemas cavernarios, Paleontología del Cuaternario, espeleotemas, patrimonio, Parque Nacional Viñales.

• INTRODUCCIÓN

La geodiversidad cubana presenta una gran cobertura espacial de rocas carbonatadas y de procesos kársticos asociados, con una extraordinaria variedad genética, morfológica y tipológica abarcando algo más del 65 % del territorio nacional (Aldana *et al.*, 2009). De los 6,3 km³ de recursos de agua subterráneas de que dispone el país, el 80 % se encuentra en estos territorios. Reservas importantes de minerales como la bauxita, manganeso, calcedonia, ópalo, fosforita y turba; así como la absoluta mayoría de los yacimientos de petróleo y gas se encuentran en estas regiones (Molerio *et al.*, 2004). Además, estas áreas ofrecen otros tipos de servicios, en este caso dentro del ámbito cultural, para el desarrollo cognitivo, el recreo, las relaciones sociales y los valores estéticos (Aldana *et al.*, 2009). Todos estos criterios sustentan que en los territorios kársticos se encuentre gran parte de la biodiversidad objeto de conservación en los territorios que componen el **Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)**, ya que este ocupa el 76,9 % de la

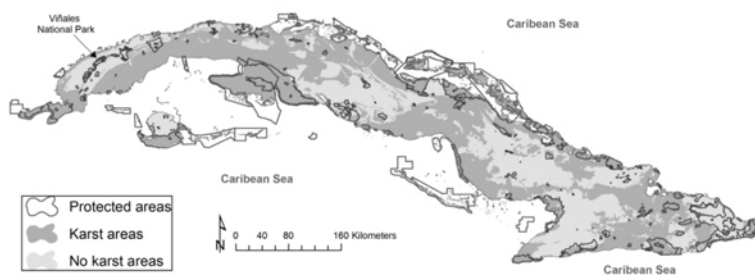


Figura 1. Áreas kársticas y distribución de las áreas Protegidas de Cuba (Farfán *et al.*, 2011).

superficie total del SNAP (Fig. 1), identificado en 253 áreas.

En los territorios kársticos, los sistemas subterráneos ocupan un importante rol, no solo por el sustento de especies con mecanismos adaptativos particulares, sino también por su importancia para la reconstrucción paleogeográfica (paleohidrológica, paleoclimática, etc.) y por constituir “trampas” naturales que permiten conservar la fauna que habitó la región en el pasado. Un área protegida muy particular desde este punto de vista es el Parque Nacional Viñales, ubicado en la región occidental de Cuba.

• EL PARQUE NACIONAL VIÑALES Y SUS SISTEMAS CAVERNARIOS

El Parque Nacional Viñales (PNV) es una de las áreas protegidas donde la representatividad del karst alcanza su más singular belleza. Se localiza en la provincia de Pinar del Río, municipio de Viñales, y parte de su zona de amortiguamiento en el municipio de Minas de Matahambre, subdistrito Montañas de Guaniguanico. Ocupa un área de 15 010 ha. Comparte espacio con el Valle de Viñales, declarado en 1999 como Patrimonio Cultural de la Humanidad, debido a la armoniosa interrelación entre los valores naturales y el hombre, representada principalmente en la legendaria tradición del cultivo del tabaco.

El corte estratigráfico de la región está compuesto por tres paquetes rocosos bien diferenciados que abarcan desde el Jurásico hasta el Eoceno:

1. Terrígeno en la base: areniscas, lutitas, limolitas, arcillas grises y algunos esquistos y pizarras.
2. Carbonatado: calizas micríticas, esquistos arcillo-margosos y lutitas calcáreas, calizas masivas o con estratificación gruesa muy karstificadas, calizas oncolíticas, calizas dolomíticas, calizas microgranulares, calizas, margas y brechas calcáreas, etc.
3. Terrígeno con carácter olistostrómico coronando el corte (formados por corrientes turbidíticas en el talud continental, asociadas al sobrecorrimiento de los complejos del Arco Cretácico y las ofiolitas sobre los depósitos de Guaniguanico).

El relieve es del tipo cónico y de torres, formado por cadenas de mogotes de relieve agreste, típicos del karst tropical, que forman unidades disgregadas.

En el Parque Nacional Viñales se encuentran los dos mayores y más importantes sistemas cavernarios de Cuba y de las Antillas: el Sistema Palmarito (48 km) y la Gran Caverna de Santo Tomás (46 km), así como el sistema subterráneo de San Vicente (6 km), el sistema subterráneo Guasasa (12 km) y la Gran Caverna del Río Constantino (10 km), entre otros.

• VALORES PATRIMONIALES DE LOS SISTEMAS CAVERNARIOS DEL PARQUE NACIONAL VIÑALES

El Parque Nacional Viñales alberga una gran cantidad de cuevas (en sus diferentes categorías

espeleométricas) que cuentan con valores en cualquiera de sus categorías patrimoniales. Como ejemplos más representativos citamos una breve síntesis de cada uno de los siguientes sistemas cavernarios.

GRAN CAVERNA DE SANTO TOMÁS

Ubicada en la Sierra de Quemado, el 5 de junio de 1989 fue declarada Monumento Nacional. Tal categoría le fue conferida por reunir distintos valores naturales, prehistóricos e históricos. Los más conocidos se pueden resumir en su extensión de 46 km, su belleza singular y gran variedad de espeleotemas, la riqueza bioespeleológica y paleontológica, así como elementos de interés científico, y hechos históricos relevantes. Entre estos se puede citar el descubrimiento en varias de sus galerías de fósiles pleistocenos de *Megalognus* sp, un esqueleto aborigen de más de 3000 años de antigüedad, restos de cultura material de aborígenes y cimarrones, así como un mural tallado (petroglifos) por nuestros nativos.

SISTEMA SUBTERRÁNEO GUASASA

Ubicado en la Sierra de Guasasa, está compuesto por 28 cuevas y cavernas que juntas suman un total de 12 km de galerías. La mayor de sus cavernas es la cueva Geda, que se distingue por su belleza y peculiaridad en cuanto a espeleotemas, así como por constituir uno de los recintos paleontológicos mejor conservados de Cuba.

Entre los espeleotemas más significativos se pueden citar extensos bosques de pinolitos, gran diversidad de formaciones excéntricas, así como las “rosas” de calcita, estas últimas, formaciones cristalinas que surgen desde el fondo de un *gours*, las cuales presentan todo su interior cubierto por cristales de forma romboidal. También han sido descritos tremagmitas, círculos concéntricos reconstructivos y Hongos de Zinolita, estos últimos reportados con anterioridad exclusivamente en la Cueva de Santa Catalina, Matanzas, Cuba. En el final del segundo nivel de esta cueva, hay testimonio de la presencia de yeso (CaSO_4) en abundancia, tanto en forma cristalina como amorfa, cubriendo a modo de costra las paredes de la cueva, en espeleotemas (flores de yeso) y depositado en el suelo de la cueva. Como dato curioso, en esta zona de la cavidad, se encuentra la mayor cantidad de fósiles, lo cual pudiera deberse a las emanaciones del H_2S que dio lugar a la formación de este mineral (Boligan *et al.*, 2000).

Desde el punto de vista paleontológico, en la cueva Geda se han identificado cuatro de los cinco órdenes de mamíferos autóctonos descritos para el Cuaternario cubano, cada uno bien representado (perezosos, 100 %; soricomorfos, 66,7 %; roedores histicomorfos, 62,5 %; y quirópteros, 48,3 %), constituyendo un total de 430 osamentas en esta cavidad (Condis, 2011). Un aspecto paleontológico muy importante es el hallazgo de un género nuevo de murciélago, *Cubanycteris*, lo cual reviste gran importancia para el conocimiento de la evolución y

biogeografía del grupo de murciélagos conocidos como “de rostro corto” (*short-faced bats*). Otros sitios de interés paleontológico del sistema subterráneo Guasasa son las cuevas del Panal, Cueva Cumpleaños, Cueva Guevara y Cueva Única. Además, en el Hoyo de Jaruco se encontró una brecha rellena con huesos de perezosos y jutías adheridos a una matriz arcillosa muy endurecida.

GRAN CAVERNA DEL RÍO CONSTANTINO

El Sistema de la Gran Caverna del Río Constantino tiene una extensión de poco más de 10 km (exactamente 10 215,53 m) y ocupa la mitad occidental del macizo kárstico Sierra de Galeras.

En este sistema se han encontrado 2 depósitos paleontológicos con más de 100 restos de monos fósiles (récord en Las Antillas) y 6 órdenes, 9 familias, 17 géneros y, por lo menos, 21 especies de vertebrados terrestres extintos del Cuaternario cubano. Es de destacar, la presencia entre ellos de 3 géneros y 3 especies nuevas para la Paleontología del Cuaternario cubano (Jaimez *et al.*, 2005): *Paralouatta varonai*, especie de mono endémico y extinto de Cuba; *Bubo osvaldoi*, especie de ave rapaz nocturna de la que no se tenía testimonio previo en Cuba y Las Antillas; y el *Galerocnus jaimenzi*, nuevo género y especie de perezoso de mediano tamaño, conocido en su estado fósil únicamente hasta el presente en esta localidad. Además, el hallazgo de espeleotemas no descritas antes para la espeleología cubana (miscelagmitas, anemopinulitas y otras), y la presencia de una complicada y rica geología estructural convierten el Sistema en un rico escenario para el estudio de la geología del Karst (Jaimez *et al.*, 2005) y la paleontología del Cuaternario en Cuba.

• ESTATUS DE PROTECCIÓN

Pese a que existen innumerables sistemas cavernarios con diversos valores patrimoniales, solo la Gran Caverna de Santo Tomás ostenta una categoría patrimonial o de protección (Tabla 1).

Recientemente se han realizado esfuerzos por reconocer los valores de la geodiversidad y el patrimonio geológico del área (Corvea *et al.*, 2006), lo cual es el primer paso de avance para el otorgamiento de cualquiera de las categorías de manejo y/o protección a estos elementos frágiles y singulares. A su vez, Gutiérrez *et al.* (2007) ha diseñado una guía para dirigir acciones de protección y conservación de la herencia geológica en Cuba, con el objetivo de su reconocimiento patrimonial, y realizó un inventario de los sitios de interés geológico en el occidente de Cuba. En este inventario se incluyeron en el Parque Nacional Viñales 11 holoestratotipos de formaciones geológicas cubanas y más de una veintena de accidentes kársticos, incluyendo solo a la Cueva Geda, perteneciente al sistema subterráneo Guasasa. Corvea *et al.*, (2009) describió 17 Puntos de Interés Didáctico, donde destacan los elementos geológicos y a la Gran Caverna de Santo Tomás como sistema subterráneo.

Tabla 1. Categorías patrimoniales otorgadas (Corvea *et al.*, 2009).

Categoría	Elemento	Organismo	Resolución
Monumento Nacional	Valle de Viñales	Consejo Nacional de Monumentos	
	Gran Caverna de Santo Tomás		59/5 junio/1989
Monumento Natural Nacional	<i>Microcycas calocoma</i>		60/30 marzo/1989
Área Protegida Provincial	Parque Viñales	Consejo de la Administración	36/1997
Paisaje Cultural de la Humanidad	Valle de Viñales	UNESCO	Diciembre/1999

Por tal motivo, en el Plan Director (Corvea *et al.*, 2009) se ha declarado como una de las líneas de trabajo del área, la actualización de la base de datos referida a los sitios geológicos de interés patrimonial que inserte estas cavernas y sus valores (principalmente de tipo paleontológico). Por otra parte la reciente creación de la Comisión Nacional para la Protección de Ecosistemas Kársticos adjunta al Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP) es, sin lugar a dudas, una de las mayores fortalezas para cumplir tal objetivo.

• REFERENCIAS

- Aldana, C., García, M. y Días, C. 2009. La gestión de los ecosistemas cársicos de Cuba desde una perspectiva institucional. *Libro de Resúmenes. II Simp. Ecología, Medio Ambiente y Sociedad "ECOVIDA 2009"*, 39.
- Boligan, M., Farfán, H., y Pando, Y. 2000. Estudio preliminar sobre los espeleotemas más significativos de Cueva GEDA. *Cong. 60 Aniversario de la SEC. Libro de resúmenes*, 38.
- Condis, M.M. 2011. *Inferencias paleoecológicas sobre especies de la mastofauna cuaternaria cubana, conservadas en el depósito superficial de la caverna Geda, Pinar del Río, Cuba*. Tesis Doctoral. Facultad Forestal. Universidad de Alicante-Universidad de Pinar del Río. 1-198.
- Corvea, J.L., Novo, R., Martínez, Y., Bustamante, I. y Sanz, J. 2006. El Parque Nacional Viñales: un escenario de interés geológico, paleontológico y biológico en el occidente de Cuba. *Trabajos de Geología*, 26, 121-129. Universidad de Oviedo. Asturias, España.
- Corvea, J.L., Días, C., Farfán, H., Aldana, C., Valdés, L. y Morales, G.E. 2009. Puntos de Interés Didáctico en el Parque Nacional Viñales: observando la diversidad de nuestro entorno. *Actas 3ra. Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. GEOCIENCIAS 2009*. La Habana, Cuba.

- Corvea, J.L., Novo, R. y Palácio, M.E. 2009. *Plan de Manejo del Parque Nacional Viñales*. 2009-2013. 1-130, Informe inédito.
- Farfán, H., Corvea, J.L. y Bustamante, I. de. 2011. Groundwater protection zones assessment at the Viñales National Park, Cuba. *Environmental Earth Sciences*. Submitted.
- Gutiérrez, R., Barrientos, A., Balado, E., Flores, L. y Furrázola, G. 2007. Propuesta de metodología a emplear para las acciones de protección y conservación del patrimonio geológico. *Actas 2ª. Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. GEOCIENCIAS 2007*. La Habana. Cuba.
- Jaimez, E., Gutiérrez, D.A. y Fleita, R. 2005. El sistema cavernario Constantino de cara al siglo XXI. *Cong. 65 Aniversario de la SEC. Viñales, Cuba. Libro de programas y resúmenes*, 15.
- Molerio, L.F., Condis, M.M., Labrada, M. 2004. El Mundo Subterráneo. *Universidad para Todos. Suplemento Especial*. Ed. Academia. La Habana, Cuba, 32.

GEOSCHOOLS: INNOVATIVE TEACHING OF GEOSCIENCES IN SECONDARY SCHOOLS AND RAISING AWARENESS ON GEOHERITAGE IN THE SOCIETY

GEOSchools: La enseñanza innovadora de las ciencias de la Tierra en la escuela secundaria y la concienciación sobre el patrimonio geológico de la sociedad

Fermeli, G.¹, Meléndez, G.², Calonge, A.³, Dermitzakis, M.¹, Steininger, F.⁴, Koutsouveli, A.⁵, Neto de Carvalho, C.⁶, Rodrigues, J.⁶, D'Arpa, C.⁷ and Di Patti, C.⁷

¹Department of History, Geology and Palaeontology. Faculty of Geology and Geoenvironment. National and Kapodistrian University of Athens. Panepistimiopolis, Gr15784. Zographou, Athens, Greece. gfermeli@geol.uoa.gr, mdermi@geol.uoa.gr

²Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. C/ P.Cerbuna 12. 50009 Zaragoza, Spain. gmelende@unizar.es

³Departamento de Geología. Universidad de Alcalá. N-2 pk 33, 6. E-28871 Alcalá de Henares, Madrid, Spain. a.calonge@uah.es

⁴Krahuletz Museum. Eggenburg, Austria. Fritz.steininger@senckenberg.de

⁵Committee of Geosciences Didactics. Athens, Greece. geodidactics@gmail.com, tessyk@otenet.gr

⁶Naturtejo European & Global Geopark. Castelo Branco, Portugal. carlos.praedichnia@gmail.com, joana225@sapo.pt

⁷Museo Geologico G.G. Gemmellaro. Università di Palermo. Corso Tukory 131. 90134 Palermo, Italy. cdarpa@unipa.it, dipatti@unipa.it

Key words: Geology, geodidactics, Secondary education, geoheritage, curriculum.

• INTRODUCTION

The teaching of Geology as a separate discipline in secondary school curricula has been progressively reduced during the last 20 years in European countries. This secondary role assigned to Geology is creating serious concern among geologist community due to the substantial drop of geological contents in secondary school curricula. A most worrying situation occurs in Spain, where geological modules have been skipped out from the general proofs of access to university for high-school students. This fact will presumably produce a consequent drop of Geology students in universities and a shortage in the supply of geologists to society (Meléndez *et al.*, 2006; Meléndez *et al.*, 2007).

In an attempt to improve this adverse situation, a proposal was made for an innovative “teaching of geosciences in secondary schools” in the framework of a European research project under the name GEOSchools. By means of a thorough analysis of the current educational situation, the main objective of this project would be to provide the European Earth sciences education community with advice, support, and different teaching aid instruments, a glossary of

geological terms and an interactive website/portal. This might provide a valuable instrument in order to create social and political concern for geosciences and to raise interest in secondary school teachers and students for the knowledge of Earth.

• GEOSCHOOLS PROJECT

GEOschools is a European Union project supported by the Lifelong Learning Programme which brings together geoscientists from universities, museums, Geoparks, teaching training institutions and educators which can best “translate” geosciences into language and learning opportunities that can be understood by school students. The target of the project is to define a “Framework on geosciences literacy principles” for the European citizen, to be applied at least, for the revision of obligatory school curricula for secondary schools for the participant countries. The main aims of the project are: (a) bridging the gap between scientific knowledge and school knowledge in geosciences; (b) increasing the knowledge of teachers and the ability of students in valuing and appreciating geosciences; (c) improving educational skills of geosciences in European school environment; (d) establishing and sustaining a consortium on research and initiatives on geoscience education; and (e) supporting education for sustainability (Fermeli *et al.*, 2011).

The concept of the project supports the European Union (EU) Lifelong Learning Programme objectives, priorities and competences to:

- Contribute to the development of quality lifelong learning and promote high performance, innovation and a European dimension in systems and practices in the field.
- Help young people acquire the basic life-skills and competences necessary for their personal development, for future employment and for active European citizenship.
- Enhance the quality of European dimension of teacher training.
- Improve motivation for learning, and learning how to learn, skills.

A further main purpose of GEOschools project would be to supplement other EU policies like “Culture” and “Environment” providing opportunities for cross-curricula links through a “horizontal”, interdisciplinary use of some key geosciences concepts like geological heritage, which is a fundamental ground concept for other cultural heritage developments of Humanity. This view considers geological heritage as a crucial component of Earth and human history, and as a tool to create linkages with culture, arts, environment and education for sustainability.

The key results to be issued during the development of the project are: (a) a curriculum comparison research; (b) an interest research; (c) a school geosciences dictionary (lexicon); (d) teaching modules on specific subjects, and (e) an interactive website/portal and an e-Newsletter.

a. Curriculum comparison research

Although the knowledge of geosciences is important for the every-day life of all European citizens, in most European countries Geology does not exist as a separate subject in secondary

education. Geology is included, indirectly, through other subjects and educational activities such as Environmental Education (EE). Surveys conducted worldwide and PISA (Programme for International Student Assessment) reveals that 15 year-old students do not have a firm grasp of basic scientific facts and concepts, nor do they have an understanding of geological processes.

The first main objective of the project will be to perform a curriculum comparison research based on the review of the geological contents of curricula in secondary schools from Austria, Greece, Italy, Portugal, Spain and members of other European countries. Some countries, such as Portugal, show a relatively important presence of Geology in secondary school curricula. However, in most European countries the Earth sciences concepts are most often absent or “diluted” within other vaguely related disciplines. The inclusion of Geology within other conceptually-related subjects such as Biology, Environmental Sciences, or Geography, apart from being conceptually unjustified, means the actual subordination of Geology, which deals with Earth and geosphere, to other separate disciplines, dealing with separate subjects of knowledge (biosphere for Biology; Earth in relation to Man, and human impact on Earth for Geography and Environmental Sciences). This subordination has produced a misbalance in teaching, both in the share of text for the different matters, the conceptual accuracy of Geology explained, and the appropriateness of teaching staff. Some cases, such as that of Spanish educational system in which the discipline of Geology is excluded from access proofs to university or that of Greek educational system in which Geology is totally absent in the high cycle of Secondary Teaching are particularly alarming. The progressive decrease of the ratio of Geology teaching in schools, both in time assigned and in share of contents in science programs, could bring highly negative consequences to the university background and future research and knowledge of Earth (Meléndez *et al.*, 2007).

Besides comparing curricular contents, this part of the research will also focus on the analysis of geological contents in secondary school textbooks, based on a detail review of the amount and quality of the information given to students.

b. Interest Research

Interest Research seeks to understand the best teaching tools to foster student interest for geosciences. The research will be based on quantitative analysis of questionnaires distributed to at least 20 teachers and filled in by at least 600 pupils in each country.

c. School Geosciences Dictionary

Taking into account that even the noticeable reduction in vocabulary load of science school textbooks; the amount of vocabulary load presented is still too high (Groves, 1995), a School Geosciences dictionary (Lexicon) has been included as one of the main targets of the project. It will be an illustrated online geosciences dictionary especially prepared for secondary school teachers and students. This dictionary must be comprehensive for all geosciences disciplines, mainly focusing on the vocabulary of the curricula of secondary schools under study.

The lexicon content will range from “some clear, basic, geological concepts” like: rock, fold, fault, sedimentary rock, granite, mineral, etc., to “terms more directly related with real life and holding an economic meaning” such as those terms related to geohazards and geological risks, directly leading to life experiences and showing that Geology can be something useful and interesting for the society. Another group of terms will be around the concept of geoheritage, which might open new and exciting fields of knowledge to the school students and can lean them to some issues of Nature protection (geoconservation, geodiversity, natural heritage, etc.)

A special attention is set on the accompanying graphic material for every term, which should be easy to include, as it will be a virtual dictionary.

d. Subject Teaching Modules

The ultimate goal of this part of the project is to find effective ways of engaging students and geosciences teachers in a new learning approach, placing Geology at the same level of other sciences in secondary schools. Geology is a science whose laboratory is Earth. For this reason, “field work” is selected as the main methodological background for the development of this topic.

The project will combine practical (field based) and theoretical studies on geosciences in secondary schools. Results of Interest research on geosciences subjects and acceptable common geosciences framework from all partners will be used when adjusting the teaching modules so the pedagogical tools will work in all the countries.

In order to test and evaluate the proposed modules, some selected activities will be proposed to bring the teachers and practicing geoscientists together. This will include fieldwork in Geoparks, exomuseums and geotopes, as well as teaching activities in museums and in the classroom. Teachers will be also encouraged to generate educational material to be incorporated into the website of the project.

e. Website/portal and e-Newsletter

The activities of the project and its deliverables will be presented and disseminated by a dynamic multilingual website (<http://geoschools.geol.uoa.gr>) in English, German, Greek, Italian, Portuguese, Spanish and eventually French. Similarly, the “e-GEOschools”, an e-Newsletter, will spread the news of the project every four months, getting closer to the teachers involved in the project and all the interested people.

• FINAL REMARKS

The project GEOschools aims to improve the teacher's task and students' geoscientific literacy all over Europe, and make them able to understand the fundamental concepts of Earth's dynamic

and complex systems, to assess scientifically credible information about Earth and take responsible decisions regarding Earth as a system. Moreover, combining educational research and practice in the schools, the ideas, knowledge and skills that this project supports will contribute to the development of a quality lifelong learning and promote a European dimension in systems and practices in the field, helping young people acquire the basic life-skills and competences necessary for their personal development, for future active European citizenship.

• ACKNOWLEDGEMENTS

This work is a part of the International, EU Project: GeoSchools, supported by the Lifelong Learning Programme (EACEA-LLP).

• REFERENCES

Fermeli, G., Steininger, F., Meléndez, G., Dermitzakis, M., Calonge, A., D'Arpa, C., Di Patti, C., Koutsouveli, A., Neto de Carvalho, C. and Rodrigues, J. 2011. GEOschools - teaching geosciences in secondary schools. *Geophysical Research Abstracts*, 13, EGU2011-Abstract, 1.

Groves, F.H. 1995. Science vocabulary load of selected secondary science textbooks. *School Science and Mathematics*, 95(5), 231235.

Meléndez, G., Fermeli, G. and Koutsouveli, A. 2006. Teaching Geology and geological heritage in secondary schools: similar approaches in spanish and greek schools. *ProGeo symposium: «Safeguarding our Geological Heritage»*. Kiev and Kamianets-Podil'sky, Ukraine. Abstracts, 11-12.

Meléndez, G., Fermeli, G. and Koutsouveli, A. 2007. Analyzing Geology textbooks for secondary school curricula in Greece and Spain: Educational use of geological heritage. Proceedings of the 11th International Congress, Athens, Greece. *Bulletin of the Geological Society of Greece*. XXXVII, 1819-1832.

VIEJAS Y NUEVAS FORMAS DE DIVULGAR EL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO: EL CASO DE LOS FÓSILES URBANOS DE LEÓN

Old and new ways to popularize palaeontological heritage: fossils in the city of León

Fernández-Martínez, E.¹, Castaño de Luis, R.², García Parada, L.³, Molero Guerra, J.³ y
García Ortiz de Landaluze, E.³

¹Facultad de C.C. Biológicas y Ambientales. Universidad de León. Campus de Vegazana s/n. 24071 León. e.fernandez@unileon.es

²IGME. Parque Científico de León. Av. Real, 1. Edificio 1. 24006 León. España. rodrigocastdeluis@hotmail.com

³Laboratorio de Paleontología. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de León. Campus de Vegazana s/n. 24071 León. lagp00@gmail.com, juditmogue@gmail.com, cloessense@yahoo.es

Palabras clave: Patrimonio paleontológico, fósiles urbanos, divulgación, rutas, León.

• INTRODUCCIÓN

Los yacimientos paleontológicos (patrimonio paleontológico inmueble) y, muy especialmente, los fósiles (patrimonio paleontológico mueble) constituyen un tipo de patrimonio geológico con rasgos distintivos. Entre ellos cabe destacar el enorme atractivo que los fósiles ejercen sobre gran número de personas, hecho que se traduce en la considerable cantidad de coleccionistas de estos objetos que existen y en el rentable comercio que dicha afición ha generado. Otro de los rasgos de este patrimonio es que se trata de un recurso claramente no-renovable. Ambos factores hacen que el patrimonio paleontológico sea uno de los más vulnerables y, por tanto, uno de los que mayor riesgo de degradación puede experimentar al ser divulgado sin medidas previas de protección.

Para no desaprovechar la fascinación que los fósiles ejercen, así como su alta capacidad interpretativa, es necesario seleccionar cuidadosamente el patrimonio paleontológico que se divulga y buscar herramientas que permitan la persistencia de su atractivo sin recurrir al coleccionismo tradicional. En este contexto, los fósiles urbanos constituyen un recurso privilegiado, ya que por su ubicación y por integrar rocas ornamentales no son, excepto en casos muy concretos, susceptibles de ser vistos como elementos de colección.

Este trabajo se centra en la divulgación de los fósiles urbanos, en este caso de la ciudad de León, utilizando para ello varias herramientas tradicionales (libro guía, trípticos y rutas guiadas) y proponiendo el empleo de formas de difusión más adaptadas a las costumbres actuales de la población (el “Suplemento” y herramientas virtuales).

• ANTECEDENTES

El valor interpretativo de las rocas y los fósiles ligados a la edificación urbana comenzó siendo aprovechado con fines docentes en los años 90 (Carrillo y Gisbert, 1993; Silva y Cachão, 1998). Pero solo a partir del año 2005 comienzan a aparecer trabajos que utilizan estos elementos como recursos en un contexto de divulgación del patrimonio geológico. Entre los trabajos con esta orientación destacan los de Silva (2005, 2009), la reciente guía de fósiles urbanos de Barcelona (Cornella i Solans, 2010) o, a modo de ejemplo paradigmático, el conjunto de georrecursos implantados en la ciudad de Segovia (Díez-Herrero *et al.*, 2011, en este volumen y referencias contenidas en el mismo).

FÓSILES URBANOS

En la ciudad de León

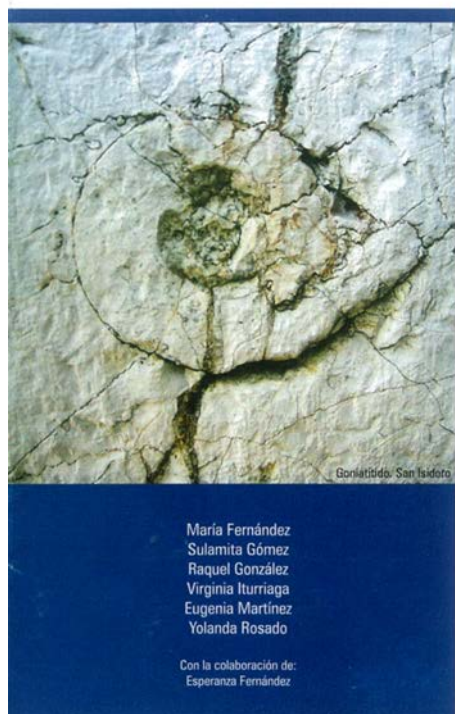


Figura 1. Portada del tríptico *Fósiles urbanos en la ciudad de León* (Fernández *et al.*, 2003)

En la ciudad de León, la primera iniciativa que da a conocer el patrimonio paleontológico urbano data del año 2003, con la publicación de un tríptico (Fernández *et al.*, 2003) realizado por alumnos de la asignatura de Paleontología de la Universidad de León y editado por la Diputación de esta provincia. Este folleto era, y aún es, distribuido de forma gratuita en la Oficina de Información Turística de la ciudad. El tríptico contiene dos rutas (“*De tapas con los fósiles*” y “*De compras con los fósiles*”) que abarcan respectivamente el casco antiguo y la zona comercial moderna de León (Fig. 1).

Aparte de su valor como eje conductor de rutas autoguiadas, durante varios años este tríptico se utilizó en la realización de recorridos guiados por monitores de medio ambiente y destinados a un público muy diverso, entre el que se cuentan alumnos de la Universidad de León (tanto estudiantes formales como alumnos de la universidad de la experiencia), participantes en diversas actividades medioambientales, estudiantes de bachillerato, etc.

Posteriormente, en la publicación “*50 rutas de autor para redescubrir León*” se dedicó la ruta 7, titulada “*Inmersión en los océanos fósiles*” (Fernández-Martínez, 2009), a realizar un recorrido por los fósiles urbanos de la ciudad.

• GUÍA DE FÓSILES URBANOS

Recientemente, se ha publicado una completa guía de los fósiles urbanos de la ciudad (Castaño de Luis *et al.*, 2011). Su realización ha sido auspiciada por la Oficina Verde de la Universidad de León y constituye el primer volumen de una serie de guías temáticas dedicadas a la puesta en valor del patrimonio natural en el entorno universitario y urbano de León.

El objetivo de esta guía es mostrar la riqueza fosilífera que se esconde en los muros y pavimentos de la ciudad, tanto en lo que se refiere a edificios históricos o singulares, como a los inmuebles más recientes que incorporan calizas y mármoles ornamentales los cuales, muy frecuentemente, contienen fósiles.

La experiencia previa desarrollada con el tríptico mostraba que el público interesado en estos elementos es muy variado: desde jubilados con ganas de aprender hasta niños entusiastas de los fósiles, pasando por padres, turistas, guías de monumentos, maestros de escuela e incluso personas instruidas en naturaleza pero con escasos conocimientos de Paleontología. Teniendo en cuenta la amplitud de este público, se diseñó una guía en la que prima la componente visual (fotografías, esquemas, panorámicas y mapas, Figs. 2 y 3) y que incluye diverso tipo de información necesaria para que las personas no versadas en fósiles pudieran encontrar y reconocer al menos los ejemplares más sencillos: tipos de secciones, reconstrucciones de organismos más habituales y recreaciones de ambientes del pasado, entre otros. Por otro lado, y puesto que se trata de un recurso que va a utilizarse mayoritariamente de forma autoguiada, se organizaron los contenidos para favorecer el descubrimiento autodidacta de los fósiles y de su significado.

El resultado final ha sido la *Guía de fósiles urbanos de la ciudad de León*, un libro de 64 páginas y formato medio que se compone de los siguientes apartados:

- Introducción sobre la presencia de fósiles en los edificios urbanos.
- Pequeño catálogo fotográfico con las principales rocas ornamentales con contenido fosilífero que se encuentran en León, identificadas mediante su nombre comercial; en un recuadro especial: breve apartado sobre rocas donde nunca se encontrarán fósiles.
- Conceptos básicos de Paleontología incluyendo qué es y qué no es un fósil, cómo observarlos, el problema de las secciones y una mínima introducción a los tipos de fosilización. Tras los conceptos se ofrece un catálogo de los fósiles más usuales que se encuentran en la ciudad; de cada fósil se comenta brevemente qué es, qué aspecto suele tener en la roca, y se ofrece una reconstrucción sencilla del mismo (Fig. 3).
- Consejos previos para poder realizar adecuadamente la actividad.
- Cinco rutas, organizadas por paradas, que transcurren por: 1) el Campus universitario de Vegazana, 2) el tranquilo Barrio Romántico, 3) el turístico Barrio Húmedo, 4) el moderno barrio del Ensanche y 5) el popular barrio de La Palomera. Todos ellos, pero especialmente los recorridos 2 y 3 están diseñados no solo para descubrir los fósiles que pueden encontrarse en sus calles y plazas, sino también como paseos que permiten disfrutar de la experiencia de recorrer una ciudad pequeña, tranquila y con rincones muy hermosos. Cada ruta incluye un



Figura 2. Ejemplo de las panorámicas que incluye la guía *Fósiles urbanos de León*. En ellas se ilustra la posición de los diferentes fósiles urbanos que pueden localizarse en los lugares más emblemáticos de la ciudad.

plano general y otro de detalle, un catálogo fotográfico de los fósiles más representativos, una panorámica de alguno de los lugares emblemáticos del recorrido (Fig. 2) y una breve descripción de las rocas y organismos que se encuentran en cada una de las paradas propuestas.

- Breve inventario de otros fósiles de interés que aparecen fuera de las rutas.
- Espacio destinado a promover la búsqueda autónoma de nuevos ejemplares y su envío a una dirección de correo electrónico.
- Finalmente, se incluye una tabla de tiempos geológicos y una escala centimétrica cuyo uso se recomienda en la toma de fotografías.

• EL SUPLEMENTO Y LA WEB

Como se señaló anteriormente, los fósiles son elementos que fascinan al mismo tiempo que activan la ancestral tendencia recolectora de los humanos. Pero, además, el hallazgo de un objeto raro, incluso en un lugar tan visitado como una calle comercial, es un acto siempre gratificante para quien lo realiza, un acontecimiento explotado exitosamente en películas como la serie de “Indiana Jones”, y que no debe ser obviado en la divulgación del patrimonio geológico, tan rico en este tipo de elementos.

Estos factores han pesado especialmente en el diseño de la guía, orientado al descubrimiento autónomo y a la “caza” del fósil mediante la fotografía. Ambos están también en la base de los dos desarrollos propuestos a partir de la guía de fósiles: el *Suplemento* y la web. Estos dos desarrollos pretenden visibilizar y difundir el hallazgo de nuevos ejemplares fósiles realizados por las personas que han utilizado la guía, a la vez que sirven para completar el inventario de fósiles y pseudofósiles de León y de otras ciudades.

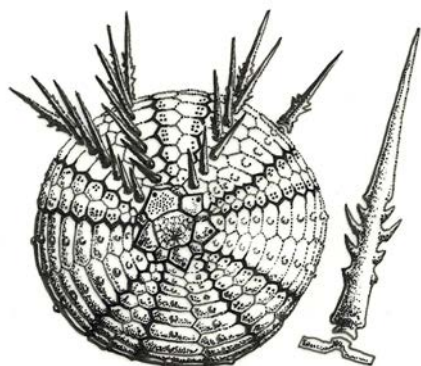


Figura 3. Esquema de un erizo de mar (arriba) y reconstrucción de un ecosistema marino del periodo Carbonífero (derecha). La guía incluye diverso material visual de este tipo con el fin de ayudar al usuario a comprender e interpretar los fósiles que pueden hallarse en las rocas de la ciudad de León.



El Suplemento

Como su nombre indica, el *Suplemento* pretende ser un añadido o apéndice de la guía publicada. Para ponerlo en funcionamiento, en las últimas páginas de este libro se proporciona una dirección de correo electrónico (hevistounfossil@hotmail.com) y se invita al público general a enviar fotos de fósiles urbanos de León, con la localización del lugar de hallazgo. Tras el envío, los autores de la guía realizan un comentario acerca del tipo de roca y del fósil fotografiado. La fotografía (o una de ellas si se han enviado varias), la ubicación del fósil y el comentario se publican, junto con el nombre de la persona que ha realizado el hallazgo, en una especie de hoja que sigue en su diseño y maquetación el formato de la guía de fósiles urbanos (Fig. 4). Varias copias de este *Suplemento* se distribuyen en centros estratégicos de la ciudad (universidad, locales que apoyan esta iniciativa, Ayuntamiento, etc.), animando al público a que añada la ficha al libro. Debido al carácter local de esta distribución, en el *Suplemento* sólo se admiten fósiles de la ciudad de León.

En el primer número, que tiene prevista su aparición en junio de 2011, se darán a conocer cuatro nuevos hallazgos, dos de ellos muy interesantes por la buena conservación de los fósiles y su rara presencia en las rocas ornamentales leonesas.

Suplemento nº 1
Junio de 2011

Vuestros Fósiles

hevistounfossil@hotmail.com · hevistounfossil@hotmail.com · hevistounfossil@hotmail.com · hevistounfossil@hotmail.com

En este suplemento se recogen algunos de los fósiles urbanos cuya localización nos habéis facilitado a través de nuestra dirección de correo electrónico, hevistounfossil@hotmail.com. Gracias a todos por vuestra colaboración y mucha suerte en vuestras futuras búsquedas: ¡seguimos esperando vuestros fósiles!

Bivalvos de la familia Grypidae (facilitado por Patricia)

Fachada del nº 1 de la calle La Cepeda (Barrio de la Asunción)

Los bivalvos Grypidae presentan dos valvas bien diferenciadas: una de ellas tiene forma curvada y suele aparecer parcialmente enterrada en el sustrato, habitualmente fangoso; la otra, más pequeña, actúa a modo de tapadera. Este grupo, muy relacionado con los bivalvos ostréidos, cuenta con varios representantes actuales, aunque fue mucho más diverso durante el período Cretácico. Las rocas de esta fachada proceden, probablemente, del norte peninsular (Cantabria, Burgos, País Vasco, ...)



Figura 4. Aspecto del primer Suplemento, que verá la luz a lo largo del mes de junio de 2011. En él se recopilan algunos de los fósiles urbanos localizados por los usuarios de la guía.

La web

Si algo caracteriza la sociedad de inicios del siglo XXI es la popularización de Internet y, paralelamente a ella, el aumento de la participación de la población en iniciativas realizadas, en su mayoría, por particulares o grupos reducidos. La capacidad de transmitir información de manera horizontal, la retroalimentación de los contenidos y la facilidades ofrecidas por el medio (desde hacer una foto con un móvil hasta repartirla a personas de todo el planeta) han modificado las formas de actuar y con ellas deben cambiar también los modos que utilizemos para divulgar patrimonio geológico.

Teniendo en cuenta este contexto y al hilo de la guía y el Suplemento descritos, hemos desarrollado una sucesión de herramientas de divulgación basadas en el modelo de sociedad 2.0. La primera de ellas, que está siendo testada en el momento de escribir este trabajo, consiste en una web cerrada (www.hevistounfossil.com) en la que los usuarios registrados pueden enviar el mismo tipo de información que utilizaban para el Suplemento, pero ampliada a cualquier otra ciudad, de forma que la web funciona de la misma manera que este, pero en un ámbito geográfico mayor, con la posibilidad de alcanzar una mayor difusión y a coste cero.

La segunda herramienta prevista, que pondremos en funcionamiento si en el plazo de 6 meses la primera web tiene un número suficiente de visitas, consistirá en una web abierta, en la que los usuarios registrados podrán subir sus propias aportaciones y realizar comentarios a otros envíos. En ambos casos, el equipo de personas que hizo la guía ejercerá de asesor científico para la determinación correcta de los fósiles y siempre que sea solicitado o se observen errores en los

contenidos.

Una tercera fase, que solo se pondría en marcha en caso de buen funcionamiento de las dos primeras, sería la creación de una red social centrada en el hallazgo y difusión de ejemplares fósiles exclusivamente urbanos.

Con estas herramientas, cuyo uso no es recomendable en el caso de fósiles no urbanos, se pretenden aunar tres aspectos de interés social: 1) la parte lúdica que implica la búsqueda de fósiles y su descubrimiento, 2) el aprendizaje apoyado en el asesoramiento que proporcionan especialistas en la materia y 3) el componente social de encuentro e intercambio de conocimientos con gentes que comparten este tipo de inquietudes.

• AGRADECIMIENTOS

A la Oficina Verde de la Universidad de León, especialmente a Arsenio Terrón y a Elena Arriazu, por su propuesta y la total libertad que nos concedieron en el diseño de la guía. Y a Antonio Buil Romero por su ayuda en el diseño y creación de la herramienta web www.hevistounfossil.com.

• REFERENCIAS

Carrillo Vigil, L. y Gisbert Aguilar, J. 1993. *Pero... ¿Hay rocas en la calle? Guía de rocas ornamentales de Zaragoza*. Ayuntamiento de Zaragoza, Servicio de Medio Ambiente.

Castaño de Luis, R.(Coord.), García Ortiz de Landaluze, E., García Parada, L., Molero Guerra, J. y Fernández-Martínez, E. 2011. *Fósiles urbanos de León. Recorridos paleontológicos desde el Campus de Vegazana hasta el Albéitar*. Oficina Verde, Universidad de León, 1-64.

Cornella i Solans, A. 2010. *Fòssils urbans*. Il·lustre Col·legi Oficial de Geòlegs, Barcelona, 1-120.

Díez-Herrero, A., Vegas Salamanca, J., Peña González, B., Herrero Ayuso, A.S., Lucía Atance, R. y de Santos Borreguero, C. 2011. *Geoturismo en la ciudad de Segovia: complemento y alternativa al turismo tradicional*.

Fernández-Martínez, E. 2009. Ruta 7: Inmersión en los océanos fósiles. En: *50 rutas de autor para redescubrir León*. Diario de León Edileasa, León. ISBN: 978- 84- 8012-699-1.

Fernández, M., Gómez, S., González, R., Iturriaga, V., Martínez, E. y Rosado, Y. 2003. *Fósiles urbanos en la ciudad de León*. Tríptico de la Diputación de León.

Silva, C.M. da y Cachão, M. 1998. Paleontologia Urbana: Percursos citadinos de interpretação e educação ambiental. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, Lisboa, 84(2): 33-35.

Silva, C.M. da. 2005. A grande importância das pequenas coisas. *Al-madan*, Almada, II sér., 13: 8-10.

Silva, C.M. da. 2009. "Fósseis ao virar da esquina": um percurso pela paleontologia e pela geodiversidade urbana de Lisboa. En: *Paleolusitana* (A. Pérez García, B.C. Silva, E. Malafaia y F. Escaso, Eds.) Torres Vedras, 1: 459-463.

IDENTIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS NATURALES GEOLÓGICOS ESPAÑOLES. BASE PARA LA CARTOGRAFÍA DE GEODIVERSIDAD Y PARA EL SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS PARQUES NACIONALES

Spanish geological natural systems. A basis for geodiversity mapping and for the follow up of the conservation status of National Parks

García-Cortés, A.¹, Carcavilla, L.¹, Salazar, A.¹ y Díaz-Martínez, E.¹

¹Instituto Geológico y Minero de España. C/ Ríos Rosas 23. 28003 Madrid. garcia.cortes@igme.es, l.carcavilla@igme.es, a.salazar@igme.es, e.diaz@igme.es

Palabras clave: Sistemas naturales, geodiversidad, geoconservación.

• INTRODUCCIÓN

En la Ley 5/2007 de la Red de Parques Nacionales se define sistema natural como “*el conjunto de elementos y procesos, biológicos, geológicos y climáticos interdependientes que, como resultado de la libre evolución sobre un territorio, caracterizan su ecología y su paisaje hasta definir un escenario propio, reconocible y singularizable*”. En todos y cada uno de los Parques Nacionales españoles existen elementos y procesos geológicos esenciales en la configuración ecológica y paisajística del espacio protegido. Desde las dunas de Doñana, al karst de Ordesa y Monte Perdido o las rañas de Cabañeros son infinidad los elementos derivados de la actividad de procesos geológicos presentes en los Parques Nacionales. Algunos de estos procesos y elementos muestran funcionalidad actual, mientras que otros son reflejo de una pretérita actividad. Caracterizar cada uno de estos sistemas en función de su posible evolución paisajística y ecológica es un objetivo primordial, entendiéndolos como un elemento más del patrimonio natural español.

El presente trabajo es un resumen de la metodología propuesta al Organismo Autónomo de Parques Nacionales y que tiene como objetivos: 1) Definir el significado de sistema natural geológico o, dicho de otra manera, la participación de la geología en los sistemas naturales presentes en los Parques Nacionales; 2) Identificar los sistemas naturales geológicos españoles (SNG); 3) Clasificar jerárquicamente estos sistemas; y 4) Definir estos sistemas con criterios que permitan su delimitación. El objetivo final es el seguimiento de la representatividad de la Red de Parques Nacionales (RPN) en lo referente a los SNG presentes y su variación a medio-largo plazo.

• DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS NATURALES GEOLÓGICOS

Partiendo de la definición de sistema natural incluida en la Ley 5/2007, podría definirse un SNG como un territorio con elementos y procesos geológicos (activos o no) que, como resultado de su libre evolución, caracterizan su geología y su paisaje hasta definir un escenario propio, reconocible y singularizable. Pero se pretende que la definición y clasificación de los SNG permita identificar y jerarquizar los sistemas naturales representativos de la Red de Parques Nacionales, de manera que estos sistemas puedan ser comparados, cartografiados y revisados en el tiempo. Por tanto la definición anterior puede reformularse como la agrupación de aquellos territorios que muestren características orográficas y paisajísticas homogéneas y claramente diferenciables de las circundantes, debido a la participación de determinados procesos geodinámicos en la actualidad o en el pasado, que dan lugar a la existencia de determinados elementos geológicos que caracterizan o definen el sistema. No resulta fácil definir a priori los SNG españoles, ya que se trata de un concepto complejo y en el que intervienen muchos aspectos. Es necesario llegar a ellos mediante una clasificación jerárquica que permita organizarlos en función de diversos parámetros geológicos. Para la definición, tipificación y clasificación de los SNG se ha diseñado un sistema de tres niveles de aproximación jerárquica, cada uno de los cuales incide en una serie de aspectos concretos. Se han considerado como factores fundamentales en la clasificación aspectos como la morfogénesis, la litología, la fisiografía y el ámbito geotectónico. Finalmente, para cada SNG así definido, se indica la presencia de elementos geomorfológicos y su actividad (funcionalidad), lo que será de utilidad para estimar la calidad y estado de conservación.

• ORGANIZACIÓN JERÁRQUICA DE NIVEL 1: CLASES LITO-MORFOGENÉTICAS

El primer nivel de jerarquización sirve para caracterizar grandes unidades por su morfogénesis y su litología. Siguiendo a Martín-Serrano *et al.* (2004 y 2005), se han considerado 11 clases de morfogénesis (volcánica, laderas y vertientes, fluvial, glaciar y periglacial, eólica, lacustre y endorreica, litoral, kárstica, pseudokárstica, estructural y, finalmente, poligénica), obviando la clase antropogénica por no resultar aplicable al caso de sistemas naturales. Del cruce de estas clases morfogenéticas con 11 grandes tipos litológicos se obtienen las clases lito-morfogenéticas, primer nivel jerárquico en el que quedan organizados los SNG. Atendiendo a los objetivos del trabajo, los tipos litológicos considerados son aquellos que actúan de forma análoga tanto en configuración del paisaje como en el soporte de las diversas asociaciones botánicas. Del cruce de las grandes clases de morfogénesis y tipos litológicos se obtienen 103 clases lito-morfogenéticas.

• ORGANIZACIÓN JERÁRQUICA DE NIVEL 2: CLASES LITO-MORFOGRÁFICAS-MORFOGENÉTICAS

Avanzando en el análisis, las clases morfogenéticas engloban a su vez una serie de formas de modelado (*landforms*) que pueden relacionarse de manera unívoca con una morfogénesis específica y a las que se asociará un determinado tipo litológico. Para el objetivo del estudio se

han considerado las clases o formas de modelado que pueden tener una representación cartográfica significativa a escala 1:10 000, que es la que se prevé utilizar en el seguimiento de la diversidad natural de los Parques Nacionales. Previsiblemente, habrá otros “elementos” menores (*land-elements*) que o bien podrían cartografiarse individualmente, o bien podrían inventariarse como parte de los SNG. Además, se debe considerar que algunos de esos elementos pueden considerarse caraterísticos o diagnósticos de cada SNG, e incluirlos como parte de la definición de cada uno de ellos. Un ejemplo de fichas descriptivas realizadas es la representada en la Tabla 1. Del cruce de estas formas de modelado (o clases morfográficas-morfogenéticas) con las tipologías litológicas que pueden estar presentes en cada una de ellas, se obtienen 309 posibles clases lito-morfográfico-morfogenéticas.

• ORGANIZACIÓN JERÁRQUICA DE NIVEL 3: SISTEMAS NATURALES GEOLÓGICOS

Muchas unidades de nivel jerárquico 2 pueden presentar variaciones en su fisiografía que justifiquen su subdivisión en unidades independientes. La introducción de las clases fisiográficas en este análisis da lugar a la definitiva identificación de los sistemas naturales geológicos. Las clases fisiográficas consideradas son el resultado de la simplificación al máximo de la clasificación de Aguiló *et al.* (1981), reduciéndose sus 15 clases a las cinco siguientes: 1) cumbres escarpadas; 2) cumbres redondeadas; 3) escarpes o ladera escarpada, con pendiente > 70 %; 4) ladera con pendientes entre 5 % y 70 %; y 5) llanuras, rellanos y mesetas.

Cruzando estas 5 clases fisiográficas con las anteriores 309 posibles lito-morfográfico-morfogenéticas, se identifican los 447 SNG existentes en el territorio español, caracterizados por una clase fisiográfica determinada. Algunos de estos sistemas tienen rasgos morfográficos tan marcados y característicos que las posibles variaciones fisiográficas en su seno no son razón suficiente para su desagregación, porque perderían su identidad morfográfica-morfogenética, que es precisamente el criterio que permite su definición.

• SISTEMAS NATURALES GEOLÓGICOS Y DOMINIOS ESTRUCTURALES

Para finalizar con este esquema de trabajo, cabe considerar también el aspecto morfoestructural, incorporando los SNG en cada uno de los cuatro grandes dominios españoles: el basamento o macizo antiguo, las cadenas de plegamiento alpino y formaciones mesozoicas tabulares, las cuencas cenozoicas y los complejos volcánicos recientes. Analizando la posibilidad de presencia de los 447 SNG anteriormente definidos, se deduce que 350 de ellos están respresentados en el basamento o macizo antiguo de la Península Ibérica, 281 en las cadenas de plegamiento alpino y formaciones mesozoicas tabulares, 205 en las cuencas cenozoicas y 134 en los complejos volcánicos recientes.

El número de SNG españoles no es la suma de los anteriormente indicados para cada uno de los

grandes dominios estructurales (970) dado que gran parte de aquellos, que están presentes simultáneamente en uno o varios de estos últimos, pueden ser del todo similares. En otros casos, sin embargo, por sus características o elementos contenidos cabrá diferenciarlos. Será un estudio detallado el que permita realizar o no esa diferenciación.

• EQUIVALENCIA ENTRE LOS SISTEMAS NATURALES GEOLÓGICOS PROPUESTOS Y LOS SISTEMAS INCLUIDOS EN EL ANEXO DE LA LEY 5/2007, DE LA RED DE PARQUES NACIONALES

La Ley 5/2007 de la RPN define en su Anexo los sistemas naturales españoles a representar en la RPN. Se ha procedido a comparar estos sistemas con los definidos en este estudio. Se observa que si bien todos los sistemas del anexo de la Ley 5/2007 están incluidos en algunos de los propuestos en este estudio, no ocurre de la misma manera a la inversa; por tanto, hemos definido sistemas que no están reflejados en el citado Anexo. Esto puede deberse a que en este estudio se han definido los sistemas existentes en el territorio español, pero no necesariamente todos ellos tienen valor suficiente como para ser representados en la RPN. Otro motivo sin duda es la selección de los sistemas incluidos en el Anexo de la Ley, que incorpora en algunos casos sistemas imprecisos, redundantes, o engloban a su vez a otros que son tan generales que aportan poco o pueden inducir a error (Díaz-Martínez *et al.*, 2008). Esta redundancia se produce incluso dentro de un mismo sistema.

• LOS SISTEMAS NATURALES GEOLÓGICOS COMO BASE PARA EL SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y PARA LA CARTOGRAFÍA DE LA GEODIVERSIDAD

Será necesario recabar información referente a la vulnerabilidad y al valor o interés geológico, todo ello necesario para ulteriores labores de seguimiento del estado de conservación. Este nivel de detalle no tiene por qué cubrir todo el territorio, sino que solamente será tenido en cuenta en aquellos SNG en los que sea necesario o conveniente. Puede ocurrir que dos teselas correspondientes al mismo sistema tengan inventariados diferentes elementos, algo que puede ser utilizado para estimar la diversidad geomorfológica de cada una de ellas. Además, en el caso de los sistemas geológicos no activos, los elementos de valor patrimonial definidos serán esenciales para analizar el estado de conservación. El conjunto de elementos definidos para cada sistema caracterizará el sistema en cada Parque Nacional. Puede darse el caso de que el mismo sistema tenga diferentes elementos (o con distinta frecuencia y distribución) en diferentes Parques Nacionales, aspecto que será clave para analizar la representatividad.

Con este sistema de clasificación puede ser complejo visualizar de una manera sencilla los sistemas pertenecientes a cada Parque Nacional y qué caracteriza a cada uno de ellos. Por ello, y simultáneamente a este sistema, se propone diseñar una matriz que permita identificar de una manera visual las características de los sistemas naturales geológicos, a modo de espectro o histograma. Así, se representarían en un eje de coordenadas los elementos que forman parte de

cada sistema natural geológico, y en el otro eje el grado de desarrollo. Si al sistema se le añade una tercera dimensión que se refiera a la superficie ocupada por cada unidad (que podría asociarse a la representatividad), se puede obtener un gráfico en el que se puede identificar de manera visual cada sistema en cada Parque Nacional. La comparación de estas matrices de los diferentes Parques Nacionales permite definir perfiles geológicos diferentes para cada Parque Nacional. A la vez, la comparación de las matrices de cada Parque en sucesivas revisiones permite identificar de manera visual la evolución de la representatividad de la Red, es decir, hacer una labor de seguimiento.

Finalmente, cabría utilizar en un futuro la cartografía de SNG propuesta para realizar algún ensayo relativo a la representación cartográfica de la geodiversidad. Los SNG representan ya unidades generales referidas a la diversidad geomorfológica y litológica (si bien esta última de modo algo grosero). Por ello, podrían además constituir las teselas o recintos cerrados a los que se añadirían valoraciones relativas a la diversidad estratigráfica, paleontológica, mineralógica y tectónica.

INVENTARIO DE SISTEMAS NATURALES GEOLÓGICOS	
Ficha de Sistema Natural Geológico	Código: K4B10c
Denominación: LADERA ESCARPADA CON LAPIACES DESNUDOS EN ROCAS CARBONATADAS	
Definición: Ladera escarpada con formas de disolución kársticas, en rocas carbonatadas, libres de vegetación y de suelo. Son debidas a la acción erosiva de la lluvia y la escorrentía. El término lapiaz se utiliza para designar morfologías desarrolladas a todas las escalas: macro-lapiaz cuando agrupa morfologías de dimensiones métricas (formas fungiformes, pavimentos y bogaces o callejones); micro-lapiaz cuando se trata de formas deci- a milimétricas: lapiaz en surcos, canales, canales meandriformes, microdolinas, etc.	
Dominios estructurales en los que está presente:	
<input checked="" type="checkbox"/> Basamento o macizo antiguo	<input checked="" type="checkbox"/> Cadenas de plegamiento alpino y fms. mesozoicas tabulares
<input checked="" type="checkbox"/> Cuencas cenozoicas	<input type="checkbox"/> Complejos volcánicos recientes
Litologías posibles: Calizas, dolomías, calcarenitas y mármoles. En las depresiones pueden acumularse arcillas de descalcificación.	
Elementos característicos: Pequeñas dolinas, sumideros, simas, cuevas, surgencias, valles ciegos. Bordes de dolina o de poljes, laderas de relieves residuales.	Grado de actividad
	<input type="checkbox"/> Nulo o débil
	<input checked="" type="checkbox"/> Moderado
	<input type="checkbox"/> Intenso
	<input type="checkbox"/> Intermitente o esporádico

Tabla 1. Ejemplo de ficha descriptiva de sistema natural geológico

• AGRADECIMIENTOS

Estudio cofinanciado por TRAGSATEC y el IGME, para el seguimiento ecológico de los Parques Nacionales.

• REFERENCIAS

- Aguiló, M., Aramburu, M.P., Ayuso, E., Blanco, A., Calatayud, T., Ceñal, M.A., Cifuentes, P., Francés, E., Glaría, G., González, S., Lacoma, E., Muñoz, C., Ortega, C., Otero, I., Ramos, A. y Sáiz, M.G. 1981. *Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología*. (I. Claver Farias, Coord.). MOPU (Centro de Estudios de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente), Madrid, 1-809.
- Díaz-Martínez, E., Guillén-Mondéjar, F., Mata, J.M., Muñoz, P., Nieto, L., Pérez-Lorente, F. y Santisteban, C. de. 2008. Nueva legislación española de protección de la Naturaleza y desarrollo rural: implicaciones para la conservación y gestión del patrimonio geológico y la geodiversidad. *Geo-Temas*, 10, 1311-1314.
- Martín-Serrano, Á., Salazar, Á., Nozal, F. y Suárez, Á. 2004. *Mapa geomorfológico de España a escala 1:50 000. Guía para su elaboración*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 1-128.
- Martín-Serrano, Á., Salazar, Á., Nozal, F. y Suárez, Á. 2005. Geomorfología subaérea. Explicación de los elementos representados. En: *Mapa Geomorfológico de España a escala 1:1 000 000* (Á. Martín-Serrano, Ed.), Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 23-44.

APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE TELEDETECCIÓN EN LA CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA SINTÉTICA DE ZONAS CON ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS: MONTES DE LEÓN, SIERRA DE LA PEÑA DE FRANCIA (SALAMANCA) Y VALLE DEL RÍO ALMANZORA (ALMERÍA)

Application of Remote Sensing techniques for synthetic geomorphological mapping in Protected Natural Areas: Montes de León, Sierra de la Peña de Francia (Salamanca) and the Almanzora river valley (Almería)

García-Meléndez, E.¹, Mínguez, A.², Goy, J.L.³ y Colmenero-Hidalgo, E.¹

¹Área de Geodinámica Externa. Departamento de Geografía y Geología. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León. Campus de Vegazana s/n. 24071 León. egarm@unileon.es, e.colmenero@unileon.es

²IGME. Área de Cartografía Geocientífica. Parque científico. Av. Real 1. 24006, León. a.minguez@igme.es

³Área de Geodinámica Externa. Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca. Pza. de la Merced s/n. 37008 Salamanca. Joselgoy@usal.es

Palabras clave: Geomorfología, Cuaternario, ASTER, Landsat-TM.

• INTRODUCCIÓN

La respuesta espectral proporcionada por las imágenes de satélite está íntimamente asociada con un conjunto de coberturas representadas en cada píxel o celdilla de la imagen que representa distintos tamaños de superficie del terreno, según el sensor con el que se esté trabajando. Las coberturas más comunes en entornos naturales son las rocas, suelos y sedimentos por una parte, y por otra la vegetación y el agua. Combinaciones del mismo tipo de roca/suelo, vegetación y agua en un gran número de píxeles definen unidades con las mismas características delimitadas sobre la base del tratamiento digital de imágenes, en las que se integran proporciones similares de cada cobertura en una síntesis de los elementos naturales presentes. Por otra parte, la disponibilidad de imágenes de satélite en visión estereoscópica permite la aplicación de técnicas de fotointerpretación al análisis de las mismas, ofreciendo un enfoque metodológico distinto al anterior, basado en la delimitación de unidades del relieve de forma continua, que también representan una síntesis de elementos naturales condicionados principalmente por el relieve y la litología. De esta forma, el objetivo planteado en este trabajo es la clasificación del terreno en unidades cartográficas mediante el análisis e interpretación de imágenes de satélite correspondientes a diferentes sensores en distintas zonas de estudio, aplicando diversos procedimientos metodológicos para realizar una evaluación de la utilidad de los mismos. Las tres zonas de estudio corresponden a contextos geológicos y geomorfológicos variados en las que se encuentran representados un total de seis Espacios Naturales Protegidos, cuatro de ellos están

en la zona suroccidental de los Montes de León y dos en la Sierra de la Peña de Francia, al sur de la provincia de Salamanca. La zona del valle del río Almanzora, localizada en la provincia de Almería, no presenta en la actualidad ningún espacio natural protegido catalogado, aunque existen varios lugares que podrían llegar a serlo.

• SECTOR SUROCCIDENTAL DE LA PROVINCIA DE LEÓN

Este sector se encuentra enmarcado en la transición de los relieves que bordean el noroeste de la Cuenca del Duero, pertenecientes al Macizo Ibérico, y la propia Cuenca del Duero, formando parte de la macroestructura de las Montañas Galaico-Leonesas. Los Espacios Naturales Protegidos (ENPs) presentes corresponden a una parte del Parque Natural del Lago de Sanabria y alrededores y a los Monumentos Naturales del Lago de Truchillas, del Lago de La Baña y de Las Médulas. En esta zona se emplea un método de cartografía geomorfológica aplicada mediante unidades homogéneas de terreno sintéticas definidas por parámetros físicos de base, como son formas del relieve, origen de las mismas, litología y procesos geomorfológicos activos (Meijerink, 1988; García-Meléndez *et al.*, 1998; Mínguez, 2009). Para realizar la clasificación del terreno en unidades cartográficas se han empleado imágenes de satélite del sensor ASTER en visión estereoscópica a escala 1:100 000 y trabajo de campo. Las imágenes ASTER utilizadas corresponden a las bandas 1, 2, 3N y 3B localizadas en longitudes de onda del espectro visible e infrarrojo cercano y con una resolución espacial de 15 x 15 m. El procedimiento consistió

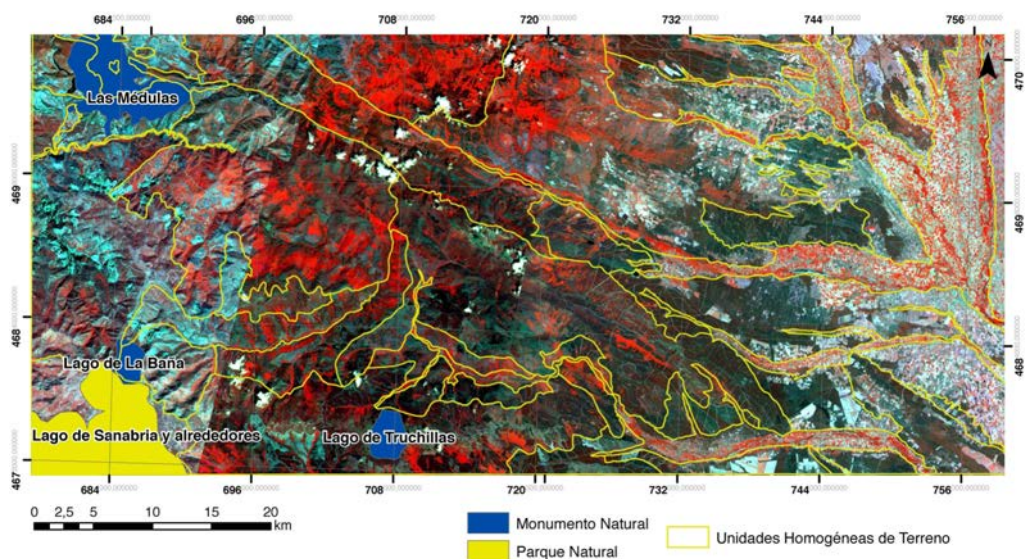


Figura 1. Composición en color de imágenes ASTER 3N, 1,2 (RGB) del sector suroccidental de la provincia de León, con los ENPs y las unidades delimitadas.

primeramente en operaciones de pretratamiento para facilitar la interpretación, como son estiramientos de los histogramas para mejorar el contraste, la georreferenciación y la realización de un mosaico que abarcara toda la zona de estudio con las distintas escenas. Como resultado, se obtienen dos grandes grupos de unidades según sus características geomorfológicas: las pertenecientes a los relieves de los Montes de León con 19 unidades y las de los relieves de la cuenca neógeno-cuaternaria del Duero con 7 unidades (Fig. 1).

• **SECTOR DE LA SIERRA DE LA PEÑA DE FRANCIA Y SU PIEDEMONTE (SALAMANCA)**

Este sector está localizado en el extremo suroccidental de la Cuenca del Duero, en el sur de la provincia de Salamanca, comprendiendo la vertiente norte y suroccidental de la Sierra de la Peña de Francia y un gran sector de la cuenca de Ciudad Rodrigo. Los relieves más importantes se encuentran en el sur de la zona con una orientación aproximada E-O, con algunas estructuras orientadas NO-SE. Los ENPs representados en este sector son una parte del Parque Natural de las Batuecas y Sierra de Francia y el Espacio Natural de Quilamas (Fig. 2). En esta zona se emplea un

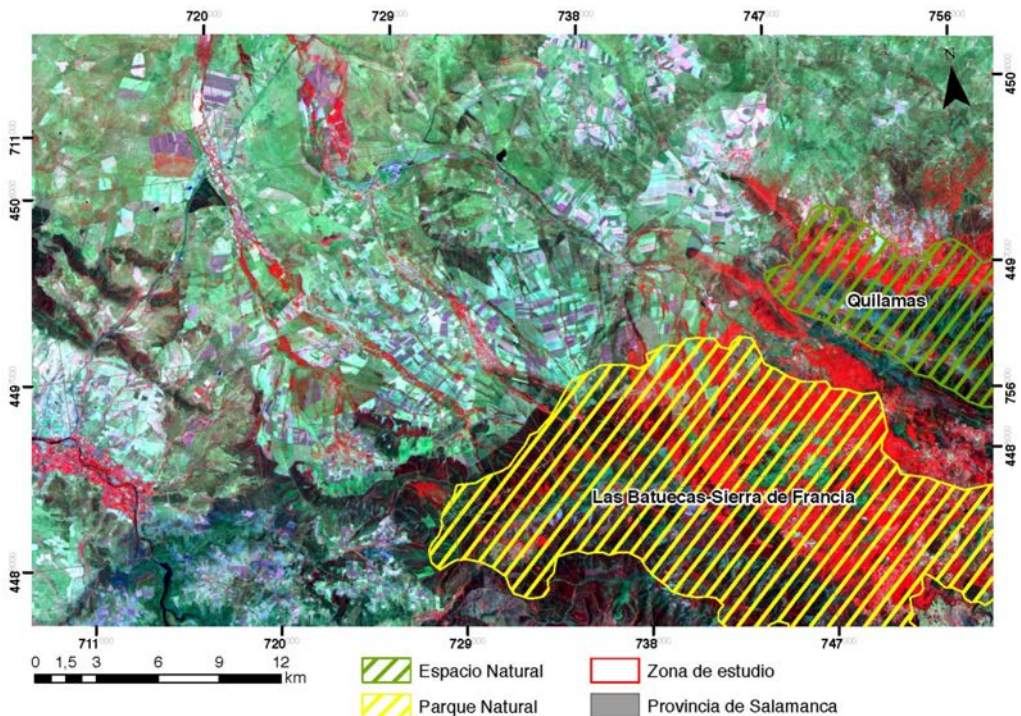


Figura 2. Composición en color 4, 5, 3 (RGB) de las imágenes Landsat-5 TM del sur de la provincia de Salamanca, con los ENPs.

método de clasificación del terreno mediante tratamiento digital de imágenes de satélite, utilizando un algoritmo de clasificación supervisada en el programa ENVI. Las imágenes de satélite utilizadas en este estudio ha sido el conjunto multispectral formado por 6 de las 7 bandas (todas excepto la del infrarrojo térmico) correspondientes al satélite LANDSAT-5 TM, con una resolución espacial de 30 x 30 m y pertenecientes a la porción del espectro electromagnético que abarca el visible y el infrarrojo cercano y medio. En primer lugar se realizaron operaciones de pretratamiento (estiramiento de histogramas y georreferenciación) y posteriormente se aplicó a las 6 bandas del conjunto multispectral el algoritmo de clasificación supervisada de la máxima verosimilitud, muestreando 9 áreas de entrenamiento o regiones de interés, teniendo en cuenta la observación de las imágenes y el conocimiento de campo. Se obtuvieron 9 unidades o clases cartográficas generadas automáticamente, de las cuales 5 pertenecen a los relieves de la Sierra de la Peña de Francia y 4 al piedemonte de dicha sierra.

• SECTOR DEL CURSO MEDIO DEL VALLE DEL RÍO ALMANZORA (ALMERÍA)

Este sector estudiado está situado en la cuenca de Huércal-Overa (provincia de Almería), dentro de la Zona Interna de la Cordillera Bética, constituyendo una cuenca neógeno-cuaternaria que presenta una disposición geométrica alargada según la dirección E-O. Las unidades morfosedimentarias cartografiadas pertenecen en su mayoría a un sistema morfogenético de origen fluvial y están formadas por distintas superficies de abanicos aluviales, de forma que se reconocen un total de 7 grandes fases o etapas morfogenéticas. Aunque en esta zona no existen ENPs, al menos tres lugares podrían ser catalogados como tales por su valor científico y paisajístico: la captura fluvial de la Rambla de Almajalejo por parte de la Rambla de Guzmaina, el paraje de *badlands* de la Rambla de Guzmaina y las deformaciones producidas por la actividad tectónica cuaternaria en el entorno del Alto de Ruchete. Al igual que en el caso anterior, se han empleado imágenes LANDSAT-5 TM correspondientes a las 6 bandas o canales del espectro visible e infrarrojo cercano y medio. Tras las operaciones de pretratamiento se realizaron distintas composiciones en color y cocientes de bandas con el objetivo de elegir el conjunto de bandas para aplicar el algoritmo de clasificación supervisada de la máxima verosimilitud, para lo cual se muestrearon 13 áreas de entrenamiento o regiones de interés teniendo en cuenta el conocimiento de campo y la distribución de las distintas unidades morfosedimentarias. Como resultado se obtuvieron 13 clases o unidades en la cartografía, que corresponden todas ellas a áreas con sedimentos principalmente cuaternarios. Es importante destacar que las unidades del sector central de la cuenca no se han distinguido bien en las imágenes debido a que se encuentran muy compartimentadas por la disección asociada a la red de drenaje, formando numerosos relieves aislados y de extensión reducida, lo que provoca la existencia de numerosos píxeles mezcla y efectos de sombra.

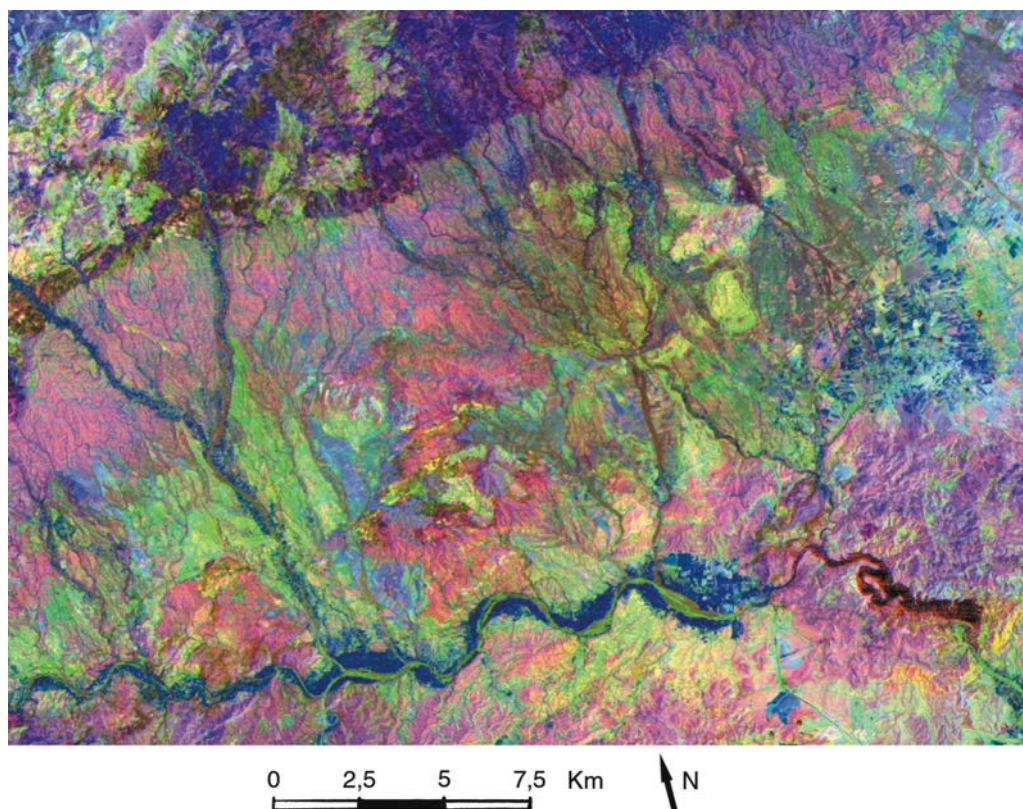


Figura 3. Composición en color de los cocientes de bandas 5/4, 5, 3/1 (RGB) de las imágenes Landsat-5 TM del curso medio del valle del río Almanzora (provincia de Almería).

• CONCLUSIONES

La comparación de los dos métodos utilizados permite concluir que el enfoque más apropiado es incluir ambos en el análisis y estudio de áreas con ENPs. Así, el uso del primer método sería útil para delimitar estereoscópicamente las unidades homogéneas de terreno y tomar estas como base cartográfica de las unidades ambientales y paisajísticas, ya que estas unidades al estar diferenciadas por parámetros geológico-geomorfológicos, no cambian de forma rápida como otros elementos biológicos de estos espacios. Por otra parte, el segundo método (basado en el tratamiento digital de imágenes) puede ser empleado para el control y seguimiento (debido a la posibilidad de adquirir imágenes multitemporales) de modificaciones producidas dentro de cada unidad cartográfica relacionadas con elementos naturales más cambiantes (vegetación, usos del suelo...) de forma que se pueden cuantificar y localizar dichas modificaciones dentro de cada unidad homogénea sin modificar los límites de esta.

• **AGRADECIMIENTOS**

Trabajo financiado por los proyectos LE045A08, SA041A08 (Junta de Castilla y León), proyecto CGL 2008-03998/BTE (CICYT, Ministerio de Ciencia e Innovación) y Proyecto Topoiberia, Geociencias en Iberia: estudios integrados de topografía y evolución 4D, Consolider-Ingenio 2010.

• **REFERENCIAS**

García-Meléndez, E., Molina, I., Ferrer Julià, M. y Aguirre, J. 1998. Multisensor data integration and GIS analysis for Natural Hazard mapping in a semiarid area (Southeast Spain). *Advances in Space Research*, 21-3, 493-499.

Meijerink, A.M.J. 1988. Data acquisition and data capture through terrain mapping units. *ITC Journal*, 1988-1, 23-44.

Mínguez, A. 2009. *Empleo de técnicas de teledetección para la descripción de Unidades Homogéneas de Terreno en el SO de la provincia de León*. Trabajo para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados, inédito. Universidad de León, 1-100.

EL FLYSCH DE ZUMAIA: GESTIÓN INTEGRAL DE UN BIOTOPO MUY GEOLÓGICO

The Zumaia Flysch: integrated management of a very geological biotope

Hilario-Orús, A.¹, Arrese-Zabala, A.¹, Mendiola-Gomez, I.¹ y Zulaika-Isasti, J.¹

¹Departamento de Montes y Medio Natural. Diputación Foral de Gipuzkoa. Pza. Gipuzkoa s/n. 20004 Donosti - San Sebastián. flysch@gipuzkoa.net

Palabras clave: Flysch, gestión, geoconservación, Biotopo, Zumaia.

• INTRODUCCIÓN

El Biotopo del tramo litoral guipuzcoano situado entre Deba y Zumaia abarca aproximadamente 8 km de costa y se sitúa a medio camino entre Bilbao y San Sebastián. Se trata de un entorno especialmente atractivo por la belleza de sus grandes acantilados y sus paisajes bucólicos, que esconden además uno de los grandes afloramientos geológicos del planeta: el Flysch de Zumaia (Fig. 1).

Los primeros trabajos reconocidos en la zona datan de finales del siglo XIX (Adán de Yarza, 1884), pero es a partir de la segunda mitad del siglo XX cuando este afloramiento se convierte en una referencia geo-científica de primer orden internacional, siendo visitada habitualmente por diferentes grupos de investigación, excursiones de congresos y universidades estatales, europeas y americanas. Como consecuencia de ello, actualmente se pueden contabilizar más de 100 publicaciones científicas y 21 tesis doctorales relacionadas con la sección (Baceta *et al.*, 2010)

Desde el punto de vista geológico nos encontramos en el dominio septentrional de la Cuenca Vasco-cantábrica, formado principalmente por materiales mesozoicos y cenozoicos de origen marino profundo. El tramo del Biotopo litoral abarca aproximadamente 55 Ma a lo largo de una sucesión prácticamente continua de tipo Flysch desde el Cretácico Inferior (Albiense) hasta el Paleógeno medio (Eoceno), incluyendo excelentes afloramientos de los límites Cretácico / Terciario (65,5 Ma), declarado GEOSITE por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), y Paleoceno / Eoceno (55,8 Ma), además de los recientemente definidos estratotipos de límite del Selandiense (61,7 Ma) y del Thanetiense (58,7 Ma). Este gran libro geológico representa una excelente oportunidad para realizar estudios de diferentes disciplinas que nos permiten reconstruir escenarios paleogeográficos y tendencias

paleoambientales de gran definición, además de los 4 grandes eventos ya mencionados que se concentran en apenas 200 m de afloramiento (Fig. 2).

La zona es además muy interesante desde el punto de vista geomorfológico, ya que en ella se desarrollan algunas de las plataformas de abrasión más extensas del Cantábrico, lo cual ha permitido también que se haya conservado una biodiversidad marina excepcional. Por todos estos motivos el territorio fue protegido como Biotopo y hoy es, además de un santuario científico regulado, un atractivo para el disfrute del paisaje y una ventana abierta a la educación geológica del público general.

• DECLARACIÓN DE BIOTOPO

El “*Biotopo* protegido del tramo litoral Deba-Zumaia” fue declarado el 10 de Febrero mediante el Decreto 34/2009, en conformidad con la Ley 16/1994 de conservación de la naturaleza del País Vasco. Aunque los informes técnicos iniciales realizados por el centro oceanográfico AZTI (Borja *et al.*, 2000), hacían especial hincapié en la riqueza biológica de la rasa mareal, el *Biotopo* se reconoce hoy principalmente por su valor geológico, tanto en la vertiente científica como en el campo de la divulgación. Estos aspectos vienen ya recogidos en los objetivos generales del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN):

- Asegurar la conservación del patrimonio geológico y del frente de los acantilados.
- Asegurar el mantenimiento de los procesos geomorfológicos fundamentalmente ligados a la rasa y los acantilados.
- Garantizar el uso del medio natural como espacio de investigación, divulgación y ocio compatibles con la conservación.

Aunque desde el punto de vista conceptual y de nomenclatura pueda resultar paradójico, la figura de *Biotopo* parece ser la más adecuada para la conservación y gestión del patrimonio geológico ya que con base en la Ley 16/94 de conservación de la naturaleza del País Vasco: “*Su creación tiene como finalidad la protección de ecosistemas, comunidades, elementos biológicos, áreas de interés geológico, así como lugares concretos del medio natural y formaciones de notoria singularidad, rareza, espectacular belleza o destacado interés científico que por su rareza, fragilidad, importancia o singularidad merecen una valoración especial.*”

• PRINCIPALES PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO Y NORMATIVA DE GEOCONSERVACIÓN

La Ley 16/94 representa un contexto suficiente para proteger y conservar el patrimonio geológico del Biotopo. Aun así, el órgano gestor del mismo ha desarrollado un protocolo específico de geoconservación y utilización del recurso geológico que ha sido incluido en el plan de gestión del Biotopo. Para ello se han seleccionado algunas zonas de especial interés geológico (Fig. 1). Cualquier actividad extractiva, muestreo científico o acción que afecte al patrimonio

geológico debe de ser autorizado por el órgano gestor. Esta iniciativa pretende erradicar la actividad extractiva, y fomentar y coordinar la actividad científica del Biotopo, para que esta se realice de una manera regulada y sus resultados puedan ser utilizados para la divulgación.

La dirección científica del *Biotopo* tiene vocación de servicio a la investigación y de construir puentes entre la actividad científica, el mundo institucional, los medios de comunicación, los agentes divulgadores y por supuesto, la población general. Un buen ejemplo de ello es la organización reciente del evento para la colocación de los *Golden Spikes* de los estratotipos del Paleoceno (Fig. 3a, 3b y 3c).

Una de las primeras iniciativas en esta área ha sido la de organizar campos de trabajo para la limpieza de los acantilados. Para este trabajo se ha contado con un grupo de 30 voluntarios, un equipo técnico, un helicóptero y un camión grúa (Fig. 3d) y se han evacuado cerca de 400 m² de plásticos y residuos varios que se habían acumulado en la base de los acantilados durante las últimas décadas.

• DIVULGACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DEL BIOTOPO

La divulgación de los valores paisajísticos y geo-científicos es uno de los distintivos principales del Biotopo ya que este presenta condiciones inmejorables de vistosidad, accesibilidad e interés. Para ello se ha diseñado una gama de productos e iniciativas que abarcan a todo tipo de público. El denominador común a todas ellas es el contenido y la base científica combinado con un lenguaje atractivo y adaptado. El contenido geológico es fundamental, pero solamente con él no conseguiremos atrapar al visitante, por eso el discurso divulgativo introduce también cuestiones ambientales más actuales que están relacionadas con el registro de las rocas del Biotopo.

Los productos de divulgación del Biotopo pueden resumirse en:

- **Documental “*Flysch, el susurro de las rocas*”**: Es posiblemente el proyecto de divulgación más ambicioso de los que se han llevado a cabo. Se trata de un documental de calidad cinematográfica que consiguió reunir y entrevistar en Zumaia a 25 científicos multidisciplinares de gran renombre internacional (Fig. 3e y 3f). Con esta apuesta se ha buscado internacionalizar el afloramiento en el campo de la divulgación y demostrar que la memoria de la tierra, escrita en lugares como este, guarda claves importantísimas para comprender el presente. El documental ha sido premiado por la IAMS (*International Association of Media for Sciences*) y ha sido visto por más de 500 000 personas. www.flyschzumaia.com.

- **Ciclo de conferencias *Haitzen Hitza***: Aprovechando el rodaje del documental se organizó en Donosti un ciclo de conferencias, con 10 de los científicos de mayor renombre internacional, sobre la historia del clima y la vida en la tierra (Fig. 3g). El objetivo de este ciclo fue crear una identificación del *Biotopo* con el conocimiento científico, acercar a grandes figuras de la investigación al público general y provocar un gran impacto mediático sobre el interés científico

del **Biotopo**, que serviría a su vez como promoción del propio documental. www.haitzenhitza.com

- **Reconstrucción 3D del afloramiento:** Se está desarrollando una reconstrucción tridimensional sobre la evolución geológica del afloramiento mediante el programa Geomodeller con el objetivo de facilitar la comprensión de su estructura al público general (Fig. 3h).

- **Libro de gran formato *Flysch Algorri Mendata*:** Se trata de un libro (Hilario *et al.*, 2010) de gran formato y cuidado diseño, que utiliza la atracción de fotografías espectaculares para introducir contenidos mediante los pies de foto. Con ello se busca captar el interés temático del lector aglutinando belleza, ciencia y literatura para transportarle desde su casa hasta los paisajes naturales del *Biotopo*.

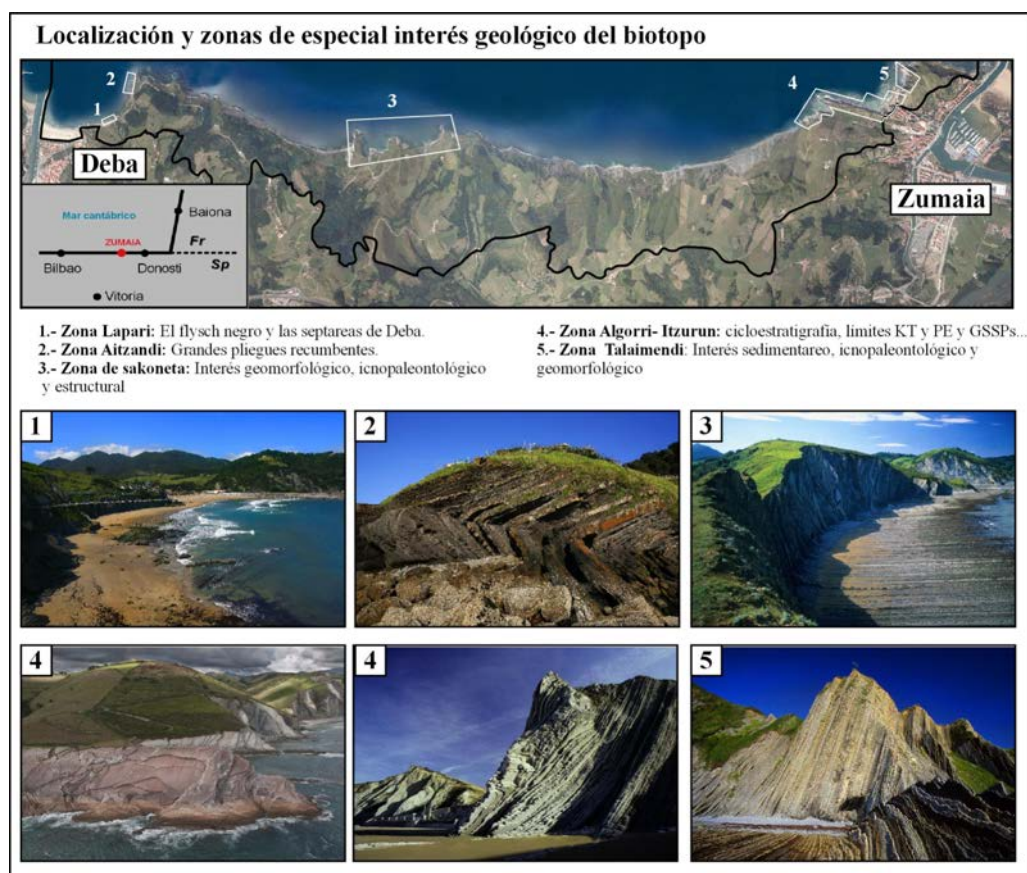


Figura 1. Localización y zonas de especial interés geológico del Biotopo.

- **Guía de campo geo-científica Zumaia section:** Esta guía (Bernaola *et al.*, 2006) ha sido editada por el grupo de estratigrafía y paleontología de la Universidad del País Vasco y representa un excelente resumen de los principales puntos de interés de la sección de Zumaia. Editada en inglés, tiene un lenguaje totalmente científico y es un documento de base muy interesante para geólogos e investigadores que trabajan en la sección.

Además de los productos de divulgación citados existe una amplia gama de recorridos y visitas guiadas sobre el terreno:

- **Guía de campo y red de senderos temáticos del Biotopo:** Se ha diseñado una red de 5 senderos temáticos con 47 puntos de interés marcados sobre el territorio con una pequeña placa e interpretados en la “*Guía de campo y recorridos del Biotopo litoral Deba Zumaia*”. Con esta apuesta se busca dotar de la infraestructura necesaria para canalizar el senderismo del *Biotopo* y aportar un carácter temático al entorno natural mediante visitas autoguiadas, realizando el menor impacto posible sobre el territorio (Fig. 3i).

- **Unidades didácticas y salidas guiadas:** Además de los productos de divulgación editados, se ha diseñado también una completa gama de unidades didácticas para la educación reglada que visitan diariamente el centro Algorri. Las oficinas de turismo de la comarca ofertan también salidas guiadas durante todo el año, tanto a pie como en barco (Fig. 3j).

Además de las publicaciones oficiales citadas hay que destacar también más de una veintena de publicaciones en revistas y medios de divulgación, medio ambiente y viajes, así como alrededor de 500 impactos en prensa escrita y audiovisual de carácter estatal.

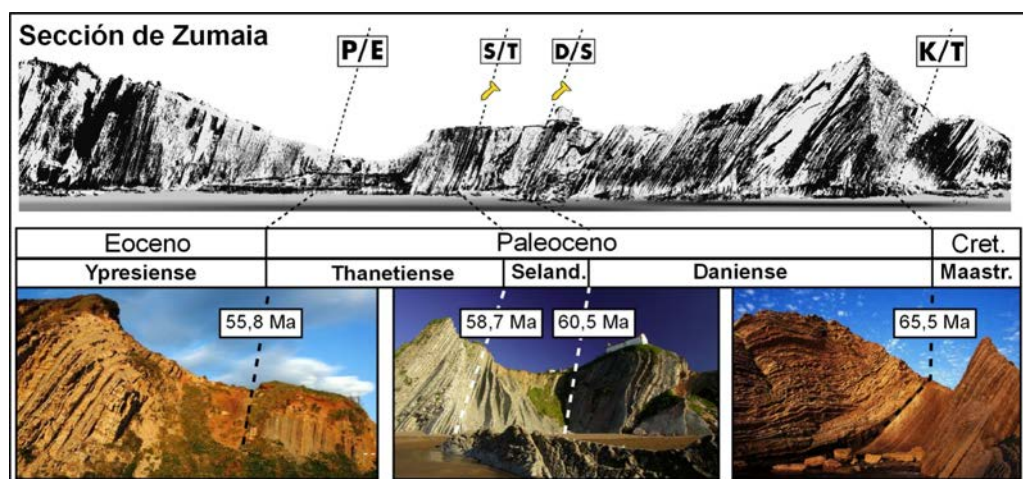


Figura 2. Esquema de la sección de Zumaia con los límites K/T y P/E y los recientemente definidos estratotipos de límite del Selandiense y el Thanetiense. Los 4 límites se encuentran en menos de 200 m de afloramiento continuo.



Figura 3. a) Xabier Orue-Etxebarria (UPV), Stanley Finney (Presidente del ICS), Iñaki Agirrezabala (Alcalde de Zumaia), Markel Olano (Diputado General de Gipuzkoa) y Eustoquio Molina (Presidente de la Comisión del Paleógeno) en el momento de clavar el *Golden Spike* de la base del Selandiense. b) Placa informativa diseñada junto con la ICS para los GSSP de Zumaia. c) Inauguración del panel informativo sobre los 4 límites de Zumaia colocado en la entrada de la playa. d) Momento de recogida de los residuos de los acantilados. e) Momento de la grabación del documental. f) Grabando el trabajo de los geólogos sobre el afloramiento. g) Aspecto lleno de la sala de conferencias *Haitzen Hitza*. h) Modelo 3D de los pliegues de Aitzandi. i) La red de senderos temáticos del biotopo acerca al visitante a lugares de espectacular belleza. j) Explicación geológica en el mirador de Algorri. La sección de Zumaia es un lugar privilegiado para la divulgación geológica.

• RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El Biotopo del Flysch de Zumaia está siendo visitado en la actualidad por más de 20 000 personas al año. La puesta en valor adecuada de un fenómeno geológico puede ser fuente de ingresos y motivo de desarrollo para una comarca, pero esta debe de ser realizada siempre sobre un proyecto sólido de geoconservación con raíces normativas. El uso público debe de estar adecuadamente regulado y direccionado, y es muy importante trabajar en el contenido y en el lenguaje para buscar un discurso de divulgación coherente y dotar al proyecto de una credibilidad y durabilidad aceptable.

• AGRADECIMIENTOS

Todo el trabajo realizado durante estos años en el Biotopo no hubiera sido posible sin la colaboración y la confianza de gran parte de la comunidad científica, las instituciones y las personas locales. Me quiero acordar especialmente de Asier Arrese, Rafa Uribarren, Iñigo Mendiola, Jon Zulaika, Lourdes Arana, Alberto Gorritibera, Juan Carlos Gutiérrez, Stanley Finney, Victoriano Pujalte, Xabier Orue-Etxebarria, Estibaliz Apellaniz, Juan Ignacio Baceta, Eustoquio Molina, José Antonio Arz, Juantxo Agirre, Estela Ruiz de Azua, Mari Bernal, Javier Carvalho, Inaxio Manterota, Aitor Leiza, Gorka Zabaleta y Miriam Romatet.

• REFERENCIAS

- Adán de Yarza, R. 1884. *Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa*. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España. Manuel Tello, Madrid, 1-175.
- Baceta, J.I., Orue-Etxebarria, X. y Apellaniz, E. 2010. El flysch entre Deba y Zumaia. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 18.3, 269-283.
- Bernaola, G., Baceta, J.I., Payros, A., Orue-Etxebarria, X. y Apellaniz, E. (Eds.) 2006. *The Paleocene and lower Eocene of the Zumaia section (Basque basin)*. Climate and Biota of the Early Paleogene. Post Conference Field Trip Guidebook, Bilbao, 1-82.
- Borja, A., Castro, R., Franco, J., González, D., Uriarte, A., Valencia, V. y Bald, J. 2000. *Establecimiento de las bases técnicas de conocimiento de la rasa mareal de Algorri con vistas a su posible declaración como Biotopo protegido*. Gobierno Vasco, Informe técnico 89, 1-161. ISBN: 84-457-1655-7.
- Hilario, A. y Carballo, J. 2010. *Flysch Algorri Mendata, un viaje a través del tiempo*. Colección: Parques naturales. Diputación de Gipuzkoa, 1- 270. ISBN: 978-84-614-1681-3.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LOS LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO: CONSIDERACIONES DE CARA A LA GESTIÓN, ENGUÍDANOS (CUENCA)

*Mapping Sites of Geological Interest: Considerations for their management at
Enguïdanos (Cuenca, Spain)*

Lozano, G.¹, Vegas, J.² y García-Cortés, A.²

¹Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. C/ Ríos Rosas 21. 28003 Madrid. g.lozano@alumnos.upm.es

²Área de Investigación en Patrimonio Geológico y Minero. Instituto Geológico y Minero de España. C/ Ríos Rosas 23.
28003 Madrid. j.vegas@igme.es, garcia.cortes@igme.es

Palabras clave: Lugares de Interés Geológico, cartografía, gestión, Cuenca.

• INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del inventario de Lugares de Interés Geológico (LIGs) realizado en Enguïdanos (Cuenca) está claramente enfocado a la gestión municipal. Este municipio pretende realizar un aprovechamiento sostenible de su patrimonio geológico y, para conseguirlo, desarrollará una serie de estrategias que pueden comprender desde el aprovechamiento turístico, hasta la geoconservación de los LIGs. Se ha demostrado que para cualquier trabajo cuyo objetivo final sea la gestión del territorio, la cartografía es una herramienta fundamental.

Para la realización de una cartografía útil de cara a la planificación ambiental y, en realidad, para la realización de cualquier cartografía temática, hay que definir claramente los elementos que se van a representar. Esto sitúa la edición cartográfica al final del proceso de elaboración del inventario de LIG. Por ello, es importante establecer una metodología para la realización del inventario de LIGs que defina claramente sus límites antes de iniciar un proceso costoso, sobre todo en tiempo, como es la elaboración de cartografía. Ciertas características de los LIGs inventariados (extensión, tipo de interés, inclusión de elementos de interés geológico, etc.) influyen decisivamente sobre los aspectos básicos en la elaboración de su cartografía: base de representación, escala, colores, tramas y símbolos a utilizar.

• BASE DE REPRESENTACIÓN

Existen multitud de posibilidades para representar cartográficamente los LIGs (Carcavilla *et al.*,

2007): sobre mapas geológicos, geomorfológicos, relieve-sombreado, mapa topográfico, ortofotografías, etc. Desde el punto de vista de la gestión de los LIGs, la base de representación más adecuada es la topográfica, incluyendo la representación de caminos, carreteras, ríos y poblaciones, sobre las curvas de nivel. La representación de los LIGs sobre otros mapas temáticos supondría una complejidad simbólica menos recomendable en el uso de esa cartografía.

La representación sobre cartografía geológica de cara a la planificación estaría justificada en un estudio de geodiversidad o un inventario, para apreciar la representatividad de los LIGs o bien como herramienta de divulgación, situando geológicamente el lugar. Sin embargo, una vez fuera de las manos del profesional que realiza dichos trabajos, la mejor manera de presentar cartográficamente un inventario de LIGs es mediante una base topográfica sencilla, que permita a los gestores planificar sobre ella.

La base topográfica de los mapas realizados ha sido tomada del Instituto Geográfico Nacional (IGN) como coberturas de ArcGis (*shapefiles*) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25 000 (MTN25). En estas coberturas se han usado los caminos, carreteras, entidades de población y curvas de nivel como base topográfica. Otro aspecto importante al incluir una base topográfica es el sistema de referencia. El IGN sirve sus coberturas con el que será, desde el año 2011, el único sistema de referencia oficial, el *European Terrestrial Reference System 1989* (ETRS89), en proyección UTM. Por tanto, el resto de capas añadidas se ha adaptado o bien se ha transformado a este sistema de referencia.

ESCALA DE REPRESENTACIÓN

En el documento metodológico del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG) (García-cortes y Carcavilla, 2009) se incluyen las especificaciones para elegir la escala de representación en función del tamaño del LIG (Tabla 1). En el caso de Enguñados, la representación cartográfica de 12 de los 19 LIGs que son menores de 0,5 km² han requerido de una escala 1:5000. Esto será una constante en trabajos de inventario a esta escala, por lo tanto, se recomienda usar ortofotos como base de representación. El problema de las ortofotos es muy similar al que mencionábamos sobre las bases de representación temáticas, que contienen excesiva información. El exceso de información condiciona la elección de los colores y tramas, obligando en ocasiones a suavizar la imagen del fondo para destacar la información que buscamos, con lo que podemos dificultar la visión de cierta información del fondo que podría resultar interesante. Por tanto se recomienda, en el caso de LIGs pequeños y siempre que sea posible, una digitalización de la información necesaria a partir de las ortofotos (Plan Nacional de

Superficie del LIG	Soporte de presentación	Escala de representación	Precisión
< 0,5 Km ²	Ortofoto	1:5 000	5 m
0,5 Km ² < S < 10 Km ²	Mapa topográfico	1:25 000	25 m
10 Km ² < S < 500 Km ²	Mapa topográfico	1:50 000	50 m
S > 500 Km ²	Mapa topográfico	1:200 000	200 m

Tabla 1. Recomendaciones de escala de representación (IELIG).

Ortofotografía Aérea, PNOA, del IGN) destacando aquella información que interese y no dificulte la representación de los LIGs.

COLORES, TRAMAS Y SIMBOLOGÍA

Los colores utilizados en la representación de los LIGs indican el tipo de interés. Estos colores que los definen han sido elegidos para este proyecto concreto, siendo lógico que una metodología no limite las elecciones de colores, tramas o simbología ya que existen multitud de condicionantes. Los colores deberían representar de alguna manera el tipo de interés al que representan. Por ejemplo, el color azul se ha elegido para el tipo de interés hidrogeológico. El interés paleontológico está ligado a los fósiles que aparecen en rocas del Jurásico (azul-morado, en el mapa geológico), de ahí el color morado. El interés mineralógico-cristalográfico es de color rojo, puesto que en Enguídanos el mineral por excelencia es el aragonito y también el Jacinto de Compostela, que aparecen en las arcillas rojas de las facies Keuper del Triásico. En definitiva, se busca una relación color-interés que sea sencilla, tratando que quien trabaje con la cartografía se acomode rápidamente a los colores. En la Tabla 2 se reflejan los códigos de colores utilizados en esta cartografía, en representación RGB.

Tipo de interés	Color	Código R	Código G	Código B
Estratigráfico	Verde	170	255	0
Geomorfológico	Marrón	168	112	0
Geotécnico	Naranja	255	170	0
Hidrogeológico	Azul	0	169	230
Mineralógico-cristalográfico	Rojo	255	0	0
Paleontológico	Morado	132	0	168
Sedimentológico	Verde claro	233	255	190
Tectónico	Marrón claro	205	170	102

Tabla 2. Códigos de colores para representar los tipos de interés en la cartografía de Lugares de Interés Geológico de Enguídanos.

Para facilitar la posterior gestión y aprovechamiento de los LIGs se han creado dos figuras o denominaciones en este proyecto: los elementos de interés geológico y los puntos de observación. Elementos de interés geológico (representados mediante polígonos), son aquellos elementos que encontrándose dentro de los límites de un LIG representan un tipo de interés distinto al que representa ese LIG o representando el mismo tipo de interés, tienen características que lo individualizan del LIG. En su representación cartográfica estos elementos deben ser combinados con la representación de los LIGs. El mayor problema surgió entre elementos y LIGs. Ambos son representaciones superficiales y en ambos se deben de destacar los tipos de interés, por tanto se optó por una diferenciación de la trama de representación. Estos problemas son de fácil solución cuando la base adoptada es sencilla.

Para los LIGs se emplea un relleno de cuadrícula con los colores correspondientes a cada tipo de interés. Los elementos se han representado con relleno sólido para que destaquen sobre el LIG,

ya que por definición siempre estarán dentro de este. Los elementos se han ordenado con números romanos que los relacionan con las fichas que los describen. Los elementos se denominan siguiendo las mismas normas establecidas para los LIGs.

Puntos de observación (puntos): son aquellos lugares idóneos para observar las características del LIG. Por tanto de cara a la gestión, son lugares favorables para colocar un panel explicativo, para realizar paradas explicativas e incluso son lugares desde donde tomar fotografías. Se recomiendan para facilitar el aprovechamiento del LIG por parte del gestor municipal para el uso divulgativo y turístico/recreativo. Los puntos de observación se representan con una simbología. La descripción de estos puntos se hace en las fichas descriptivas, donde se incluyen las coordenadas de su situación y se indican en la cartografía.

Finalmente, para la elaboración de las tablas de datos asociadas a los LIGs (polígonos) se ha tomado como base el Anexo II incluido en la fase piloto del IELIG para la Cordillera Ibérica (García-Cortés y Carcavilla, 2010), donde se incluyen las especificaciones para la digitalización de los LIGs. Se ha seguido su criterio para elaborar las columnas mínimas de las bases de datos de los LIGs, referidas a sus códigos e identificación.

• AGRADECIMIENTOS

Proyecto cofinanciado por el Ayuntamiento de Enguñados y el IGME, dentro del proyecto interno: “Propuesta metodológica para el estudio del patrimonio geológico y de la geodiversidad, actualización del inventario nacional para su adaptación a la legislación vigente”. Agradecemos a José Vicente Antón, alcalde del municipio, su impulso y dedicación al patrimonio natural. A todos los expertos colaboradores del inventario: J. Vázquez, R. Jiménez Martínez, J. Saiz, M.A. Martínez Palomares, J. E. Ortiz, S. Prieto Villar y T. de Torres.

• REFERENCIAS

Carcavilla, L., López Martínez, J. y Durán, J.J. 2007. *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Serie Cuadernos del Museo Geominero, 7. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 1-360.

García-Cortés, A. y Carcavilla, L. 2009. *Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España. 1-61. www.igme.es/internet/patrimonio.

García-Cortés, A. y Carcavilla, L. 2010. *Adaptación a la Cordillera Ibérica de la metodología para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Área de Investigación del Patrimonio Geológico y Minero, Informe inédito.

EL PROYECTO DEL GEOPARQUE DE LA COMARCA DE MOLINA Y EL ALTO TAJO

A geopark project for the Molina and Alto Tajo area (Guadalajara, Spain)

Martínez, J.A.¹, Carcavilla, L.², Monasterio, J.M.¹ y Vela, Á.³

¹Asociación de Amigos del Museo de Molina de Aragón. Pza. San Francisco s/n. 19300 Molina de Aragón, Guadalajara. museosdemolina@gmail.com

²Instituto Geológico y Minero de España. C/Ríos Rosas 23. 28003 Madrid. l.carcavilla@igme.es

³Parque Natural del Alto Tajo. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Av. del Ejército 10. 19071 Guadalajara. avela@jccm.es

Palabras clave: Geoparques, divulgación, patrimonio geológico, Guadalajara, Alto Tajo.

• INTRODUCCIÓN: GEOPARQUES

La figura de Geoparque es una distinción sin carácter normativo que otorga la Red Europea de Geoparques a territorios que presentan un patrimonio geológico notable que es convenientemente conservado y utilizado como motor para el desarrollo local. Los pilares de los Geoparques son: conservación del patrimonio geológico, educación y turismo.

Los Geoparques surgieron a principios de la década de los 90 en Europa, siendo Francia, Alemania, Grecia y España los socios fundadores. En junio del 2000 se creó la Red Europea de Geoparques. Más tarde, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) auspició el programa, extendiéndolo a todo el mundo. Se creó de este modo la Red Mundial de Geoparques. Desde entonces, su número ha ido en aumento, con más de 70 en todo el mundo (la mitad de ellos en Europa). En la Península Ibérica hay en la actualidad siete Geoparques. Para que un territorio sea declarado Geoparque es necesario superar un complejo y exhaustivo proceso de evaluación que puede prolongarse durante meses o años.

• EL TERRITORIO DEL CANDIDATO A GEOPARQUE

El territorio candidato a Geoparque corresponde al Señorío de Molina-Alto Tajo, una de las cuatro comarcas naturales que conforman la provincia de Guadalajara, en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. Abarca total o parcialmente 70 términos municipales, siendo Molina de Aragón la localidad más importante en población.

El área del Geoparque abarca 4186,9 km² y está poblado por 10 370 habitantes, de los cuales un tercio viven en Molina de Aragón. Se trata, por tanto, de una zona muy extensa pero muy despoblada, considerada un desierto demográfico. Este territorio presenta una total continuidad geográfica y paisajística, y no existen elementos antrópicos de gran envergadura que fragmenten o dividan el territorio, siendo la naturalidad una característica del mismo. Se trata de una comarca natural en la que pueden identificarse diversos sectores con características propias pero con una identidad común, arraigada desde la Edad Media.

• PATRIMONIO GEOLÓGICO DEL TERRITORIO

En general, la comarca de Molina y el Alto Tajo se caracteriza por presentar un rico patrimonio geológico así como una notable geodiversidad. Destaca la presencia de importantes series estratigráficas paleozoicas (Ordovícico y Silúrico) y mesozoicas (Triásico, Jurásico y Cretácico), la amplia variedad litológica, la existencia de diversos yacimientos mineralógicos y paleontológicos, diferentes ámbitos tectónicos y una gran diversidad geomorfológica que se traduce en la variedad de los paisajes presentes en el territorio. Por citar tan solo algunos ejemplos, destacan la sección del Silúrico inferior, que constituye un referente bioestratigráfico mundial (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002); la sección del límite Toarciense-Aalenense de Fuentelsaz (Goy *et al.*, 1996), uno de los tres *Global Boundary Stratotype Section and Point* (GSSP) ubicados en España; los árboles fósiles pérmicos de la Sierra de Aragoncillo (Sánchez-Moya y Sopeña, 2004); la localidad-tipo del aragonito (Jiménez *et al.*, 2005); diversos edificios tobáceos activos (Ordóñez *et al.*, 1992) y la sección Pérmico-Triásico del Barranco de la Hoz (Ramos *et al.*, 1986; Sopeña *et al.*, 1989). Se incluyen en este territorio cuatro de los 142 Lugares de Interés Geológico de relevancia internacional identificados en el proyecto *Global Geosites* (García-Cortés, 2008).

• PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL DE LA COMARCA DE MOLINA Y EL ALTO TAJO

El patrimonio natural del territorio es muy destacado, no solo por el patrimonio geológico presente sino también por la existencia de numerosos enclaves de interés para la fauna, la vegetación y flora, dando lugar a hermosos y variados paisajes. De hecho, uno de los principales atractivos naturales de este territorio es la estrecha relación entre la geodiversidad y la biodiversidad.

El territorio posee también un increíble patrimonio cultural y en el área se encuentran censados 2 Bienes Patrimonio de la Humanidad y 13 Bienes de Interés Cultural. Monasterios, castillos, salinas, ejemplos de arquitectura religiosa (iglesias) y civil (casas fuertes), puentes, acueductos, antiguas fábricas, grabados rupestres, necrópolis, restos de murallas, etc. Prácticamente todos los municipios albergan en su término alguna manifestación de patrimonio cultural monumental, muchos de ellos todavía por estudiar.

• EL PROYECTO DEL GEOPARQUE

Desde hace décadas son numerosos los grupos de investigación que vienen destacando el valor geológico de este territorio. Incluso esta comarca cuenta con uno de los antecedentes más antiguos de estudios geológicos en España (Torrubia, 1754).

Hoy en día, son dos las entidades locales que realizan una labor permanente de investigación y divulgación en este territorio: el Parque Natural del Alto Tajo y el Museo Comarcal de Molina de Aragón. Desde su creación en el año 2000, el Parque Natural del Alto Tajo se ha convertido en un referente nacional por la puesta en marcha de numerosas iniciativas de geoconservación, inventario del patrimonio geológico y divulgación geológica enmarcada en diferentes programas de uso público del patrimonio natural (Carcavilla y Ruiz, 2009). Entre ellas destaca el proyecto Geo-rutas, puesto en marcha en 2006 con objeto de dotar al espacio protegido de un conjunto de recursos de interpretación geológica. Como resultado del proyecto, el Parque Natural cuenta en la actualidad con 9 rutas de interpretación geológica autoguiadas (con un total de 120 km y 91 paradas equipadas con paneles y placas) (Carcavilla *et al.*, 2006), una colección de diez folletos para visitar estas rutas, una guía geológica del Parque Natural (premiada internacionalmente) (Carcavilla *et al.*, 2008) y diversa información geológica en los cuatro centros de interpretación del Parque Natural. Por su parte, el Museo Comarcal de Molina desarrolla desde hace 9 años una intensa y prolífica labor divulgativa de la Paleontología, Mineralogía, Arqueología y Ciencias Naturales, con exposiciones, publicaciones, seminarios y muchas otras actividades (más de 200 en los últimos 5 años). Además, el Museo promueve inventarios de yacimientos paleontológicos y arqueológicos en la zona y excavaciones para recuperar ejemplares en lugares amenazados de destrucción o expolio, que luego son expuestos en la colección del Museo. Por ello, este museo constituye también una pieza clave de la divulgación de la Paleontología en la zona centro peninsular y cuenta con una asociación de Amigos del Museo.

El proyecto del Geoparque de la Comarca de Molina y el Alto Tajo pretende aunar los esfuerzos de estas dos entidades, estableciendo nexos efectivos de cooperación mediante una estructura organizativa de rango superior, que permita trabajar coordinadamente entre sí y estableciendo relación con otras administraciones e instituciones, garantizando calidad y criterio científico y social. Esto no significa que el Parque Natural y el Museo se fusionen, sino que ambos seguirán su propio funcionamiento, pero parte de su trabajo se centrará en cumplir, de manera conjunta, los objetivos de geoconservación, divulgación y promoción turística que definen a un Geoparque.

• LA GESTIÓN DEL GEOPARQUE

El Geoparque estaría gestionado por la Fundación Geoparque de la Comarca de Molina y el Alto Tajo. Dicha entidad fue generada con el objetivo de *“crear una estructura que permita la adecuada gestión del territorio del Geoparque”*. Esta Fundación estará formada por miembros del Parque Natural del Alto Tajo (en calidad de representante de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha), el Museo Comarcal de

Molina de Aragón y la Diputación de Guadalajara (representante de los municipios). Un gestor elegido por la Junta Directiva de la Fundación se encargará de desarrollar la labor diaria del Geoparque con la ayuda de dos entes consultivos: 1) el Comité asesor científico: formado por un equipo de investigadores, en su mayoría geólogos. Estarán coordinados por el Coordinador científico y sus funciones serán promover estudios científicos en la zona; y 2) el Comité asesor socio-económico: formado por representantes de asociaciones de empresarios, otras instituciones y asociaciones vecinales, y representará los intereses y demandas de los empresarios de la zona.

Como la candidatura plantea crear un Geoparque que abarque la totalidad de la comarca del Señorío de Molina, se plantea una zonificación identificando tres tipos de territorios:

1) Zona de geoconservación prioritaria: englobaría el Parque Natural del Alto Tajo, el Monumento Natural de la Sierra de Caldereros y todos los Lugares de Interés Comunitario (de la Red Natura 2000) incluidos en la comarca y supone el 61 % del territorio del Geoparque.

2) Zona de influencia socioeconómica: el resto del territorio de la comarca, donde no se aplicarán programas de geoconservación genéricos y sí se desarrollarían los programas de desarrollo turístico y socioeconómico, supone el 37 % del territorio del Geoparque.

3) Zonas de interés potencial para la geoconservación: una serie de enclaves de pequeñas dimensiones (generalmente inferior a las 10 ha) en las que existen elementos de interés geológico destacado que no cuentan con protección actual. En estos lugares será un objetivo a corto plazo establecer mecanismos de geoconservación que eviten su potencial degradación, en colaboración con los ayuntamientos. Suponen el 2 % del territorio del Geoparque.

En ninguno de estos tres tipos de territorios la declaración del Geoparque implica la afección de las competencias municipales, ni cambios en la normativa incluida en las herramientas de gestión ya vigentes en los espacios protegidos existentes, Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y Plan Rector de Uso y Gestión (PORN y PRUG). En todo caso, el Geoparque promoverá la protección de las zonas de interés potencial para la geoconservación a nivel municipal, organizando reuniones informativas con los consistorios implicados.

El estado de conservación de los Lugares de Interés Geológico es bueno. Incluso si se compara con la situación de años anteriores, el estado ha mejorado ya que la puesta en marcha de diversas iniciativas de geoconservación ha permitido recuperar y restaurar algunos elementos degradados. La perspectiva de futuro es también buena, ya que gran parte de estos elementos cuentan con protección y, aunque se han identificado amenazas potenciales, muchas de ellas no lo son como tal a corto y medio plazo. Aún así, queda mucho trabajo por hacer en materia de geoconservación. El 88 % de los Lugares de Interés Geológico presentes en el área están actualmente protegidos al estar incluidos dentro de espacios protegidos. De hecho, el 61 % del territorio del Geoparque está protegido bajo alguna figura de protección y dos espacios más están en proceso de protección.

• INSTALACIONES Y RECURSOS DEL TERRITORIO

El territorio del Geoparque de la Comarca de Molina y el Alto Tajo ya cuenta con numerosas infraestructuras y recursos para la divulgación geológica y el geoturismo. Entre ellos destacan: 120 km de rutas geológicas acondicionadas con 91 paradas equipadas con paneles y placas, 11 rutas señalizadas oficiales (senderismo y/o bicicleta), 6 rutas temáticas (fauna, etnografía, vegetación), 12 miradores, 40 áreas recreativas, un Museo Comarcal con colecciones paleontológicas y cuatro centros de interpretación.

Por otro lado, una de las líneas de trabajo en la que más se ha trabajado en los últimos años es potenciar el geoturismo y el turismo natural. Prueba de ello es que el Parque Natural completó el 12 de septiembre de 2009 su adhesión a la Carta Europea de Turismo Sostenible. Esta acreditación de prestigio europeo implica un compromiso de que el espacio protegido lidere el desarrollo turístico en la zona, garantizando su sostenibilidad y optando a diversas líneas de financiación de la actividad turística. En la actualidad, el territorio de Molina y el Alto Tajo cuenta con 23 conjuntos de casas rurales, 13 conjuntos de apartamentos rurales, dos hostales rurales, dos albergues y dos hoteles. Además, existen dos asociaciones que representan a los empresarios de negocios relacionados con el turismo.

• PRÓXIMOS PASOS Y RETOS PARA EL FUTURO

En 2010 fue formalizada oficialmente la candidatura del Geoparque. Con este paso, se inicia el proceso de evaluación que puede prolongarse incluso años. Mientras este proceso se desarrolla, se han planteado diferentes objetivos a corto, medio y largo plazo para seguir avanzando en el desarrollo local, en la educación y en la geoconservación. Estos han sido agrupados en cuatro líneas de acción: 1) Gestión, coordinación y promoción; 2) Interpretación y uso público; 3) Publicaciones y 4) Fomento y coordinación del conocimiento científico.

Entre ellas, destacan: asignar un régimen de protección municipal a las zonas de interés potencial para la geoconservación, actualización de la página web, establecer vínculos formales con el Geoparque de Naturtejo (Portugal) e integración de patrimonio geológico, biodiversidad y patrimonio cultural. Se prevé que si todo el proceso progresa sin incidentes, esta comarca pueda ingresar en la Red Europea de Geoparques en el año 2012.

• REFERENCIAS

Carcavilla, L., Rodríguez, E. y Ruiz López de la Cova, R. 2006. *Folletos de las Geo-rutas del Parque Natural del Alto Tajo*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Carcavilla, L., Ruiz López de la Cova, R. y Rodríguez, E. 2008. *Guía geológica del Parque Natural del*

- Alto Tajo*. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Madrid, 1-296.
- Carcavilla, L. y Ruiz López de la Cova, R. 2009. La conservación de la geología y la geomorfología en Castilla-La Mancha. Estado actual y perspectivas de futuro. *Cuaternario y Geomorfología*, 23, (3-4), 11-26.
- García-Cortés, A. (Ed.). 2008. *Contextos geológicos españoles: una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España, 1-235.
- Goy, A., Ureta, S., Arias, C., Barrón, E., Bernard, J., Canales, M.L., García Joral, F., Gialanella, P.R., Gómez, J.J., Herrero, C., Martínez, G. Osete, M.L., Perilli, N. y Villalaín, J.J. 1996. The Toarcien/Aalenien transition in Fuentelsaz Section. En: *Fieldtrip Iberian Range Guide-book* (S. Ureta, Coord.) 1st Toarcian 4th Aalenian Working Groups Meeting, Departamento de Paleontología, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 51-77.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Robardet, M., Rábano, I., Sarmiento, G.N., San José Lancha, M.A., Herranz Araújo, P. y Pieren Pidal, A.P. 2002. Ordovician. En: *The Geology of Spain* (W. Gibbons y M.T. Moreno, Eds.) The Geological Society, London, 31-50.
- Jiménez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico Español. *Bocamina. Revista de minerales y yacimientos de España*, 16, 93.
- Ordóñez, S., García del Cura, J.A., González Amuchastegui, M.J. y González Martín, J.A. 1992. Génesis actual de carbonatos fluviales en el alto valle del río Tajo (prv. De Guadalajara). *III Congreso Geológico de España*, Comunicaciones, 1, 158-163.
- Ramos, A., Sopeña, A. y Pérez-Arlucea, M. 1986. Evolution of Buntsandstein fluvial sedimentation in the northwest iberian ranges (central Spain). *Journal of Sedimentary Petrology*, 56, 6, 862-875.
- Sánchez-Moya, Y. y Sopeña, A. 2004. El *rift* mesozoico ibérico. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.) Instituto Geológico y Minero de España y Sociedad Geológica de España, Madrid, 484-522.
- Sopeña, A., Ramos, A. y Pérez-Arlucea, M. 1989. *Permian and Triassic Fluvial systems in Central Spain*. Exc. Guidebook, nº 2. 4th. Inter. Confer. Fluvial Sedim. Spain. Servei Geol. Catalunya, 1-82.
- Torrubia, J. 1754. *Aparato para la historia natural española*. Instituto Tecnológico Geominero de España, Edición facsímil, 1994. Madrid.

GUÍA GEOLÓGICA DEL PARQUE NACIONAL DE AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI

Geological Guide of the Aigüestortes i Estany de Sant Maurici National Park

Martínez Rius, A.¹, Comas, J.² y Rodríguez Fernández, L.R.³

¹Geólogo consultor. C/ Repartidor 44. 08023 Barcelona. a@albertmartinez.com

²Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici. C/ Sant Maurici 5. 25597 Espot. jcomas@gencat.cat

³Instituto Geológico y Minero de España. C/ Ríos Rosas 23. 28003 Madrid. lr.rodriguez@igme.es

Palabras clave: Divulgación, glaciar, tectónica, riesgos, recursos.

• INTRODUCCIÓN

Siguiendo el lema de la convocatoria de esta IX Reunión: Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España, presentamos una nueva guía geológica, la del Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici. Esta guía forma parte del proyecto del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y del Organismo Autónomo de Parques Nacionales (OAPN) para divulgar el patrimonio geológico de los Parques Nacionales de España, a través de una serie de guías geológicas (Rodríguez Fernández, 2009).

Es de sobra conocido que el investigador realiza su trabajo a partir de unos ingresos provenientes de la sociedad. Este investigador estudia la naturaleza desde diversos puntos de vista y recibe un conocimiento determinado (Fig. 1). Este conocimiento vuelve (y tiene que ser devuelto) a la sociedad de una manera u otra. Generalmente, de una manera indirecta e imperceptible para la sociedad, ya que sus conocimientos a corto o largo plazo se utilizarán de una manera útil y práctica. Por ejemplo, el conocimiento de



Figura 1. Los conocimientos del investigador, vuelven a la sociedad, en gran parte, de una manera poco perceptible.

un especialista en microfósiles permite correlacionar datos de pozos de investigación petrolera que pueden acabar con una producción de combustible para el uso de la sociedad en general. La mayoría de la gente desconoce que, cada vez que arranca el coche, lo puede hacer gracias a una serie de estudios, entre ellos el de pequeños animales fosilizados. Generalmente podemos afirmar que este *feedback* del trabajo del investigador, especialmente del geólogo, es un gran desconocido para la sociedad. Por este y otros motivos, es muy importante que haya un retorno más directo a través de la divulgación.

Puede ser que el investigador ya se sienta satisfecho con su trabajo y tenga un gozo intelectual satisfactorio con sus conocimientos (Wagensberg, 2007). Pero muchos creemos en la necesidad de compartir con la sociedad en general no solo este gozo intelectual que nos proporciona el conocimiento de la naturaleza, sino también en la necesidad de dar a conocer la utilidad de sus descubrimientos. El problema es el “cómo” se realiza este acercamiento de la información científica a la sociedad. En la Fig. 2, se muestra un gráfico que representa la visualización de la información científica. La parte superior del gráfico representa los aspectos que diríamos “interesantes”, o “bonitos” (nice) de la Geología. La parte inferior corresponde a la “necesidad” y “utilidad” (must) de la Geología en la sociedad. La realidad es que actualmente la mayoría de la gente (parte izquierda del gráfico) tiene una percepción de la Geología como algo desconocido o que puede ser interesante. Nuestro trabajo es intentar desplazarnos hacia la derecha del gráfico, para que esta percepción general sea que la Geología es una disciplina fundamental y muy útil para nuestra sociedad. En la zona de la izquierda (1), el público accede a la información a través de comunicaciones muy básicas y su percepción es que “estoy enterado de que la Geología existe: Es esto de que las rocas se pliegan y hay fallas, minerales bonitos, etc.”. La derecha (3) corresponde al experto que está al día en los conocimientos a través de un manual o publicación científica. El punto intermedio (2) es el que queremos alcanzar a través de esta guía. Se trata de dar valor a la ciencia, comunicando al público que hay una parte de la Geología bonita e interesante, pero que también forma un conjunto de disciplinas que son muy útiles e imprescindibles para la sociedad. Apostando en este sentido, creemos que a la larga la Geología será mucho más respetada en la sociedad de lo que es en la actualidad.



Figura 2. Esquema que refleja la visualización de la información científica según la percepción del público.

Una vez definidos nuestros objetivos según lo dicho anteriormente, pasamos a diseñar la guía dentro del marco de la serie ya iniciada. Para ello se ha diseñado una guía con una mayor componente visual que de texto. Aparte de ello se incluyen: 1) una pequeña introducción teórica de los conceptos que se exponen a lo largo de la guía; 2) una parte dedicada a la geología del Parque, haciendo especial mención a conceptos de Geología aplicada (como riesgos, recursos, etc.); y 3) la descripción de itinerarios y puntos de interés. Si miramos guías de viaje típicas, distinguiremos tres grandes tipos: el primero corresponde a guías muy completas, tipo Guías Azules, pero con mucho texto y densas. Otro tipo serían guías con bastante información de texto y algunas ilustraciones. El tercer caso son la guías, cada vez más usuales, en donde predominan las ilustraciones, sobretodo en tres dimensiones, y fotografías sobre el texto. En nuestro caso hemos optado por el tercer tipo, para hacerla mucho más fácil de entender y agradable a la vista. Hay que tener en cuenta que esta guía forma parte de una serie de la cual se había publicado el primer volumen, correspondiente al Parque Nacional del Teide. Sobre la base de la guía publicada, medidas y portadas, se realizó un nuevo diseño de maqueta, con el fin de potenciar una estructura visual más atractiva e inteligible.

• OBJETIVO DE LA GUÍA

Como hemos dicho anteriormente, el objetivo es acercar la riqueza geológica de este Parque al público en general. Pero hay que tener en cuenta que este Parque no es monotemático sino que nos ofrece varias facetas de la Geología. Lo cual es una magnífica oportunidad, siguiendo con el discurso de la Fig. 2, ya que a través de ejemplos visibles en el Parque, podemos explicar diversos temas geológicos de interés para la sociedad. Los temas que se pueden explicar a través de los itinerarios son los siguientes y en la guía siempre se identifican con un icono específico:

- 1- Rocas: en el Parque se observan principalmente rocas ígneas y rocas metamórficas del Paleozoico.
- 2- Tectónica: se observan diversas estructuras como fallas simples, pliegues, cabalgamientos y esquistosidad.
- 3- Glaciarismo: el modelado actual es fruto de la acción intensa de la última glaciación.
- 4- Hidrogeología: el Parque está lleno de lagos, ríos serpenteantes y cascadas. También existen fenómenos kársticos.
- 5- Recursos geológicos: desde hace años, los recursos hídricos, optimizados con galerías subterráneas, se aprovechan para producir energía.
- 6- Termalismo: existen varios balnearios que aprovechan las aguas termales.
- 7- Riesgos: en numerosos lugares hay ejemplos de zonas con riesgos de desastres naturales, como avalanchas, aludes, etc., y constancia de actividad sísmica.

• ESTRUCTURA DE LA GUÍA

Al igual que las otras guías de esta serie, tiene formato vertical (23 x 12 cm), unas 200 páginas y

un mapa en una hoja aparte que presenta por una cara el mapa geológico y por la otra cara el geomorfológico. La cubierta tiene dos guardas, que en la guía del Teide están en blanco. En esta guía se ha colocado un mapa topográfico con la situación de los itinerarios en la primera guarda y en la del final el mapa geológico simplificado. De esta manera, el lector, en cualquier momento, puede acceder fácilmente o bien al mapa topográfico para situarse o bien al geológico (Fig. 3).



Figura 3. Las guardas de la cubierta se han aprovechado para presentar los mapas topográfico y geológico, con el fin de facilitar su consulta en todo momento.

La estructura de la guía, a grandes rasgos, es similar a la de la guía anterior y sigue su misma filosofía. En el inicio de esta guía se plantean al lector 10 preguntas que mucha gente puede hacerse, desde “¿Por qué si las rocas son tan duras se pliegan?” hasta “¿Por qué hay fuentes de agua caliente?”, y se comenta que el lector podrá responderlas a través de lo explicado en la guía y lo observado en el campo. Dado que se dirige a un público general, el “primer capítulo” es una breve introducción a conceptos generales, siempre ilustrados con fotos, esquemas y bloques diagrama (Fig. 4: 1, 2, 3). La “segunda parte” está dedicada a la geología del Parque y en ella se explican tanto las rocas aflorantes y su estructura como la morfología actual, claramente de tipo glaciar. Se incluyen bloques diagrama y mapas reconstruyendo el alcance de los glaciares en su máxima expansión. Otros temas visibles en el Parque son los desastres naturales, asociados a avalanchas, aludes y terremotos; la existencia de varios balnearios que aprovechan las aguas termales; la gran cantidad de lagos existentes y el origen kárstico de muchos ríos superficiales; y la utilización de las riquezas naturales, como es el aprovechamiento del agua para generar energía. El “tercer capítulo” corresponde a la descripción de 13 itinerarios y 5 puntos de interés geológico. Para diseñar los itinerarios se ha tenido en cuenta que quedaran atendidos todos los accesos al Parque y los recorridos más usuales por el público.

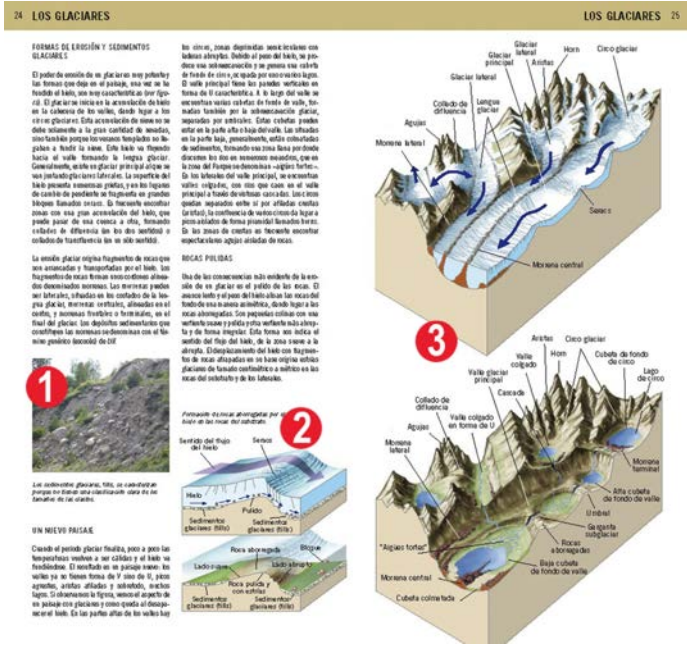


Figura 4. Ejemplo del tipo de esquemas en el capítulo de conceptos generales: 1. fotografías, 2. esquemas teóricos y 3. bloque-diagrama.

“Los itinerarios” están definidos por un número y un color que se aplica tanto en el trazado del mapa como en su ficha. La estructura general de un itinerario es la siguiente (Fig. 5). El inicio del itinerario siempre corresponde a una doble página en donde se sintetiza la información principal, para que el lector pueda decidir si este itinerario le interesa. En la parte superior izquierda hay una franja de color, distinto para cada itinerario y que se identifica en todas las páginas del mismo, con el número y título (1 y 2). Seguidamente hay un subtítulo-resumen de tipo periodístico (3). A continuación unos iconos señalan el grado de dificultad de acceso (8) y el tipo de información geológica que puede observarse (7). Después, hay una breve descripción del itinerario de cuatro o cinco líneas. La doble página se complementa con un bloque-diagrama central geológico o dos bloques, uno que muestra el estado actual y otro con la reconstrucción durante las épocas glaciares. Alrededor se sitúan fotografías de las principales paradas. La siguiente doble página se inicia con la descripción más detallada del itinerario (9) y un mapa topográfico de detalle con la traza y situación de las paradas (14). Cada parada tiene un número (10) y un título (11) y la cabecera se complementa con unos iconos que indican el grado de nivel geológico (12) y otros iconos que nos indican lo que veremos y su interpretación (13). Al final de la descripción, un último icono (15) señala en qué página podemos encontrar más información sobre el tema de la parada. Todas las paradas tienen como mínimo una fotografía y/o esquema (16). Generalmente, al final de cada itinerario hay una página temática, que se distingue por el color de fondo de la página, que puede ser tanto de tipo cultural, sobre personajes literarios relacionados con la zona (J. Verdaguer o Cela), o aspectos curiosos, como la descripción del funcionamiento subterráneo del sistema de aprovechamiento hidroeléctrico del agua de los lagos. La inclusión de 5 puntos de interés geológico permite describir zonas concretas fuera de los

itinerarios.

Al igual que la guía del Teide, al final se incluye un glosario de los términos usados, la bibliografía y un índice.



Figura 5. Estructura común para todos los itinerarios (ver significado de los números en el texto).

• REFERENCIAS

Rodríguez Fernández, R. 2009. *Las Guías Geológicas de Parques Nacionales en España: ejemplo de divulgación didáctica del Patrimonio Geológico*. XII Congreso Geológico Chileno.

Wagensberg, J. 2007. *El gozo intelectual*. Editorial Tusquets, Barcelona.

RUTA DE INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA. ASCENSIÓN A LA BARRAGANA (CUBILLAS DE ARBAS, LEÓN)

Geologic interpretation Route. Ascent to Barragana (Cubillas de Arbas, León)

Martínez-Sanz, C.¹

¹Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental. Área de Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Campus de Vegazana s/n. 240171 León. cmars@unileon.es

Palabras clave: Interpretación geológica, geoturismo, rutas, León.

Naturocio Valle de Arbas SL, a través de una serie de rutas guiadas de interpretación del medio natural, intenta aprovechar los recursos geológicos que ofrece la privilegiada ubicación de su sede física, Cubillas de Arbas (León). Zona declarada Reserva de la Biosfera en el año 2005, constituye uno de los enclaves con mayor interés desde el punto de vista del patrimonio geológico de la provincia de León.

Un ejemplo real y sostenible de cómo el patrimonio geológico de un enclave determinado puede ofrecer la oportunidad de desarrollar una actividad socio-económica y cultural, son las rutas de interpretación geológica. Fue escogida la ruta: Ascensión a la peña de la Barragana (Fig. 1), por ser la primera de esta serie y la más cercana a Cubillas de Arbas. A través de esta actividad se intenta hacer llegar a todo tipo de público, independientemente de su formación, los recursos y valores geológicos que nos ofrece un entorno con una serie de aspectos interesantes y



Figura 1. Peña Barragana desde el pueblo de Cubillas de Arbas (León). En la base de la misma podemos apreciar diversos bloques calcáreos (avalanchas de rocas del Cuaternario).

singulares, entre los que destacan: la curiosa formación del valle de Arbas “origen y tectónica versus glaciario”; la fuerte mineralización de las formaciones geológicas presentes en el valle (Fig. 2); un gran “salto estratigráfico” desde el Cámbrico hasta el Carbonífero; y la presencia de numerosos olistolitos “pequeños y gigantes extraños” (Fig. 3).



Figura 2. Calizas de la Formación Valdeteja fuertemente mineralizadas. Las franjas oscuras corresponden a una dolomitización secundaria producida durante la Orogenia Varisca. Las manchas ocres son consecuencia de la fuerte meteorización y la gran cantidad de hierro presente en las rocas.



Figura 3. Olistolitos en el fondo del valle.

El reconocimiento en el medio y la comprensión de estos puntos, por parte de los asistentes, constituye el objetivo principal de la actividad. Como objetivos tangenciales surgen cuestiones claves como la concienciación y el respeto hacia el medio natural en general y hacia los recursos geológicos en particular.

El documento con la información geológica que se suministra en la ruta no pretende ser un texto técnico-científico puntero en estudios geológicos, pero sí hacer llegar la información geológica a todo tipo de público interesado en el patrimonio geológico del lugar. Por ello el texto consta de dos partes bien diferenciadas: una explicación geológica de la zona y paradas que se realizan a lo largo de la misma con su correspondiente explicación. Con la primera parte, cada sujeto puede profundizar lo que desee en el conocimiento e interpretación geológica del lugar y con la segunda, seguir de manera clara y directa la información de cada parada realizada, sin la necesidad de ser un gran experto en la materia.

• AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Esperanza Fernández-Martínez su imprescindible y fundamental colaboración en el documento presentado.

DATOS PARA EL CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO GEOMINERO DE LA COMARCA VALENCIANA DEL ALTO PALANCIA / *ALT PALANCIA*

Data on geological and mining heritage of the Alto Palancia / Alt Palància region (Valencia Region, Spain)

Mata-Perelló, J.M.¹, Cardona Gavalda, J.V.² y Climent Costa, F.³

¹Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales. Universidad Politécnica de Cataluña-*Universitat Politècnica de Catalunya*. Av. Bases de Manresa 61-73. 08242 Manresa. mata@emrn.upc.edu

²Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero (SEDPGYM). cardonagavalda@yahoo.es

³GEOSEI, SCP Servicios de Educación e Investigación Geológica. fcliment@gmail.com

Palabras clave: Patrimonio geomínero, Sistema Ibérico, Alto Palancia, Segorbe, Valencia.

• INTRODUCCIÓN

En esta ocasión, el trabajo se centra en la comarca del Alto Palancia (*Alt Palància*). Se trata de una comarca situada en la Comunidad Valenciana y más concretamente en la provincia de Castellón. Geológicamente, esta comarca se encuentra en su totalidad dentro del Sistema Ibérico, una de las unidades geológicas que integran el suelo y el subsuelo de la Comunidad Valenciana.

• LA GEOLOGÍA Y EL PATRIMONIO GEOLÓGICO

La comarca del Alto Palancia / *Alt Palància* se halla completamente situada dentro del Sistema Ibérico. Así, los materiales que afloran en su superficie pertenecen en su mayoría al Mesozoico, repartiéndose entre el Triásico, el Jurásico y el Cretácico, con un neto predominio del último. Esta variabilidad, junto con los efectos producidos por los elementos tectónicos, favorece la existencia de una clara geodiversidad, circunstancia que ha motivado la existencia de un importante patrimonio geológico. Así, hemos distinguido varios Lugares de Interés Geológico (LIGs), entre los que destacan:

- Nacimiento del río Palancia, en Begis.
- Pliegue del Castillo de Almonacid.
- Salto de la Novia, en Navajas.
- Congosto del Palancia, en Jerica.
- Poljé de Barracas.

A modo de ejemplo, nos referiremos brevemente a uno de ellos, el Nacimiento del río Palancia, situado en las cercanías del pueblo de Begis. En este lugar, el río Palancia forma un interesante estrecho, abierto entre materiales del Cretácico. El estrecho, considerado oficiosamente como nacimiento del río Palancia, tiene una extraordinaria belleza (Figs. 1 y 2).



Figura 1. Congosto del nacimiento del río Palancia, en Begis.



Figura 2. Otro aspecto del estrecho del nacimiento del Palancia, en Begis.

• LA MINERÍA Y EL PATRIMONIO MINERO

La comarca del Alto Palancia ha tenido numerosas actividades mineras desarrolladas a través de distintas épocas históricas, aunque en la actualidad se hallan todas inactivas, a excepción de las explotaciones de áridos. No obstante, ha habido actividades dedicadas al beneficio del mercurio (en la zona septentrional de la Sierra de Espadán), así como diversas explotaciones de baritina y de minerales de cobalto y de yeso en diversos lugares de la comarca. Como consecuencia de estas explotaciones, se ha generado un variado patrimonio minero, con numerosos Lugares de Interés del Patrimonio Minero (LIPMs). Algunos de ellos son los siguientes:

- Hornos de yeso, en Segorbe.
- Hornos de yeso, en Sot de Ferrer.
- Tejería, en Segorbe.
- Minas de mercurio, en Chovar.

Como ejemplo, describimos brevemente el patrimonio minero relacionado con las minas de mercurio de Chovar (ubicadas en la Sierra de Espadán). Se trata de explotaciones mineras subterráneas que aprovecharon el cinabrio diseminado entre las areniscas triásicas del Buntsandstein. Como consecuencia de estas explotaciones, se ha generado un interesante patrimonio minero (Figs. 3 y 4).



Figura 3. Hornos de tostación. Minas de mercurio de Chovar.



Figura 4. Instalaciones de las minas de mercurio de Chovar.

• CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE USO

Vemos algunas posibilidades didácticas en el aprovechamiento del patrimonio geominero situado en la comarca del Alto Palancia / *Alt Palància*, fundamentalmente en las cercanías de Chovar, en el entorno de las minas de mercurio. Creemos que sería interesante la puesta en marcha de un museo minero en dicha localidad, relacionado con estas actividades mineras.

DATOS PARA EL CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO GEOMINERO DE LA COMARCA ARAGONESA DE LAS CUENCAS MINERAS

Data on geological and mining heritage of the Cuencas Mineras region (Aragón, Spain)

Mata-Perelló, J.M.¹ y Climent Costa, F.²

¹Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales. Universidad Politécnica de Cataluña-*Universitat Politècnica de Catalunya*. Av. Bases de Manresa 61-73. 08242 Manresa. mata@emrn.upc.edu

²GEOSEI, SCP Servicios de Educación e Investigación Geológica. fcliment@gmail.com

Palabras clave: Patrimonio geomínero, Sistema Ibérico, Cuencas Mineras, Aragón.

• INTRODUCCIÓN

Este trabajo se centra en la comarca de las Cuencas Mineras (Teruel, Aragón) y forma parte de los que está desarrollando la Comunidad de Aragón con la finalidad de conocer las actividades mineras, así como el patrimonio minero generado por dichas actividades, y el patrimonio geológico de cada una de las comarcas estudiadas.

• LA GEOLOGÍA Y EL PATRIMONIO GEOLÓGICO

La comarca de las Cuencas Mineras, se halla situada en su totalidad dentro del Sistema Ibérico. Los materiales que afloran en superficie pertenecen en su mayor parte al Mesozoico (Cretácico), y al Paleozoico (Carbonífero). Frecuentemente, sobre los materiales anteriores, se encuentran afloramientos de materiales detríticos de edad Oligoceno.

En función de ello, esta comarca se caracteriza por tener una marcada geodiversidad. En ella hemos distinguido una serie de Lugares de Interés Geológico (LIGs) que caracterizan un importante patrimonio geológico. Estos elementos son los siguientes:

- En Alcaine: hocel del Martín.
- En Aliaga: elementos reconocidos en el Parque Geológico de Aliaga, barranco del Hocino y Valdoré.
- En Blesa: barranco del Hocino.
- En Hoz de la Vieja: pliegue.
- En Huesa del Común: hoz, poljé de Huesa y dolina de Rudilla.

- En Montalbán: elementos del itinerario de Peñarroyas.
- En Palomar de los Arroyos: capas de lignito.
- En Torre de las Arcas: elementos del itinerario geológico.
- En Utrillas: hocino del Pájaro y hocino de Las Palomas.
- En Vivel del Río Martín: mineralizaciones de manganeso del Cenozoico.

Entre todos los elementos, como ejemplo mencionaremos el último, las mineralizaciones de manganeso en el Cenozoico. Estas se ubican en municipio de Vivel del Río Martín, en las cercanías de Armillas. Se trata de unas mineralizaciones con óxidos de manganeso (con pirolusita, psilomelana y todoroquita, entre otros minerales) que impregnan y cementan los conglomerados oligocénicos postorogénicos (Fig. 1).



Figura 1. Muestra de las mineralizaciones, entre los materiales de la escombrera.

• LA MINERÍA Y EL PATRIMONIO MINERO

La comarca de las Cuencas Mineras ha sido una de las más activas, a lo largo de los últimos años, en la minería turolense y aragonesa. Así, cabe destacar las importantes explotaciones de lignitos y caolines, desarrolladas entre los afloramientos cretácicos del Albiense, dentro de la Formación Escucha y dentro de la Formación Utrillas, respectivamente. También cabe destacar las explotaciones de minerales metálicos, desarrolladas en diversos lugares como en Segura de los Baños, y las explotaciones de los materiales salinos de Armillas, entre muchos otros lugares.

Ello ha contribuido a la existencia de un importante patrimonio minero. Así, a lo largo de nuestro trabajo, hemos considerado diversos Lugares de Interés del Patrimonio Minero (LIPMs), cuya relación es enormemente exhaustiva, con elementos en los siguientes municipios: Alcaine, Aliaga, Blesa, Escucha, Hoz de la Vieja, Huesa del Común, Martín del Río, Montalbán, Muniesa, Palomar de los Arroyos, Segura de los Baños, Utrillas y Vivel del Río Martín (en Armillas,

concretamente). Estos elementos hacen mención a tejares, hornos de yeso, minería del carbón, salinas...

A modo de ejemplo, vamos a mencionar las Salinas de Armillas, ubicadas en las cercanías del mencionado pueblo de Armillas, otrora independiente pero en la actualidad integrante del municipio de Vivel del Río Martín. En este lugar se ubican unas interesantes salinas, donde se utilizaba la sal sódica (halita) depositada en unas eras tras evaporarse el agua de unas surgencias salinas (Fig. 2).



Figura 2. Noria de elevación del agua salada, Salinas de Armillas.

• CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE USO

Vemos posibilidades didácticas en el aprovechamiento del patrimonio geominero, en todos los elementos, tanto del patrimonio geológico como del patrimonio minero de esta comarca. De hecho, en la actualidad ya se aprovecha el primero en el Parque Geológico de Aliaga.

Vemos, asimismo, muchas posibilidades dentro del aprovechamiento turístico de estos elementos, como puede ser en el caso de los Hornos de Yeso de Blesa o en el de las Salinas de Armillas, entre otros. De igual forma, cabe indicar que el patrimonio minero ya se usa con esta finalidad en la Mina museo de Escucha.

DATOS PARA EL CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO GEOMINERO DE LA COMARCA ARAGONESA DE LA COMUNIDAD DE CALATAYUD

Data on geological and mining heritage of the Calatayud Region (Aragón, Spain)

Mata-Perelló, J.M.¹ y Climent Costa, F.²

¹Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales. Universidad Politécnica de Cataluña-*Universitat Politècnica de Catalunya*. Av. Bases de Manresa 61-73. 08242 Manresa. mata@emrn.upc.edu

²GEOSEI, SCP Servicios de Educación e Investigación Geológica. fcliment@gmail.com

Palabras clave: Patrimonio geominero, Sistema Ibérico, Calatayud, Aragón.

• INTRODUCCIÓN

En la actualidad se está realizando un conjunto de trabajos, desarrollados por la Comunidad de Aragón, cuya finalidad es el conocimiento de las actividades mineras, así como el patrimonio minero generado por dichas actividades y el patrimonio geológico de cada una de las comarcas estudiadas. Estos trabajos están siendo realizados por el Departamento de las Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza y por el *Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Natural, Universitat Politècnica de Catalunya*.

Este trabajo se centra en la comarca de la Comunidad de Calatayud (Comunidad de Aragón), que ocupa una posición marcadamente occidental dentro del Sistema Ibérico.

• LA GEOLOGÍA Y EL PATRIMONIO GEOLÓGICO

La comarca de la Comunidad de Calatayud se sitúa en su totalidad dentro del Sistema Ibérico. Los materiales que afloran en su superficie se reparten entre los terrenos paleozoicos (del Cámbrico al Carbonífero) y los terrenos mesozoicos (fundamentalmente del Cretácico), formando parte de las dos ramas en que se subdivide el Sistema Ibérico. Por otro lado, entre ellas se halla la Depresión de Calatayud, con materiales cenozoicos del Mioceno.

La comarca no se caracteriza por tener una marcada geodiversidad, aunque dentro del estudio realizado hemos distinguido diversos elementos dentro del patrimonio geológico que hemos

considerado diversos Lugares de Interés Geológico (LIGs). Fundamentalmente, se trata de los siguientes:

- En Aniñón, Cervera de Ribota, Villarroya de la Sierra y Las Cuchillas: mineralizaciones de óxidos de manganeso.
- En Calatayud: desplomes en yeso, mineralizaciones de epsomita asociadas a yesos, interferencias de pliegues en la carretera a Embid y serie del valle del Jalón.
- En Calmarza: valle del río Mesa.
- En Cimballa: congostos de Cimballa, *hard-ground* ferruginoso de la surgencia y surgencia de Cimballa.
- En Embid de Ariza: órganos de Embid.
- En Fuentes de Jiloca: cárcavas de Valdesancho.
- En Jaraba: congostos del río mesa.
- En Monterde: congostos de Monterde.
- En Morata de Jiloca: cárcavas de Valdelatorre.
- En Nuévalos: monasterio de Piedra y columnas de Nuévalos.
- En Paracuellos de la Ribera: discordancia del túnel de la carretera de Embid de la Ribera.
- En Tobed: Trascastillo.
- En Torralba de Ribota y Calatayud: Los Castillos.
- En Villafeliche: valle del Jiloca.
- En Villalengua: cárcavas de las Cañadillas.

Como ejemplo, mostraremos las mineralizaciones de epsomita asociadas a yesos (Fig. 1). Se encuentran ubicadas junto al cementerio de la población, entre afloramientos de yesos miocénicos.



Figura 1. Cristalizaciones de epsomita, en Calatayud.

• LA MINERÍA Y EL PATRIMONIO MINERO

La comarca de la Comunidad de Calatayud, se ha caracterizado por tener diversas actividades mineras a lo largo de su historia. Así, ha habido explotaciones de minerales de cobre, de antimonio y de hierro. También se han explotado materiales yesosos, arcillosos y carbonatados. Todo ello ha dado lugar a un considerable patrimonio minero. Hemos seleccionado diversos Lugares de Interés del Patrimonio Minero (LIPMs), entre los que destacan los siguientes:

- En Alconchel de Ariza: tejar.
- En Alhama de Aragón: tejares 1, 2 y 3 y hornos de cal 1, 2, y 3.
- En Ariza: antigua cerámica.
- En Belmonte de Gracian: hornos de yeso 1, 2, 3, 4 y 5.
- En Bijuesca: tejares 1, 2 y 3.
- En Cabolafuente: tejar.
- En Calatayud: tejares 1 y 2, hornos de yeso 1 y 2, yesera, cerámica y pilonas del teleférico de Tierga.
- En Calmarza: tejar.
- En Cetin: tejares 1, 2 y 3.
- En Frasno: tejar.
- En Fuentes de Jiloca: yesera.
- En Mores: instalaciones de carga del ferrocarril y yesera.
- En Nuévalos: horno de yeso de la carretera a Monterde, hornos de yeso 1-13 del cruce de carreteras y salinas.
- En Orera: tejares 1-7.
- En Sediles: horno de cal.
- En Sisamón: tejar.
- En Terrer: yesera.
- En Tobed: hornos de alfarería 1-5, instalaciones de las minas de barita e instalaciones de las



Figura 2. Uno de los tejares de Alhama de Aragón

minas de cobre.

- En Torrehermosa: tejares.

- En Vilafeliche: molino de pólvora 1 (reconstruido), molino de pólvora 2, hornos de yeso 1 y 2, yesera.

- En Villalba de Perejil: hornos de yeso 1-5.

Como ejemplo, mostraremos uno de los Tejares de Alhama de Aragón, donde se utilizaba arcilla extraída de los niveles arcillosos de la Formación Utrillas del Abiense (Fig. 2).

• CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE USO

Vemos posibilidades didácticas en el aprovechamiento del patrimonio geominero en muchos de los lugares mencionados, fundamentalmente en los situados en las cercanías de Alhama de Aragón.

Igualmente, dentro del turismo científico, vemos muchas posibilidades repartidas por toda la comarca, como con las relacionadas con los molinos de pólvora de Vilafeliche, entre muchos otros ejemplos.

DATOS PARA EL CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO GEOMINERO DE LA COMARCA ARAGONESA DEL CAMPO DE BELCHITE

Data on geological and mining heritage of the Belchite region (Aragón, Spain)

Mata-Perelló, J.M.¹ y Climent Costa, F.²

¹Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales. Universidad Politécnica de Cataluña-*Universitat Politècnica de Catalunya*. Av. Bases de Manresa 61-73. 08242 Manresa. mata@emrn.upc.edu

²GEOSCI, SCP Servicios de Educación e Investigación Geológica. fcliment@gmail.com

Palabras clave: Patrimonio geominero, depresión geológica del Ebro, Belchite, Aragón.

• INTRODUCCIÓN

Esta presentación forma parte de un conjunto de trabajos que se están desarrollando por la Comunidad de Aragón, con la finalidad de conocer las actividades mineras, así como el patrimonio minero generado por dichas actividades y el patrimonio geológico de cada una de las comarcas estudiadas. Dichos trabajos están siendo realizados por el Departamento de las Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza y por el *Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Natural de la Universitat Politècnica de Catalunya*.

En esta ocasión, el trabajo se centrará en la comarca del Campo de Belchite. Esta se halla situada en la Comunidad de Aragón, en donde ocupa una posición marcadamente central, dentro de la Depresión Geológica del Ebro.

• LA GEOLOGÍA Y EL PATRIMONIO GEOLÓGICO

La comarca de la Tierra de Belchite se halla totalmente situada dentro de la Depresión Geológica del Ebro. Así, los materiales que afloran en su superficie pertenecen exclusivamente al Cenozoico, fundamentalmente al Oligoceno y Mioceno.

La comarca no se caracteriza por tener una marcada geodiversidad, sin embargo, dentro del estudio realizado, hemos distinguido dos elementos dentro del patrimonio geológico. Se trata de:

- Los Cantiles del río Cámaras, en el municipio de Azuara.

- El Planerón, en Belchite.

El primer caso, los Cantiles del río Cámaras, se trata de un Lugar de Interés Geológico (LIG), situado en el municipio de Azuara. Se caracteriza por presentar un relieve escarpado constituido por conglomerados cenozoicos junto al río Cámaras, afluente del río Aguas Vivas (Fig. 1).

Por lo que concierne al segundo elemento, el Planerón, se trata de otro LIG situado en este caso en el municipio de Belchite, la capital de la comarca. Se caracteriza por tratarse de una zona endorreica, eminentemente salina. Tiene, además de su importancia geológica, una indudable importancia faunística y botánica, siendo un elemento importante del patrimonio natural en su conjunto (Fig. 2).



Figura 1. Los Cantiles del río Cámaras.



Figura 2. El Planerón.

• LA MINERÍA Y EL PATRIMONIO MINERO

La comarca del Campo de Belchite no se ha caracterizado precisamente por su actividad minera a lo largo de la historia. Sin embargo, en la actualidad cabe destacar las importantes explotaciones de rocas carbonatadas situadas en diferentes lugares de la comarca, especialmente en Azuara, Belchite y en la Puebla de Albortón. Estas explotaciones se hallan sobre afloramientos carbonatados del Mioceno. Asimismo cabe mencionar las distintas explotaciones de yesos y de calcolutitas, también miocénicas.

Como consecuencia de las diferentes actividades mineras desarrolladas en la comarca se ha generado un patrimonio minero, especialmente dentro de las explotaciones yesíferas y calcolutíticas. Sin embargo, las actuales explotaciones carbonatadas no han generado aún vestigios patrimoniales dignos de ser tenidos en cuenta. Así, dentro del patrimonio minero hemos considerado diversos elementos como los que se citan a continuación:

- Hornos de yeso, en Almonacid de la Cuba, en Puebla de Albortón y en Valmadrid.
- Hornos de cal, en Fuendetodos.
- Tejares, como en Azuara.

Por lo que concierne a los hornos de yeso, estos se sitúan sobre antiguas explotaciones de los yesos miocénicos situadas en Almonacid de la Cuba, en la Puebla de Albortón y en Valmadrid. En algunos de esos lugares se han generado interesantes muestras del patrimonio minero, especialmente en Almonacid de la Cuba (Fig. 3).



Figura 3. Horno de yeso de Almonacid de la Cuba.



Figura 4. Horno de cal de Fuentetodos.

En relación con los hornos de cal, cabe decir que están situados en las cercanías de afloramientos de rocas carbonatadas del Mioceno y de lugares en donde se han explotado estas rocas. Uno de ellos se ubica en el municipio de Fuentetodos (Fig. 4).

Finalmente, en relación a los tejares cabe decir que se ubican cerca de antiguas explotaciones de calcolutitas miocénicas. El mejor conservado se halla en el municipio de Azuara, aunque se encuentra en un avanzado estado de deterioro.

• CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE USO

Vemos posibilidades didácticas en el aprovechamiento del patrimonio geomínero en todos los ejemplos mostrados. Sin embargo, las posibilidades dentro del denominado turismo científico se limitan al Planerón y al conjunto de los hornos de yeso de Almonacid de la Cuba, procediéndose previamente a una restauración y mantenimiento de los mismos.

DATOS PARA EL CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO GEOMINERO DE LA COMARCA ARAGONESA DEL CAMPO DE BORJA

Data on geological and mining heritage of the Borja region (Aragón, Spain)

Mata-Perelló, J.M.¹ y Climent Costa, F.²

¹Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales. Universidad Politécnica de Cataluña-*Universitat Politècnica de Catalunya*. Av. Bases de Manresa 61-73. 08242 Manresa. mata@emrn.upc.edu

²GEOSEI, SCP Servicios de Educación e Investigación Geológica. fcliment@gmail.com

Palabras clave: Patrimonio geominero, Sistema Ibérico, depresión geológica del Ebro, Campo de Borja, Aragón.

• INTRODUCCIÓN

Este trabajo se centra en la comarca del Campo de Borja, una de las que configuran el territorio aragonés, la cual pertenece a la provincia de Zaragoza, en donde ocupa una posición marcadamente occidental. Geológicamente, su superficie se reparte entre el Sistema Ibérico y la Depresión Geológica del Ebro.

Este trabajo forma parte de los diferentes proyectos que se están desarrollando por la Comunidad de Aragón, con la finalidad de conocer las actividades mineras, así como el patrimonio minero generado por dichas actividades y el patrimonio geológico de cada una de las comarcas estudiadas.

• LA GEOLOGÍA Y EL PATRIMONIO GEOLÓGICO

La comarca del Campo de Borja, se halla repartida entre dos de las tres unidades geológicas que configuran el territorio aragonés. Así, los sectores más occidentales de la comarca se sitúan dentro del Sistema Ibérico (perteneciendo al Moncayo); mientras que los orientales y meridionales se ubican dentro de la Depresión Geológica del Ebro.

Dada la situación geológica de la comarca, esta se caracteriza por tener una marcada geodiversidad. Así, dentro del estudio realizado, hemos distinguido diversos elementos del patrimonio geológico, concretamente los cuatro siguientes, indicados por municipios: Agón, Laguna de Agón; Bisimbre, Laguna de Bisimbre; Tabuenca, Muela de Tabuenca; y Talamantes,

Castillo de Herrera. Entre ellos, destacan las lagunas de Agón y Bisimbre y el Castillo de Herrera.

El conjunto de la laguna de Agón y la laguna de Bisimbre, se considera formado por dos Lugares de Interés Geológico (LIGs), situados en los municipios de Agón y Bisimbre, estando muy cercanas las lagunas entre sí. En ambos casos se trata de cuencas endorreicas, en donde se han concentrado las aguas saladas (Fig. 1).



Figura 1. Laguna de Bisimbre (Bisimbre).

En el segundo caso (Castillo de Herrera) se trata de unas estructuras desarrolladas sobre unos afloramientos de rocas carbonatadas del Cretácico (Fig. 2). Estas estructuras constituyen un interesante LIG, situado en el municipio de Talamantes.



Figura 2. Castillo de Herrera (Talamantes).

• LA MINERÍA Y EL PATRIMONIO MINERO

La comarca del Campo de Borja no se ha caracterizado especialmente por su potencial minero, han sido pocas las actividades mineras desarrolladas en ella. Cabe destacar, sin embargo, la minería del hierro y de la baritina. Como consecuencia de estas actividades se ha generado cierto patrimonio minero. Así, hemos establecido cuatro Lugares de Interés del Patrimonio Minero (LIPMs), que son los siguientes:

- Borja: horno de cal de Nuestra Señora de la Misericordia.
- Bulbunte: tejar.
- Mallén: fábrica de cerámica.
- Tabuena: mina de los Almadenes.

De entre ellos, destacaríamos el horno de cal de Nuestra Señora de la Misericordia y la Mina de los Almadenes como ejemplo del patrimonio minero de esta comarca. Por lo que concierne al primero, se sitúa en el municipio de Borja, en las cercanías del Santuario de la Misericordia. Se caracteriza por tratarse de un horno de cal en no muy buen estado de conservación (Fig. 3). En él se utilizaban las calizas cenozoicas extraídas de las cercanías.



Figura 3. Horno de cal de Nuestra Señora de la Misericordia (Borja).

En cuanto al segundo elemento (mina de los Almadenes), cabe decir que se relaciona con unas antiguas explotaciones de hierro (Fig. 4). Estas explotaciones, fundamentalmente de hematites, se sitúan sobre unas mineralizaciones inicialmente estratiformes, localizadas entre los materiales paleozoicos. Por removilización ocupa fracturas entre estos materiales y los del Buntsandstein.



Figura 4. Mina de los Almadenes (Tabuena).

• CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE USO

No vemos muchas posibilidades didácticas en el aprovechamiento del patrimonio geominero de esta comarca. En todo caso la limitaríamos al de las mineralizaciones de hierro mostradas en los Almadenes.

DATOS PARA EL CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO GEOMINERO DE LA COMARCA ARAGONESA DE ANDORRA - SIERRA DE ARCOS

Data on geological and mining heritage of Andorra - Sierra de Arcos region (Aragón, Spain)

Mata-Perelló, J.M.¹ y Climent Costa, F.²

¹Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales. Universidad Politécnica de Cataluña-*Universitat Politècnica de Catalunya*. Av. Bases de Manresa 61-73. 08242 Manresa. mata@emrn.upc.edu

²GEOSEI, SCP Servicios de Educación e Investigación Geológica. fcliment@gmail.com

Palabras clave: Patrimonio geomínero, Sistema Ibérico, depresión geológica del Ebro, Andorra, Sierra de Arcos.

• INTRODUCCIÓN

Este trabajo se centra en la comarca de Andorra - Sierra de Arcos, una de las que configuran el territorio aragonés. Esta comarca pertenece a la provincia de Teruel, repartiéndose entre el Sistema Ibérico y la Depresión Geológica del Ebro.

Cabe indicar que este trabajo forma parte de los que está desarrollando la Comunidad de Aragón con la finalidad de conocer las actividades mineras, así como el patrimonio minero generado por dichas actividades y el patrimonio geológico de cada una de las comarcas estudiadas.

• LA GEOLOGÍA Y EL PATRIMONIO GEOLÓGICO

La comarca de Andorra-Sierra de Arcos se halla repartida entre dos de las tres unidades geológicas que configuran el territorio aragonés. Así, los sectores occidentales y septentrionales se sitúan dentro del Sistema Ibérico, mientras que los orientales y meridionales se ubican dentro de la Depresión Geológica del Ebro.

La comarca se caracteriza por tener una marcada geodiversidad. Así, dentro del estudio realizado, hemos distinguido diversos elementos del patrimonio geológico, concretamente los ocho siguientes, indicados en orden alfabético por sus municipios:

- Alacón: rápidos del río Mortega.
- Ariño: congosto del río Martín.

- Ariño: surgencia de los Baños.
- Crivillen: mineralización de manganeso.
- Ejulve: polje de Ejulve.
- Ejulve: pilar de los Barrancos.
- Gargallo: pliegues de Gargallo.
- Oliete: sima de San Pedro.

Entre ellos resulta interesante destacar el Congosto del río Martín y la Sima de San Pedro, ambos pertenecientes al Parque Cultural del río Martín.

El primer caso es un Lugar de Interés Geológico (LIG) situado entre los municipios de Ariño (de esta misma comarca) y de Albalate del Arzobispo (de la comarca del Bajo Martín). Se trata del congosto surcado por el río Martín, tributario del Ebro, al atravesar los materiales mesozoicos carbonatados del Cretácico y del Jurásico del Sistema Ibérico (Fig. 1).



Figura 1. Congosto del río Martín, en Ariño y Albalate del Arzobispo.

Por lo que concierne al segundo elemento, la Sima de San Pedro, se trata de otro importante LIG, situado en este caso en el municipio de Oliete. Se caracteriza por tratarse de una importante sima, una de las más profundas de Europa, situada entre los materiales mesozoicos del Cretácico del Sistema Ibérico (Fig. 2). Sin duda alguna, es uno de los LIGs más importantes de Aragón.

• LA MINERÍA Y EL PATRIMONIO MINERO

La comarca de Andorra - Sierra de Arcos se ha caracterizado por su potencial minero, especialmente durante los últimos decenios. La minería ha estado dedicada a la extracción de lignitos y de caolín, fundamentalmente. Asimismo, también se había dedicado con anterioridad a la minería del yeso.

Dentro de nuestro estudio, hemos establecido 15 elementos del patrimonio minero o Lugares de Interés del Patrimonio Minero (LIPMs), y son los siguientes:

- Alacón: tejería.
- Alacón: horno de cal.
- Alloza: tolvas de la Mina Oportuna.
- Alloza: restauraciones de la Corta Barrabasa.
- Andorra: pozo de San Juan.
- Ariño: balneario viejo.
- Ariño: balneario nuevo.
- Oliete: hornos de yeso 1-7.
- Oliete: tejera.

De entre ellos, destacan las restauraciones de la Corta Barrabasa y el Pozo de San Juan.

En relación al primero, se sitúa en el municipio de Alloza, dentro de la cuenca lignitífera de Andorra - Ariño, donde se han explotado lignitos mesozoicos de la Formación Escucha, del Albiense. Se caracteriza por ser una interesante restauración de espacios degradados por las actividades mineras (Fig. 3).



Figura 3. Restauraciones de la Corta Barrabasa, en Alloza.

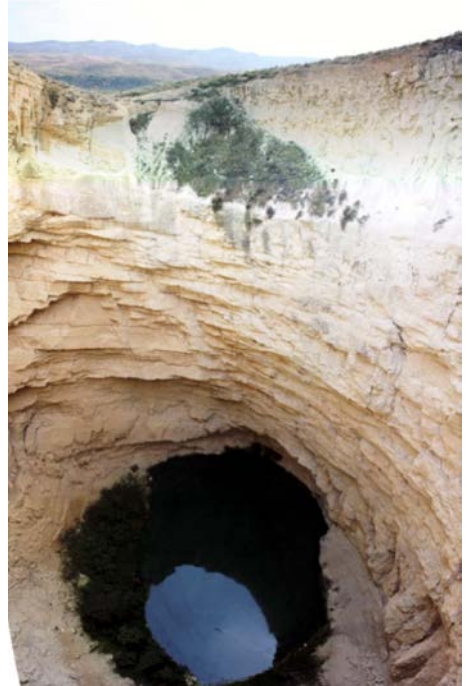


Figura 2. Sima de San Pedro, en Oliete. (Fotografía de Kamal Tarquisti).

En cuanto al segundo elemento, el Pozo de San Juan es el único castillete minero situado en la cuenca lignitífera de Andorra - Ariño (Fig. 4). Se ubica en el municipio de Andorra.



Figura 4. Pozo de San Juan, en el municipio de Andorra.

• CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE USO

Vemos posibilidades didácticas en el aprovechamiento del patrimonio geominero en todos los ejemplos mostrados, así como en otros de los situados dentro de esta comarca. Igualmente, existen muchas posibilidades dentro del denominado turismo científico, especialmente en los cuatro elementos descritos. Efectivamente, podría establecerse una ruta turística desde Andorra y Ariño, pasando por todos los elementos indicados en los ejemplos. De hecho, ya existen rutas guiadas que transcurren entre el Pozo San Juan y la Corta Barrabasa. Solo convendría ampliarlas a la Sima de San Pedro y al Congosto del río Martín.

USING GEOLOGICAL HERITAGE AS A USEFUL EDUCATIONAL TOOL IN SECONDARY SCHOOLS: THE GEOSCHOOLS PROJECT AND THE USE OF EDUCATIONAL GEOTOPES

*El patrimonio geológico como una herramienta educativa valiosa en la educación secundaria:
El proyecto GEOschools y el uso de geotopos educativos*

Meléndez, G.¹, Fermeli, G.², Calonge, A.³, Escorihuela, J.⁴ and Ramajo, J.⁵

¹Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. C/ P. Cerbuna 12. E-50009 Zaragoza, Spain. gmelende@unizar.es

²Department Historical Geology and Paleontology. National Kapodistrian. University of Athens. GR-15784 Zographou Athens, Greece. gfermeli@geol.uoa.gr

³Departamento de Geología. Universidad de Alcalá, N-2 pk 33, 6. E-28871 Alcalá de Henares, Madrid, Spain. a.calonge@uah.es

⁴Parque Geológico de Aliaga. C/ Pol. El Quiñón 6. E-44150 Aliaga, Teruel, Spain. Jumidosiv@gmail.com

⁵Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. C/ P.Cerbuna 12. E-50009 Zaragoza, Spain. javierramajo@gmail.com

Key words: Geology, geodidactics, Secondary education, Geotope inventory.

• INTRODUCTION

The use of geological heritage as a valuable educational tool has been noted in different occasions by the present authors (López-Carrillo *et al.*, 2004; Fermeli and Meléndez, in press.) Geological sites or areas selected by their special, particular heritage values are crucial as key educational instruments, as they constitute clean cut cases to show a particular geological problem or to set basic questions on geological problems.

• DEFINING THE GEOLOGICAL HERITAGE

Legal definition and categorization of geological heritage has become a primary issue for geologists in most countries in the last 20 years. Its main purpose would be to develop a set of legal instruments in order to protect the most relevant geological features of the geosphere and create social concern on the interactions between geosphere and biosphere, and the human social development itself. Although a systemic approach should be desirable when dealing with the study of nature, there is still a poor understanding of the biodiversity values of geological sites, and of the geodiversity values of habitats and ecosystems.

The recent approval of different legal protective features from an international to national and to a local scale has been remarkable. A long work has been done to obtain a sound perspective of geological valuable elements within a certain country or region, from such large-scale features as Geosite, Geopark or Biosphere reserve to the smaller scale to local features such as Natural or National park, Natural Monument, or more specific geological features: Geomonument, Cultural park, Palaeontological park, Palaeontological zone.

At a more local scale, specific and generally small geological sites, formations or elements of the landscape holding a singular heritage value are defined as Geotopes. Geotopes are, hence, specific and generally small sites characterized by exhibiting a clear geological element. The fact that the element displayed has to be clearly exposed and easy to explain and understand makes geotopes especially suitable as educational tools (educational geotopes). As particularly prominent geological features, geotopes may sometimes be located within geoparks, natural parks, or else be a part of local protected areas, hence offering opportunities to bring specialists together, to achieve the goals of conserving both biodiversity and geodiversity. However, educational geotopes are defined independently, mainly in terms of their particular educational values (Fermeli and Meléndez, in press.)

• **GEOSCHOOLS: DEVELOPING EDUCATIONAL STRATEGIES OF GEOLOGY IN SECONDARY SCHOOLS**

GEOSchools, a research project recently launched in the frame of the European Union Lifelong learning programs, holds as primary goals the development of educational strategies for spreading the Earth Sciences concepts and knowledge in schools. As an education-focused research program, it includes both the production of diverse educational material as well as the design of activities for secondary school teachers and students, which include the use of, and the work with, geological concepts. A detailed account of both is shown in Fermeli *et al.* (2011).

Among the diverse activities and goals of the project, some of them, as the in-depth analysis of textbooks; the enquiry-based consultation to secondary school students, and the elaboration of a Glossary of earth-sciences terms (Lexicon) are clearly heritage-oriented and based on the selection of clean cut cases from the geological heritage as the best tools to exemplify and illustrate geological problems. This fact confirms in some way the tight connection linking geological heritage and educational strategies.

• **BUILDING A GENERAL GEOTOPE INVENTORY**

Attempts to create lists, guides and illustrated books to include the most prominent geological features of a region have been numerous over the last 20 years in all European countries. A big work has been done in showing, describing and, in some cases, protecting those geological features holding special value, whether it is their special scientific, touristic, economic or simply

scenic (beauty) interest. However, although big prominent geological features hold a clear heritage value and an obvious educational potential, they not always, or not all of them, can be categorized as real educational geotopes. As stated in the original definition, “educational geotopes are local, usually small sites, characterized by their special geological features, making them particularly relevant as educational resources”. Due to their high educational potential, geotopes should display some features to clearly evidence a particular geological problem. A first geotope inventory was carried out by Fernández *et al.* (1998) in the province of León (Spain) and issued as a “site list of geo-educational interest in the León province, Spain”. That important work was a first step in the process to create social and political concern on those small geological sites holding special educational potential. A further proposal to describe relevant geotopes in some particular areas of Spain (Zaragoza province) and Greece (Attica) was made by Fermeli *et al.* (2011).

A new effort to create a systematized guide of educational geotopes in the Iberian Range, Spain has been recently carried out by part of the present authors with the occasion of a course on geological heritage organized for secondary school teachers within the frame of the Spanish Association of Earth Sciences Teachers (AEPECT). As the real agents of Earth Sciences teaching, secondary school teachers are valuable elements, most directly involved in spreading geological concepts and are, hence, the first and main users of such geotope inventory (Meléndez *et al.*, 2011).

A descriptive file of a geotope should include some basic points or “questions” to be explained or discussed. These are: (1) name of the geotope or site; (2) geographic location including a small map or location sketch; (3) short description of the subject of interest to be seen or analyzed; (4) short, detail description of the geotope itself; (5) geological problem set by the geotope; (6) interpretation/explanation; (7) illustration; a photograph or a scanned picture; (8) a personal graphic, made by the guide user (e.g. the student or the visitor). For this purpose, a good geotope guide should include a blank space at the end of every description, for interpretative sketches and notes.

In order to show the description pattern for the geotope guide, a condensed, summarized view of some selected geotopes is presented here in table1. It includes some of the relevant geotopes described and visited during recent fieldtrips around the Iberian Range (Spain) and in the Attica-Peloponnesus area (Greece).

• FINAL REMARKS

As special geological features holding high educational potential, geotopes should be defined and subjected to legal nomination and protection by the Administration. A selection and description of relevant geotopes in every region, whether alone or as part of a network to demonstrate the geology of an area, is a necessary task that should be developed by researchers and Earth Sciences lecturers in every region of the country. For these reasons, sites with great

Nr	Name	Location	Subject of Interest	Description of the problem	Explanation
1	Fold of La Hoz de la Vieja	La Hoz de la Vieja (Ib. Chain)	Recumbent, inverted Triassic syncline	Middle Triassic dolomites "above" Keuper marls	Alpine compression is the cause of the thrust structure
2	Alluvial fan deposits	Cobatillas (Ib. Chain)	Thick conglomerate deposits (Alluvial). Facies changes	Origin of conglomerates; channel forms, size distribution	Quick erosion of alpine reliefs. Avalanche sediment events
3	Rock Formation of "La Porra" (The club)	Aliaga Geopark; Bridge on the River "La Val"	Massive erosional form on Urgon (Aptian) limestones	Sedimentary-erosional? Origin of this form	"Reef" origin of massive limestones. Alternancy with marly intervals
4	Levels with Toucasia ("reef" bivalve)	Aliaga Geopark; Bridge on the River "La Val"	Massive Urgon facies formed by concentration of fossil Toucasia	Origin of deposits/ Formation: Primary? Sedimentary?	Primary production, Taphonomic reelaboration; Fore-reef lobe deposits
5	Fold of "La Olla" (The pot)	Aliaga Geopark, behind the village of Aliaga	Inverted anticline on L-Cretaceous beds. Double folding direction	Formation of the fold; origin of the double folding direction?	Interference of successive folding phases. Complex tectonic history
6	Natural Arch of Calomarde	Albarracín Mts Calomarde (Iberian Range)	Erosional form on Lower Jurassic dolomites	Erosional? Origin of the arch. Other reasons?	Dissolution of anhydrite nodules in the dolomite; Climate
7	Tuff deposits	"La Aguaspeña" Alto Tajo Natural park	Large tuff formation building in active growth process	Origin of the deposits and dynamics of growth of the building	Carbonate-saturated water filtering through moss and plants
8	"Enchanted town" of Chequilla	Chequilla (Alto Tajo Natural park)	Impressive erosional L-Triassic (Buntsandstein) sandstone towers	Factors and Processes involved in the origin of these erosional forms	Breakage by fractures and "Taphoni" development (rain water action)
9	Soussaki volcano	Vicinity of the town of Agii Theodoroi	Volcanic deposits. Extinct volcano. Activated twice (3.95 and 2.7 million years ago)	The first and the older volcano of the Volcanic Arc of South Aegean Sea	Related to the collision of Eurasian and African plates
10	Corinth channel and Diolcos passage	Near the city of Corinth	Normal faults cutting a Plio-Pleistocene sedimentary sequence	Origin, and tectonic meaning of the faults	Complex recent tectonic history. Also explaining important cultural & historical facts
11	The Ancient cave quarry	Pentelikon mountain (Attica region)	Marble quarry with Mesozoic to Middle Eocene Marbles	Geological-geomorphological, natural and historical complex	It exposes one of the best marbles in Greece with an important archaeological-cultural character

interest and collectable elements should have a special protective status, so that they can be used to fuel enthusiasm to teachers and especially to schoolchildren, some of whom could be the future geologists.

A geotope-based geological (Nature) field guide seems most appropriate rather than a more specialized publication since it could be more easily accessible and used by both students, school teachers, geologists and by a general public, hence increasing the scope, the dissemination and the appreciation of the geological heritage by the population. A good way to start the compilation of relevant sites could be simply following the fieldwork program currently followed by the Earth Sciences lecturers in the different geological courses. Such simple procedure might, in turn, quickly bring ample benefits. As educationally-oriented features, it is highly probable that the selected sites to explain some particular aspects of geology are also the most relevant geotopes of the region.

• ACKNOWLEDGEMENTS

This work is a part of the International, EU Project: GEOSchools, supported by the Lifelong Learning Program (EACEA - LLP)

• REFERENCES

- Fermeli, G. and Meléndez, G. (in press.). Using Geotopes as a powerful educational tool for Earth Sciences: Some relevant cases in Greece and Spain. *Geotemas*, 12, 1-4.
- Fermeli, G., Steininger, F., Meléndez, G., Calonge, A., D'Arpa, C., Dermitzakis, M., di Patti, C., Koutsouveli, A., Neto de Carvalho, C. and Rodrigues, J. 2011. GEOschools - teaching geosciences in secondary schools. *Geophysical Research Abstracts*, 13, EGU2011-Abstract, 1.
- Fernández, E. (Coord.), Alonso, E., Matías, R. y Domingo, J.M. 1998. *Puntos de Interés geoeducativo de la provincia de León*, Consejería de Educación y Cultura, Junta de Castilla y León. 1-165.
- López Carrillo, M.D., Calonge, A. y Meléndez, G. 2004. El patrimonio paleontológico en la enseñanza: problemática y sugerencias. En: *XX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Alcalá de Henares, Libro de Actas, 51-60.
- Meléndez, G., Fermeli, G., Escorihuela, J. and Calonge, A. 2011. Defining geotopes as educational tools in Earth Sciences: their use, valuation and protection. *Geophysical Research Abstracts*, 13, EGU2011-Abstract, 1.

ESTRATEGIA DE GEODIVERSIDAD DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE URDAIBAI

Geodiversity strategy for the Urdaibai Biosphere Reserve

Mendia, M.¹ y Monge-Ganuzas, M.²

¹Departamento de Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. 644, 48080 Bilbao. m.mendia@ehu.es

²Oficina Técnica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Dirección de Biodiversidad. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco. Carretera Gernika-Lumo s/n, pk 130. 48300 Gernika-Lumo, Bizkaia, País Vasco. Manu-monge@ej-gv.es

Palabras clave: Geodiversidad, estrategia, País Vasco.

• ANTECEDENTES

La Reserva de la Biosfera de Urdaibai (Bizkaia, País Vasco) fue declarada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en el año 1984 (Fig. 1). Entre los objetivos de su Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) y su Programa de Armonización y

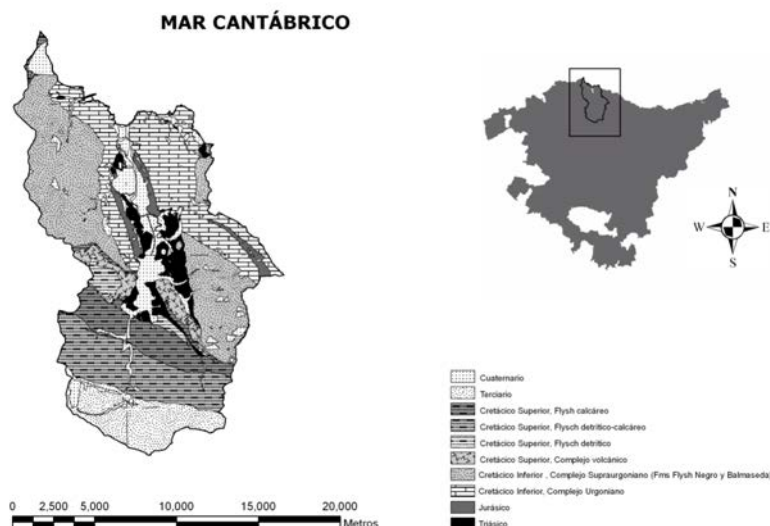


Figura 1. Mapa geológico de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (modificado de EVE/EEE, 2003). Los Lugares de Interés Geológico (LIGs) seleccionados están señalados con números consecutivos del 1 al 52.

Desarrollo de las Actividades Socioeconómicas (PADAS), se establece la necesidad de promover la investigación e interpretación de su patrimonio natural, la transferencia de conocimientos a otros sectores y las actividades de conservación del medio, educación y formación. También se prevé ordenar el uso recreativo y el turismo para proporcionar oportunidades y equipamientos para los residentes y los visitantes. Asimismo, se pretende apoyar el desarrollo rural y el uso racional de los recursos naturales.

Los materiales que constituyen el sustrato de la Reserva de la Biosfera del Urdaibai están ubicados en el Anticlinorio Nor-Vizcaíno del Arco Vasco (Rat, 1959). Las estructuras cartográficas generales de la zona presentan direcciones N120E aunque el eje del anticlinal de Gernika tiene una orientación de N160E, debido probablemente al control estructural ejercido por antiguas fracturas heredadas y por los materiales que conforman el diapiro de Gernika (Fig. 1). Los materiales registrados, eminentemente sedimentarios y en menor cantidad, volcánicos y subvolcánicos, abarcan una edad que va desde el Triásico al Cuaternario (alrededor de 250 Ma).

• ESTRATEGIA DE GEODIVERSIDAD EN URDAIBAI

Con el objeto de cumplir con lo establecido por el PRUG y el PADAS de Urdaibai, de poner en valor el patrimonio geológico de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai y en atención a la planificación estratégica sobre geodiversidad de la Comunidad Autónoma del País Vasco, se decidió elaborar a modo de experiencia piloto una Estrategia de Geodiversidad en Urdaibai para después, con este modelo, poder afrontar la confección de la Estrategia de Geodiversidad para el País Vasco.

Recogiendo este testigo, el Gobierno Vasco encomendó, a través de la Oficina Técnica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, la elaboración de dicha Estrategia a la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Los objetivos planteados fueron: 1. Realizar un inventario de los Lugares de Interés Geológico (LIGs); 2. Planificar e implementar una política institucional y un modelo de gestión integral de la geodiversidad; 3. Garantizar la conservación y la protección del patrimonio geológico y la geodiversidad; 4. Fomentar la educación y la formación para la conservación y el uso sostenible de la geodiversidad; 5. Promocionar la utilización sostenible de la geodiversidad y el fomento del geoturismo; y 6. Evaluar y realizar el seguimiento de las actuaciones propuestas en la Estrategia.

Para llevar a cabo el primer objetivo se ha aplicado una nueva metodología para la selección y valoración de LIG, desarrollada por un grupo de trabajo de la UPV/EHU (Mendia *et al.*, 2010) que sigue las directrices metodológicas de Carcavilla *et al.* (2007), de manera que ha sido posible inventariar 52 LIGs en el ámbito de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (Fig. 1).

El inventario general realizado permite diferenciar el valor propio de cada LIG independientemente del uso que se le quiera dar. Los aspectos fundamentales valorados han sido los expresados por Cendrero (1996). Así, se han valorado cualitativa y cuantitativamente los

puntos por su valor intrínseco (o científico) y dentro de su potencialidad de uso, se han considerado dos aprovechamientos: el didáctico-divulgativo y el turístico-recreativo.

En cuanto a la necesidad de protección, se ha considerado aparte un bloque de fragilidad o vulnerabilidad y riesgo de degradación que se considera como una información adicional necesaria para la implementación de actuaciones por parte de la administración que estarán relacionadas con el valor obtenido para cada lugar.

Para la valoración de cada uno de estos bloques se han seleccionado algunos de los criterios considerados como representativos. El propósito del diseño resultante es que sea útil, práctico y fácil de ejecutar, pero sin perder información esencial. A partir de este inventario se podrá extraer la información de interés para elaborar otros inventarios más específicos dependiendo de los objetivos planteados en fases posteriores (protección, geoturismo, desarrollo rural, etc.).

Los resultados más significativos de los 52 LIGs inventariados se comentarán brevemente a continuación. Cada bloque independiente (valor intrínseco, potencial divulgativo y potencial turístico) puede obtener una puntuación entre 1 y 3, y la suma de los tres bloques proporcionarán “el valor absoluto” de cada LIG con puntuaciones que varían entre un mínimo de 3 y un máximo de 9. Los resultados cuantitativos obtenidos indican que más de la mitad de los LIGs (56 %) muestran valores superiores a la media y el 65 % un valor superior a 6, lo que muestra la calidad de los LIGs inventariados así como su elevado potencial de uso. En la Fig. 2 se observan los valores obtenidos para cada uno de los LIGs en orden descendente (considerando la suma de los tres bloques). Se observa que aunque en muchos puntos existe una relación directa entre los tres bloques, especialmente en aquellos LIGs de alta puntuación, esta correlación no siempre es directa (por ejemplo, entre el potencial divulgativo y el turístico).

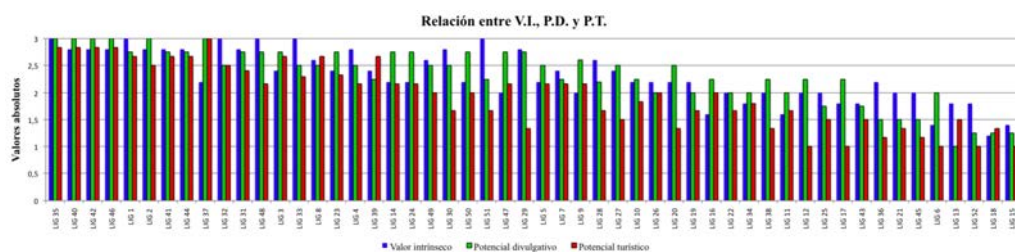


Figura 2. Relación entre valores absolutos del Valor intrínseco (V.I.), Potencial divulgativo-didáctico (P.D.) y Potencial turístico-recreativo (P.T.) para cada LIG, en orden descendente según la suma de estos tres valores.

Según los temas geológicos considerados se constata una gran mayoría de LIGs relativos a materiales de edad Cretácico y Cuaternario (materiales y procesos). Al tratarse de una zona con una cobertura vegetal muy bien desarrollada, los mejores afloramientos y, en consecuencia, la mayor concentración de LIGs, se sitúan en la franja litoral y a ambos lados del eje central que supone el estuario (Fig. 1). Los temas destacados en estos LIGs son el flysch negro; las facies de

plataforma carbonatada marina cretácica, muy rica en fósiles y en estructuras sedimentarias diversas y, especialmente, la dinámica litoral que modela el área. Cabe destacar aquellos lugares cuya puntuación total es superior a 8: el estuario en sus tramos inferior (LIG 41), superior (LIG 40), la playa de Laida (LIG 42) con la barra arenosa de Mundaka (famosa en el mundo del surf), y la playa de Laga (LIG 46) que poseen una gran belleza paisajística, un valor geomorfológico evidente y una riqueza y variedad estratigráfico/paleontológica dignas de señalar. El Cabo Matxitxako (LIG 1), punto geográfico de referencia en el Estado que además del enorme valor paisajístico y cultural que posee, muestra el flysch negro del Cretácico.

Otros LIGs más alejados de estas zonas están relacionados con procesos kársticos cuaternarios de unidades del Cretácico Inferior. Son elementos de gran valor geológico y didáctico que incluso poseen potencial turístico: pináculos, dolinas, sumideros-surgencias y cavidades con alto valor cultural añadido. Hay que mencionar la caliza roja de Ereño (LIG 35), roca ornamental (“Rojo Bilbao”) utilizada en muchos de los edificios emblemáticos de Bilbao y otras ciudades del Estado y europeas, la cual, además de su valor estético, posee un interés geológico importante (estratigráfico/paleontológico e incluso tectónico y mineralógico) además del histórico/cultural.

En cuanto al cumplimiento de los demás objetivos planteados, durante el año 2011 se pretende dotar a estos LIGs de la infraestructura adecuada para su puesta en valor mediante la colocación de señalética y demás labores para el correcto disfrute y observación de los LIGs. Así mismo, se confeccionará un libro-guía que sirva de soporte para el visitante.

Otro de los grandes retos es incorporar la información relativa a los LIGs en el Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai i, actualmente en proceso de elaboración. Se pretende incorporar una nueva figura de protección (LIG) delimitada cartográficamente que cuente con una normativa de uso del suelo asociada que promueva su protección y divulgación.

• CONCLUSIONES

El método de inventario utilizado ha resultado útil y satisfactorio para los fines planteados y va a servir de base para la realización del inventario de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV). Sin embargo, los inventarios de LIGs deben ser dinámicos y permanecer abiertos a posibles modificaciones derivadas de nuevos estudios científicos o desarrollos turísticos. El esfuerzo realizado en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai va a servir de gran ayuda para la extrapolación de esta experiencia piloto a la CAPV. Así, se ha cumplido con los objetivos para la Reserva de la Biosfera de Urdaibai establecidos por su PRUG y PADAS, así como con los objetivos de la Estrategia de Sevilla que estableció que las Reservas de la Biosfera deben ser laboratorios de experimentación en sostenibilidad. Esperemos que los nuevos pasos en la consecución de la Estrategia de Geodiversidad de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai sean tan fructíferos como lo ha sido la realización de este inventario.

• AGRADECIMIENTOS

El trabajo realizado entorno a la Estrategia de Geodiversidad en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai e inventario de LIGs ha sido financiado con cargo a los presupuestos de la Dirección de Biodiversidad del Gobierno Vasco. Se agradece también el trabajo realizado por los colaboradores de la UPV/EHU: Dra. Arantxa Aranburu, Dr. Manuel Carracedo, Dra. María José González, Dra. Ana Pascual. Asimismo, agradecimiento a D. Xabier Albizu (Oficina Técnica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai), que realizó el tratamiento de los datos de los LIGs mediante Sistemas de Información Geográfica.

• REFERENCIAS

Carcavilla Urquí, L., López Martínez, J. y Durán Valsero, J.J. 2007. *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. Serie: Cuadernos del Museo Geominero, 7, 1-405.

Cendrero, A. 1996. El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. En: *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, 17-38.

EVE/EEE, 2003. *Mapa geológico del País Vasco*. 1:25 000. Ente Vasco de la Energía/Euskal Energía Erakundea, Bilbao, 1-486.

Mendia, M, Aramburu, A., Carracedo, M., González, M.J., Monge-Ganuzas, M y Pascual, A. 2010. *Geodiversidad*. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca, Gobierno Vasco. (<http://www.euskadi.net/geodibertsitatea>)

Rat, P. 1959. *Les Pays Crétacées Basco-cantabriques (Espagne)*. Thèse, Dijon. Publication de l'Université de Dijon, 18, 1-525.

LA ESTRATEGIA DE GEODIVERSIDAD EN EL PAÍS VASCO

Geodiversity Strategy in the Basque Country

Monge-Ganuzas, M.¹, Mendia, M.² y Hilario, A.³

¹Oficina Técnica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Dirección de Biodiversidad. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco. Palacio Udetxea. Carretera Gernika-Lumo s/n, pk 130. 48300 Gernika-Lumo, Bizkaia, País Vasco. manu-monge@ej-gv.es

²Departamento de Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. 644, 48080 Bilbao. m.mendia@ehu.es

³GEO.5 Patrimonio Geológico. C/Eguzkialde 13. 20271 Iruña, Gipuzkoa. flysch@gipuzkoa.net

Palabras clave: Geodiversidad, estrategia, País Vasco.

• ANTECEDENTES

La estructura geológica del País Vasco (Fig. 1), así como los procesos geológicos activos que sobre su territorio actúan e influyen sobre sus habitantes, son elementos importantes para la comprensión de su origen, de su paisaje y de los recursos y servicios que ofrece (provisión de agua, localización de canteras y recursos minerales, soporte funcional de la biodiversidad, especies y hábitats, etc.). Por lo tanto, el conocimiento geológico de esta zona permite establecer una adecuada ordenación del territorio desde su vertiente urbanística, legislativa y de protección, e impulsar una labor de divulgación y puesta en valor de este patrimonio natural.

El buen conocimiento geológico que se tiene del País Vasco deriva de una larga historia de investigación que se remonta incluso al siglo XVIII (Gómez-Tejedor, 1983). Es a partir del siglo XIX cuando se produce un despegue científico con autores muy prolíficos (por ejemplo, Adán de Yarza, 1885). Desde mediados-finales del siglo XX, han sido numerosos los trabajos científicos principalmente liderados por investigadores de la Universidad del País Vasco (Vera, 2004) y los cartográficos y extractivos (EVE/EEE, 2002a, 2002b) liderados por el Ente Vasco de la Energía o el Instituto Geominero de España (en la actualidad Instituto Geológico y Minero de España, IGME).

Algunos de los trabajos de carácter divulgativo de los años 1970-1980s (por ejemplo, Gómez-Tejedor, 1980) hacían ya claras referencias a la puesta en valor de la geología del territorio. Serán en los años 1990 cuando se publican los catálogos de Lugares de Interés Geológico (DFB, 1990; DFG, 1991; DFA, 1995), así como otros documentos de carácter más local. Posteriormente, la

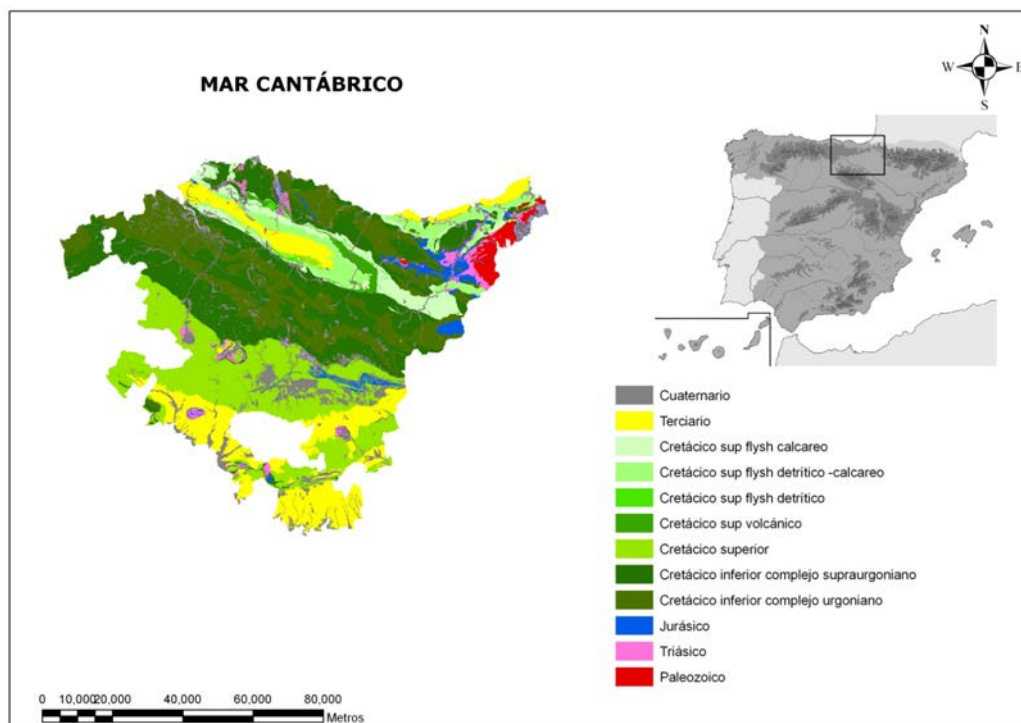


Figura 1. Mapa geológico de la comunidad autónoma del País Vasco (modificado de EVE/EEE, 2002b).

puesta en marcha de Centros de Interpretación como los de Zumaia-Gipuzkoa (Algorri), Mutriku-Gipuzkoa (Nautilus), Oiartzun-Gipuzkoa (Museo Luberri) y Gallarta-Bizkaia (Museo de la Minería del País Vasco), o de iniciativas como la de las cuevas de Pozalagua (Carranza-Bizkaia) y Arrikruz (Oñate-Gipuzkoa), la de las Minas de Arditurri (Oiartzun-Gipuzkoa), la de las salinas de Añana-Araba o la del Museo de Ciencias Naturales de Alava, han demostrado ser un éxito debido a que han despertado un interés por la geología del entorno hasta ahora desconocido. Recientemente, en 2010, ha sido declarado por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) el Geoparque de la Costa Vasca que comprende las localidades de Zumaia, Deba y Mutriku, situadas en el cuadrante noroccidental de Gipuzkoa. En su línea de costa afloran 5000 m de columna estratigráfica, que representan unos 60 Ma de la historia de nuestro planeta. Resulta de especial relevancia la sección del Flysch de Zumaia (Fig. 2), que contiene un excelente registro de límites estratigráficos (K/T y P/E) y que, asimismo, incluye los estratotipos (establecidos por la IUGS-UNESCO) de los dos límites del Paleoceno.

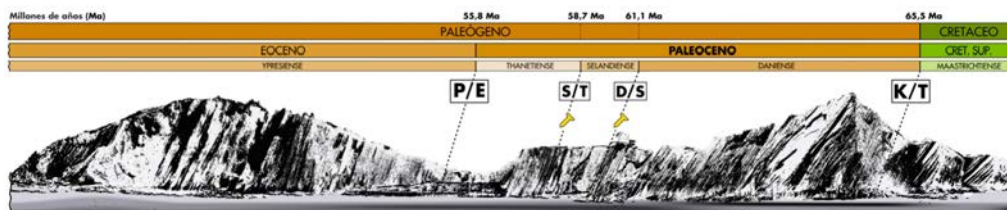


Figura 2. Esquema interpretativo de la sección de Zumaia, protegida y gestionada por el Biotopo litoral Deba Zumaia e incluida en el Geoparque de la costa Vasca. (Autor: A. Hilario)

• SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS

En los últimos años en el País Vasco ha surgido un interés por la geodiversidad por parte de entidades locales, centros de interpretación o asociaciones. También desde el ámbito científico, especialmente desde la Universidad del País Vasco, existe una preocupación por acercar el conocimiento geológico al público en general. En consecuencia, se ha consolidado un grupo conformado por distintos actores y representantes institucionales interesados en la geodiversidad.

Una de las primeras conclusiones a la que llegó el grupo de trabajo fue la necesidad de poner en común la información y proyectos existentes, iniciativas particulares o de mayor escala, así como seguir el ejemplo de otras zonas y comunidades del Estado, los cuales ya habían dado pasos importantes en la puesta en valor y desarrollo de estrategias de geodiversidad. Así, con este objeto, en mayo de 2010, se celebraron en Bilbao las *I Jornadas sobre Geodiversidad del País Vasco* (www.euskadi.net/geodibertsitatea).

Este paso supuso un avance para el diseño de una Estrategia de Geodiversidad consensuada entre el Gobierno Vasco, las tres Diputaciones Forales, y otros organismos como el ICOG, el Ente Vasco de la Energía, la Universidad del País Vasco, la Sociedad de Ciencias Aranzadi, el Museo de la Minería del País Vasco, UNESCO *etxea*, la Cátedra UNESCO sobre Desarrollo sostenible y Educación ambiental y el Museo Luberri, entre otros. Las jornadas fueron un éxito en cuanto al número de participantes y la calidad de los ponentes de reconocido prestigio que expusieron varias experiencias en el ámbito estatal, así como en cuanto al gran abanico de temas tratados (Ciencia y divulgación; Ordenación del Territorio y legislación; Educación Ambiental y Cultura; Aprovechamiento de los georrecursos; Uso público y Geoturismo).

Todas las reflexiones obtenidas se han plasmado como ejes de actuación de cara al diseño de la Estrategia de Geodiversidad del País Vasco. Como logros más importantes, cabe reseñar el establecimiento de un grupo de trabajo de personas y entidades conectado y con un compromiso firme con la geodiversidad; el conocimiento de experiencias en el País Vasco y en otras zonas; la definición de las bases para la Estrategia en el País Vasco; y una de las más importantes: el establecimiento de un compromiso público y explícito de las administraciones para trabajar a

favor del estudio, divulgación, regulación y conservación de la geodiversidad y el patrimonio geológico. Otra de las conclusiones fue la elección de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai como zona piloto para elaborar una Estrategia de Geodiversidad, para después poder afrontar con mayor conocimiento y experiencia la confección de la Estrategia de Geodiversidad para el País Vasco. Así, el Gobierno Vasco encomendó la elaboración de dicha Estrategia a la Universidad del País Vasco en colaboración con la Oficina Técnica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.

Los objetivos planteados en dicha Estrategia son:

1. Realizar un inventario de los Lugares de Interés Geológico.
2. Planificar e implementar una política institucional y un modelo de gestión integral de la geodiversidad.
3. Garantizar la conservación y la protección del patrimonio geológico y la geodiversidad.
4. Fomentar la educación y la formación para la conservación y el uso sostenible de la geodiversidad.
5. Promocionar la utilización sostenible de la geodiversidad y el fomento del geoturismo.
6. Evaluar y realizar el seguimiento de las actuaciones propuestas en la Estrategia.



Figura 3. Mapa del inventario inicial de zonas de interés geoturístico de la Comunidad Autónoma del País Vasco (Fuente: Gobierno Vasco).

El primero de los objetivos de la zona piloto ya se ha cumplido. Así, ha sido posible inventariar 52 Lugares de Interés Geológico (LIGs) dentro de la zona piloto. También, la metodología de trabajo propuesta en la zona piloto servirá para la confección del inventario del País Vasco que probablemente, se realizará durante los próximos años.

Paralelamente, el Gobierno Vasco está trabajando en la definición de la Red de Geoturismo del País Vasco. Así, se ha realizado un inventario de más de 100 Lugares de Interés Geoturístico agrupados en una red de 15 Geozonas (Fig. 3), cuya combinación representa la práctica totalidad del patrimonio del País Vasco.

• CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta lo expresado se puede concluir que en el País Vasco existe un compromiso fuerte con la geodiversidad. La sociedad y sus administraciones gestoras valoran cada vez más su patrimonio geológico como bien cultural y educativo e incluso, como motor de desarrollo rural.

Asimismo, es posible asegurar que existe una voluntad y predisposición de los actores y entidades significativos de trabajar a favor de la promoción de la geodiversidad y que existen iniciativas locales de éxito que necesariamente deben ser articuladas desde un punto de vista integrador y global.

Por lo tanto, se ha estimado necesaria la implementación de una Estrategia de Geodiversidad para el País Vasco la cual ha comenzado sus primeros pasos aunque, obviamente, tiene mucho camino por recorrer. Este camino tiene que construirse sobre unos pilares firmes que deben ser la realización de un inventario debidamente contrastado, la implementación de políticas de geoconservación y divulgación y la adecuación de la legislación existente.

Los resultados de la experiencia realizada en la zona piloto están siendo exitosos y van a servir de base para la correcta aplicación de la Estrategia de Geodiversidad en el País Vasco.

• REFERENCIAS

Adán de Yarza, R. 1885. *Descripción física y geológica de la provincia de Álava*. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España, Madrid, 1-176.

DFA 1995. *Álava desde la Carretera*. Diputación Foral de Araba, Vitoria-Gasteiz, 1-151

DFB 1990. *Puntos de interés geológico de Bizkaia*. Diputación Foral de Bizkaia, Bilbao, 1-270.

DFG 1991. *Puntos de interés geológico de Gipuzkoa*. Diputación Foral de Gipuzkoa, Donostia-San Sebastián, 1-167.

EVE/EEE 2002a. *Mapa de rocas y minerales del País Vasco*. Bilbao, 1-209.

EVE/EEE 2002b. *Mapa geológico del País Vasco*. 1:25.000. Ente Vasco de la Energía/Euskal Energía Erakundea, Bilbao, 1-486.

Gómez-Tejedor, J. 1980. *Geología de la costa vizcaína*. Colección de temas vizcaínos. Caja de Ahorros Municipal de Vizcaya, 67-68, Bilbao, 1-111.

Gómez-Tejedor, J. 1983. *Estudios de Geología Regional en Vizcaya anteriores al siglo XX*. Tesis doctoral 133/83. Universidad Complutense de Madrid, Inédita, 1-649.

Vera, J.A. (Ed.). 2004. *Geología de España*. SGE-IGME, Madrid, 1-890.

APLICACIÓN DE LOS MODELOS DIGITALES DEL TERRENO A LA IDENTIFICACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO EN LA LLANURA ALUVIAL DEL RÍO GUADALQUIVIR

Use of digital elevation models to identify Sites of Geological Interest in the alluvial plain of the Guadalquivir River (Andalusia)

Moral, F.¹, Balanyá, J.C.¹, Rodríguez-Rodríguez, M.¹, Expósito, I.¹ y Díaz-Azpiroz, M.¹

¹Departamento de Sistemas físicos, químicos y naturales. Facultad de Ciencias experimentales. Carretera de Utrera pk 1. 41013 Sevilla. fmormar@upo.es, jcbalron@upo.es, mrodrod@upo.es, iexpram@upo.es, mdiazazp@upo.es

Palabras clave: MDT, formas aluviales, patrimonio geológico, Guadalquivir.

• INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la Geología ha contado con una escasa notoriedad social e incluso, sorprendentemente, ha sido considerada una ciencia “menor” en determinados ámbitos académicos. La situación de la enseñanza de la Geología en Secundaria, con un *currículum* pobre en contenidos geológicos, mal secuenciados y con pocos geólogos dedicados a la docencia, no parece invitar al optimismo. Así, el espectacular descenso del número de estudiantes matriculados en los estudios universitarios de Geología ha sido relacionado con esta situación (Olías *et al.*, 2008).

No obstante, la creciente preocupación social por cuestiones relacionadas con la explotación de los recursos naturales, el cambio climático o la protección del patrimonio natural puede ser el detonante de un profundo cambio en la percepción pública, en la investigación y en la enseñanza de la Geología. De hecho, en la reunión celebrada por La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en 2005 se concluyó que las investigaciones sobre el Sistema Tierra representan una de las tres principales líneas de desarrollo científico para las que se espera una mayor repercusión social en los próximos años (Gutiérrez-Marco, 2005).

Es importante, por tanto, que los geólogos asuman un papel más activo ante la sociedad en la promoción, difusión y percepción positiva de la Geología y las ciencias vinculadas a ella y, en este sentido, la puesta en valor del patrimonio geológico y sus posibilidades educativas, turísticas y científicas representa una excelente oportunidad.

En los últimos años, en España se han producido importantes avances en relación con el estudio, la valoración y la conservación del patrimonio geológico (Durán *et al.*, 2005). En el caso de Andalucía, cabe destacar la “Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad” y el “Inventario Andaluz de Georrecursos” (Junta de Andalucía, 2010). Los 588 puntos inventariados se concentran en algunas áreas de la Cordillera Bética y en el litoral atlántico, especialmente en los espacios protegidos. En cambio, la Depresión del Guadalquivir cuenta con la menor densidad, atribuible a la escasez de buenos puntos de observación, tanto a escala de afloramiento como panorámicos, puesto que predominan los materiales detríticos blandos, los relieves bajos y de débil pendiente, y los usos casi exclusivamente agrícolas.

El uso de nuevas herramientas informáticas incluidas en el Modelo Digital del Terreno de Andalucía (Junta de Andalucía, 2005), como los mapas de pendientes, ha permitido catalogar una gran variedad de formas fluviales de interés geológico asociadas a los depósitos aluviales del Guadalquivir que, probablemente, hubiesen sido identificadas con mucha mayor dificultad mediante las técnicas tradicionales de observación geomorfológica.

• CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA LLANURA ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR

El relleno de la cuenca sedimentaria marina del Guadalquivir se inició hace algo más de 10 Ma a partir de los materiales procedentes de la erosión de los relieves de Sierra Morena y de la Cordillera Bética, estos últimos en constante elevación por lo que, además, se emplazaron materiales más o menos alóctonos a consecuencia de los procesos tectónicos. Tras una etapa de regresión marina, durante el Cuaternario se produce el depósito de materiales aluviales en relación con la dinámica del río Guadalquivir. Se trata de un conjunto muy heterogéneo formado por depósitos de grano grueso, asociados al cauce principal, constituidos por guijarros y gravas con una matriz de arena y gravilla e intercalaciones de arenas gruesas, y depósitos de llanura de

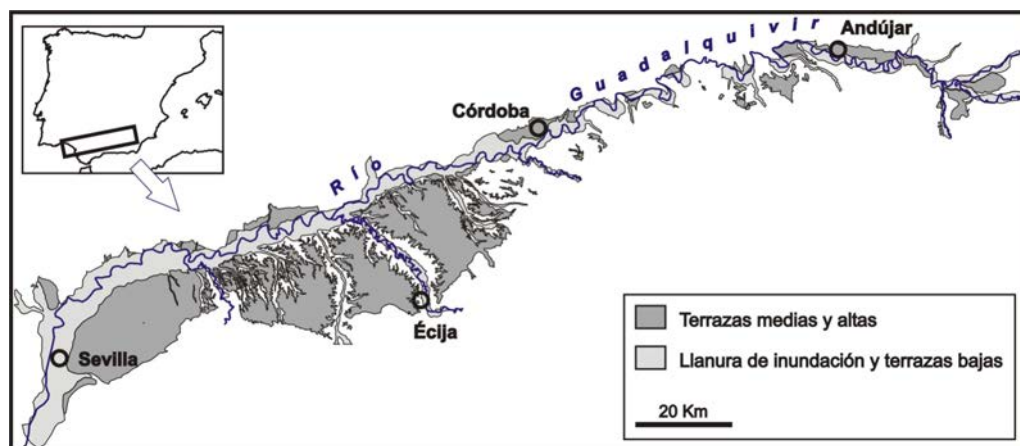


Figura 1. Mapa geológico del aluvial del río Guadalquivir.

inundación constituidos por arenas finas y limos.

Estos materiales se encuentran en la actual llanura de inundación y en un extenso sistema de terrazas que aflora preferentemente en la margen izquierda del Guadalquivir, desde las proximidades de Mengíbar (Jaén) hasta aguas abajo de la ciudad de Sevilla, aunque los afloramientos de mayor continuidad y extensión se encuentran en el sector occidental (Fig. 1).

Ha sido identificada una secuencia constituida por 14 terrazas, las más altas situadas a unos 200 m por encima de la actual llanura de inundación. El estudio de yacimientos paleolíticos y el análisis de datos paleomagnéticos permiten atribuir al Pleistoceno inferior (1.6-1.1 Ma) las cuatro terrazas más altas y antiguas (Baena y Díaz del Olmo, 1994).

El origen del sistema de terrazas debe de relacionarse con un proceso de levantamiento tectónico simultáneo a una alternancia de subidas y bajadas del nivel del mar, originadas por la sucesión de periodos glaciares e interglaciares del Cuaternario. Por otro lado, la disposición de las terrazas permite deducir que, en su tramo inferior, el río Guadalquivir está migrando hacia el norte y oeste, a medida que excava su valle.

La composición de los cantos, fundamentalmente de naturaleza cuarcítica, indica que la fuente de estos depósitos sedimentarios son los materiales paleozoicos de Sierra Morena. La reciente excavación del valle explicaría la localización aparentemente paradójica de los aluviones que constituyen las terrazas en relación con las rocas de las que proceden.

• IDENTIFICACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO

La llanura aluvial del Guadalquivir ocupa aproximadamente el 3% del territorio andaluz, aunque su población (cerca de 1 500 000 habitantes) representa más del 15% del total. A pesar del elevado potencial educativo de estos materiales geológicos, puesto que se trata de un territorio densamente poblado, el inventario andaluz de georrecursos tan solo incluye cuatro puntos en dichos materiales: meandro de la Rivera de Huelva, paleocanal de la Cuesta del Espino, meandro encajado de Montoro, y meandros y terrazas de Andújar.

Probablemente el principal motivo de esta aparente falta de interés por el patrimonio geológico de los terrenos aluviales esté relacionado con la escasez de buenos puntos de observación y de trabajos científicos referidos a la geología de la zona.

La aparición del Modelo Digital del Terreno de Andalucía (Junta de Andalucía, 2005), con potentes herramientas para el análisis del territorio como los perfiles topográficos, los mapas de pendientes o los mapas de curvas de nivel, permite localizar rasgos geomorfológicos, en este caso de carácter fluvial, que hasta la fecha habían pasado desapercibidos.

El estudio geomorfológico de la llanura aluvial del Guadalquivir ha puesto de manifiesto la gran

diversidad de formas y procesos aluviales que han actuado a lo largo del Cuaternario. Entre los puntos de mayor interés identificados se pueden citar:

- Sistemas de terrazas en la transversal de Carmona (Fig. 2, izquierda).
- Captura fluvial del arroyo de la Higuera (Fig. 2, derecha).
- Meandro, escarpe y terraza fluviales de la Isla del Rincón-Miravalles (Fig. 3, derecha).
- Meandro encajado abandonado en Villa del Río (Fig. 3, izquierda).

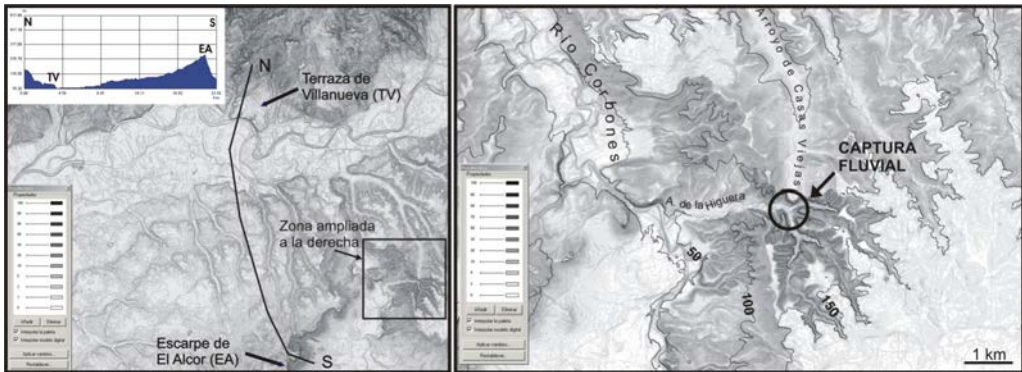


Figura 2. Mapas de pendientes. A la izquierda, sistema de terrazas de la margen izquierda del río Guadalquivir en las proximidades de Carmona (Sevilla) y, a la derecha, detalle de la captura fluvial del arroyo de la Higuera.

Del análisis de la distribución de los materiales aluviales y sus rasgos morfológicos se deduce una compleja historia geológica reciente. La posición de las terrazas más altas, entre 100 y 200 m sobre la cota del cauce, indica un levantamiento tectónico generalizado de la región. Por otra parte, la localización de las mismas, preferentemente en la margen izquierda del río Guadalquivir, permite deducir un levantamiento más acusado en la vertiente de la Cordillera Bética, lo que habría provocado la migración del cauce principal hacia el norte y, en el sector más occidental,

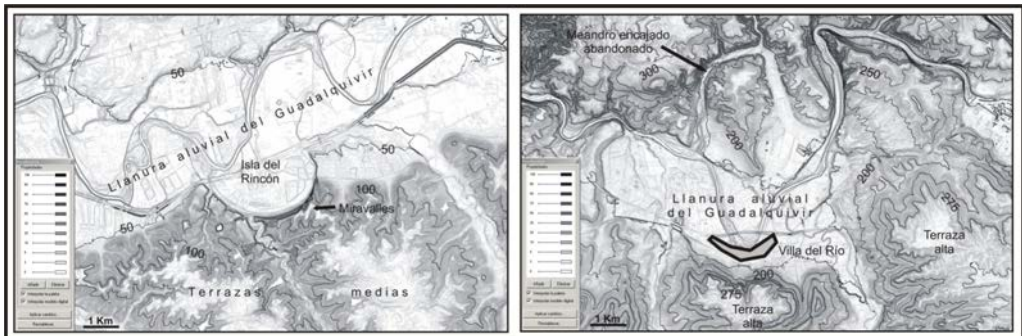


Figura 3. Mapas de pendientes. A la izquierda, escarpe existente entre la Isla del Rincón, en la llanura de inundación del Guadalquivir, y Miravalles, en las terrazas de la margen izquierda (Sevilla-Córdoba). A la derecha, meandro encajado abandonado al norte de Villa del Río (Córdoba-Jaén).

hacia el noroeste. No obstante, en la vertiente bética se aprecian levantamientos diferenciales que explicarían la captura por los afluentes del río Corbones de los cauces fluviales que circulan hacia el norte, a través de las terrazas aluviales, hasta desembocar en el río Guadalquivir.

• CONCLUSIONES

La puesta en valor del patrimonio geológico puede significar una magnífica oportunidad para la mejora del conocimiento y percepción social de la Geología y para la superación de la crisis de la enseñanza de la Geología en las distintas etapas del sistema educativo.

El uso del Modelo Digital del Terreno de Andalucía ha permitido identificar numerosos puntos de interés geomorfológico en los materiales aluviales del Guadalquivir, que incluyen terrazas aluviales, capturas fluviales o meandros encajados abandonados. La gran diversidad de formas y procesos fluviales que las originan presenta un elevado potencial educativo y turístico, ya que los afloramientos se localizan en el entorno de un área densamente poblada. También cabe señalar el alto valor científico de estos puntos de interés geológico, puesto que ponen de manifiesto la existencia de una compleja evolución geológica a lo largo del Cuaternario ligada a procesos de levantamiento tectónico diferencial y a cambios eustáticos acaecidos en los últimos periodos glaciales.

• AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por los proyectos de investigación RNM3713 y CGL2009-11384.

• REFERENCIAS

- Baena, R. y Díaz del Olmo, F. 1994. Cuaternario aluvial de la depresión del Guadalquivir: episodios geomorfológicos y cronología paleomagnética. *Geogaceta*, 15, 102-104.
- Durán, J.J., Carcavilla, L. y López-Martínez, J. 2005. Patrimonio Geológico: Una panorámica de los últimos 30 años en España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 100 (1-4), 277-287.
- Gutiérrez-Marco, J.C. 2005. ¿Sabemos divulgar la Geología que hacemos? *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 100 (1-4), 307-322.
- Junta de Andalucía 2005. *Modelo digital del terreno de Andalucía. Relieve y orografía*.
- Junta de Andalucía 2010. *Geodiversidad de Andalucía. Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad*. 1-156.
- Olías, M., Alonso, F.M. y Almodóvar, G.R. 2008. El geólogo, ¿una especie en vías de extinción? *Geo-Temas*, 10, 55-58.

EVALUACIÓN DE LA GEODIVERSIDAD EN EL MACIZO DE FUENTES CARRIONAS (CORDILLERA CANTÁBRICA)

Geodiversity assessment in the Fuentes Carrionas massif (Cantabrian Range)

Pellitero, R.¹

¹Departamento de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Pza. del Campus s/n. 47011 Valladolid. Mon@geo.uva.es

Palabras clave: Cálculo, geodiversidad, Fuentes Carrionas, Cordillera Cantábrica.

• INTRODUCCIÓN

Se presenta un mapa de geodiversidad del macizo de Fuentes Carrionas, realizado a partir de un cálculo de geodiversidad intrínseca en el que se tienen en cuenta elementos geológicos y geomorfológicos del área de estudio, cuya metodología está basada en trabajos anteriores, pero adaptada al cálculo en formato ráster. Previamente se discuten conceptos tangentes como “geodiversidad”, “patrimonio geológico” o “Lugares de Interés Geológico”. Los resultados revelan una geodiversidad mayor en los circos glaciares más altos del macizo, así como en los fondos de valle en los que existen formaciones y estructuras variadas. Por último se propone como lugares susceptibles de una mayor protección en función de su geodiversidad los circos glaciares más altos del macizo.

• EVALUACIÓN DE LA GEODIVERSIDAD

El estudio del patrimonio geológico y geomorfológico ha evolucionado mucho en los últimos años, surgiendo varios criterios y métodos de evaluación del mismo. Ello contrasta de manera frontal con el estudio de la geodiversidad, aspecto complementario al del patrimonio, aunque no menos importante, ya que describe el interés geológico de una determinada región (Carcavilla *et al.*, 2007). A pesar de ser una “marca” cada vez más profusamente utilizada en gran cantidad de publicaciones, congresos, informes o reclamos turísticos, los estudios metodológicos sobre la geodiversidad se reducen a un puñado de propuestas de estimación de la misma, la mayoría de las cuales no han sido aplicadas de manera sistemática. De hecho algunos científicos han considerado que la geodiversidad solo puede entenderse como sinónimo de patrimonio

geológico y Lugares de Interés Geológico (LIGs), como se desprende de las críticas de Lugon (2005) al libro *Geodiversity* de Gray (2004), alimentadas principalmente por la falta de una metodología de estudio en este primer manual escrito sobre el asunto, o de los más recientes artículos de Panizza (2009) y Ruban (2010). Ello lleva a usos redundantes de la palabra geodiversidad, ya que muchos trabajos incluyen la citada “marca” (Bruschi, 2007; Kiernan, 2010), cuando bien podrían haber cambiado la palabra “geodiversidad” por “patrimonio geológico”, “patrimonio geomorfológico”, “Geología” o “Geomorfología”. En nuestra opinión la geodiversidad es un atributo que afecta a todo el continuo territorial y que por tanto no puede limitarse a ciertos puntos de interés, cuyo objetivo final es, junto a la biodiversidad, componer la diversidad natural de un territorio (Pellitero *et al.*, 2010). A pesar de ser un concepto relativamente oscuro, la geodiversidad ha sido incluida como objeto a preservar en la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad.

El único aspecto de la geodiversidad del que se ha reflexionado profundamente es su definición. Existen un buen número de ellas, que básicamente pueden resumirse en la variedad de elementos, procesos y sistemas geológicos, geomorfológicos y edáficos existentes en una superficie (Sharples, 2002). A estos elementos algunos autores añaden los elementos hidrológicos (Gray, 2004; Kozłowski, 2004; Serrano y Ruiz-Flaño, 2007), suelos (Gray, 2004; Serrano y Ruiz-Flaño, 2007) o incluso la atmósfera (Kozłowski, 2004).

De entre las metodologías propuestas para la evaluación de la geodiversidad caben destacar la de Carcavilla *et al.* (2007) y la de Serrano y Ruiz-Flaño (2007, 2009), ambas muy similares y aplicables a escalas regionales y locales o el interesante estudio sobre variedad edáfica realizado por Saldaña e Ibáñez (2004), el cual usa el Índice de Diversidad de Shannon. Todas las citadas son metodologías directas, es decir, calculan la geodiversidad a partir de fórmulas que solamente computan los elementos componentes de la geodiversidad. A escala nacional el trabajo sobre geodiversidad de la Península Ibérica de Benito-Calvo *et al.* (2009) o sobre Polonia de Kozłowski (2004) utilizan métodos indirectos, ya que obtienen un índice de geodiversidad a partir del análisis de factores que influyen en la geodiversidad, tales como la rugosidad, el clima o la altitud.

• OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es evaluar la “geodiversidad intrínseca” del área de estudio (Sharples, 2002; Carcavilla *et al.*, 2007), la que poseen los elementos por sí mismos dentro de un territorio. Esto significa que los resultados persiguen el objetivo de comparar los espacios únicamente dentro del territorio dado y que no hemos introducido ningún factor de ponderación de los elementos analizados. Se incluyen elementos geológicos y sobre todo geomorfológicos, obviando algunos valores geológicos (yacimientos fosilíferos o minerales) y los suelos, de los cuales no se tiene información suficiente, pero que en todo caso podrán ser añadidos al cómputo final una vez cartografiados.

El área de estudio es el macizo de Fuentes Carrionas. Este comprende las alineaciones

montañosas en el límite entre León, Palencia y Cantabria, cuyos límites son el valle del Esla al oeste, el río Carrión al sur y al este, y los valles cántabros de Riofrío y Quiviesa al norte, con una extensión de 157 km². Se trata de un conjunto montañoso con las mayores cumbres de la Cordillera Cantábrica fuera de los Picos de Europa. Además de un gradiente altitudinal considerable, desde los menos de 1000 m de altitud de los valles cántabros hasta los 2536 m de Peña Prieta, el macizo de Fuentes Carrionas posee una gran variedad de afloramientos rocosos. Existen cumbres y valles labrados en calizas, conglomerados, granodioritas, cuarcitas, lutitas, pizarras o areniscas. La altitud de una parte importante del macizo hizo que existieran durante el Cuaternario glaciares que labraron las crestas y los valles, dejando depósitos morrénicos desde los 1200 hasta los 2300 m de altitud en todas las orientaciones. De manera sincrónica a los glaciares, y progresivamente más altas a medida que el clima se suavizaba durante el Holoceno, aparecieron formas de origen periglacial, tales como campos y corrientes de bloques, taludes de derrubios, glaciares rocosos, *protalus lobes*, suelos estructurados o lóbulos de geliflucción. Inmediatamente posterior a la retirada de los glaciares las laderas de los valles experimentaron una etapa de inestabilidad paraglaciar que se tradujo en deslizamientos y desprendimientos, algunos aún hoy activos. Las cubetas glaciares se inundaron, creando lagunas, algunas de las cuales existen actualmente, y más tarde se rellenaron de sedimentos, creando turberas y

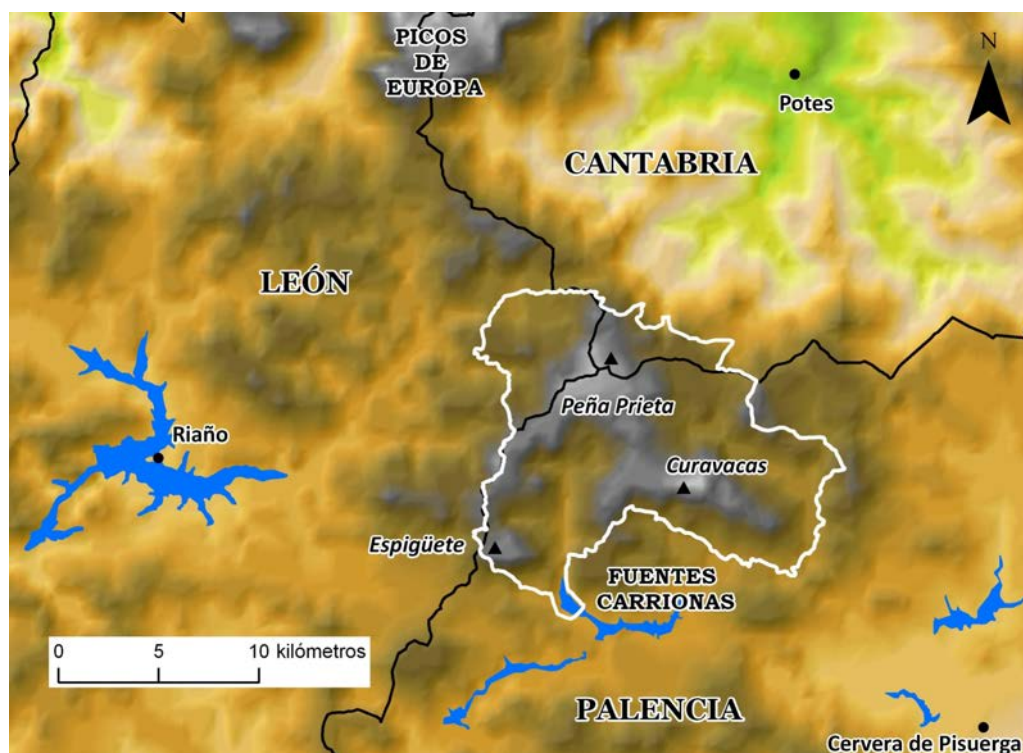


Figura1. Situación y límites del área de estudio.

complejos de obturación glaciaria colmatados. El aporte de sedimentos a los cauces fluviales se tradujo en la formación de abanicos y terrazas fluviales en los fondos de valles. Actualmente los procesos periglaciares y nivales son aún activos en las laderas y cumbres más altas, mientras que la labor erosiva y de reubicación de sedimentos por parte de los ríos y arroyos sigue activa, a veces en forma de complejos kársticos.

Todo ello dibuja un territorio de una gran geodiversidad la cual, sin embargo, ni se distribuye uniformemente, ni carece de impactos potenciales que la amenacen, a pesar de tratarse de un espacio amparado por distintas figuras de protección natural. Es, por tanto, útil un cálculo de la geodiversidad que determine aquellos lugares más valiosos desde este punto de vista.

• METODOLOGÍA

El primer paso a la hora de realizar un estudio sobre geodiversidad es doble, ya que hay que definir (Carcavilla *et al.*, 2007):

- El espacio objeto de estudio.
- Los elementos que van a ser considerados.

Mi experiencia, avalada por las indicaciones de Serrano y Ruiz-Flaño (2007) o Hyort y Louto (2010), indica que hay que añadir un tercer elemento: la escala. Esta es un elemento central en el estudio de la geodiversidad, ya que al aumentar la escala podremos abarcar elementos (formas de relieve, procesos geomorfológicos, fósiles, afloramientos rocosos) cada vez con más exactitud. Es por ello que dos estudios realizados a diferentes escalas no pueden ser comparados, ya que incluyen diferentes elementos. En la presente contribución se ha seleccionado una escala (tamaño de píxel) de 1 ha.

En el cálculo de la geodiversidad se han tenido en cuenta, siguiendo a Serrano y Ruiz-Flaño (2007), los siguientes parámetros:

- Geología: unidades litoestratigráficas, estructuras, tectónica (fallas, plegamientos y cabalgamientos) tomadas del 1:50 000 y de los estudios geológicos de la zona, en especial el de Rodríguez (1994).
- Geomorfología (trabajo de campo): formas erosivas y de acumulación, depósitos y sistemas morfogénicos activos (los sistemas heredados no se contemplan, ya que estos se observan a través de las formas).
- Hidrología: ríos, arroyos y fuentes, tomados de mapas 1:10 000, 1:25 000 y trabajo de campo.

En total se han considerado 147 elementos o clases, para cada uno de los cuales se ha creado un ráster con un píxel de 1 ha, escala que se fijó previamente como objetivo y que se ha ido respetando en todo el proceso. La herramienta a utilizar en el procesamiento ráster ha de computar el número de clases presentes por píxel, para ello se ha elegido la herramienta Diversity en ArcGIS 9.3. El índice de rugosidad (*roughness*) fue introducido por Serrano y Ruiz-Flaño (2007) en el cómputo de geodiversidad con la idea de que los lugares con una mayor variedad de

pendientes y orientaciones poseen condiciones para una mayor geodiversidad, ya que los procesos son diferenciados, acelerados o frenados en función de estos dos parámetros. Para el cálculo de la rugosidad hemos seguido el método del coeficiente de dispersión de vectores, o factor de rugosidad topográfica, utilizado tanto por Hyort y Louto (2010) como por Benito-Calvo *et al.* (2009). Los resultados de relación espacial entre la geodiversidad y la rugosidad ofrecen una correlación muy poco significativa entre ambas variables (-0,002, con una significatividad de 0,784) pudiendo concluirse que estadísticamente ambas variables son independientes.

• RESULTADOS

Los resultados de geodiversidad varían entre 15 elementos por hectárea en los lugares más geodiversos y hasta 2 en los menos. Para que el mapa final sea más legible hemos agrupado los resultados en cuatro clases de geodiversidad: muy alta (12 a 15 elementos por píxel), alta (9 a 11), media (6 a 8) y baja (2 a 5). El análisis visual de los resultados nos confirma que existen dos tipos de entornos con una geodiversidad alta y muy alta:

- Las cumbres, laderas y valles más altos del área de estudio. En especial los circos glaciares más altos y con orientaciones septentrionales como los del Vés, los Altares, Curavacas, Espigüete, Hoyos de Vargas o Lomas. Estos poseen una geodiversidad muy alta debido a la combinación de formas heredadas glaciares (circos, umbrales, artesas y lagos glaciares, morrenas frontales y laterales, depósitos de *till*), periglaciares (glaciares rocosos, taludes de derrubios, mantos de soliflucción, terracillas y derrubios escalonados) y paraglaciares (desprendimientos y deslizamientos) con procesos activos nivales (morrenas de nevero, canales y conos de aludes), periglaciares (mantos de soliflucción activos, crioclastia, permafrost posible), fluviales (erosión torrencial) y gravitacionales (desprendimientos y flujos de derrubios).

Los entornos con una tectónica compleja: pliegues apretados, fallas y cabalgamientos, variedad de afloramientos y estructuras. Se encuentran en las áreas cuyo sustrato está compuesto por las estructuras de las llamadas Unidades Palentinas (Rodríguez, 1994). Dichos lugares son el extremo noreste del área de estudio, en los cabalgamientos de Riofrío, donde además se unen los procesos activos de erosión y sedimentación fluvial y la herencia glaciar; el extremo este, en el entorno de Santa Marina, donde se repite dicha circunstancia; y sobre todo en el valle de Cardaño al noreste del Espigüete, el entorno de mayor complicación tectónica de todo el área de estudio.

Los fondos de valle suelen presentar valores medio-altos, debido a la abundancia de elementos hidrológicos (ríos, arroyos y fuentes, que también constituyen un sistema morfogenético activo), además de formas y depósitos aluviales (abanicos aluviales), fluviales (terrazas, meandros abandonados) o glaciares (depósitos de *till*, terrazas fluvioglaciares o morrenas). En aquellos valles labrados a favor de fallas, o en los que existen estructuras tales como ejes anticlinales, sinclinales o cabalgamientos, los valores son siempre altos.

Por último, los entornos de una geodiversidad intrínseca media-baja dentro del macizo de

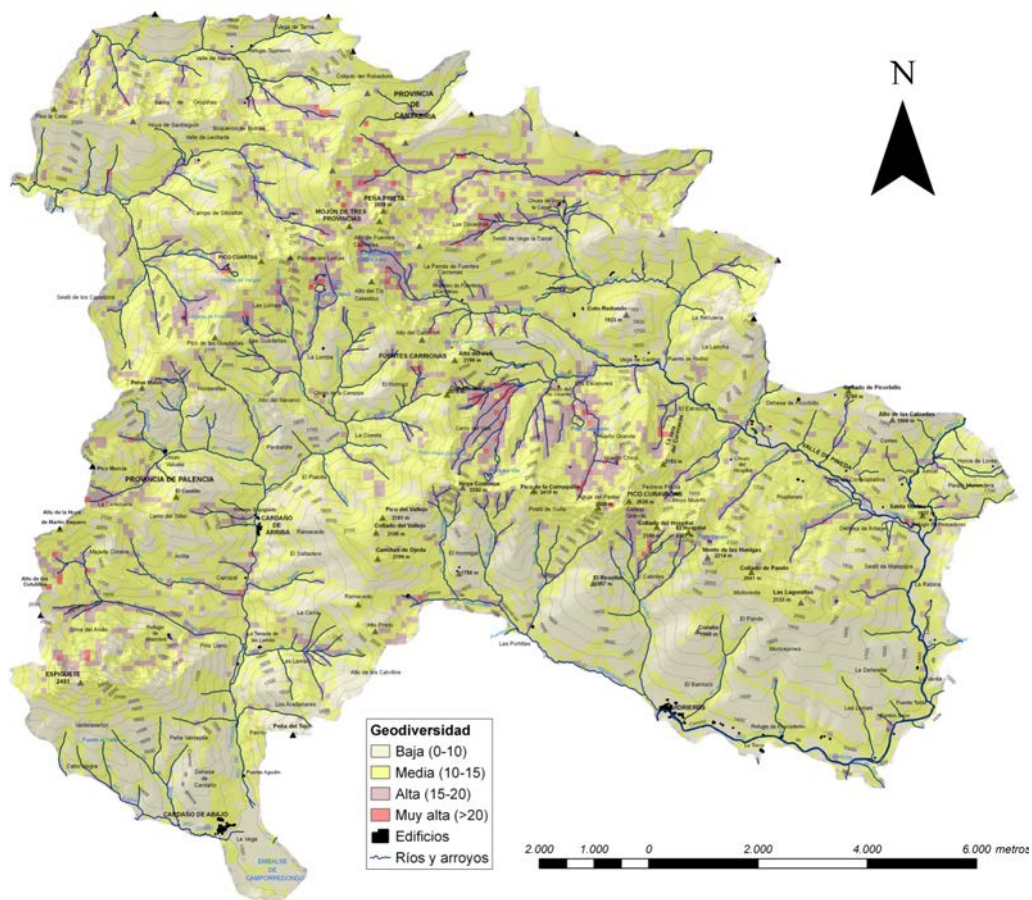


Figura 2. Mapa de geodiversidad de Fuentes Carrionas.

Fuentes Carrionas son las laderas regularizadas, en especial aquellas de orientación sur y oeste, que nunca han sido glaciadas. Si a la ausencia de formas reconocibles o depósitos destacables unimos la uniformidad litológica y estructural de áreas como el sinclinal de Lechada, al norte de El Castillo, los afloramientos cuarcíticos de la ladera sur del pico Lagunillas, o la falda meridional del Espigüete, encontraremos los lugares de menor geodiversidad de todo el área de estudio.

• CONCLUSIONES

La geodiversidad es un elemento hasta ahora escasamente valorado en la gestión ambiental, supeditado y con frecuencia confundido con conceptos tangentes tales como patrimonio

geológico o Lugares de Interés Geológico. En mi opinión la geodiversidad no debiera considerarse como un elemento a usar como reclamo turístico o “marca de calidad”, para lo cual existen los mencionados conceptos, sino como una herramienta de protección de la variedad geológica, geomorfológica y edafológica de un territorio. En este sentido, el cálculo de geodiversidad consigue resumir todos los elementos del complejo abiótico en un solo valor, accesible para gestores ajenos a las Ciencias de la Tierra.

La fórmula utilizada ha resultado de la integración de varios trabajos sobre geodiversidad y demuestra ser útil para estudios cuyo objetivo sea comparar espacios dentro del área tratada. El índice de rugosidad, utilizado por Serrano y Ruiz-Flaño (2007), posee una nula relación estadística con la geodiversidad, por lo que desde el punto de vista matemático debería ser suprimido de la fórmula, aunque el razonamiento lógico de su inclusión sea acertado.

El mapa de geodiversidad intrínseca del macizo de Fuentes Carrionas demuestra que los entornos de mayor geodiversidad coinciden con las cumbres y circos glaciares, preferentemente aquellos de orientación norte. Dichos espacios deberían ser recogidos en alguna figura de protección especial. Por otro lado la inclusión de elementos litológicos, tectónicos y estructurales en el cómputo de la geodiversidad tiene como resultado la puesta en valor de entornos geodiversos en función únicamente de estructuras profundas, que no son susceptibles de verse amenazadas por la acción antrópica.

• AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha contado con la financiación del Programa FPU del Ministerio de Educación y de los proyectos CRYOMONT (CGL-2010-19729) del Ministerio de Innovación, y “Geodiversidad, Lugares de Interés Geomorfológico y gestión ambiental en el parque natural de Valderejo y sierra de Arkamo” (UNESCO09/05).

• REFERENCIAS

Benito-Calvo A., Pérez-González, A., Magri, O. y Meza, P. 2009. Assessing regional geodiversity: the Iberian Peninsula. *Earth Surface Processes and Landforms*, 34 (10), 1433-1445.

Bruschi, V.M. 2007. *Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad*. Tesis Doctoral, Universidad de Cantabria, 1-355.

Carcavilla, L., López, J. y Durán, J.J. 2007. *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. ISBN 84-7840-710-1.

Gray, M. 2004. *Geodiversity. Valuing and conserving abiotic nature*. Chichester, John Wiley &

- Sons, Ed. 1-434. ISBN 978-0-470-84896-8.
- Hyort, J. y Louto, M. 2010. Geodiversity of high-latitude landscapes in northern Finland. *Geomorphology*, 115, 109-116.
- IGME 2009. *Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)* (<http://www.igme.es/internet/patrimonio/novedades/METODOLOGIA%20IELIG%20V12.pdf>)
- Kiernan, K. 2010. Human Impacts on Geodiversity and Associated Natural Values of Bedrock Hills in the Mekong Delta. *Geoheritage*, 2, 101-122.
- Kozłowski, S. 2004. Geodiversity. The concept and scope of Geodiversity. *Polish Geological Review (Przegląd Geologiczny)*, 52 (8-2), 833-839.
- Panizza, M. 2009. The Geomorphodiversity of the Dolomites (Italy): A Key of Geoheritage Assessment. *Geoheritage*, 1, 33-42.
- Pellitero, R., González-Amuchastegui, M.J., Ruiz-Flaño, P. y Serrano, E. 2010. Geodiversity and Geomorphosite Assessment Applied to a Natural Protected Area: the Ebro and Rudron Gorges Natural Park (Spain). *Geoheritage*, DOI: 10.1007/s12371-010-0022-9.
- Rodríguez, L.R. 1994. *La estratigrafía del Paleozoico y la estructura de la región de Fuentes Carrionas y áreas adyacentes (Cordillera Herciniana, N.O. de España)*. Serie Nova Terra, Laboratorio Xeolóxico de Laxe, A Coruña. ISBN 84-7492-709-9.
- Ruban, D.A. 2010. Quantification of geodiversity and its loss. *Proceedings of the Geologists' Association*, 121, 326-333.
- Saldaña, A. e Ibáñez, J.J. 2004. Pedodiversity analysis at large scales: an example of three fluvial terraces of the Henares River (central Spain). *Geomorphology*, 62, 123-138.
- Serrano, E. y Ruiz-Flaño, P. 2007. Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tiermes Caracena (Soria). *Boletín de la A.G.E.*, 47, 79-98.
- Serrano, E. y Ruiz-Flaño, P. 2009. Geomorphosites and Geodiversity. En: *Geomorphosites* (E. Reynard y otros, Eds.) Verlag Pfeil, Munich, 51-63.
- Sharples, C. 2002. *Concepts and principles of Geoconservation*. Tasmanian Parks & Wildlife Service. ([Http://www.dpiw.tas.gov.au/internnsf/Attachments/SJON-57W3YM/\\$FILE/geoconservation.pdf](http://www.dpiw.tas.gov.au/internnsf/Attachments/SJON-57W3YM/$FILE/geoconservation.pdf)).

GEODINAMIZACIÓN: MÁS QUE UNA PROPUESTA DE PROYECTO

GEODINAMIZACION: more than a project proposal

Pereira, D.¹, Neves, L.², Vegas Salamanca, J.³, Gomes, E.⁴ y Fernández Delgado, J.M.⁵

¹Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca. Pza. de los Caídos, s/n. 37008 Salamanca. mdp@usal.es

²Departamento de Ciências da Terra. Largo Marquês do Pombal. 3000-272 Coimbra, Portugal. luisneves@fct.uc.pt

³Área de Patrimonio Geológico-Minero. Instituto Geológico y Minero de España. C/ Ríos Rosas 23. 28003 Madrid. j.vegas@igme.es

⁴Departamento de Geologia, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal. mgomes@utad.pt

⁵Centro de Información Territorial. Junta de Castilla y León. C/ Rigoberto Cortejoso 14. 47014 Valladolid. Ferdeljo@jcyll.es

Palabras clave: Patrimonio geológico, dinamización socioeconómica, Geoparque, cooperación internacional, Arribes del Duero.

• INTRODUCCIÓN

En marzo de 2010, un grupo de investigadoras e investigadores de diversas instituciones de España y Portugal acudimos al Seminario Transfronterizo convocado para preparar la segunda convocatoria del Programa Operativo de Cooperación España-Portugal (POCTEP). Allí surgió la idea de solicitar una propuesta de proyecto transversal para estudiar un espacio que durante mucho tiempo ha sido objeto de numerosas actuaciones, sin que estas hayan sido capaces de lograr el objetivo último: la dinamización permanente de una zona que se encuentra en estado de abandono continuo por su población, con la consiguiente pérdida de los valores culturales y patrimoniales que allí residen.

En mayo de 2010 se había consolidado un equipo formado por más de cuarenta personas y sus representantes presentaron la solicitud de la candidatura a la Secretaría Técnica Conjunta del POCTEP. En marzo de 2011 nuestra solicitud fue denegada, alegando que *“no se justifica plenamente la pertinencia del proyecto en relación a los objetivos del POCTEP, especialmente considerando el trabajo ya existente y con un partenariado con escaso grado de cooperación transfronteriza en el desarrollo conjunto de las acciones propuestas”*. Independientemente de la pertinencia de esta afirmación, con la que evidentemente no podíamos estar más en desacuerdo, en este trabajo pretendemos resumir las principales características del proyecto presentado, con el objetivo de difundir nuestra experiencia y animar a otros equipos a intentar propuestas similares. De todo se aprende y mejor si el disgusto es en carne ajena.

• ZONA PROPUESTA DE ESTUDIO

La zona que se propuso para el estudio abarca los Parques Naturales de Arribes del Duero-Douro Internacional y la zona de influencia de ambos Espacios Naturales (Fig. 1). Esta zona de influencia ha sido seleccionada por su riqueza en patrimonio natural y cultural, con el fin de enlazar rutas que pasen por los Parques Naturales, para conseguir una dinamización económica en una zona más extensa que no se ciña a ellos. El área está dividida prácticamente en dos mitades por el río Duero y limita al norte con la Sierra de la Culebra, al sur con el Abadengo y la Serra de Marofa, al este con el campo de Vitigudino y al oeste con la Serra do Mogadouro.

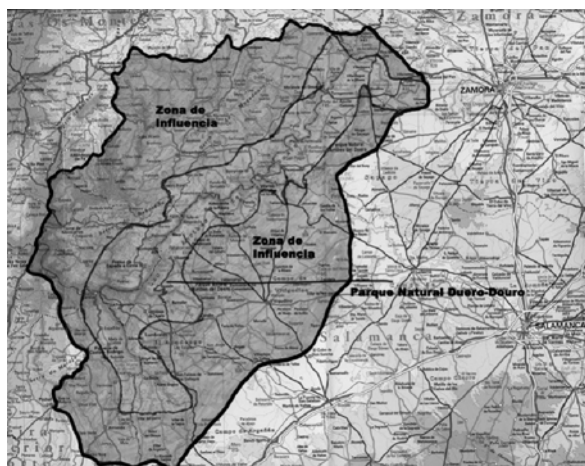


Figura 1. Zona propuesta para el estudio

Los socios que elaboraron el proyecto habían participado previamente en proyectos transfronterizos, cuentan con abundante experiencia en numerosas actuaciones en el área de estudio y su entorno, y conocen los recursos naturales y culturales de la zona, que pueden aprovecharse como atractivo turístico para su recuperación con el fin de reducir o hacer reversible su despoblación.

Las características de la zona propuesta son adecuadas para enmarcar en ella un Geoparque, herramienta de "dinamización socioeconómica" que proponíamos en este proyecto. Se trata de una región transfronteriza con características geológicas comunes, en las que el río Duero es el eje conductor. Se proponían acciones para dinamizar de manera transversal las actividades turísticas y científicas a ambos lados de la frontera puesto que, gracias a esta disposición geográfica del territorio, se puede realizar una evaluación conjunta y hacer comparaciones directas del funcionamiento de la gestión y la cooperación de las instituciones de las dos partes implicadas.

El área geográfica escogida está dividida prácticamente en dos mitades por el río Duero-Douro, donde las características geológicas, paisajísticas y humanas deberían ser especulares por los condicionantes fisiográficos. En este proyecto se pretendían comparar estos valores en función

de sus realidades económicas y demográficas, así como la predisposición similar a riesgos naturales, antrópicos y tecnológicos, y los sistemas de gestión que están protocolizados en ambas partes.

Las relaciones culturales, geológicas y paisajísticas entre la zona de Las Arribes del Duero españolas y su imagen simétrica portuguesa, reflejada en el río Duero que las separa, son al mismo tiempo entrañables y distantes para ambas regiones. Uno de los problemas fundamentales es la diferente perspectiva que se tiene a ambos lados de la raya: mientras que del lado hispano se piensa que el lado portugués es el que mejor gestiona sus posibilidades, del lado luso piensan lo contrario (Fig. 2).



...este cartoon foi criado para o número um do CONTRABANDO pelo conceituado caricaturista português Rui Pimentel

Figura 2. Perspectiva lusa de la situación transfronteriza. Caricatura elaborada por Rui Pimentel para la Revista Contrabando, en su número de Enero (2010).

La participación de algunos de los miembros del equipo POCTEP en la iniciativa comunitaria INTERREG III, culminó con la materialización de los resultados que incidían sobre todo en el diagnóstico del valor del patrimonio natural del territorio de frontera. Este proyecto POCTEP pretendía ser la puesta en escena de cooperación entre ambos lados para identificar y resolver los problemas que la zona está sufriendo debido, sobre todo, al abandono sistemático de la población pero también a la falsa idea de que la denominación de Parque Natural (del Duero y Douro Internacional) haya dado lugar a una serie de restricciones que perjudican su promoción. Hay que presentar la realidad del entorno tal como es. Los aspectos geomorfológicos, superficies erosivas sobre el zócalo Varisco y el encajamiento del río Duero sobre diferentes materiales geológicos contribuyen a un paisaje natural singular a lo largo de Arribes del Duero-Douro Internacional. Además, el microclima de la zona hace que los paisajes antrópicos tengan una alta calidad, resultando muy atractivos, de manera que en la actualidad se producen numerosas visitas solo para contemplar este aspecto. La solicitud y futura concesión de la figura de Geoparque Europeo a la zona sería de gran ayuda para la dinamización de la misma, dado que entre las líneas prioritarias de actuación de los Geoparques están: contribuir al desarrollo

sostenible social, económico y cultural del territorio; desarrollar programas de educación y divulgación orientados al gran público, centrados en las Ciencias de la Tierra y su relación con el medio ambiente; y participar activamente en la cooperación multicultural para mantener la diversidad del patrimonio natural, social y cultural.

Justificábamos este proyecto basándonos en los numerosos puntos débiles encontrados en la zona: la falta de formación profesional en áreas especializadas, la falta de señalización de los recursos (Eusébio, 2006), el inicio de la desertificación por causa del abandono de las tierras (Pereira *et al.*, 2010 y referencias allí citadas), y el desconocimiento de la zona por parte del mercado turístico nacional e internacional. La herramienta propuesta y en la que queríamos trabajar, que es la concesión de la figura de Geoparque a la zona, sería de gran ayuda para la dinamización de la misma.

• OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS DE LA PROPUESTA

El objetivo general del Proyecto era doble: por un lado, realizar los estudios científicos necesarios que sirvieran como base geológica y ambiental de cara a una futura propuesta de los Espacios Naturales Protegidos (ENP) “Arribes del Duero - Douro Internacional” como el Primer Geoparque Ibérico Transfronterizo, con lo que lleva implícito de contribución al desarrollo sostenible de la zona. Y, por otra parte, la dinamización de un área que, debido al envejecimiento de la población, el atractivo de trabajos menos penosos en las ciudades y la falta de iniciativa por parte del colectivo de habitantes, se ha ido despoblando.

Se pretendía así contribuir al reconocimiento de la materialidad y del valor económico de los bienes culturales y naturales, para que sirvan de uso y disfrute de los habitantes de la zona, para que las autoridades competentes puedan protegerlos, conservarlos y ponerlos en valor como recurso económico que aporte beneficio y contribuya al desarrollo de la zona, y evitar los posibles riesgos asociados a su abandono.

Los objetivos específicos que se incluían en la propuesta estaban relacionados con cada una de las actividades y acciones del proyecto:

- Elaborar y/o sintetizar, a partir de cartografías de calidad, los mapas básicos geomorfológico, litológico, hidrológico, climático, edáfico y de vegetación actual.

- Realizar el mapa de paisaje de este sector, empleando la metodología utilizada en las áreas vecinas ya estudiadas, mediante superposiciones con Sistemas de Información Geográfica (SIG) y desarrollando un visualizador de mapas sobre un Modelo Digital del Terreno (MDT) en dos y tres dimensiones.

- Inventariar, valorar y divulgar el patrimonio geológico, paisajístico y minero-industrial de forma innovadora, originando nuevos productos turísticos sostenibles orientados a un área de

mercado que valore el turismo rural y de naturaleza, promoviendo la geoconservación y favoreciendo la economía local.

- Elaborar los mapas de calidad para la conservación y las recomendaciones de usos de los espacios naturales de la zona, de acuerdo con su patrimonio geológico, vegetación, fauna, actividad antrópica y paisaje.

- Elaborar cartografías de los asentamientos humanos, arquitectura popular y construcciones antrópicas singulares para promover su conservación.

- Realizar cartografía ambiental mediante el análisis de imágenes en relación con la ocupación del suelo y comparación con la respuesta espectral de las imágenes de satélite para determinar en el tiempo los cambios de usos del suelo y del paisaje (Mapa de Actividad Antrópica).

- Fomentar la competitividad, la promoción de empleo y el desarrollo económico mediante la valorización de los recursos naturales y culturales de la zona.

- Fomentar la movilidad del capital humano mediante la creación de puestos de empleo para personal formado en las actividades ofrecidas. Formación específica de profesionales en turismo rural y de naturaleza.

- Reforzar la cooperación entre las entidades de la administración pública regional y los agentes económicos, sociales y culturales en los dos lados de la frontera.

- Promover una mayor interacción cultural y social entre las poblaciones en ambos lados de la raya, que comparten en muchos casos tradiciones y un pasado común, garantizando el desarrollo de servicios conjuntos. Valorizar ambos lados del Douro/Duero a través de la difusión de sus recursos.

- Fomentar la utilización conjunta de redes de equipamiento sociales, culturales y de ocio.

- Minimizar el punto débil de la zona en cuanto a accesibilidad. Aunque las redes de carreteras han mejorado mucho, podría ser la ocasión de impulsar el establecimiento de rutas de *low-cost* en el aeropuerto de Salamanca, aprovechando el turismo idiomático en esta ciudad, que puede atraer turismo interesado en estas propuestas.

- Estudiar los riesgos naturales, ambientales, tecnológicos y antrópicos asociados al abandono del territorio.

• CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los objetivos de la propuesta, parece poco probable que no se justifique la pertinencia del proyecto en relación a los objetivos del POCTEP. Considerando la larga historia de

colaboraciones entre los distintos miembros del partenariado, perteneciendo algunos de ellos a tres instituciones distintas y siendo miembros activos de un Grupo de Investigación reconocido de la Universidad de Salamanca, no parece justificada la referencia de la resolución negativa de la solicitud al “*escaso grado de cooperación transfronteriza en el desarrollo conjunto de las acciones*”.

A pesar de dicha resolución negativa, el equipo que presentó la propuesta se siente optimista, pues esta surge de un esfuerzo conjunto de más de cuarenta personas de cinco instituciones diferentes de España y Portugal. La experiencia nos ha enseñado a trabajar en equipo bajo condiciones económicas adversas. Las dificultades de la distancia entre los participantes pudo ser solventada a través de las nuevas tecnologías y algún que otro esfuerzo personal. Somos conscientes de que nuestra propuesta es de gran valor en cuanto a contenidos y al ejercicio de elaboración de la misma, y está lista para poder volver a presentarla en otro contexto más favorable. Con esta contribución pretendemos difundir nuestra experiencia, mostrando el lado amable que un rechazo a una solicitud de proyecto de esta envergadura puede encontrarse a veces si en el equipo de trabajo se crea empatía.

• AGRADECIMIENTOS

El equipo completo de la propuesta GEODINAMIZACIÓN está compuesto por M. Abreu, A. Alençõ, F. Amich, J.M. Baltuille, J.C. Baptista, J.A. Blanco, J.M. del Barrio, L. Catarino, C. Coke, R. Costa, A. Crespi, A. Cristovão, E. Díaz Martínez, P. Favas, J.M. Fernández Delgado, A. García Cortes, J. García Talegon, E. Gomes, J.A. González Delgado, J.L. Goy, M. Gutierrez, J.L. de las Heras, M. López Plaza, M. Lourenço, E. Molina, L. Neves, A. Oliveira, F. Pacheco, A. Pereira, D. Pereira, S. Recio, A. Sá, L. Sousa, A. Tavares, R. Teixeira, J. Vegas, A. Villacampa. El equipo agradece a Silvia Romo, de la OTRI de la Universidad de Salamanca, su interés y dedicación en la elaboración de la propuesta. La revista *Contrabando*, a través de su director Daniel Gil, se hizo eco de nuestros objetivos.

• REFERENCIAS

Eusébio, M.C. 2006. *Avaliação do impacte económico do turismo a nível regional: o caso da Região Centro de Portugal*. Doutoramento em Turismo. Universidade de Aveiro.

Pereira, D., Recio, S. y Gonzalo, J.C. 2010. Evolution of the landscape as a response of a demographic change. A case of study in the Duero riverside, Spain. *Local Environment*, 15 (5), 419-431.

EL KARST EXHUMADO DE LA BALOUTA: UN EJEMPLO DE PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO DERIVADO DE LAS EXPLOTACIONES AURÍFERAS ROMANAS

La Balouta exhumed karst: an example of geological and mining heritage resulting from Roman gold mining

Redondo Vega, J.M.¹, Alonso Herrero, E.² y Santos González, J.³

¹Departamento de Geografía y Geología. Facultad de Filosofía y Letras. Campus de Vegazana s/n. 24071 León. Jmredv@unileon.es

²Área de Edafología y Química Agrícola. Departamento de Ingeniería y Ciencias Agrarias. Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria. Ealoh@unileon.es

³Fundación Laciana Reserva de la Biosfera. Pza. Luis Mateo Díez s/n. 24100 Villablino, León. jsango@unileon.es

Palabras clave: Patrimonio geológico, patrimonio minero, karst, Las Médulas.

• INTRODUCCIÓN

Este karst exhumado se localiza en torno al núcleo de La Balouta (Fig. 1) situado al ESE del núcleo de Las Médulas, dentro del Monumento Natural Las Médulas (León), el cual engloba la mayor explotación aurífera romana de la Península. Se asienta en un valle de fondo plano, labrado en las calizas paleozoicas, probablemente de origen kárstico. El valle carece de funcionalidad actualmente como lo demuestra, no solo la ausencia de escurrimiento de concentrado de aguas por su fondo, sino la sucesión de aterrazamientos agrarios que lo cruzan transversalmente. Todos estos rasgos le confieren el carácter de paleovalle, máxime si lo comparamos con el profundo encajamiento del valle del río Sil, muy próximo hacia el este y en el cual desemboca.

• ANTECEDENTES

Existen numerosos estudios sobre la explotación aurífera de Las Médulas. Sin embargo el valle de La Balouta siempre ha sido considerado como un espacio marginal de la gran mina romana, donde no se había extraído oro. Así, Hérail (1984) lo considera como un valle de bordes escarpados relleno de estériles mineros pero fuera de la explotación principal. Domergue (1987) sólo cita pequeñas explotaciones (canteras) al este de La Balouta y hasta cinco valles pequeños de evacuación del escurrimiento que convergen al este del presente núcleo, pero en el valle principal no menciona, ni representa, ninguna. Sanchez-Palencia *et al.* (1999) sitúan netamente

el valle de La Balouta fuera de la zona explotada en Las Médulas, aunque lo consideran como una “cola de lavado” de la mina principal conectada, a través del túnel de La Palombeira (conexión ya citada anteriormente por Domergue), con la principal situada en el valle inmediatamente al sur.

Por lo que se refiere a la presencia de formas kársticas en la zona, hay una alusión genérica a la existencia de un paleokarst en la zona de Salas de La Ribera (Junta de Castilla y León, 1985). Recientemente se han analizado algunas características de la karstificación del macizo calcáreo en la vecina Sierra de la Encina de La Lastra (Redondo Vega *et al.*, 2004; Fernández-Martínez *et al.*, 2009a).

• RESULTADOS

El valle de La Balouta presenta abundantes formas de origen kárstico tanto exógenas (lapiaces, dolinas) como endógenas con forma de conductos subterráneos verticales y horizontales. Se trata de formas muy evolucionadas, como indican la ausencia de espeleotemas en los conductos subterráneos y de signos evidentes de decalcificación de los mismos. Además, las formas muestran un grado de fosilización total (sobre todo en las partes más bajas del actual valle de La Balouta) por los conglomerados rojos similares a los que conforman el yacimiento cercano de Las Médulas. Esa fosilización afectó a un paleo-relieve kárstico contribuyendo a su sellado y conservación.



Figura 1. En el centro de la imagen, edificios del des poblado de La Balouta y detrás, restos del karst ruiforme exhumado por las labores mineras romanas.

En la actualidad es posible observar algunas de esas formas, unas totalmente exentas mientras que otras solo lo están parcialmente, aunque siempre presentan restos de conglomerados adosados a los mismos. A veces los antiguos conductos subterráneos apenas conservan algunos cantos y bloques de cuarcita y arenisca adheridos a las paredes y bóveda, habiendo desaparecido el resto del conglomerado que lo colmató (Fig. 2).

El valle de La Balouta aparece conectado con la explotación de Las Médulas ya que su cabecera desemboca en el sector del Lago Somido, mientras que hacia el este, tres valles excavados en los conglomerados lo comunican sin solución de continuidad con el yacimiento principal. Una de las muestras recogidas por nosotros en los conglomerados situados en la parte inferior de un conducto semiexcavado, aportó la presencia de dos pequeños fragmentos, pepitas, de oro. ¿Estamos ante un karst excavado por los mineros romanos para extraer oro del conglomerado que previamente lo fosilizó? De ser así, estaríamos ante un caso único en León, ya que pocas veces coinciden un zócalo formado por un paleo-relieve kárstico y un sedimento aurífero como cobertera. No obstante un caso similar localizado en el norte de Palencia ha sido recientemente estudiado por los autores Redondo Vega *et al.* (2010).

Dado que el valle de La Balouta no tiene prácticamente cabecera o esta en realidad es la propia



Figura 2. Detalle de conducto endokárstico fosilizado por los conglomerados rojos cenozoicos (visibles en la bóveda) y parcialmente excavado. En la parte central aún son visibles “golpes de gubia” de cuando circulaba agua a presión por su interior.

explotación aurífera de Las Médulas, parece verosímil pensar que su excavación responde a una acción antrópica más que a algún proceso natural. En efecto, en el propio valle quedan muestras evidentes de esas labores, como el conducto/galería excavado en el coluvión que recubre un fragmento aislado de caliza, y que permite hacernos una idea de la topografía previa al laboreo de época romana. O la posible conexión de una dolina, situada al sur en la margen oriental del valle, a unos 20 m por encima del actual fondo excavado del valle, con el túnel de La Palombeira.

A falta de un estudio completo que relacione su exhumación con las labores mineras desarrolladas en Las Médulas, consideramos que todos los datos expuestos son de suficiente entidad como para considerar su carácter patrimonial, sobre todo si tenemos en cuenta la conjunción de formas kársticas fosilizadas y su desenterramiento por la minería histórica.

• CONCLUSIONES

La explotación aurífera en Las Médulas no se ciñó exclusivamente a las áreas hasta ahora descritas, sino que se extendió hasta los bordes y sectores más distales del complejo sedimentario cenozoico. Estos sedimentos auríferos fosilizaron el zócalo paleozoico que, en el caso del valle de La Balouta, está constituido por un paleokarst como forma de relieve previa.

Este tipo de explotación, que supone la exhumación de paleoformas de origen kárstico, no es algo nuevo pues ya fue estudiado por nosotros recientemente en la Montaña de Palencia (Fernández-Martínez *et al.*, 2009b; Redondo Vega *et al.*, 2010); no obstante, en León constituye un caso singular ya que rara vez coincide un zócalo karstificado y fosilizado, además, por sedimentos auríferos.

La exhumación del karst fosilizado en La Balouta se habría debido a las labores mineras romanas de la zona y constituiría un ejemplo más del intenso, y extenso, laboreo aurífero del yacimiento de Las Médulas, así como una muestra de que aquel tuvo un carácter sistemático e integral.

• REFERENCIAS

Domergue, C. 1987. *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. Publications de la Casa de Velásquez, TI, Madrid, 1- 344.

Fernández-Martínez, E., Fuertes Gutiérrez, I., Alonso Herrero, E., Redondo Vega, J.M., Cortizo Álvarez, J., Gómez Villar, A., Santos González, J., Herrero Hernández, A. y González Gutiérrez, R.B. 2009a. *Lugares de interés geológico*. León. DVD, ISBN 987-84-692-5457-2. Fundación Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León.

Fernández-Martínez, E., Fuertes Gutiérrez, I., Alonso Herrero, E., Redondo Vega, J.M., Cortizo

- Álvarez, J., Gómez Villar, A., Santos González, J., Herrero Hernández, A. y González Gutiérrez, R.B. 2009b. *Lugares de interés geológico. Palencia*. DVD, ISBN 987-84-692-5658-9. Fundación Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León.
- Hérail, G. 1984. *Géomorphologie et gîtologie de l'or détritique. Piémons et bassins intramontagneux du Nord-Ouest de l'Espagne*. CNRS, Paris, 1-456.
- Junta de Castilla y León 1985. Labores de Fe de Salas de La Ribera. *Inventario de Indicios Mineros*. Indicio: LE nº 16. Hoja MTN, 191, Silván.
- Redondo Vega, J.M., Gómez Villar, A. y González Gutiérrez, R.B. 2004. *Patrimonio geomorfológico de los espacios naturales protegidos de la provincia de León*. Junta de Castilla y León (inédito), 1-120.
- Redondo Vega, J.M., Fernández-Martínez, E., Fuertes Gutiérrez, I. y Alonso Herrero, E. 2010. El karst exhumado de Los Peñucos (Camporredondo de Alba, Palencia, España): un ejemplo de patrimonio geológico y minero. En: *Una visión interdisciplinar del patrimonio geológico y minero* (P. Florido e I. Rábano, Eds.) Publicaciones del IGME, Serie: Cuadernos del Museo Geominero, 12, 151-171.
- Sánchez-Palencia F.J., Fernández-Posse, M.D., Fernández Manzano, J. y Orejas, A. 1999. *La zona arqueológica de Las Médulas*. Instituto de Estudios Bercianos, Ponferrada, 1-147.

LAS HERENCIAS MORFOCLIMÁTICAS DE CLIMAS FRÍOS COMO PATRIMONIO GEOLÓGICO DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: LOS RASGOS DE ORIGEN GLACIAR EN EL VALLE DE VIADANGOS DE ARBAS (LEÓN)

Cold zone morphoclimatic heritage as Geological Heritage of Geomorphological interest: glacial landforms in Viadangos de Arbas valley (León)

Redondo Vega, J.M.¹, Santos González, J.², González Gutiérrez, R.B.¹ y Gómez Villar, A.¹

¹Departamento de Geografía y Geología. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de León. Campus de Vegazana s/n. 24071 León. jmredv@unileon.es, blanca.gonzalez@unileon.es, agomv@unileon.es

²Fundación Laciana Reserva de la Biosfera. Pza. Luis Mateo Díez s/n. 24100 Villablino, León. jsango@unileon.es

Palabras clave: Patrimonio geomorfológico, glaciario, Viadangos de Arbas, León.

• INTRODUCCIÓN

En el Alto Bernesga, al norte de León, la acción de los glaciares que ocuparon las zonas más elevadas, al menos durante la última glaciación, dejó abundantes huellas. Tanto la erosión, como el transporte y la acumulación de materiales de este eficaz agente de modelado dejaron su impronta en los valles próximos a la divisoria con Asturias, especialmente en el de Viadangos de Arbas.

La dinámica de los glaciares pleistocenos generó formas que no son funcionales en la actualidad al haber cambiado los caracteres del clima. Por eso, estas formas son consideradas como “heredadas”. Su estudio permite conocer, además de las condiciones paleo-climáticas de este espacio, la continuidad de los procesos geomorfológicos y la superposición de sus formas resultantes, su construcción y destrucción continuadas como si fueran palimpsestos naturales.

• ANTECEDENTES

En el Alto Bernesga, y cerca de este valle, aparecen menciones de los restos glaciares en estudios de Geografía (Redondo Vega, 1979) o en la cartografía geológica (Rodríguez Fernández, 1988). Más adelante, se citan restos de origen glaciario en el valle de Brañilín y Busdongo (Castañón Álvarez y Frochoso Sánchez, 1998; García de Celis y Martínez Fernández, 2002). Las formas glaciares del valle son estudiadas por primera vez en detalle en una guía del patrimonio geológico

de la zona, recientemente publicada (Fernández-Martínez *et al.*, 2011).

• RESULTADOS

Entre los elementos de origen glaciar del valle de Viadangos de Arbas están, entre otros, los siguientes:

- Artesas glaciares: son valles modificados por la acción de los glaciares de valle y que generalmente presentan el fondo plano y la sección transversal en U. La cabecera del valle subsecuente de Viadangos es uno de los mejores ejemplos de artesa de origen glaciar de las montañas leonesas.

- Umbrales glaciares: son resaltes rocosos resistentes cuya superficie ha sido pulida por el paso del hielo. Pueden presentar estrías unidireccionales labradas por rocas más resistentes. En el caso del valle de Viadangos, los mejores ejemplos se encuentran sobre las calizas carboníferas, al norte del pueblo, en donde no se conservan las estrías (estas se disuelven con facilidad) pero sí la forma del umbral, pulida y redondeada.

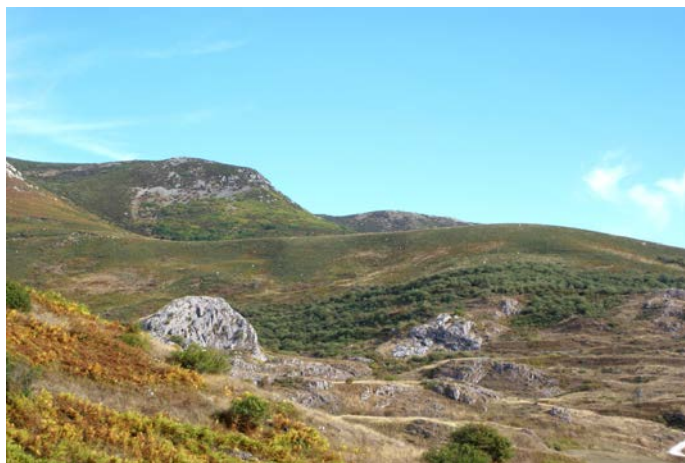


Figura 1. Morrena lateral izquierda y umbrales de resistencia escalonados. Valle de Viadangos de Arbas

- *Till* glaciar: sedimento transportado y depositado por o desde un glaciar, generalmente muy heterométrico y con poca o nula ordenación por el agua. Aunque creemos que es abundante, solo es visible en contados puntos (taludes de pistas y caminos) debido a la densa cubierta vegetal. La presencia de cantos estriados glaciares es frecuente si existe diferenciación litológica en el área fuente del sedimento; en nuestro caso suelen ser de areniscas o de calizas carboníferas (si estos últimos no llevan mucho tiempo en condiciones subaéreas).

- Morrenas: son acumulaciones de *till* que forman un cordón continuo y reconocible en el

relieve; según su posición respecto al glaciar pueden ser laterales (Fig. 1), centrales o frontales. Cuando se conservan escalonadas a diferentes cotas dentro del valle permiten reconstruir las fases de estabilización y de retroceso de la lengua de hielo. En el valle destaca la gran morrena lateral izquierda, situada al norte del pueblo.

- Laguna yuxtaglaciaria: se genera por la obstrucción de escurrimiento del agua de un valle lateral contra la masa de hielo o una morrena lateral del glaciar. En el caso de la existente en el valle, en la actualidad presenta un drenaje subterráneo debido a la karstificación del mismo, aunque conserva el cierre morrénico con una doble cresta hacia el valle principal.

- Laguna intramorrénica: se forman entre dos morrenas consecutivas al ser frecuente la aparición de focos endorreicos una vez desaparecido el hielo. En la actualidad se conserva una pequeña depresión de este tipo entre las dos morrenas laterales de la margen derecha que funciona como laguna estacional.

- Collados de transfluencia: durante la fase de máxima extensión del hielo, el espesor de este puede ser tan grande que rebase hacia los valles vecinos a través de collados, produciéndose una transfluencia de hielo y dejando con su paso huellas erosivas y sedimentarias glaciares en el collado. En el valle de Viadangos existen al menos 4 de estos collados: dos en la cabecera, que sobrealimentaron de hielo el valle de Casares situado inmediatamente al oeste, otro dentro del propio valle y uno más hacia el valle principal de La Tercia.

- Bloques erráticos: son bloques aislados, a veces de grandes dimensiones, que han sido transportados por el hielo y depositados en otro lugar sin estar integrados en *till*. Casi siempre destacan netamente del sustrato sobre el que se asientan (Fig. 2) y son buenos indicadores de las dimensiones que alcanzó la glaciación en un valle.



Figura 2. Bloque errático depositado en la vertiente sur de un collado de transfluencia glaciaria noroeste de Viadangos de Arbas.

• CONCLUSIONES

La conjunción de numerosos restos de origen glaciar a lo largo del valle de Viadangos de Arbas demuestra su ocupación por el hielo al menos durante el último periodo glaciar. Los restos se deben a diversos mecanismos y procesos ejercidos por el flujo del hielo (erosión, transporte y sedimentación glaciares), yuxtaglaciares (antiguas lagunas) y paraglaciares (desprendimientos asociados a la retirada de los hielos).

El valle destaca porque a pesar de sus reducidas dimensiones concentra un elevado número de huellas de origen glaciar, lo cual es un hecho bastante inusual a lo largo de la Cordillera Cantábrica.

La buena conservación de la mayoría de esos restos glaciares y su relativa singularidad dentro del ámbito cantábrico, permite que los consideremos como un importante patrimonio geológico de interés geomorfológico hasta ahora inédito.

• REFERENCIAS

- Castañón Álvarez, J.C. y Frochoso Sánchez, M. 1998. El relieve glaciar de la Cordillera Cantábrica. En: *Las Huellas Glaciares de las Montañas Españolas* (A. Gómez Ortiz y A. Pérez Alberti, Eds.) Servicio de Publicaciones de la Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 65-137.
- Fernández-Martínez, E., Alonso Herrero, E., Castaño de Luis, R., Cortizo Álvarez, J., Fuertes Gutiérrez, I., Redondo Vega, J.M. y Santos González, J. 2011. *Guía del Patrimonio Geológico de la Reserva de la Biosfera del Alto Bernesga*. Ministerio de Medio Ambiente Medio Rural y Marino, 1-237.
- García de Celis, A. y Martínez Fernández, L.C. 2002. Morfología glaciar de las montañas de la cuenca alta de los ríos Sil, Omaña, Luna y Bernesga: revisión y nuevos datos (Montaña Occidental de León). En: *El modelado de origen glaciar en las montañas leonesas* (J.M. Redondo Vega, A. Gómez Villar, R.B. González Gutiérrez y P. Carrera Gómez, Coords.) Universidad de León, León, 137-196.
- Redondo Vega, J.M. 1979. *El Alto Bernesga. Estudio de Geografía Física*. Memoria de Licenciatura, (inédita). Departamento de Geografía. Universidad de Oviedo, 1-135.
- Rodríguez Fernández, L.R. (Dir.). 1988. *Mapa Geológico de España, E.1:50 000, hoja nº 103 La Pola de Gordón*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

LAS GUÍAS GEOLÓGICAS DE PARQUES NACIONALES: UN EJEMPLO DE DIVULGACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

The National Park Geological Guidebooks: an example of Geological Heritage dissemination

Rodríguez-Fernández, R.¹

¹Instituto Geológico y Minero de España. C/ Ríos Rosas 23. 28003 Madrid. lr.rodriguez@igme.es

Palabras clave: Patrimonio geológico, amenazas, impacto ambiental, Segovia.

• INTRODUCCIÓN

La preocupación por la protección y divulgación del patrimonio geológico se ha incrementado notablemente en los últimos años. Asimismo se ha detectado una creciente demanda del sector de turismo activo y del público en general, de guías y mapas de calidad que sirvan para un mejor conocimiento del paisaje natural. A pesar de ello, en España existe una notable ausencia de guías que traten adecuadamente los aspectos geológicos que permiten la interpretación del paisaje en los espacios naturales protegidos y especialmente en la Red de Parques Nacionales. Con el fin de atender esta demanda, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), con el apoyo del Organismo Autónomo Parques Nacionales, inició la elaboración de una serie de Guías Geológicas de Parques Nacionales (Rodríguez Fernández, 2004), que tienen por finalidad divulgar los aspectos geológicos de los mismos, en consonancia con el nivel científico y tecnológico del país.

El objetivo fundamental de estas guías es dar a conocer a los visitantes el rico y variado patrimonio geológico de los Parques Nacionales españoles, de forma que los visitantes y estudiosos de estos espacios naturales protegidos dispongan de una guía donde itinerarios, puntos de interés, procesos geológicos observables y formas geológicas singulares sean descritos con rigor científico y amenidad divulgativa. Con ello se pretende llenar el vacío que hay en la divulgación de los grandes paisajes geológicos españoles y hacer que los lectores de estas guías tengan un mejor conocimiento de los procesos geológicos que intervienen en la génesis del paisaje. La primera guía editada ha sido la Guía Geológica del Parque Nacional del Teide, (Rodríguez Fernández *et al.*, 2007), ya que es el Parque más visitado de los que componen la red española, con cerca de 4 millones de visitantes al año. En el año 2010 se han editado las correspondientes a los Parques Nacionales de Picos de Europa y Timanfaya, y en 2011 se están editando las correspondientes a los Parques Nacionales de Aigüestortes i Estany San Maurici, Caldera de Taburiente, Islas Atlánticas de Galicia, y Ordesa y Monte Perdido. En un futuro a medio

plazo está previsto elaborar todas las demás hasta completar las guías de los catorce Parques Nacionales de la red española.

• ESTRUCTURA Y CONTENIDOS DE LAS GUÍAS GEOLÓGICAS

Cada guía tiene cuatro partes bien diferenciadas. En la primera se exponen algunos conceptos geológicos básicos dependiendo de la naturaleza del Parque (vulcanología en los Parques Nacionales de Canarias, formación de cordilleras en los Pirineos, etc.) y el marco geológico en el que está ubicado el Parque. En la segunda parte se hace una descripción más detallada de la geología del Parque, con una exposición cronológica de las unidades geológicas y de los procesos tectónicos y geomorfológicos que se dan en ellas, descritos de forma clara y concisa, con rigor científico y afán divulgativo, en la que las citas bibliográficas y descripciones litológicas estén reducidas al nivel mínimo que facilite una lectura comprensible del texto. Cada guía incluye también un capítulo de geomorfología que se complementa con un mapa geomorfológico. En la tercera parte de cada guía se describen los itinerarios geológicos seleccionados, de acuerdo con los planes de gestión de cada Parque. Cada itinerario se desarrolla en un capítulo específico en el que se precisa su interés, longitud, dificultad y tiempo de recorrido y tiene una expresión detallada en un mapa geológico de situación (Fig. 1). Normalmente se diferencian tres tipos de itinerarios: uno o dos itinerarios básicos por las rutas aptas para vehículos a motor que atraviesan el Parque, un número mayor de rutas por los senderos oficiales del Parque y unas pocas rutas de mayor dificultad, para visitantes más interesados y con experiencia montañera. La cuarta parte de cada guía incluye un “glosario de términos geológicos” y un apéndice con la bibliografía seleccionada más relevante y con aquellas direcciones de interés para obtener más información o para facilitar la estancia de los potenciales visitantes .

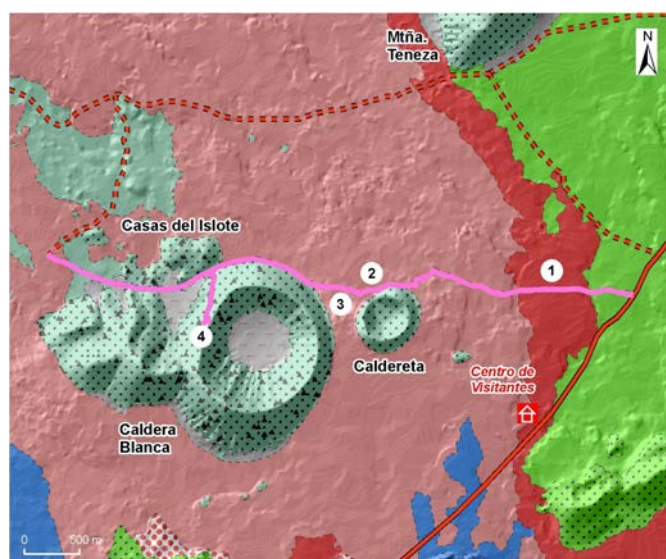


Figura 1. Ejemplo de itinerario en el Parque Nacional de Timanfaya.

La edición impresa de cada guía consta de un documento de unas 200 a 300 páginas en un formato estándar de guía turística y de fácil manejo. Contiene abundante información gráfica en color y fotografías que facilitan la comprensión del texto y hacen agradable y amena su lectura. Se incluyen esquemas geológicos y aquellos elementos explicativos: bloques diagramas (Fig. 2), cortes geológicos o cuadros estratigráficos, que de forma sintética y con ánimo didáctico, ilustran sobre la comprensión de los procesos geológicos que se han desarrollado en el ámbito territorial de cada Parque Nacional.

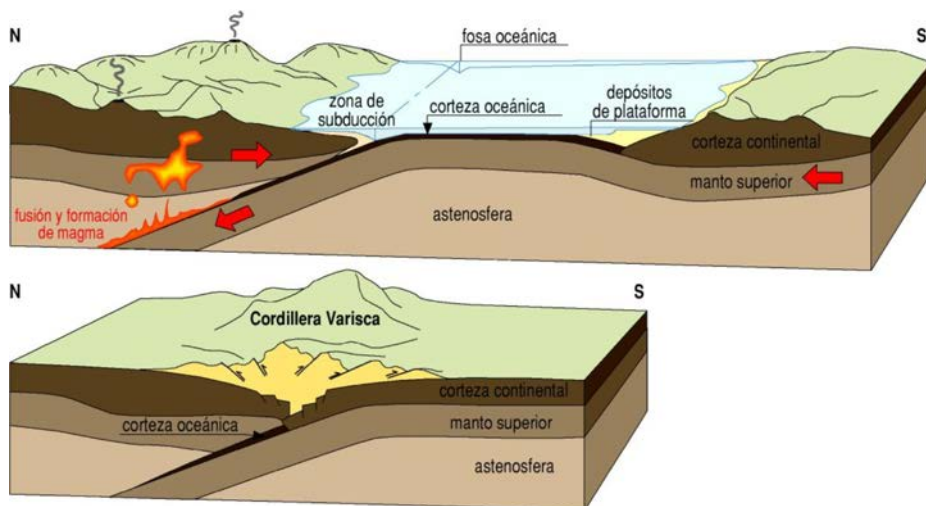


Figura 2. Bloque diagrama mostrando de forma simplificada el margen continental cantábrico en la Guía Geológica de las Islas Atlánticas de Galicia.

Cada guía va acompañada de un “mapa geológico” (Fig. 3), con delimitación cartográfica precisa de las unidades geológicas con significado en la evolución geológica o en la génesis del paisaje. Cada unidad se representa con un color que resalta de los que la delimitan a techo y muro, en tonos suaves que no oculten la base topográfica y los demás elementos geológicos contenidos en el mapa. Cuando la disponibilidad de bases topográficas en formato digital lo ha permitido, se han representado las unidades geológicas sobre el modelo digital del terreno, para facilitar la identificación de los elementos geológicos en el paisaje. El mapa geológico contiene asimismo los itinerarios geológicos y puntos singulares más relevantes que se describen en la guía y una leyenda de las unidades geológicas definidas. En la mayor parte de las guías se incluye también un “mapa geomorfológico” esquemático en el que se representan los principales elementos del relieve, clasificados de forma genética, y los procesos activos más importantes que afectan al territorio delimitado por el mapa.

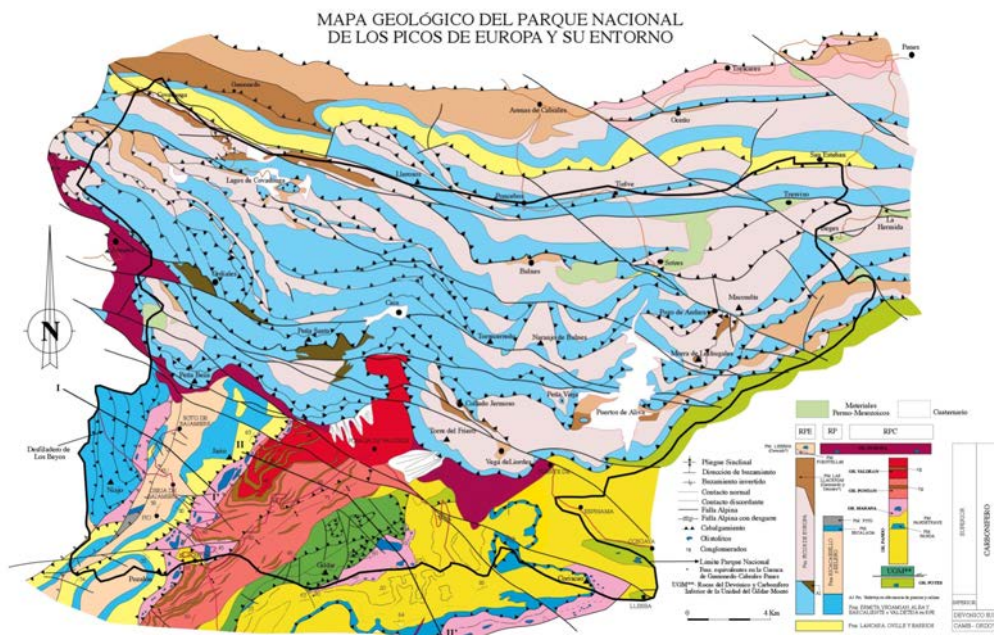


Figura 3. Mapa geológico de los Picos de Europa, incluido en la Guía Geológica del Parque Nacional homónimo.

• AGRADECIMIENTOS

A las directoras del OAPN y del IGME, por apoyar esta iniciativa, a los directores y personal de cada Parque Nacional por su apoyo para hacerla realidad. A mis colegas Albert Martínez, José Luis Barrera, Ricardo García Moral, Luna Adrados, Elisa Villa, Alejandro Robador, Nemesio Heredia, Gloria Gallastegui, Enrique Díaz, Isabel Rábano y un largo etcétera por su apoyo y dedicación.

• REFERENCIAS

- Rodríguez Fernández, L.R. 2004. Las Guías Geológicas de Parques Nacionales: objetivos, contenidos y metodología. *Geotemas*, 6 (4), 45-47.
- Rodríguez Fernández, L.R., Barrera, J.L., García del Moral, R., Pineda, A., Bellido, F. y Ancochea, E. 2007. La Guía Geológica del Parque Nacional del Teide. Un ejemplo de guía geológica de carácter didáctico y divulgativo. *Geotemas*, 10, 1-394.

EXPOSICIÓN TEMPORAL ITINERANTE SOBRE LAS GUÍAS GEOLÓGICAS DE LOS PARQUES NACIONALES

A temporary traveling exhibition on the Geological Guides of National Parks

Rodríguez-Fernández, R.¹, Díaz-Martínez, E.¹, Robador, A.¹, Rábano, I.¹, Carcavilla, L.¹ y Vegas, J.¹

¹Instituto Geológico y Minero de España. C/ Ríos Rosas 23. 28003 Madrid. lr.rodriguez@igme.es, e.diaz@igme.es, a.robador@igme.es, i.rabano@igme.es, l.carcavilla@igme.es, j.vegas@igme.es

Palabras clave: Exposición, guía geológica, Parque Nacional, divulgación.

• INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico y Minero de España (IGME), mediante un acuerdo de colaboración con el Organismo Autónomo Parques Nacionales, está elaborando una serie de Guías Geológicas de los Parques Nacionales Españoles y diverso material divulgativo de índole geológica con el fin de dar a conocer el rico patrimonio geológico de estos espacios naturales protegidos y fomentar el conocimiento de su geodiversidad. Hasta el momento se han elaborado y editado, o están en fase de edición, las guías correspondientes a los Parques Nacionales del Teide, Picos de Europa, Timanfaya, Aigüestortes i Estany San Maurici, Caldera de Taburiente, Islas Atlánticas de Galicia y Ordesa y Monte Perdido.

Con este fin de divulgar de una forma más sintética los aspectos más destacables del patrimonio geológico de cada Parque, se han elaborado una serie de paneles divulgativos de gran formato (2 m x 90 cm) de los Parques que ya disponen de una guía geológica. La exposición consta de 15 paneles, uno introductorio de carácter general (Fig. 1), y otros dos por cada Parque. En uno de ellos se hace una explicación de los aspectos singulares y más relevantes del Parque y en el otro se representan dos o tres itinerarios geológicos seleccionados de entre los recogidos en la guía geológica correspondiente. Además se han elaborado dos maquetas tridimensionales en las que, sobre el relieve, se muestran las principales unidades geológicas de la Caldera de Taburiente y del valle de Ordesa (Fig. 2).

Esta exposición temporal itinerante está actualmente instalada en la sede del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en Madrid. En el futuro está previsto que recorra todos los centros de interpretación de la Red de Parques Nacionales para, finalmente, quedar instalada de forma definitiva en el Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM), situado en las



Figura 1. Panel introductorio de la exposición.

proximidades de la localidad de La Granja de San Ildefonso, en la provincia de Segovia.

Los paneles permiten conocer las claves de los procesos geológicos que han conformado estos espacios naturales, ayudando a reconocer en el campo los rasgos geológicos derivados de dichos procesos. Se hace especial énfasis en considerar los Parques Nacionales como laboratorios geológicos en los que es posible visualizar tanto los procesos geológicos activos como aquellos que sucedieron en el pasado y han dejado su impronta y su registro en el laboratorio natural que es el planeta Tierra, un planeta vivo y en cambio constante a lo largo del tiempo geológico.

• CONTENIDOS DE LOS PANELES

En el panel inicial o introductorio de la exposición se definen de forma sucinta los conceptos de patrimonio geológico y geodiversidad, y se expresa la idea de que los Parques Nacionales son un “laboratorio geológico” donde se pueden observar los procesos geológicos que modelan el paisaje, tanto los procesos internos que se observan congelados en el tiempo, como los externos, en muchos casos activos. También se hace énfasis

en que este patrimonio está “protegido para todos”, mediante la figura de Parque Nacional, como parte su objetivo de conservación del patrimonio natural, incluido el geológico, y de la diversidad natural, incluida la geodiversidad.

En los paneles correspondientes al Parque Nacional del Teide, se explica que el Teide es uno de los volcanes más grandes del planeta, con sus 7000 m de altura desde su base en el fondo oceánico y donde es posible observar “congelados” los productos volcánicos de erupciones recientes

En los paneles correspondientes al Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de San Maurici se destaca la impresionante morfología glaciaria, muy bien preservada, con sus más de 200 lagos o *estany*s, los riscos de calizas devónicas de los *Encantats* y los meandros fluviales de alta montaña o *aigüestortes*.

Figura 2. Maqueta mostrando el relieve y las principales unidades geológicas del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.



En los paneles correspondientes al Parque Nacional de Timanfaya se resalta el hecho de que este Parque es uno de los mejores ejemplos a escala mundial, del vulcanismo de tipo stromboliano y porque el Parque preserva paisaje volcánico de malpaís creado por la mayor erupción volcánica que se conoce en Canarias en época histórica.

En los paneles del Parque Nacional de Islas Atlánticas de Galicia se explica que las islas son los testigos remanentes de los grandes relieves que quedaron parcialmente sumergidos por el ascenso del nivel del mar en los últimos 20 000 años. También se destaca que en algunas de estas islas se pueden observar los procesos geológicos del interior de la corteza terrestre “congelados” en el tiempo. Por último se resaltan sus complejos de dunas, playas y fondos marinos que crean un gran mosaico de ecosistemas.

En el panel general correspondiente al Parque Nacional de los Picos de Europa se hace énfasis en que este imponente macizo montañoso representa uno de los mayores macizos calcáreos de Europa y también uno de los más importantes sistemas kársticos del mundo. Se destaca, asimismo, que en este Parque Nacional se pueden visualizar los procesos geológicos internos que dan lugar a la formación de una cordillera y los procesos geológicos externos (glaciares y fluviales) que dan lugar a la destrucción de la misma y a la formación de sus característicos relieves. En el otro panel se recogen tres itinerarios geológicos característicos, correspondientes respectivamente a cada uno de los tres territorios administrativos que comparten el Parque Nacional: León, Asturias y Cantabria.

En los paneles correspondientes al Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido se destaca que en este Parque se pueden observar las rocas depositadas en el fondo del mar durante más de 80 Ma y los procesos tectónicos que las apilaron, deformaron y levantaron hasta formar los

imponentes relieves actuales. Se explica también cómo estos fenómenos fueron consecuencia de la lenta y continua colisión de las placas Ibérica y Europea a lo largo de millones de años. Por último se resalta que los espectaculares valles glaciares de Ordesa y Pineta, son los testigos recientes de los importantes episodios de glaciación que afectaron a la península hace 40 000 años.

Por último en los paneles correspondientes al Parque Nacional de la Caldera de Taburiente se destaca el hecho de que en el fondo de la caldera es posible observar los basaltos oceánicos y lavas almohadilladas que ponen en evidencian cuáles fueron los procesos de construcción de esta isla oceánica. También se explican los fenómenos de destrucción de la isla volcánica, cuyo principal testigo es la cicatriz del enorme deslizamiento ocurrido hace 560 000 años representada por el valle Aridane. El Parque, con su aspecto morfológico de caldera, es en realidad una gran depresión circular de 8 km de diámetro y 2000 m de desnivel donde sucesivas erupciones volcánicas, grandes deslizamientos y la acción erosiva del agua a lo largo del tiempo han modelado su imponente morfología actual.

Acompañan a los 15 paneles dos maquetas tridimensionales sobre las que están dibujados los mapas geológicos de la Caldera de Taburiente y de una parte del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido correspondiente al valle de Ordesa. La maquetas reproducen fielmente el relieve y están construidas a partir de los correspondientes modelos digitales del terreno sin exageración vertical. Los mapas geológicos corresponden a los incluidos en las respectivas guías geológicas, con alguna simplificación. El resultado es espectacular y permite visualizar en tres dimensiones elementos o fenómenos geológicos tan espectaculares como el Manto tectónico de Gavarnie, en Ordesa o la espectacular morfología de la Caldera de Taburiente, en el Parque homónimo.

• DIVULGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN

La elaboración de las guías geológicas como manual de campo para la visita autoguiada del Parque Nacional, así como el esfuerzo divulgativo acompañante (exposición itinerante, paneles en campo, visitas guiadas, etc.), forman parte de una estrategia de geoconservación, entendiendo por tal la planificación de acciones orientadas a la conservación del patrimonio geológico y la geodiversidad. Esta estrategia surge en parte como consecuencia de las leyes 5/2007 de la Red de Parques Nacionales y 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. En ellas, por primera vez en la historia de España, el patrimonio geológico y la geodiversidad son considerados explícitamente como parte del patrimonio natural y la diversidad natural. La primera de ellas especifica sistemas naturales de tipo geológico que deberán estar representados en la Red de Parques Nacionales y la segunda incorpora la realización de un inventario de Lugares de Interés Geológico, actualmente en desarrollo, y un Anexo que especifica las unidades geológicas más representativas de la geodiversidad española.

Aunque en su mayor parte los Parques Nacionales españoles no consideraran el patrimonio geológico como tal en su declaración, lo cierto es que algunos de ellos ya incluyen buenas

representaciones de la geodiversidad española. La función divulgativa y de difusión del conocimiento que pretenden estas guías geológicas y la exposición itinerante, aprovecha la espectacularidad de estos espacios y la marca de calidad que aportan, los cuales sirven como indudable foco de atracción para un público muy variado.

Las últimas décadas han visto un desarrollo acelerado de los estudios del patrimonio geológico y de la geodiversidad que está siendo acompañado por un esfuerzo de los profesionales hacia la divulgación y educación de la sociedad sobre este tema tradicionalmente olvidado. Los resultados solo empiezan a vislumbrarse pero no cabe duda de que el tema está teniendo buena acogida entre el público y que todo ello contribuye a la geoconservación.

• AGRADECIMIENTOS

A las directoras del OAPN y del IGME, por apoyar esta iniciativa, a los colegas de la empresa Paleomás y especialmente a Daniel Castilla, diseñador gráfico y geólogo, por su maestría profesional y su dedicación y paciencia en realizar multitud de correcciones de los bocetos de paneles.

EXPOSICIÓN PALEONTOLÓGICA *FÓSILES VEGETALES DEL CARBONÍFERO EN CASTILLA Y LEÓN*. UN ENFOQUE DIDÁCTICO AL CONOCIMIENTO DE LA PALEOFLORA DE ESTE PERIODO

Paleontological exhibit Carboniferous Fossil Plants from Castilla y León. An educational approach to the paleoflora of this period

Rubio-Millán, C.^{1,2}, Barco-Rodríguez, J.L.^{1,2}, y Rubio-García, C.J.¹

¹PALEOYMAS, ACTUACIONES MUSEÍSTICAS Y PALEONTOLÓGICAS SL. Pol. Empresarium C/ Retama 17, nave 24c. 50720 La Cartuja Baja, Zaragoza. c.rubio@paleoymas.com, jlbarco@paleoymas.com, cjrubio@paleoymas.com

²Área de Paleontología. Departamento de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12. 50009 Zaragoza.

Palabras clave: Exposición paleontológica, plantas fósiles, Carbonífero, didáctica, Castilla y León.

• INTRODUCCIÓN

Bajo el título *Fósiles Vegetales del Carbonífero de Castilla y León* se llevó a cabo el diseño de una exposición itinerante que se inauguró en octubre de 2009 y que en la actualidad se puede visitar en diferentes Casas del Parque de Castilla y León. El diseño de la exposición lo realizó la empresa Paleoymas SL, a partir del material del convenio titulado "*Limpieza, catalogación y valorización de fósiles de la provincia de León*" (García-Ortiz de Landaluce *et al.*, 2008) y realizado entre la Fundación de Patrimonio Natural de Castilla y León y la Universidad de León. El objetivo de esta exposición se centra en dar a conocer, de una forma muy amena, los fósiles vegetales del Carbonífero de Castilla y León, cómo eran estas plantas, cuándo vivieron, cómo era la Tierra en este periodo, qué nos aportan sobre el clima y qué procesos se dieron para transformarlas en carbón. La finalidad no deja de ser otra que lograr que el visitante conozca la paleobotánica de la zona, ayudado con diferentes recursos didácticos y museísticos.

• MATERIALES

Para la realización de la exposición se tomó un importante fondo de materiales recuperados en las escombreras de las minas del norte de León, concretamente de las cuencas: Cuenca Bierzo-Villablino, Cuenca Norte de León y Cuenca Sabero-Guardo. Este fondo museístico fue recolectado en el convenio anteriormente citado entre la Fundación Patrimonio Natural de

Castilla y León - Universidad de León (Fernández-Martínez *et al.*, 2009; García-Ortiz de Landaluze *et al.*, 2008, 2009, 2010). Este dispone de aproximadamente 1000 restos paleontológicos, de entre los cuales se eligieron las piezas más representativas de cada grupo y aquellas más espectaculares para dotar de atractivo a la exposición. Al hilo de los fósiles, la exposición está integrada por siete carteles expositivos, unas vitrinas y peanas (donde se ubicaron los fósiles) y un punto interactivo con información complementaria y juegos, donde se aporta más información de la exposición. Un hecho destacable es la practicidad de la exposición, ya que con los materiales que ha sido realizada permite que su transporte no sea costoso y su montaje sea muy fácil, favoreciendo la movilidad de esta y su adaptación a los diversos lugares donde se ha ubicado.

• DESARROLLO DE LA EXPOSICIÓN

La estructura de la exposición se centra en un conjunto de bloques, de los que destacamos:

- Un panel de presentación en el que se ilustra un ecosistema del Carbonífero. En él se pueden ver, además de los grupos vegetales que se exponen en forma de ejemplares fósiles, otros organismos pobladores de estos ecosistemas carboníferos como insectos, anfibios y reptiles. El panel de presentación introduce al visitante en los contenidos que se van a observar en la exposición.

- La división del Periodo Carbonífero con los diferentes climas que se dieron (Montero y Wagner, 2008), así como el importante desarrollo de los bosques.

- El ecosistema del Carbonífero donde vivieron los organismos que produjeron los fósiles que hoy podemos ver. Este ecosistema se compara con el ecosistema típico de un bosque actual de la Cordillera Cantábrica.

- Las Licofitas, como grupo más representativo de estos bosques. En el bloque se puede observar la distribución de este grupo en una escala temporal y su desarrollo, así como los principales fósiles que las representan (*Sigillaria*, *Lepidodendron* y *Stigmaria*).

- Las Esfenofitas y sus equivalentes actuales, destacando sus fósiles más representativos entre los que se encuentran *Calamites* y *Annularia*.

- Los helechos (agrupando a Filicofitas y Pteridospermas), destacando su evolución temporal, su morfología y los fósiles más característicos como *Pecopteris*, *Neuropteris* y *Callipteridium*.

- Los fósiles, plantas en el carbón. En este bloque se indica la formación del carbón, así como el concepto de fosilización y disociación.

- El clima, como elemento cambiante y que ha condicionado los registros vegetales en el transcurso del tiempo.

- Punto interactivo. En el que se aporta más información de la exposición con el objeto de completar aquellos conceptos que no se han desarrollado extensamente. El punto interactivo

dispone de unos juegos que pretenden entretener y enseñar a la vez, un recurso didáctico muy necesario en este tipo de exposiciones temáticas.

En los carteles expositivos se han colocado iconos que permiten servir de llamada con el fin de buscar información complementaria, bien en otros carteles expositivos, bien en el punto interactivo.

Al hilo de los recursos didácticos, se ha dotado a la exposición de vitrinas manejables donde se colocan los fósiles de cada grupo. Estas vitrinas se sitúan próximas a los paneles de cada grupo, al igual que varias peanas que permiten colocar grandes ejemplares de plantas que no se podían colocar en las vitrinas.

• CONCLUSIONES

La exposición ha permitido ilustrar con un enfoque divulgativo unos recursos fosilíferos difíciles de exponer. El hecho de que sea solo una exposición paleobotánica no ha sido un inconveniente, aunque a priori pudiera parecer monotemática, ya que los registros fósiles de plantas se han asociado con la descripción del Periodo Carbonífero, los ecosistemas presentes en la zona (en el Carbonífero y en la actualidad), los organismos que habitaron estos bosques, el cambio climático, la formación del carbón, etc. En definitiva se trata de una visión del Carbonífero de Castilla y León, centrada en la provincia de León.

• AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a los promotores de la exposición: Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León y a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León. A los asesores científicos: Esperanza Fernández, Carmen Álvarez, Isabel Sánchez y Esperanza García. Igualmente a Isabel Sánchez en la documentación fotográfica de todas las piezas que se han ilustrado en los paneles y a la empresa Paleoymas las aportaciones de recursos para poder realizar este resumen y la correspondiente comunicación.

• REFERENCIAS

Fernández-Martínez, E., García-Ortiz de Landaluze, E., Sánchez García, I. y Santos López, G. 2009. Proyectos de recuperación de patrimonio paleontológico mueble en la provincia de León. En: *Libro de resúmenes. VIII Reunión de la Comisión de Patrimonio Geológico. Sociedad Geológica de España*. Daroca, Zaragoza, 23.

García-Ortiz de Landaluze, E., López-Alcántara, A., Castaño-De Luis, R. y Fernández-Martínez, E.

2008. Proyecto de recuperación, tratamiento y catalogación de material fósil procedente de minas de carbón de la provincia de León. En: *Libro de resúmenes. XXIV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología* (J.I. Ruiz-Omeñaca, L. Piñuela y J.C. García-Ramos, Eds.) Museo del Jurásico de Asturias, Colunga, 125-126.
- García-Ortiz de Landaluce, E., Sánchez García, I., Fernández-Martínez, E. y López-Alcántara, A. 2009. Proyectos de recuperación de patrimonio paleontológico mueble en las cuencas mineras leonesas. En: *Libro de resúmenes. X Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero* (P. Florido Laraña e I. Rábano Gutiérrez del Arroyo, Eds.) Coria, Cáceres, 125-126.
- García-Ortiz de Landaluce, E., Sánchez García, I., Fernández-Martínez, E. y López-Alcántara, A. 2010. Proyectos de recuperación de patrimonio paleontológico mueble en las cuencas mineras leonesas. En: *Una visión multidisciplinar del patrimonio geológico y minero* (P. Florido e I. Rábano, Eds.) Cuadernos del Museo Geominero, nº 12. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 389-396.
- Montero, A. y Wagner, R.H. 2008. *Las floras terrestres a través de los tiempos geológicos*. IMGEMA-Jardín Botánico de Córdoba, 1-80.

LA NECESIDAD DE ACTUALIZAR Y REVISAR LOS INVENTARIOS DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO: DOS EJEMPLOS EN EL VALLE DE PINETA (PIRINEO, HUESCA)

Updating and reviewing the geological heritage inventories: Two examples from The Pineta valley (Huesca, Pyrenees)

Salazar, A.¹, Mata, P.¹, Valero-Garcés, B.L.², Moreno, A.², Barreiro, F.² y Jambrina, M.³

¹Instituto Geológico y Minero de España. C/ La Calera 1. 28760 Tres Cantos, Madrid. a.salazar@igme.es, p.mata@igme.es

²Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Av. Montañana 1005. 50059 Zaragoza. blas@ipe.csic.es, amoreno@ipe.csic.es

³Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca. Pza. de los Caídos s/n. 37008 Salamanca. margajambrina@usal.es

Palabras clave: Patrimonio geológico, geoconservación, inventario, catalogación, Aragón.

• INTRODUCCIÓN

Los primeros inventarios específicos de patrimonio geológico realizados en España (Aguirre *et al.*, 1974; COPLACO, 1975) tuvieron un carácter cerrado: no se daba cabida a la participación pública en su elaboración, ni se planteaba su actualización. Este hecho es reflejo de su objetivo inicial: una ordenación territorial fundamentada en la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana de 1956, por la que establecía un sistema jerarquizado de planeamiento que, arrancando del Plan Nacional de Urbanismo, descendía hacia los planes de ordenamiento de las unidades territoriales menores. Esos inventarios tienen ya solamente un interés histórico y científico, pues la ordenación territorial a la que daban soporte nunca se llevó a la práctica, primero por la falta de apoyo político y económico, después por el impulso de una política estatal orientada al desarrollo económico, que consideraba el territorio homogéneo y que se sustentaba en sucesivas normas legislativas sectoriales en las que prevalecían las actuaciones y la explotación de recursos frente a las determinaciones derivadas de la ordenación, y finalmente por los cambios de la organización administrativa posteriores (Zoido Naranjo, 2001).

El carácter cerrado y no participativo de los inventarios de patrimonio geológico se mantuvo en España al menos hasta comienzos de la década de 1990; como así se hizo, por ejemplo, para el inventario de Guipúzcoa (Salazar *et al.*, 1996). Las razones de índole política por las que los inventarios de patrimonio geológico, como cualquier otra intervención con consecuencias en la gestión territorial, deben estar abiertos a la participación e iniciativa pública son evidentes. Sirva como ejemplo comparativo el sistema de catalogación del patrimonio geológico del Reino Unido, que se basa fundamentalmente en la participación de los interesados a través de los 56 RIGS (*Regionally Important Geological and Geomorphological Sites Groups*) existentes en la

actualidad (*Nature Conservancy Council*, 1991; *The Association of UK RIGS Groups*, 2006). En nuestro entorno próximo, también existe un antecedente notable, son los trabajos realizados al amparo de la Real Orden de 15 de julio de 1927, mediante la que se crea la figura de los Sitios y Monumentos de Interés Nacional, pues en esos procesos de inventario y de subsecuente protección la iniciativa popular tuvo un peso importante a través de las universidades, las sociedades científicas, los clubs excursionistas y de montaña, los ayuntamientos, etc.; siendo el geólogo D. Eduardo Hernández Pacheco el impulsor fundamental de ese proceso (Ramos-Gorostiza, 2006).

Ya en un plano meramente científico-técnico, existen también otras razones para que dichos inventarios no queden cerrados en el momento de su realización; pues las circunstancias en las que se realizan no son estáticas: los avances en el conocimiento científico, los cambios geodinámicos, la destrucción o inutilización de puntos o lugares, la apertura de nuevos afloramientos, los cambios sociales y culturales, etc. hacen necesaria la revisión periódica del inventario (Elizaga y Palacio, 1996). Sin embargo, apenas existen casos descritos que puedan servir de ejemplo para ratificar y apoyar estos argumentos; por ello, a raíz de un trabajo en curso y del inventario recientemente propuesto para Aragón, se presenta esta comunicación.

• EL INVENTARIO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE ARAGÓN

El 8 de febrero de 2011 fue publicado en el Boletín Oficial de Aragón un anuncio de la Dirección General de Desarrollo Sostenible y Biodiversidad por el que se sometía a información pública el Proyecto de Decreto, por el que se crea el inventario de Lugares de Interés Geológico de Aragón y se establece su régimen de protección. El inventario que creará el decreto se configurará como un registro público de carácter administrativo; estableciéndose también el procedimiento técnico que garantice la actualización del inventario, mediante la inclusión de nuevos lugares o la posible exclusión de los ya existentes; también se determinarán los regímenes de protección de los lugares y las medidas de fomento y gestión de estos espacios. En cuatro Anexos se presenta el inventario inicial propuesto, con los lugares clasificados en cuatro tipologías, y que incluye: 152 puntos de interés geológico, 85 áreas de interés geológico (de tamaño mayor de 50 ha), 22 yacimientos paleontológicos y 155 itinerarios y/o puntos de observación. Este inventario significará un avance importante en la geoconservación en Aragón, máxime si se compara con los 50 lugares de la propuesta inicial de Alcalá y Alcalá (1996).

El inventario inicial propuesto incluye diversos lugares con patrimonio referido a la actividad glaciar cuaternaria y las formas kársticas del Pirineo. En concreto, para el valle de Pineta se señalan las áreas nº 27 “Glaciar de Treserols (Monte Perdido) y Circo glaciar de Pineta” y nº 29 “Valle glaciar y ventana de La Larri”. Los datos que se adelantan a continuación permiten reafirmar el alto valor de la segunda de estas áreas, así como señalar la existencia de otro lugar en dicho valle, el semipoljé de la Estiva, que deberá ser evaluado como un nuevo lugar de interés geológico en el futuro.

VALLE GLACIAR Y VENTANA DE LA LARRI: LA REVALORIZACIÓN DE UN LUGAR YA INVENTARIADO

Una vez identificado un Lugar de Interés Geológico, es preciso conocer todos los valores geológicos existentes en él, con el fin de tomar las medidas más acertadas para garantizar su conservación y gestión. En el caso de La Larri, trabajos en curso de realización han permitido poner de manifiesto la presencia de un nuevo registro lacustre de alto interés y que debe ser considerado de manera particular, pues se trata de un afloramiento de pequeñas dimensiones, como demuestra el hecho de que su existencia había pasado desapercibida hasta hace poco tiempo.

Una pequeña parte del valle de La Larri está incluido actualmente dentro del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. El interés geológico del lugar es notable: es un magnífico ejemplo de valle glaciar colgado, con forma típica en “U” y que desemboca en el valle principal de Pineta a través de un conjunto de cascadas. Además, desde un punto de vista geológico-estructural, es una ventana tectónica que da lugar al afloramiento de rocas siliciclásticas del Pérmico, gneises y granitos en medio de un macizo montañoso predominantemente calcáreo. Se trata, por tanto, de un lugar en el que concurren varios valores patrimoniales individuales y una alta geodiversidad.

El valle de La Larri queda cerrado por una morrena lateral perteneciente al sistema glaciar de Pineta y también presenta otros depósitos fluviales y coluviales (García Ruiz y Martí Bono, 2001). En el nuevo mapa geológico del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Robador *et al.*, 2010) se señala la presencia de otros sedimentos recientes, relacionados con la obstrucción del valle; pero la descripción y cartografía de los mismos es muy general, como corresponde a su escala (1:25 000). Recientemente se han iniciado trabajos para estudiar dichos depósitos yuxtaglaciares y próximamente se presentará un avance con algunos resultados (Salazar *et al.*, en prensa).

Los aluviales actuales del río de La Larri están encajados en otros depósitos anteriores y forman tres niveles de terrazas. La terraza más alta (10-12 m. de altura) es la mejor conservada, está presente en ambos lados del valle y puede interpretarse como una terraza de relleno (*fill-terrace*) asociada a la obstrucción glaciar. Los otros dos niveles de terrazas están presentes solo en la parte sureste del valle y se deben a los procesos de encajamiento posteriores (*cut-in-terraces*). En su zona más distal, los sedimentos de la terraza más alta incluyen un nivel basal de lutitas laminadas de origen lacustre y que quedan cubiertas por los depósitos fluviales. Una muestra tomada cerca de la base de los sedimentos lacustres ha sido datada como de edad tardiglaciar ($13\ 245 \pm 120$ cal. yrs BP). La importancia de este depósito lacustre radica en que puede correlacionarse directamente con determinada fase de la evolución de los glaciares en el área, indicando que en ese momento existía aún una actividad glaciar notable en el valle principal de Pineta y permitiendo, en un futuro, establecer un modelo cronológico más detallado de la evolución de los glaciares en el macizo de Ordesa - Monte Perdido. Estos nuevos datos añaden un valor patrimonial nuevo y no identificado hasta ahora, y que debe tenerse en cuenta en su gestión y conservación, pues, como se indicó anteriormente, se trata de un afloramiento relativamente pequeño.

SEMIPOLJÉ O POLJÉ MARGINAL DE LA ESTIVA: UN POSIBLE LUGAR DE INTERÉS GEOLÓGICO NO INVENTARIADO

La depresión kárstica de la Estiva aparece señalada en la cartografía geomorfológica del Parque (García Ruiz y Martí Bono, 2001) y está situada a una cota de 2076 m de altitud, bajo los picos Estiva (2243 m), Comodoto (2361 m) y Petramula (2321 m), en la margen noreste del valle de Pineta. Es una depresión alargada, con una longitud máxima de 1,28 km y una anchura máxima diez veces menor (0,12 km), y cuyo eje sigue una dirección NO-SE, es decir, paralela al valle principal de Pineta. El fondo de la depresión está ligeramente ondulado, quedando situado justo sobre la traza que sigue el contacto entre unas pizarras impermeables del Devónico Superior, al noreste, y unas calizas grises karstificadas del Cretácico Superior, al suroeste. Se trata de una depresión bastante singular, que debe ser clasificada como un semipoljé o poljé marginal (Field, 2002). La depresión es accesible por pista forestal y mediante el sendero de gran recorrido GR-10.

La estructura y la litología condicionan de manera evidente la forma de las laderas de la depresión y los procesos que ocurren en ellas. Las calizas del Cretácico dibujan una cresta homoclinal (*hog-back*) que, además de separar la depresión del valle de Pineta, origina un talud de derrubios al pie de la ladera. La ladera opuesta contrasta fuertemente con esa cresta, pues exhuma la superficie estructural del contacto entre ambas formaciones y a su pie se forman pequeños conos de deyección y lóbulos de solifluxión. El relleno de esta cubeta kárstica, en su parte central, tiene un espesor mayor de 14 m y está compuesta por arcillas y limos de colores oscuros, que presentan algunas pasadas de gravas finas de clastos pizarrosos. Dataciones de restos orgánicos con ¹⁴C AMS muestran que el relleno es del Holoceno. Hay que tener en cuenta que en estos macizos calcáreos del Pirineo no suelen formarse turberas, por lo que este relleno constituye un posible lugar para realizar estudios de los registros polínicos y paleoclimáticos del Holoceno.

• CONCLUSIÓN

Las actividades de catalogación e inventario del patrimonio geológico deben de tener siempre un carácter abierto y dinámico, pues deben entenderse como un proceso continuo, basado en la participación pública y en el asesoramiento científico de los expertos, y cuyo objetivo no debe concebirse, en ningún caso, como un documento final de carácter cerrado.

• AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con financiación del Organismo Autónomo Parques Nacionales, mediante el proyecto 083/2009.

• REFERENCIAS

- Alcalá, B. y Alcalá, L. 1996. Patrimonio Geológico de Aragón. *Geogaceta*, 19, 217-221.
- Aguirre, E., Goy, A., Comas Rengifo, M.J., Hernán Sanz, J. y Morales, J. 1974. *Informe sobre conservación de sitios de interés geológico y paleontológico en la Región Central*. Base para el Plan Especial de Protección del Medio Físico de la provincia de Madrid. COPLACO Informe inédito, Madrid, 1-83.
- COPLACO 1975. *Plan espacial de protección del medio físico de la Provincia de Madrid*. ICONA-Dirección Técnica de Planeamiento Metropolitano, Madrid, 1-129.
- Elízaga, E. y Palacio, J. 1996. Valoración de puntos y/o lugares de interés geológico. En: *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. (A. Cendrero, Ed.) Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, 61-79.
- Field, M.S. 2002. *Lexicon of cave and karst terminology with special reference to environmental karst hydrology*. National Center for Environmental Assessment- Environmental Protection Agency, Report Number EPA/600/R-02/003, Washington DC, 1-214.
- García Ruiz, J.M. y Martí Bono, C.E. 2001. *Mapa geomorfológico del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Ministerio de Medio Ambiente-OAPN, Madrid.
- Nature Conservancy Council 1991. *Earth Science Conservation in Great Britain - A Strategy*. Nature Conservancy Council, Peterborough, 1-84.
- Ramos-Gorostiza, J.L. 2006. Gestión ambiental y política de conservación de la naturaleza en la España de Franco. *Revista de Historia Industrial*, 32, Año XV-3, 99-138.
- Robador, A., Samsó, J.M., Pujalte, V., Oliva, B., Gil, I., Soto, R., Payros, A., Rosales, I., Tosquella Angrill, J. 2010. Cartografía Geológica a Escala 1:25 000 del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y su Aplicación a la Gestión e Interpretación del Medio Natural del Parque Nacional. En: *Proyectos de Investigación en Parques Nacionales: 2006-2009* (L. Ramírez y B. Asensio, Eds.) Ministerio de Medio Ambiente - OAPN, Madrid, 7-28.
- Salazar, A., Mata, P. y Valero-Garcés, B.L. (en prensa). Lateglacial lacustrine sediments in La-Larri (Pineta valley, Pyrenees, N. Spain). *28th IAS Meeting of Sedimentology Abstract book*. Zaragoza, Spain.
- Salazar, A., Ortega, L.I., Portero, G., Mendiola, I. y Tamés, P. 1996. El Patrimonio Geológico en Gipuzkoa: inventario, divulgación y gestión. *Geogaceta*. 19: 221-223.
- The Association of UK RIGS Groups 2006. UKRIGS Development Strategy 2006-2010. GeoConservationUK, 1-9. (<http://wiki.geoconservationuk.org.uk/>)
- Zoido Naranjo, F. 2001. La ordenación del territorio a distintas escalas. En: *Geografía de España* (A. Gil Olcina y J. Gómez Mendoza, Coords.) Ariel, Barcelona, 595-618.

USOS ANTRÓPICOS Y AFECCIONES AL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO: EJEMPLOS EN LA PROVINCIA DE LEÓN

Human activity and impact on geological heritage of geomorphological interest: examples from Leon province (Spain)

Santos González, J.¹ y Redondo Vega, J.M.²

¹Fundación Laciara Reserva de la Biosfera. Pza. Luis Mateo Díez s/n. 24100 Villablino (León). jsango@unileon.es

²Departamento de Geografía y Geología. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de León. Campus de Vegazana s/n. 24071 León. Jmredv@unileon.es

Palabras clave: Patrimonio geomorfológico, afecciones, uso antrópico, León.

• INTRODUCCIÓN

La preocupación por el patrimonio geológico es un tema reciente. Hasta hace pocos años los elementos geológicos solo eran considerados un recurso económico que se podía obtener mediante la extracción de rocas o minerales. Así, en el norte de la provincia de León existen numerosas minas de carbón cuya actividad comenzó hace más de 100 años. Mucho antes, los romanos extrajeron gran cantidad de oro de buena parte de la provincia. En la actualidad, la visión sobre el patrimonio geológico está cambiando y en los últimos años ha ido creciendo el interés por su divulgación y, en menor medida, por su protección.

En la presente comunicación se exponen una serie de ejemplos de las afecciones que diversas actividades humanas están provocando en el patrimonio geológico de interés geomorfológico en la provincia de León, tomando como referencia principal los lugares incluidos dentro del Inventario de Lugares de Interés Geológico de la provincia de León (Fernández Martínez y Fuertes Gutiérrez, 2009). En algunos casos son afecciones puntuales, pero en otros provocan una destrucción parcial o total de elementos patrimoniales significativos.

• AGRICULTURA Y GANADERÍA

La actividad ganadera está muy arraigada en la Cordillera Cantábrica, habiendo ocupado el ganado ovino y vacuno gran parte de los valles y zonas altas de las montañas. Su uso para pastos en verano ha provocado una importante pérdida de bosque y, en particular, un descenso de su

límite altitudinal superior debido a la carga ganadera. Ello se ha traducido en un incremento de la actividad de los procesos geomorfológicos, especialmente los de carácter periglacial y en una mayor erosión, lo que ha conllevado la pérdida de suelo.

Aunque la destrucción de elementos patrimoniales como consecuencia de la actividad ganadera es escasa, se pueden citar algunos ejemplos. Así, como un caso singular, los materiales de algunos glaciares rocosos han sido utilizados para la construcción de chozos y corrales en sus márgenes, al ser enclaves que ofrecían abundante material de construcción y buena protección natural frente a los ataques de los lobos, como ocurre en los glaciares rocosos de Braña Librán (Salientes), que es uno de los mejores ejemplos de estas formas en toda la Península Ibérica, y del Tambarón (Montrondo) (Redondo Vega *et al.*, 2010). En todo caso, se trata de afecciones puntuales y el porcentaje de superficie dañada es relativamente pequeño.

Aguas arriba de la localidad de Colinas del Campo de Martín Moro Toledano, en la cabecera del río Boeza, la nivelación de una pequeña finca rústica puso al descubierto un depósito glaciolacustre de gran interés pero que, debido a los trabajos, quedó muy reducido en cuanto a sus dimensiones originales (Redondo Vega *et al.*, 2006).

En cuanto a la agricultura, cabe citarse la removilización de bloques erráticos y depósitos glaciares. Especialmente significativa es la gran cantidad de *murias*, término con el que se conoce a los montones de piedras acumulados en los bordes de zonas agrícolas, existentes en Páramo del Sil. Estas *murias* están constituidas por cantos y bloques de cuarcitas de la Serie de los Cabos que fueron transportados por los glaciares pleistocenos y depositados sobre las Pizarras de Luarca (Redondo Vega, 2002).

Mayor incidencia ha tenido la puesta en marcha de grandes extensiones de regadíos en el Páramo leonés, que no solo ha modificado los usos del suelo y el paisaje, sino que ha supuesto la práctica desaparición del sistema de lagunas de origen endorreico que caracterizaban ese espacio hasta la llegada del regadío.

• REPOBLACIONES FORESTALES

Estos trabajos siempre suponen cambios importantes en los componentes de los paisajes agrarios y/o naturales. Pero, sobre todo, han supuesto la transformación y destrucción de extensas superficies de formas acaravadas y torrenciales que tenían su origen en explotaciones auríferas de época romana. Se han destruido para siempre, muchas veces por desconocimiento de los propios técnicos forestales, grandes extensiones de esos terrenos que forman parte de nuestro importante patrimonio geominero en todas las zonas donde existen: La Valdería, Valduerna, La Omaña, El Bierzo y Los Ancares.

• EXCURSIONISMO Y EXPOLIO DE LAS CAVIDADES SUBTERRÁNEAS

Desde mediados del siglo pasado la proliferación de actividades espeleológicas permitió la exploración de la mayoría de las cavidades de la montaña en León. Paralelamente muchas cavidades han sufrido desde entonces un continuado expolio de sus espeleotemas hasta el punto de quedar prácticamente destruido el importante patrimonio de algunas cavidades como, por ejemplo, la Cueva del Rubio de Vegacervera. Otras, como la de Valporquero, tienen un uso turístico que ha modificado sustancialmente las condiciones naturales originales, al menos en la parte abierta al público.

• EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS

Las graveras son uno de los usos más habituales de los sedimentos. Frecuentemente aparecen sobre materiales de origen fluvial (tanto terciarios como cuaternarios). En Páramo del Sil, Susaño, Sorbeda y Anllares diversas explotaciones de áridos están desmantelando una gran cantidad de depósitos fluvioglaciares de gran interés, ya que incluyen secuencias glaciares y glaciolacustres que contienen una valiosa información paleoambiental acerca del máximo avance glaciar en la Cordillera Cantábrica (Santos González, 2010). Estas secuencias son destruidas sin que pueda hacerse un seguimiento continuado de las mismas.

En Matalavilla, una explotación de áridos realizada para obtener arenas durante la construcción del Embalse de Matalavilla, supuso la casi total desaparición de una secuencia fluvioglacial y glaciolacustre de gran valor (Redondo Vega *et al.*, 2006). En Piedrafita de Babia se han desmantelado parcialmente pequeñas morrenas y depósitos glaciolacustres.

Un caso singular se da en el depósito fluvioglacial de Sorbeira, en la Sierra de Ancares. En este lugar gran parte de la grava fue removilizada en época romana, probablemente para la extracción de oro, conservándose solo una pequeña parte del material original que, en los últimos años, se está explotando como gravera para su uso en distintas obras realizadas en los pueblos del entorno.

En Truchas (La Cabrera) la explotación se realiza sobre un depósito periglacial (*grèzes litées*) compuesto por gelifractos de pizarra de pequeño tamaño. En este caso se trata de depósitos mucho más abundantes, pero solo son visibles cuando se realizan cortes en el terreno.

• CANTERAS DE PIZARRA

Aunque las canteras se centran en la explotación de mineral, tanto en la comarca de La Cabrera como en el entorno de Páramo del Sil y Susaño del Sil hay algunas que provocan afecciones al patrimonio geomorfológico.

El caso más grave se da en el Monumento Natural del Lago de la Baña, en La Cabrera, donde grandes explotaciones a cielo abierto de pizarra han alterado la morfología glaciar de la zona y los restos sedimentarios. Además, las continuas explosiones y la modificación de las aguas subterráneas parecen ser una de las causas del notable descenso del nivel del agua del lago en los últimos años, que ha estado a punto de secarse por completo. La conservación del lago a largo plazo pasa por la realización de un estudio de las causas que provocan las filtraciones y la protección no solo de la masa de agua, sino del entorno próximo que influye en él.

En la misma comarca, la confluencia de los ríos Noceda y Cabrera ha sido explotada a cielo abierto, quedando ambos ríos ocultos debajo de la explotación minera, causando graves daños ambientales, pero también geomorfológicos, al destruir la dinámica natural del río.

En el caso de Páramo y Susaño del Sil, las canteras de pizarra han eliminado algunos depósitos glaciares y glaciolacustres de enorme interés paleoambiental, al incluir material susceptible de ser datado, a una cota singularmente baja, en la que se situó el frente del mayor glaciar de toda la Cordillera Cantábrica (Santos González, 2010).

• CARRETERAS

La construcción de carreteras y otras vías de comunicación (caminos, ferrocarriles) incide de forma importante en los elementos patrimoniales. Al igual que ocurre con otros impactos, se da la paradoja de que en muchos casos su construcción permite descubrir elementos singulares que permanecían ocultos pero, al mismo tiempo, provocan la alteración, cuando no la destrucción de los mismos.

En particular, podemos citar los umbrales con marcas de erosión glaciares puestos al descubierto durante las obras de ampliación de la C-631 entre Toreno y Villablino, en el año 2000. Gracias a esa obra se pueden observar hoy en día algunos umbrales de gran interés, como el existente en Palacios del Sil, incluido como uno de los Lugares de Interés Geológico de la provincia de León. Sin embargo, una vez que la roca queda expuesta, los procesos erosivos van eliminando la superficie original y, por tanto, las marcas glaciares. En pocos años las estrías y otras marcas erosivas quedarán completamente eliminadas por la erosión. Una situación similar se da en el umbral de Cabrillanes, en la comarca de Babia.

En Saceda, en la comarca de La Cabrera, la ampliación de la carretera puso al descubierto una interesante acumulación de *grèzes litées* que, como la mayor parte de este tipo de depósitos, estaba colonizada (y protegida) por la vegetación. En esa misma zona, cuando se construyó a principios de los años 80 del pasado siglo la carretera asfaltada entre el Bierzo y La Cabrera a través del Morredero, se destruyeron para siempre unos magníficos ejemplos de suelos poligonales periglaciares que había en la zona culminante.

• ESTACIONES DE ESQUÍ

Las estaciones de esquí conllevan grandes movimientos de tierra para la construcción de las pistas, los accesos, los remontes y los edificios accesorios. En la estación de esquí de San Isidro, los movimientos de tierra supusieron la transformación de uno de los mejores circos glaciares de toda la Cordillera, como es el de Cebolledo. Dentro de él se removilizó gran parte de un glaciar rocoso. Además, en la cabecera del valle, en los últimos años se han extraído áridos del flanco derecho de un glaciar rocoso de lengua. Paradójicamente, esto permite observar una sección transversal de estas formas, algo que raramente es posible.

Mayor amenaza supone el proyecto de la estación de esquí de San Glorio, en el macizo de Peña Prieta, que afectaría gravemente a uno de los enclaves con mayor valor geomorfológico de toda la Cordillera, ya que une a un modelado glaciar muy singular (de hecho, la primera alusión al glaciario de la Cordillera se refiere al valle de Lechada), la presencia de abundantes formas periglaciares funcionales (muchas de las cuales serían destruidas en caso de hacerse la estación). Recientes estudios apuntan a la posibilidad de que exista permafrost en la zona (Santos González *et al.*, 2009), lo que aumentaría aún más la singularidad del lugar. La alteración que la construcción de las pistas provocaría en la distribución de la cubierta nival podría influir negativamente en su conservación.

• CONCLUSIONES

Muchos de los Lugares de Interés Geológico con valor geomorfológico, especialmente los que se refieren a secuencias sedimentarias, están afectados por diversas actividades humanas. En ocasiones, paradójicamente, es la propia actividad la que ha permitido observar estos lugares que han permanecido ocultos durante miles de años. Su uso como recurso económico debería, al menos, acompañarse de estudios sistemáticos de los mismos antes de ser destruidos para siempre puesto que, una vez removilizados, es imposible la restauración. Además, hay que tener en cuenta que frecuentemente se trata de acumulaciones de poco espesor y, por tanto, muy vulnerables.

• REFERENCIAS

Fernández Martínez, E. y Fuertes Gutiérrez, I. (Coords.). 2009. *Lugares de Interés Geológico. León*. DVD, Fundación Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León.

Redondo Vega, J.M. 2002. El relieve glaciar de la Sierra de Gistredo (NW de la Cordillera Cantábrica, León). En: *El modelado de origen glaciar en las montañas leonesas* (J.M. Redondo Vega, A. Gómez Villar, R.B. González Gutiérrez y P. Carrera Gómez, Coords.) Universidad de León, León, 105-136.

Redondo Vega, J.M., Gómez Villar, A., González Gutiérrez, R.B. y Santos González, J. 2010. *Los glaciares rocosos de la Cordillera Cantábrica*. Universidad de León, León, 1-158.

Redondo Vega, J.M., González Gutiérrez, R.B., Santos González, J. y Gómez Villar, A. 2006. Sedimentación glaciolacustre en la Montaña Cantábrica Leonesa. En: *Geomorfología y territorio. Actas de la IX Reunión Nacional de Geomorfología* (A. Pérez Alberti y J. López Bedoya, Eds.) Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 83-100.

Santos González, J. 2010. *Glaciarismo y periglaciarismo en el Alto Sil*. Tesis doctoral (inédita). Departamento de Geografía y Geología, Universidad de León, León, 1- 689.

Santos González, J., Redondo Vega, J.M., Prieto Sarro, I., González Gutiérrez, R.B. y Gómez Villar, A. 2009. Ground thermal regimes around relict rock glaciers (Cantabrian Mountains, Spain). En: *7th International Conference on Geomorphology*, Melbourne. Actas electrónicas.

PATRIMONIO GEOLÓGICO Y TURISMO ACTIVO EN LA CUEVA DE VALPORQUERO (LEÓN)

Geological heritage and adventure tourism in the Cave of Valporquero (León)

Temprano Alonso, R.¹ y Castaño de Luis, R.²

¹Empresa GUHEKO SL servicios para el tiempo de ocio. C/ Campanillas 48. 24008 León. raul.temprano@guheko.com

²Unidad de León, Instituto Geológico y Minero de España. Parque Científico de León. Av. Real 1, Edificio 1. 24006 León. rodrigocastdeluis@hotmail.com

Palabras clave: Patrimonio geológico, turismo activo, karst, Valporquero.

• GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA DE LA CUEVA DE VALPORQUERO

La Cueva de Valporquero se encuentra en las proximidades de Valporquero de Torío, localidad situada a 46 km al norte de la capital leonesa y perteneciente al término municipal de Vegacervera. Esta zona de la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica presenta un relieve muy abrupto que se articula en torno al río Torío; uno de sus afluentes, el Arroyo de Valporquero, es el principal responsable del origen de la cavidad.

La Cueva de Valporquero se ha desarrollado en la Escama de Correcillas de la Unidad de Somiedo-Correcillas (Región de Pliegues y Mantos, Zona Cantábrica), la cual está constituida por una sucesión sedimentaria que abarca desde el Cámbrico hasta el Carbonífero. En esta escama destaca la presencia de una estructura sinclinal de gran tamaño (Sinclinal de Valporquero), cuya base está constituida por materiales terrígenos impermeables de naturaleza pizarrosa y areniscosa, mientras que en su núcleo aparecen los materiales calcáreos de edad Viseense-Namuriense de las formaciones Alba, Barcaliente y Valdeteja.

En estos materiales de naturaleza carbonatada se ha desarrollado el sistema acuífero de Valporquero-Fresneda, que se extiende a ambos lados del río Torío (Fig. 1), el cual, al cortar perpendicularmente la estructura general del macizo, lo divide en dos partes, a la par que constituye su nivel de base. La Cueva de Valporquero representa el edificio kárstico principal del sector oeste del acuífero Valporquero-Fresneda. Este conjunto de cavidades presenta dirección oeste-este, coincidiendo con la disposición de las unidades litológicas y con la dirección del Arroyo de Valporquero.

La cueva se ha desarrollado en los materiales carbonatados de la Formación Barcaliente (Fig. 2),



Figura 1. El río Torío a su paso por las Hoces de Vegacervera.



Figura 2. Ladera del Pico Fresneda vista desde la Atalaya de Valporquero, mostrando la parte superior de la sucesión estratigráfica del Sinclinal de Valporquero: 1- Fm. Santa Lucía; 2- Fms. Hurgas, Ermita y Vegamián; 3- Fm. Alba; 4- Fm. Barcaliente, en cuyo seno se ha desarrollado la Cueva de Valporquero; 5- Fm. Valdeteja. La flecha situada sobre el hayedo que se observa en primer plano señala la posición de la entrada a la Sima de Perlas.

la cual consta de calizas grises oscuras dispuestas en estratos centimétricos o decimétricos. La posición subvertical de los mismos implica que en muchos casos las paredes de la cueva coincidan con los planos de estratificación.

La Cueva de Valporquero presenta una longitud total conocida superior a los 3500 m, distribuidos en un total de tres niveles (Fig. 3):

- El nivel superior supera los 1300 m y constituye la parte más antigua de la cavidad; en la actualidad no muestra circulación hídrica relevante, salvo en las zonas más proximales durante las épocas de lluvias y/o deshielo. La estructura general está controlada por la estratificación, salvo en algunos lugares en los que la presencia de fracturas provocó la formación de salas laterales o ligeros cambios en la dirección de las galerías. Inicialmente, la circulación hídrica tuvo lugar a lo largo de este nivel, como atestigua la presencia de una surgencia inactiva y colapsada en la parte más baja del mismo (Paleocovona), 21 m por encima del actual punto de desagüe de la cueva (Covona). En el nivel superior se distinguen 6 salas (Gran Rotonda, Pequeñas Maravillas, Cementerio, Gran Vía, Columna Solitaria y Grandes Maravillas), en las que se alcanza el mayor

desarrollo de espeleotemas de la cavidad (Fig. 4) y que han sido acondicionadas para su uso turístico.

- El nivel intermedio tiene escaso desarrollo y está constituido por la Sala de Hadas y por una galería que se sitúa por debajo de la Columna Solitaria y Grandes Maravillas. La Sala de Hadas también ha sido habilitada para su uso turístico.

- El nivel inferior o “Curso de Aguas” representa el curso activo del Arroyo de Valporquero en condiciones hipogeas. Existen cuatro posibles accesos a este nivel: a través de la Galería de Hadas, por la rampa que se abre al final de Gran Vía, por el conjunto de simas que descienden desde la Sala de la Columna Solitaria a través del nivel intermedio o por la Sima de Perlas. Esta última constituye la entrada más alta del sistema y, aunque pudo estar relacionada con el nivel superior cuando este acogía la circulación hídrica, su desarrollo hasta intersectar el Curso de Aguas ha seguido una vía independiente. En el nivel inferior predominan las formas erosivas, propiciadas por la erosión mecánica y kárstica del propio arroyo y de otros aportes que no vienen sino a engrosar su caudal. El Curso de Aguas alcanza el exterior en la Covona (situada 221 m por debajo de la entrada de la Sima de Perlas), a 300 m del cauce del río Torío y 64 m por encima de este.

La existencia de estos tres niveles viene determinada por las distintas fases de encajamiento del río Torío desde el Pleistoceno hasta la actualidad, lo que ha obligado al Arroyo de Valporquero a excavar los niveles inferiores y a abandonar los superiores. En la actualidad, dado que la surgencia

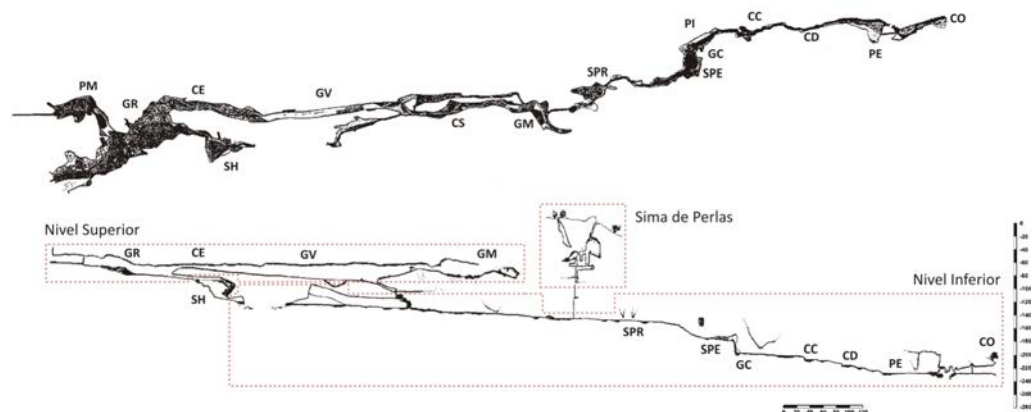


Figura 3. Topografía (planta y alzado) del sistema de galerías que constituye la cueva de Valporquero, diferenciándose los niveles superior e inferior y la Sima de Perlas. Se señalan las denominaciones de algunos puntos de interés de la cavidad: CC-Cascada del Cable, CD-Cascada de la Dificultad, CE-Cementerio, CO-Covona, CS-Columna solitaria, GC-Gran Cascada, GM-Grandes Maravillas, GR-Gran Rotonda, GV-Gran Vía, PE-Sala de Perlas, PI-Paso de los Ingleses, PM-Pequeñas Maravillas, SH-Sala de Hadas, SPE- Sala Peñalba y SPR-Sala de Prensa. (Modificado de Duran *et al.*, 1997).

del Curso de Aguas aparece colgada muy por encima del nivel de base, se está verificando la excavación de nuevas galerías en algunas zonas de la cueva (entre la entrada principal y la Sala de Hadas y por debajo de la Covona).



Figura 4. Desarrollo de espeleotemas en la zona turística (nivel superior) de la Cueva de Valporquero: A- Colada en “Pequeñas Maravillas”; B- Estalactitas, estalagmitas y columnas en “Grandes Maravillas”.

• DESARROLLO DE LA OFERTA DE TURISMO ACTIVO EN LA CUEVA DE VALPORQUERO (LEÓN)

Los cambios económicos y sociales de los últimos años han propiciado un nuevo modelo de turismo rural, con una demanda de clientes que no solo buscan un destino con valores de tranquilidad, naturaleza y vuelta a lo tradicional. Persiguen además, el descubrimiento de experiencias que complementen su visita. Esta realidad ha generado un nuevo planteamiento de la oferta de las empresas, que responde a la demanda del turista que ya no busca únicamente visitar un destino sino que quiere “hacer algo”, y valora tanto el lugar, como la posibilidad de vivir una experiencia en el mismo.

Esta tendencia está también presente en los visitantes de cuevas turísticas, entre los que encontramos cada vez más personas que no solo quieren entrar, escuchar y ver; demandan además, vivencias y experiencias relacionadas con el mundo subterráneo.

El acceso turístico de la Cueva de Valporquero lleva abierto al público desde 1966. Está acondicionado por la Diputación de León con caminos, puentes, escaleras y multitud de puntos de iluminación para una visita guiada de unos 1100 m de recorrido, con una media de 70 000 turistas anuales. Pero la parte habilitada para la visita turística del sistema de la cueva de Valporquero es aproximadamente un tercio de la extensión visitable de la cavidad. El nivel inferior se puede recorrer realizando una travesía espeleológica de casi tres kilómetros hasta la desembocadura del Arroyo de Valporquero en el río Torío.

La empresa de Turismo Activo GUHEKO SL, fundada en 1993 y especializada en actividades en el medio natural, incorporó a su oferta en el año 1999 el descenso del río subterráneo de la Cueva de Valporquero. En la actualidad unos 20 000 usuarios han participado en esta actividad durante los últimos años.

Este descenso, realizado por primera vez en 1961, ha sido siempre considerado una actividad espeleológica con un nivel técnico avanzado y está considerada una de las travesías clásicas de la espeleología española. Un trabajo de innovación y desarrollo de los materiales y la técnica ha permitido adaptar el nivel de dificultad y mejorar la seguridad. Estos aspectos, junto con un importante trabajo de prevención de riesgos y adaptación a un usuario sin experiencia, son las bases que han permitido la comercialización de este producto turístico.

La actividad se realiza entre los meses de abril y octubre en función de las fluctuaciones del caudal de la cueva. Combina técnicas de espeleología, alpinismo y barranquismo, siendo necesarios unos requisitos mínimos a nivel físico, ya que el participante tiene que trepar, nadar, rapelar, saltar a pozas y deslizarse por toboganes, para lo cual se le dota de una completa equipación de seguridad (traje de neopreno, escarpines, guantes, casco, iluminación, arnés, descendedor, etc.), y de la formación e información previa necesaria.

Los grupos, de 10 personas como máximo, van acompañados siempre de dos guías que se encargan de la adaptación técnica individual y de la interpretación del entorno, tema de especial interés, para lo que se ha tenido en cuenta la organización de toda la actividad. No es casualidad que el turista comience la aventura en el centro de Turismo Activo de Vegacervera, desde donde el guía se desplaza con el grupo en un vehículo hasta la boca de la cueva; este recorrido permite comenzar la interpretación geológica del karst desde su nivel base del río Torío, recorriendo las Hoces de Vegacervera y apreciando desde el exterior los efectos del modelado kárstico y los planos subverticales de estratificación que posteriormente se podrán apreciar en el interior de la cueva.

El recorrido hace posible la interpretación geológica con criterios cronológicos, ya que comienza en el nivel más antiguo y recorre la cavidad hasta el más moderno, lo que permite aproximar al visitante a las fases de encajamiento del río Torio desde el Pleistoceno y a la

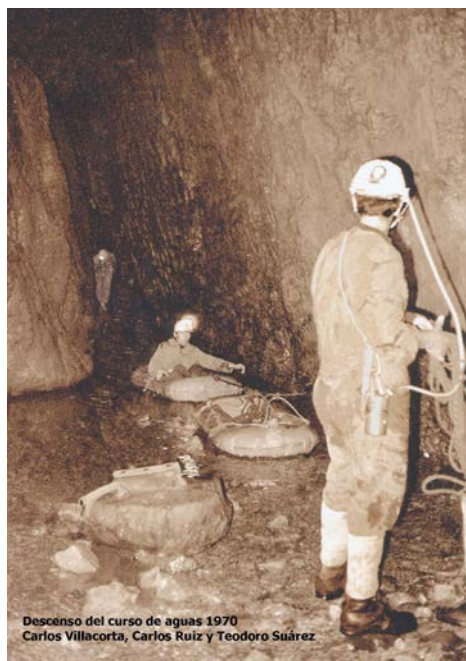


Figura 5. Descenso del Curso de Aguas, 1970. Carlos Villacorta, Carlos Ruiz y Teodoro Suárez.



Figura 6. Dos instantáneas del recorrido del Curso de Aguas.

consecuente excavación del Arroyo de Valporquero en los diferentes niveles de la cueva. Desde este planteamiento, un turista sin conocimientos geológicos básicos entiende el proceso de formación del sistema vivencialmente, ya que realiza prácticamente el mismo recorrido de la circulación hídrica, de manera que comprende deductivamente, a partir de las indicaciones de los guías, la formación de los diferentes espeleotemas y formas erosivas.

El equipo de profesionales que desarrolla esta actividad está formado por doce guías, un director técnico y un director de gestión. La relevancia que toma la figura del guía en esta actividad requiere una selección y formación continua de los recursos humanos. Este proceso se compone de diferentes pruebas de actitud y aptitud que todo el personal realiza al principio de cada temporada, que se complementa con formación interna en técnica y procedimientos de seguridad, asistencia en la vertical, simulacros, atención al cliente, etc.

Desde el punto de vista de la comunicación y la promoción del producto, se han seguido estrategias orientadas a transformar los temores que surgen en una persona no habituada al entorno subterráneo y que se pueden percibir como un problema, en una oportunidad de vivir un reto y una experiencia con un alto componente emocional. En esta línea se refuerzan los conceptos positivos de “compartir experiencias”, “aventura” y “emociones” asociados a la



Figura 7. Un grupo de personas durante el desarrollo de la actividad.

Figura 8. Simulacro de rescate en el Curso de Aguas de la Cueva de Valporquero, Junio de 2008. Guías de la Empresa Guheko S.L.



actividad, en promociones en redes sociales e Internet, así como en otros medios como radio, TV y prensa. Cabe destacar por su especial impacto, las colaboraciones realizadas en televisiones nacionales y autonómicas en el programa “Callejeros” de Cuatro, “Trotaparamos” de TVCYL, y en el programa “Desafío extremo de Jesús Calleja” en Cuatro, etc. con índices de audiencia superiores a los dos millones de personas.

La sostenibilidad de cualquier proyecto turístico en un espacio natural se sustenta en la no modificación de las condiciones originales del entorno, ya que la esencia de un lugar recóndito es su principal atractivo. Aunque el número anual de visitas no llega al 4 % del total de turistas que acceden al nivel superior, es necesario el control y la regulación de una serie de aspectos clave: por un lado, el número de personas por grupo que realiza la actividad, y en especial, la restricción de acceso a usuarios no cualificados sin guías. Y por otro, medidas concretas de control para evitar la degradación de la cueva, como la utilización de iluminación LED que no genera calor ni CO₂, el paso por zonas no sensibles a la modificación debida al pisoteo, como coladas de tobas y travertinos, suelos arcillosos, etc., y la limpieza y extracción de residuos de carburo abandonados por grupos de espeleólogos.

En conclusión, y valorando los doce años de vida de este producto turístico, podemos decir que el descenso del río subterráneo de la cueva de Valporquero constituye una actividad dinamizadora de la economía rural y de la oferta de servicios al visitante de la zona, que puede servir como modelo sostenible de aprovechamiento de los recursos geológicos y naturales como atractivo turístico.

• REFERENCIAS

Durán, J.J., Heredia, N., del Barrio, V., Quintana, L. y Vallejo, M. 1997. *Estudio del karst y la Cueva de Valporquero*. Instituto Tecnológico Geominero de España y Diputación Provincial de León. Informe inédito. 1-175.

SOLICITUDES DE NUEVOS GEOPARQUES A UNESCO: ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE HICIERON FRACASAR LA PROPUESTA DEL PIEDEMONTE NORTE DE LAS SIERRAS DE GUADARRAMA Y AYLLÓN (SEGOVIA)

New geopark applications to UNESCO: Analysis of causes that made the “Piedemonte Norte de las sierras de Guadarrama y Ayllón” proposal fail

Vegas, J.¹, Díez-Herrero, A.¹, Aragoneses, J.P.², Gutiérrez, I.³ y Carcavilla, L.¹

¹Instituto Geológico y Minero de España. C/ Ríos Rosas 23. 28003 Madrid. j.vegas@igme.es, andres.diez@igme.es, l.carcavilla@igme.es

²Asociación Deportiva y Cultural LACERTA. C/ El Castejón 8. 40422 Otero de Herreros, Segovia. info@lacerta.es

³Asociación de Aficionados a la Mineralogía, ASAM. Segovia. ignaciogutierrezperez@gmail.com

Palabras clave: Patrimonio geológico, Geoparque, Segovia.

Un Geoparque es un reconocimiento que otorga la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) a regiones con un patrimonio geológico singular, para que pueda servir de motor de desarrollo sostenible de los territorios elegidos y formen parte de la Red Mundial de Geoparques. La candidatura debe estar liderada por las propias entidades locales (ayuntamientos, mancomunidades, asociaciones culturales, movimientos vecinales, etc.) y no tanto por las administraciones autonómicas o estatales. La figura de Geoparque no implica ninguna restricción ni limitación de usos y actividades tradicionales, ni condiciona el planeamiento urbanístico de esas localidades. Más bien al contrario, las localidades implicadas son las que directamente gestionan los fondos y las actividades del Geoparque. España cuenta en la actualidad con 5 Geoparques (Maestrazgo, Cabo de Gata, Sierras Subbéticas, Sobrarbe y Costa Vasca) y hay numerosos territorios que están en vías de evaluación y en fase de preparar las candidaturas para presentar a la UNESCO en estos próximos años: Sierra Norte de Sevilla, Comarca de Molina y Alto Tajo (Guadalajara), Cataluña Central, las Villuercas-Ibores-Jara (Cáceres), Almadén (Ciudad Real), Arribes del Duero (Salamanca, Zamora y Portugal), Jumilla (Murcia), Montaña Leonesa-Cuatrovalles (León), Cuenca Minera de Riotinto (Huelva) y Valle del Río Fardes (Granada).

En el año 2008 surgió una iniciativa desde el ámbito local para solicitar la figura de Geoparque a la UNESCO para el territorio del Piedemonte Norte de las sierras de Guadarrama-Ayllón, provincia de Segovia. El punto de partida fue el Ciclo de Actividades celebrado en ese verano en Otero de Herreros sobre el patrimonio geológico y minero, que puso las bases de un proyecto para el desarrollo de una gran parte del territorio segoviano y la presentación de una forma de

progreso socioeconómico para más de medio centenar de localidades, desde Villacastín a Ayllón. Esta zona de la provincia de Segovia, dada su peculiar situación geológica, a caballo entre las tres principales unidades geológicas peninsulares, tiene un patrimonio geológico rico y variado con un total de 61 Lugares de Interés Geológico (LIGs) para el territorio propuesto (Díez, 1991; Vegas, 2000; Martín-Duque y Díez, 2003).

Los promotores iniciales de la propuesta del Geoparque segoviano han sido la Asociación Cultural y Deportiva Lacerta de Otero de Herreros y la Asociación de Aficionados a la Mineralogía (ASAM), con el asesoramiento de los técnicos del Instituto Geológico y Minero de España (Ministerio de Ciencia e Innovación) que han trabajado en este proyecto de forma totalmente altruista. La Subdelegación del Gobierno en Segovia se mostró muy interesada en la iniciativa desde el principio y ofreció sus instalaciones y contactos para facilitar los primeros trámites. De esta forma, se mantuvieron media docena de reuniones informativas a las que asistieron, por cuestiones operativas, cuatro alcaldes de municipios representativos del territorio elegido, en los que ya se vienen realizando actividades de puesta en valor del patrimonio geológico (Ayllón, Arcones, Valseca, Valdeprados y Otero de Herreros); además de los promotores y técnicos que mostraban las ventajas y beneficios de esta figura de desarrollo a partir de experiencias en otros países europeos y de los españoles. También se contactó con la Diputación Provincial, el Ayuntamiento de Segovia, Caja Segovia, y la Junta de Castilla y León, para hacerles partícipes de la iniciativa y solicitar su colaboración. Igualmente se registró un dominio de Internet y se diseñó y dotó de contenidos a una página web (www.geologiadesegovia.info), para informar a la población y público interesado (análisis para el periodo enero-agosto 2010: 19 000 sesiones, 57 865 páginas vistas, 270 descargas del guión del Geología10, 460 descargas de las memorias del proyecto del Geoparque, entre otras).

Como la propuesta no debe lanzarse desde las administraciones autonómicas o estatales, sino que debe partir de los propios municipios, se planteó una estrategia a corto plazo que primaba la información a los ayuntamientos, asociaciones y vecinos de los pueblos implicados. Por otra parte, éramos conscientes de lo poco que se conoce la Geología por parte de la población de los municipios implicados y lo necesario que era que se sintieran parte del proyecto. Para ello, se realizó una campaña de difusión mediante una exposición informativa que ha circulado por la mayor parte de los pueblos a lo largo de todo el año 2010. Dicha exposición, bajo el título de "¡Queremos un Geoparque!", contó con el patrocinio de Caja Segovia, la colaboración de la Junta de Castilla y León, el Museo de Segovia y diversos particulares que cedieron material gráfico a la misma. Junto a la exposición se impartían varias charlas-coloquio sobre el proyecto del Geoparque y su interés para la población local.

De esta forma, tras su inauguración en el Centro de Los Molinos (San Lorenzo, Segovia) en enero de 2010, la exposición ha recorrido, en periodos de una quincena, buena parte de las localidades del territorio del Geoparque: Ayllón, Riaza, Prádena, Arcones, Otero de Herreros, Ortigosa del Monte, Valseca, Basardilla, Torrecaballeros, Librería Entrelibros (Segovia), El Espinar, Valdeprados, Villacastín, Navas de San Antonio, Vegas de Matute y Palazuelos de Eresma.

• ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL FRACASO

La acogida e impacto del proyecto en las distintas localidades ha sido muy desigual, desde la asistencia de numerosos visitantes a la exposición y las charlas informativas, hasta la ausencia total en otros, pasando por la indiferencia en la mayor parte de ellos. Las causas de esta apatía de la población local y escasa acogida de la iniciativa pueden ser varias, entre las que queremos destacar las que, a nuestro juicio, han sido más determinantes:

1) La falta de público en muchas localidades se debe a la escasa difusión por parte los ayuntamientos a sus vecinos. En cada localidad se facilitaban carteles informativos al ayuntamiento (con el horario de visita y lugar) y la posibilidad de impartir una conferencia sobre el Geoparque. Muchos de los ayuntamientos se limitaron a colgar estos carteles en el local de la exposición, pero no informaban a los habitantes, ni a asociaciones, ni a colegios e institutos de sus localidades, a quienes potencialmente podía interesar la exposición como recurso educativo. En varias localidades ni siquiera se ha realizado la conferencia (por ejemplo Torrecaballeros, Riaza, El Espinar, Valseca, Villacastín) por considerar que no era interesante, no era una época propicia, o que no encajaba en las actividades de los municipios.

2) Coincidencia, en el tiempo y en parte del territorio afectado, con toda la tramitación y declaración del Parque Natural del Guadarrama por parte de la Junta de Castilla y León. Ello ha creado un estado de confusión entre los habitantes de los municipios implicados, que pensaban que un Geoparque era lo mismo o estaba relacionado con dicha declaración; a pesar de nuestra insistencia y reiteración en que no tenían nada que ver. Como muchas localidades y vecinos se oponían frontalmente al Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) y límites del Parque Natural, su actitud fue hostil también hacia la propuesta de Geoparque, hasta el punto de haber recogido críticas del tipo: "*...Si queréis hacer un parque, hacedlo en vuestros chalés o con vuestras tierras*", "*...Nos queréis dejar sin nuestro medio de vida, no permitiéndonos seguir con el ganado*", "*...A mi me han dicho que un Geoparque es mucho peor que un Parque Natural, que nos queréis quitar hasta la pensión...*".

3) Falta de interés de la población general por los temas de naturaleza y, en particular, por los temas geológicos que se consideran aburridos y propios de intelectuales y gente especializada. Probablemente esta circunstancia derive de la escasa presencia de las Ciencias de la Naturaleza, y de la Geología en concreto, en los actuales *currícula* de la enseñanza oficial en colegios e institutos, donde ha quedado relegada a unas nociones básicas que no incitan a profundizar en ellos.

4) Escaso espíritu emprendedor e innovador de la población rural segoviana, que tiende a mantener las actividades tradicionales, aunque estén en decadencia e incluso aunque les resulten ruinosas (como manifiestan que ocurre con la ganadería), negándose a abrirse a nuevas iniciativas de desarrollo. En este sentido, en las conferencias informativas sobre el proyecto se han mostrado las iniciativas llevadas a cabo en otros Geoparques internacionales y sobre todo españoles que han conducido a la creación de puestos de trabajo, empresas locales,

cooperativas, etc.; pero no ha surtido el efecto deseado en la población segoviana. En estos casos reales se ha conseguido un beneficio para el medio rural y la Geología es otro motor de desarrollo en estos territorios.

5) Falta de apoyo explícito y expreso por parte de instituciones municipales (ayuntamientos), provinciales (Diputación), comarcales (mancomunidades y asociaciones de desarrollo rural) y autonómicas (Junta de Castilla y León). En concreto, cuando se presentó la iniciativa a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, la respuesta fue que este tipo de actividades de educación ambiental "*...no estaban entre las prioridades actuales de la Junta*". Por el contrario, la Asociación Segovia Sur se presentó, junto con otras asociaciones de desarrollo rural de territorios de Geoparques, a la convocatoria de ayudas para proyectos de cooperación del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2010, extrayendo información de la propuesta a partir de la página web y sin contar con nuestra participación ni proponiendo participar a la otra asociación involucrada, CODINSE.

Si a estos cinco motivos principales, se suman otras causas que pudieran parecer menores, como son: envidias y celos de los pueblos por recibir antes o después la exposición, o por haber sido informados antes o no haber asistido a las reuniones en la Subdelegación; rencillas de índole política por el color de los ediles implicados; incluso porque la iniciativa podría interferir con otras que estas localidades estaban tramitando individualmente (como la solicitud de Reserva de la Biosfera por parte del Real Sitio de San Ildefonso), el resultado puede calificarse de fracaso en su conjunto. Como la UNESCO requiere que la iniciativa surja de las entidades locales y hay muchas que no tienen intención de sumarse, y el territorio propuesto como Geoparque tiene que tener una coherencia territorial, consideramos que no tiene sentido continuar con la propuesta.

• CONSIDERACIONES DERIVADAS DE LA PROPUESTA

Por todo lo anteriormente expuesto, los promotores del Geoparque en la provincia de Segovia renunciamos a seguir con la iniciativa en enero de 2011. También asumimos nuestros errores y no haber sido capaces de conseguir el respaldo esperado. Creímos que nuestro trabajo voluntario y desinteresado animaría a los municipios implicados y serviría de nexo entre ellos para solicitar el título a la UNESCO. No ha sido así.

Si bien, consideramos que el camino andado no ha sido en balde, pues las actividades realizadas durante este tiempo (Ciclos de Patrimonio Geológico, Geolodías, paneles informativos de Otero de Herreros, Camino Natural del Eresma, Georrutas de La Risca, recuperación de La Zarzuela, rutas geológicas de las Jornadas de Excursionismo Escolar, ruta geológica de Armuña, Cursos de patrimonio geológico, excavación arqueológica Cerro de los Almadenes, visitas guiadas Turismo de Segovia, excursión familiar geológica de Navas de San Antonio, excursiones de la Semana de la Ciencia, Olimpiadas de Geología para la enseñanza secundaria, exposición recuperación de minas en La Higuera, etc.), dirigidas a la población, han sido un rotundo éxito de participación.

El objetivo principal de esta comunicación es enumerar y analizar las que, a nuestro juicio, han sido las causas principales del fracaso de la propuesta, con la intención de que sirvan de referente a otros grupos e iniciativas, evitando incurrir en los mismos errores. No obstante, cada propuesta, territorio y circunstancias son diferentes, por lo que algunas de estas consideraciones no resultan extrapolables a otras iniciativas y requieren adaptarlas a la realidad concreta.

• AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Subdelegación de Gobierno en Segovia, Obra Social de Caja Segovia, Museo de Segovia, José Francisco Martín-Duque, Jorge Soler, Alberto Carrera, Juan Bielsa y Julio Barea. También agradecemos a la alcaldesa de Ayllón y los técnicos municipales su apoyo incondicional.

• REFERENCIAS

Díez, A. 1991. Puntos de Interés Geológico de la Provincia de Segovia. *Litos*, 6, 31-33.

Martín-Duque, J.F. y Díez, A. 2003. *Catálogo de puntos de interés geológico*. Directrices de Ordenación Territorial de Segovia y su entorno (DOTSE). Informe inédito para el Instituto de Urbanismo (Universidad de Valladolid) e Inzamac.

Vegas, J. 2000. *El patrimonio geológico de la provincia de Segovia: geodiversidad y geoconservación*. Colección Naturaleza y Medio Ambiente, 26. Caja Segovia, 1-69.

ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL INVENTARIO ESPAÑOL DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO A LOS INVENTARIOS LOCALES DE PATRIMONIO GEOLÓGICO: MUNICIPIO DE ENGUÍDANOS (CUENCA)

Adapting the Spanish Inventory of Sites of Geological Interest (IELIG) to local geoheritage inventories: a case study of Enguïdanos (Cuenca, Spain)

Vegas, J.¹, Lozano, G.², García-Cortés, A.¹, Carcavilla, L.¹ y Díaz-Martínez, E.¹

¹Área de Investigación en Patrimonio Geológico y Minero. Instituto Geológico y Minero de España. C/ Ríos Rosas 23. 28003 Madrid. j.vegas@igme.es, garcia.cortes@igme.es, l.carcavilla@igme.es, e.diaz@igme.es

²Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. C/ Ríos Rosas 21. 28003 Madrid. g.lozano@alumnos.upm.es

Palabras clave: Patrimonio geológico, Lugar de Interés Geológico, metodología, inventario, Cuenca.

• INTRODUCCIÓN

El municipio de Enguïdanos se sitúa en el Dominio Geológico de la Cordillera Ibérica, en la provincia de Cuenca (Castilla-La Mancha). Las formaciones geológicas que afloran en esta región permiten interpretar su historia desde hace 220 Ma hasta la actualidad, estando bien representados los periodos Triásico, Jurásico, Cretácico, Paleógeno, Neógeno y Cuaternario. Como consecuencia de esta evolución, Enguïdanos es uno de los municipios de Cuenca con mayor diversidad geológica y reúne dentro de su término Lugares de Interés Geológico (LIGs) con suficiente singularidad y representatividad como para abordar en su territorio un inventario a escala municipal.

Un inventario de estas características surge por dos razones: la necesidad de realizar un proyecto piloto desde el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) para adaptar la metodología del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG; García-Cortés y Carcavilla, 2009) para inventarios a escala local y, en segundo lugar, conseguir un inventario con metodologías actualizadas para su aplicación directa en la gestión municipal, puesto que el ayuntamiento de Enguïdanos apuesta por la geoconservación y la divulgación de su patrimonio geológico como uno de los pilares del desarrollo sostenible. Con este proyecto se complementan otras iniciativas sobre patrimonio natural desarrolladas en Enguïdanos, puesto que ya tiene una larga trayectoria en el estudio y gestión de la biodiversidad y es uno de los municipios pioneros en España en el fomento de un desarrollo sostenible basado en el conocimiento integrado de su medio natural.

Para el inventario se han empleado las definiciones sobre patrimonio natural, patrimonio geológico, geodiversidad y uso sostenible del medio natural que están incluidas en la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. Los inventarios de patrimonio geológico aportan información sobre las características de una zona, sobre su diversidad y el valor de un territorio en sentido geológico. Por ello, son una pieza clave para la planificación territorial. La importancia de la realización de este tipo de inventarios también se manifiesta en la Ley 42/2007, donde se dicta que son el instrumento para recoger la distribución, abundancia, estado de conservación y la utilización de dicho patrimonio. El objetivo principal de este proyecto es adaptar la metodología del IELIG para obtener un inventario que permita promover el geoturismo, la geoconservación y contribuir al desarrollo sostenible del municipio de Enguñadanos.

• PRINCIPALES ADAPTACIONES DEL IELIG PARA INVENTARIOS LOCALES

ENCUESTA PRELIMINAR

La primera adaptación se manifiesta en la encuesta preliminar que se envía a los expertos para proponer los LIGs. Esta encuesta estaba diseñada para un territorio sin límites administrativos, como son los dominios geológicos. Ahora, como se ciñe a un territorio con un límite municipal, se ha modificado el bloque 1 para centrar los aspectos de patrimonio al municipio de Enguñadanos y en relación con otros municipios de Cuenca. Como está incluido dentro del dominio de la Cordillera Ibérica, el encuestado debe indicar los 10 LIGs más importantes dentro de este contexto. En el bloque 2 se solicitan solo 10 LIGs para este municipio.

NOMENCLATURA Y CÓDIGOS DE LOS LIGs

La denominación o nombre que se les otorga a los LIGs de los diferentes inventarios realizados en el territorio nacional suele ser muy heterogénea, no cumple ninguna regla ni norma y se establece según el criterio del autor que propone el LIG. Esto lleva a que se encuentren denominaciones dispares, que en muchas ocasiones dificultan conocer el interés y las características básicas de los LIGs. No disponer de una denominación unificada también complica el análisis del inventario, las bases de datos digitales y su tratamiento mediante Sistemas de Información Geográfica (SIGs). Por ello, se ha propuesto un sistema unificado de nomenclatura que consta de una denominación formada por 3 términos que incluyen: descripción del tipo de interés principal - edad del rasgo (periodo) - referencia geográfica (Tabla 1).

De igual forma, es conveniente establecer un código de identificación. Como hay un total de 19 LIGs en este inventario, se emplea un código compuesto de 6 dígitos que comprende tres partes: las siglas "EN" en referencia a Enguñadanos, dos números que indican la numeración aleatoria de los LIGs y dos letras que indican el tipo de interés (Tabla 2).

Denominación LIG	Área (ha)	Código IELIG	Código LIG
Carbonatos cretácicos y conglomerados paleógenos del Castillo	6,65		EN01ES
Terrazas con conglomerados y tobas cuaternarias de Las Arenosas	11,69		EN02ES
Hoces del Agua, Cerrada y Seca en rocas carbonáticas cretácicas	1188,35		EN03HI
Tobas cuaternarias del río Guadazaón	14,25		EN04ES
Deslizamiento sobre margas cretácicas de Las Terreras	4,09		EN05GT
Salto sobre carbonatos jurásicos del río Guadazaón	7,27		EN06GE
Hoz de la Virgen sobre carbonatos jurásicos	32,86		EN07GE
Cabalgamiento Neógeno del cerro del cementerio	53,90		EN08TE
Yacimiento de aragonitos del Triásico del Barranco de la Escarabehuela	1,17		EN09MM
Yacimientos de aragonitos del Triásico del Barranco del Retamal	8,16		EN10MM
Yacimiento de aragonitos del Triásico de la Tinada de los Yusos	3,26		EN11MM
Anticlinal fallado en rocas triásicas de Los Aguilones-El Gorgocil	226,71		EN12TE
Dolina sobre carbonatos cretácicos de la Hoya Gallego	5,40		EN13GE
Serie monoclinas triásicas de Cabeza Moya	78,02		EN14TE
Hoces del Tejo y del Perejil en rocas carbonáticas jurásicas	457,51		EN15GE
Tobas y carbonatos lacustres cuaternarios del Atochar	30,73		EN16ES
Rañas neógenas del camino del Rodeno	96,67		EN17SE
Surgencias salinas neógenas de La Salobreja	22,11		EN18HI
Tobas cuaternarias de Las Chorreras	87,68	Ib142	EN19SE

Tabla 1. Lugares de Interés Geológico del inventario de Enguñados, con su denominación, superficie en hectáreas y código asignado. El LIG EN19SE está incluido en el IELIG para la Cordillera Ibérica, por su relevancia a escala nacional (García-Cortés y Carcavilla, 2010).

FICHA TÉCNICA 1 O FICHA DESCRIPTIVA

Se ha realizado una ficha técnica o descriptiva de cada LIG del inventario para entregar a los gestores municipales, que es una adaptación de la ficha que se envía en la encuesta preliminar del IELIG, pero con las siguientes modificaciones:

Elementos de Interés Geológico

Son aquellos elementos que, encontrándose dentro de los límites de un LIG, representan un tipo de interés distinto al principal de ese LIG o, representando el mismo tipo de interés, tienen características que lo individualizan del LIG. En el inventario de Enguñados se han descrito un total de 31 Elementos de Interés Geológico para los 11 LIGs de mayor superficie (Tabla 1). En su representación cartográfica estos elementos deben ser combinados con la representación de los LIGs y también se delimitan como polígonos. Ambos son representaciones superficiales y en ambos se deben destacar sus tipos de interés. Por ello, se optó por una diferenciación de la trama de representación. Para los LIGs se usó un relleno de cuadrícula con los colores correspondientes a cada tipo de interés. En cambio, los elementos se han representado con relleno sólido para que

TIPO DE INTERÉS	Código
Estratigráfico	ES
Sedimentológico (incluye paleogeográfico y paleoclimático)	SE
Geomorfológico	GE
Paleontológico	PA
Tectónico	TE
Petrológico-geoquímico	PG
Geotécnico	GT
Minero-metalogenético	MM
Mineralógico-cristalográfico	MC
Hidrogeológico	HI
Otros (edafológico, etc.)	OT

Tabla 2. Códigos de los tipos de interés empleados para el inventario del LIGs de Enguñadanos.

destaquen, ya que por definición siempre estarán dentro de un LIG. Los elementos se signan con números romanos y se denominan siguiendo las mismas normas establecidas para los LIGs.

Puntos óptimos de observación

Se incluyen para indicar la situación idónea para observar las características del LIG. Por tanto, de cara a la gestión, son lugares favorables para colocar un panel explicativo, para realizar paradas explicativas en visitas guiadas e incluso son lugares desde donde tomar fotografías y se recomiendan, para facilitar su aprovechamiento por parte del gestor municipal, para el uso divulgativo y turístico/recreativo. Pueden situarse dentro o fuera de los límites de este. Se representan con una simbología en la cartografía y sus coordenadas de situación se incluyen en la ficha técnica o descriptiva.

Valoración

Para facilitar la gestión de los LIGs inventariados, se han seguido las mismas indicaciones del IELIG para la valoración de la potencialidad de uso científico, didáctico y turístico/recreativo (García-Cortés y Carcavilla, 2009). De esta forma se evita que, por ponderación de puntuaciones correspondientes a estas tres potencialidades de uso, aquellos lugares de gran interés, por ejemplo científico, puedan resultar excluidos del inventario si poseen una mala valoración turístico-recreativa o didáctica.

Sin embargo, se han modificado los criterios de valoración para la vulnerabilidad y la prioridad de protección que se proponían en el IELIG. En este trabajo se ha distinguido entre (a) fragilidad, como la susceptibilidad de un LIG a perder sus características originales por causas naturales, y (b) amenazas externas que tiene el LIG por causas antrópicas. Esto se ha hecho para separar de manera más clara los factores que influyen en cada caso, puesto que se ha observado que hay

VALORACIÓN DE LA FRAGILIDAD	Ptos.	Peso
Tamaño del LIG		
Rasgos kilométricos a hectométricos que podrían sufrir cierto deterioro por actividades humanas	1	X 40
Rasgos decamétricos no vulnerables por las visitas pero sensibles a otras actividades antrópicas más agresivas	2	X 40
Rasgos métricos y/o vulnerables por las visitas (pisadas, respiración en cuevas, etc.)	4	X 40
Existencia de yacimientos minerales y paleontológicos de interés patrimonial		
Yacimiento paleontológico o mineralógico con escaso valor	1	X 30
Yacimiento paleontológico o mineralógico de gran valor, con numerosos ejemplares y fácil expolio	2	X 30
Yacimiento paleontológico o mineralógico de gran valor, con escasos ejemplares y fácil expolio	4	X 30
Amenazas naturales		
Rasgo(s) vulnerable(s) a la meteorización	1	X 30
Lugar afectado por procesos activos de intensidad moderada (erosión, avenidas, desprendimientos, etc.)	2	X 30
Lugar afectado por procesos activos intensos (erosión, avenidas, desprendimientos, deslizamientos, etc.)	4	X 30
VALORACIÓN DE LAS AMENAZAS EXTERNAS	Ptos.	Peso
Proximidad a actividades antrópicas		
Lugar situado a menos de 1 km de una actividad industrial o minera o carretera a menos de 2 km de suelo urbanizable no programado en ciudades de menos de 100 000 habitantes o a menos de 5 km en poblaciones mayores	1	X 20
Lugar colindante con una actividad industrial o minera o carretera en suelo urbanizable no programado	2	X 20
Lugar situado en una explotación minera o en suelo urbano o urbanizable programado	4	X 20
Interés para la explotación minera		
Sustancia de escaso o moderado interés y de la que ya hay explotaciones en la zona	1	X 15
Sustancia de gran interés y de la que ya hay explotaciones en la zona	2	X 15
Sustancia de gran interés y de la que no hay explotaciones en la zona	4	X 15
Régimen de protección del lugar		
Lugar situado en Parques Nacionales o naturales, reservas naturales u otra figura con plan de ordenación y guardería. También Bienes de Interés Cultural (BIC) por su contenido paleontológico o arqueológico	1	X 15
Lugar con figura de protección no sujeta a plan de ordenación y sin guardería	2	X 15
Lugar carente de figura alguna de protección	4	X 15
Protección física o indirecta		
Lugar situado en zonas de acceso prohibido y protegidas con vallas difícilmente franqueables	1	X 15
Lugar situado en zonas de acceso prohibido pero sin vallar o con vallas fácilmente franqueables	2	X 15
Lugar carente de todo tipo de protección física o indirecta	4	X 15
Accesibilidad (agresión potencial)		
Acceso directo por pista sin asfaltar pero transitable	1	X 15
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para turismos	2	X 15
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para autocar	4	X 15
Régimen de propiedad del lugar		
Lugar situado en áreas de propiedad pública y acceso restringido	1	X 10
Lugar situado en áreas de propiedad privada y acceso restringido	2	X 10
Lugar situado en áreas de propiedad pública o privada y acceso libre	4	X 10
Densidad de población (agresión potencial)		
Más de 100 000 pero menos de 200 000 habitantes en un radio de 50 km	1	X 5
Entre 200 000 y 1 000 000 habitantes en un radio de 50 km	2	X 5
Más de 1 000 000 habitantes en un radio de 50 km	4	X 5
Proximidad a zonas recreativas (agresión potencial)		
Lugar situado a menos de 5 km de un área recreativa (campings, playas frecuentadas, Parques Nacionales o naturales, etc.)	1	X 5
Lugar situado a menos de 2 km de un área recreativa	2	X 5
Lugar situado a menos de 500 m de un área recreativa	4	X 5

Tabla 3. Criterios de valoración y ponderación para estimar la fragilidad y las amenazas externas de los LIGs.

LIGs muy frágiles pero que pueden estar o no amenazados por la actividad humana. Esto influye directamente en las medidas de gestión que se realicen para la protección, puesto que así se mejoran las valoraciones de la prioridad de protección global frente a los resultados obtenidos con la metodología del IELIG. También deben tenerse en cuenta por separado estas valoraciones para las actividades divulgativas y turísticas que se diseñen para cada LIG. La valoración de la fragilidad y de las amenazas externas, y la ponderación de sus criterios se exponen en la Tabla 3.

Una vez hechas estas valoraciones se establece una valoración gradada (*ranking*) de los LIGs de acuerdo a su prioridad de protección, como se proponía en el IELIG, pero incluyendo las modificaciones propuestas para la fragilidad y las amenazas externas:

$$PP = ((Ic+Id+It) / 3) + F + A$$

Donde: PP, prioridad de protección; Ic, interés científico; Id, interés divulgativo; It, interés turístico; F, fragilidad; y A, amenazas externas.

• AGRADECIMIENTOS

Proyecto cofinanciado por el Ayuntamiento de Enguñados y el IGME, dentro del proyecto: “Propuesta metodológica para el estudio del patrimonio geológico y de la geodiversidad, actualización del inventario nacional para su adaptación a la legislación vigente”. Agradecemos a José Vicente Antón, alcalde del municipio, su impulso y dedicación al patrimonio natural. A todos los expertos colaboradores del inventario: J. Vázquez, R. Jiménez Martínez, J. Saiz, M.Á. Martínez Palomares, J.E. Ortiz, S. Prieto Villar y T. de Torres.

• REFERENCIAS

García-Cortés, A. y Carcavilla, L. 2009. *Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España, 1-61. <http://www.igme.es/internet/patrimonio>.

García-Cortés, A. y Carcavilla, L. 2010. *Adaptación a la Cordillera Ibérica de la metodología para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España. Área de Investigación del Patrimonio Geológico y Minero, Informe inédito.

Excursiones

GUÍA DE CAMPO: PATRIMONIO GEOLÓGICO EN LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA DEL VALLE DE LACIANA Y DE BABIA (LEÓN)

Fieldguide to Geoheritage of the Valle de Laciana and Babia Biosphere Reserves (León)

Santos González, J.¹ y Fernández Martínez, E.²

¹Fundación Laciana Reserva de la Biosfera. Av. de la Constitución 23. 24100 Villablino, León. jsango@unileon.es

²Departamento de Geografía y Geología. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de León. Campus de Vegazana s/n. 24071 León. e.fernandez@unileon.es

Palabras clave: Patrimonio geológico, guía de campo, Geomorfología, Reservas de la Biosfera, León.

• INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se ha realizado en el marco de la IX Reunión de la Comisión Nacional de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España y pretende ofrecer una visión actual del patrimonio geológico de las comarcas de Laciana y Babia, situadas en el noroeste de la provincia de León, en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica.

La Reserva de la Biosfera del Valle de Laciana comprende el municipio de Villablino, con aproximadamente 21 700 ha, que cuenta con un total de 14 localidades y una población de 10 660 habitantes, la mitad de los cuales residen en la capital municipal, Villablino. El motor principal de la economía local es la minería del carbón, con explotaciones tanto a cielo abierto como de interior de relevancia nacional.

Este territorio está articulado por el río Sil, que discurre de E-O a una altitud de entre 1150 y 960 m, y sus afluentes, que salvan importantes desniveles antes de unirse al curso principal, puesto que las cumbres se sitúan a 1900 - 2200 m de altitud. Existe una fuerte disimetría entre los valles del norte, relativamente largos (8-14 km) y amplios, y los del sur, cortos (3-5 km) y con pendientes medias muy acusadas.

El clima es oceánico de montaña, con precipitaciones muy abundantes, entre 1200 y más de 2000 mm, aunque existe una cierta influencia mediterránea que se deja notar en la disminución de precipitaciones durante el verano. El clima favorece el desarrollo de una frondosa vegetación, con importantes masas forestales, especialmente en el tercio sur, compuestas principalmente por abedules, robles, acebos, hayas, tejos, serbales, fresnos, cerezos y alisos, que dan cobijo a especies como el oso pardo y el urogallo. Entre los bosques aparecen prados de altura, donde se

encuentran las brañas, espacios de uso ganadero aprovechados entre mayo y octubre. Por encima, entre brezales, arandaneras y roquedos, se sitúan los pastizales, donde pacía el ganado trashumante.

La Reserva de la Biosfera de Babia abarca los municipios de Cabrillanes y San Emiliano, sobre un total de 38 000 ha. La población es escasa, 1600 habitantes, y muy envejecida, repartida entre 30 pequeñas localidades, ninguna de las cuales sobrepasa los 300 habitantes.

Babia es una comarca eminentemente ganadera, con amplias superficies de prados y pastizales y donde los bosques son muy escasos. El río Luna y sus afluentes, pertenecientes a la cuenca del Duero, articulan el territorio recorriendo amplios valles de formas suaves; solo la parte más occidental drena a al cuenca del Sil. En Babia las precipitaciones disminuyen sensiblemente frente a Laciana, aunque los valores aún se mueven entre 900 y 1500 mm. Es un territorio situado a gran altitud, con los fondos de valle principales a 1125-1300 m y los cordales meridionales y septentrionales que se elevan hasta los 2000-2200 m de altitud, salvo en el macizo de Peña Ubiña, donde el punto culminante se sitúa a 2417 m.

Como vemos, aunque se trata de zonas limítrofes y que comparten su carácter eminentemente montañoso, son muchas las diferencias entre Laciana y Babia y el contraste entre ambas es claramente visible cuando se hace un recorrido desde la una hacia la otra. Factores geológicos, hidrológicos, climáticos, orográficos e históricos hacen de una y otra espacios próximos pero con identidades propias muy definidas.

• LA GEOLOGÍA DE LACIANA Y BABIA

Desde un punto de vista geológico, las comarcas de Babia y Laciana pertenecen a la rama norte del Macizo Ibérico, motivo por el cual comparten un sustrato litológico de edad pre-mesozoica y diversos rasgos tectónicos básicos heredados de la Orogenia Varisca. No obstante, ambas comarcas se localizan en zonas geológicas distintas y, por este motivo, sus rasgos geológicos principales y el aspecto de sus paisajes es diferente.

Babia está situada en la Zona Cantábrica, que representa la zona externa de la Cordillera Varisca, caracterizada por una deformación tectónica epidérmica, con predominio de mantos de cabalgamiento, habitualmente plegados, y por una práctica ausencia de fenómenos de metamorfismo y magmatismo. Además, el sustrato litológico de esta zona está formado por rocas paleozoicas pre-pérmicas, constituidas por una clara alternancia de rocas sedimentarias siliciclásticas y carbonatadas. Esta alternancia de rocas, multiplicada por efecto de los mantos de corrimiento, es uno de los rasgos principales del paisaje de Babia.

Laciana comprende terrenos pertenecientes al Antiforme del Narcea, una gran estructura formada por rocas precámbricas que sirve de límite entre la Zona Cantábrica y la Zona Asturoccidental-leonesa, dentro de la cual se ubica el resto de la comarca. Se trata de una zona

interna del Orógeno Varisco, con deformación de rocas en niveles profundos de la corteza y lo suficientemente intensa como para generar pliegues apretados, esquistosidad y cierto grado de metamorfismo. El sustrato litológico de esta zona está constituido principalmente por materiales del Paleozoico inferior y de naturaleza eminentemente siliciclástica. Se trata de pizarras, areniscas y cuarcitas, con algunos afloramientos de calizas localizados en el extremo oriental, en el valle de Lumajo, algunos de ellos muy ricos en fauna fósil. En Laciana destaca también la presencia de una banda discordante de materiales de edad Estefaniense, la cual contiene potentes capas de carbón que constituyen una de las principales reservas de esta fuente de energía en todo el país.

La estructura general de la zona está marcada por la curvatura varisca del denominado “Arco Astúrico”. Más recientemente, la Orogenia Alpina fractura el macizo, levantando unos bloques y hundiendo la zona central, donde hoy en día se encuentran los núcleos de población de Babia y Laciana.

En la evolución del relieve han tenido una gran importancia los procesos de captura fluvial, debido a la distinta capacidad morfogenética de la vertiente cantábrica (al norte), la cuenca del Sil (al oeste) y la del Duero (al este). Especialmente llamativa es la captura fluvial del Sil al Luna, que aún continúa en la actualidad y que tiene una gran significación morfológica, como veremos más adelante.

En el Cuaternario, destaca la gran importancia de la acción glaciaria. Gracias a la existencia de superficies muy amplias por encima de la altitud de la línea de equilibrio glaciaria, que se situó a unos 1500 m, la favorable topografía, con una densa red de valles afluentes y la abundancia de precipitaciones, aquí se generaron algunos de los mayores glaciares de la Península Ibérica, como el del Sil, que tuvo un desarrollo de más de 45 km ocupando una extensión cercana a las 45 000 ha (Santos González, 2010). En Babia, aunque muy poco estudiado en este sentido, se generaron también grandes lenguas glaciares de varios kilómetros de recorrido (García de Celis y Martínez Fernández, 2002). De este reciente pasado se conservan numerosas huellas, tales como circos, valles en forma de “U”, valles suspendidos, morrenas, *till*, bloques erráticos, lagunas, depósitos fluvio-glaciares y glaciolacustres...

• LA PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN EL VALLE DE LACIANA Y BABIA

FIGURAS DE PROTECCIÓN

Tanto Laciana como Babia tienen diversas figuras de protección que tratan de preservar sus elevados valores ambientales. En el primer caso, todo el territorio está incluido dentro del Lugar de Interés Comunitario (LIC) “Alto Sil”, de la ZEPA “Alto Sil” y del Espacio Natural “Sierra de Ancares”. Además, existen varias áreas críticas para el oso pardo y el urogallo cantábrico, especies que cuentan con planes de recuperación propios. Desde 2003, el Valle de Laciana es además Reserva de la Biosfera.

Por su parte, Babia está protegida por el LIC “Valle de San Emiliano”, la ZEPA “Valle de San Emiliano” y el Espacio Natural “Valle de San Emiliano”, que próximamente será declarado Parque Natural de los “Valles de Babia y Luna”. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) reconoció también la comarca de Babia como Reserva de la Biosfera.

A pesar de estas figuras de protección, se puede afirmar que las iniciativas encaminadas a proteger el patrimonio geológico han sido muy escasas en ambas zonas. Tradicionalmente los elementos geológicos han sido explotados como recursos no renovables y con fines económicos. No en vano en el Valle de Laciana la explotación del carbón es la actividad económica principal desde hace 100 años. En la actualidad, y a pesar de las figuras de protección indicadas, no se ha puesto en marcha ningún plan específico de protección y divulgación del patrimonio geológico.

En Castilla y León, al igual que en la mayor parte de España, solo muy recientemente se ha tenido en cuenta el patrimonio abiótico en la declaración de Espacios Naturales. En ellos, la protección se ha centrado únicamente en la flora y fauna, ocupando la Geología una posición muy secundaria, cuando se hacía referencia a ella. Esto a pesar de que, en muchos espacios, son los valores geológicos y geomorfológicos los que configuran la personalidad de los mismos y, en ocasiones, también su denominación (Lagunas glaciares de Neila, Laguna Negra y circos glaciares de Urbión, Lago de Sanabria, Lago de Truchillas...).

Sin embargo, especialmente a partir del año 2007, se empiezan a tener en cuenta los valores geológicos y en la mayoría de los Planes de Ordenación aprobados desde ese año, al menos, se incluye un listado con los Lugares de Interés Geológico y, a veces, se establecen medidas de protección para esos lugares o se indica que deben ser tenidos en cuenta a la hora de realizar actuaciones en el territorio que puedan afectarlos de algún modo.

Tanto Laciana como Babia forman parte en la actualidad de Espacios Naturales, pero no cuentan con planes específicos aprobados, aunque en el caso de Babia este trámite se cumplirá en breve, con la declaración de Parque Natural. En el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN), que previsiblemente será aprobado en los próximos meses, ya se recoge un inventario de Puntos de Interés Geológico, si bien está basado en el inventario de Lugares de Interés Geológico de la provincia de León (Fernández-Martínez y Fuertes Gutiérrez, 2009), al que se añade una mención de otros lugares de interés.

En el caso del Valle de Laciana, existe un documento no aprobado realizado como inventario para la elaboración del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) del futuro Parque Natural del Alto Sil en el que se recogen 18 Puntos de Interés Geológico (Redondo Vega, 2006), situados tanto en el municipio de Villablino como en los de Palacios del Sil y Páramo del Sil, sin que exista ninguna medida de protección específica para los mismos. Además, no hay previsiones a corto plazo de que la zona pueda ser declarada Parque Natural.

Por otra parte, la Fundación Laciana Reserva de la Biosfera, ente gestor de la Reserva de la Biosfera del Valle de Laciana, dentro de su Plan de Acción recoge como uno de los puntos básicos

de actuación la protección y promoción de los Puntos de Interés Geológico de la Reserva. Una de las medidas solicitadas para desarrollar a lo largo de 2011 es su divulgación y está previsto la creación de senderos hasta alguno de ellos.

Además de estos planes de ordenación, en el año 2008 la Fundación Patrimonio Natural, dependiente de la Junta de Castilla y León, encargó a la Universidad de León la realización de un inventario de Lugares de Interés Geológico de las provincias de León y Palencia. Dentro del mismo se recogieron dos lugares dentro de la Reserva de la Biosfera de Babia y otros dos en el Valle de Laciana (Fernández-Martínez y Fuertes Gutiérrez, 2009).

En Babia se incluyó un lugar de interés paleontológico, como son los yacimientos del Carbonífero marino en San Emiliano, especialmente ricos en fauna fósil; y otro de interés principalmente geomorfológico, como es la cuenca alta de los ríos Luna y Sil. Dentro de la comarca de Laciana se destacaron el Valle de Lumajo, de interés geomorfológico, y el afloramiento de pórfidos de la mina del Feixolín, de gran valor petrológico y estratigráfico, pero en que también se incluyen diversos elementos de interés geomorfológico.

SEÑALIZACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

A partir de este reconocimiento de los Lugares de Interés Geológico, en los últimos años, en el marco de iniciativas encaminadas a la señalización y promoción turística de algunos puntos de interés natural, se han incluido referencias específicas a los valores geológicos o geomorfológicos, que frecuentemente constituyen el valor principal del lugar. Es importante indicar que esta señalización no se ha acompañado en ningún caso de medidas de protección.

En las proximidades del Lago de Babia se ha colocado un panel, realizado por la Asociación Cuatro Valles, que recoge los valores de flora y fauna de la laguna, pero también hace referencia a su origen glaciar. En el Puente de las Palomas, la misma asociación también incluyó un panel informativo sobre el proceso de captura fluvial, visible en ese entorno.

La Fundación Laciana Reserva de la Biosfera, junto con el Ayuntamiento de Villablino, señaló en 2009 una ruta a la Laguna del Castro, en Villaseca de Laciana. Junto a ella, se ha colocado un panel en el que se explica su origen y su valor natural y paleoambiental. Está previsto, en colaboración con la Junta de Castilla y León y el Ministerio de Medio Ambiente, la adecuación de un sendero hasta la cascada de Lumajo.

En conjunto puede decirse que las iniciativas llevadas a cabo para la protección del patrimonio geológico de Laciana y Babia se pueden calificar de escasas, aunque se intuye un creciente interés por la cuestión. Hasta el momento más que proteger los lugares hay una preocupación por potenciar desde el punto de vista turístico este patrimonio, algo que para algunos de ellos puede suponer un aumento del riesgo de degradación.

• PARADAS DURANTE LA SALIDA DE CAMPO

Durante la salida de campo se realizará un recorrido atravesando las comarcas de Babia y Laciana. A lo largo del mismo, cuatro paradas nos mostrarán algunos de los Lugares de Interés Geológico de la zona y ejemplos de las acciones llevadas a cabo para su divulgación (Fig. 1). Posteriormente se visitará el Monumento Natural de Las Médulas, ya en la comarca de El Bierzo, aunque esta última parada está desarrollada en un trabajo aparte de este libro.

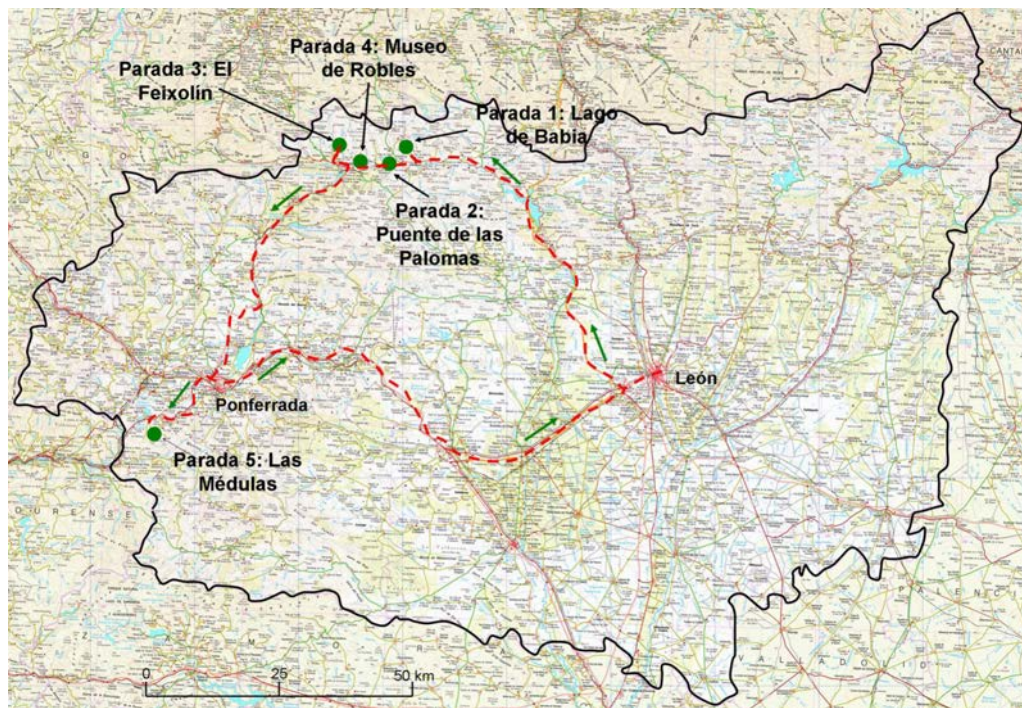


Figura 1. Paradas previstas durante la salida de campo.

PARADA 1. EL VALLE DE LAGO DE BABIA

El valle de Lago de Babia es uno de los de menores dimensiones de Babia Alta, con menos de 5 km de recorrido. Se trata de un valle cuya antigua cabecera ha sido disectada por la erosión del río Sil, quedando en su parte alta un tramo de valle muerto ocupado parcialmente por la Laguna Grande (o Lago de Babia), que tiene una extensión de 3,62 ha y es una de las Zonas Húmedas de Castilla y León declaradas. El interés geológico de este valle radica en la presencia de diversas formas glaciares, como son la gran laguna de origen glaciar, los bloques erráticos y, sobre todo, el magnífico conjunto morrénico que se encuentra entre las localidades de Lago de Babia y Las Murias (Fig. 2).

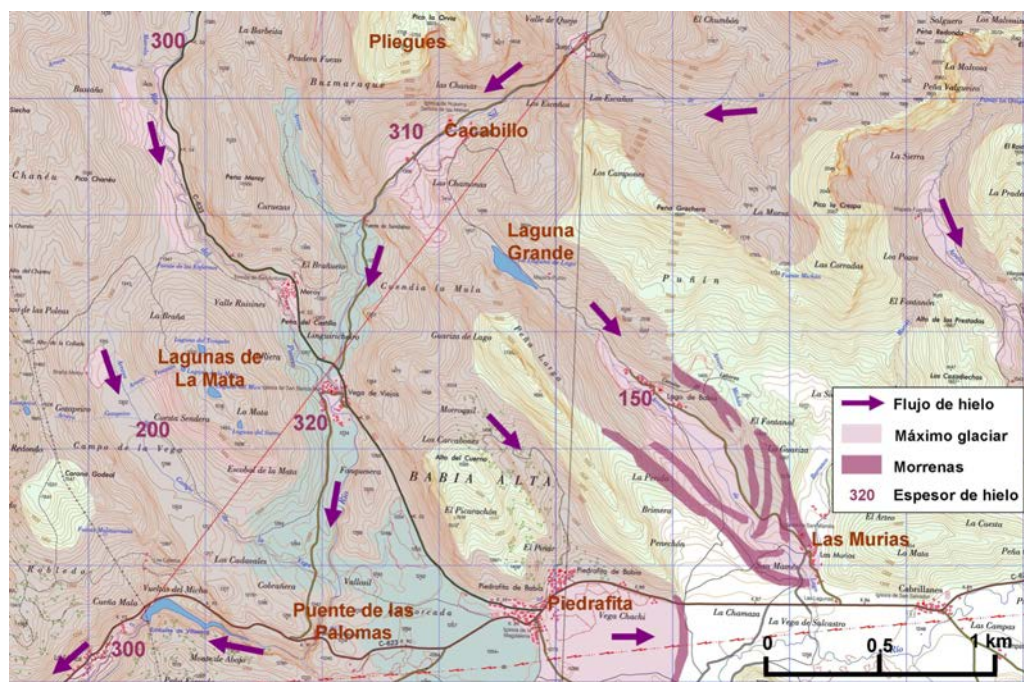


Figura 2. Localización de las morrenas de Lago de Babia en relación al máximo avance glaciar de la zona, según los datos aportados por Santos González (2010). Base topográfica: IGN.

La ausencia de una cabecera en el propio valle que sirviera como zona de acumulación hizo que la interpretación de estas morrenas haya sido discutida. Ya a mediados del siglo XX, Vidal Box (1943, 1958) calificó este conjunto morrénico como uno de los más destacados de toda la Cordillera Cantábrica, si bien consideraba que su formación se debía a un pequeño glaciar que descendió desde el entorno de la laguna. La cartografía geológica del MAGNA a escala 1:50 000 (Suárez Rodríguez *et al.*, 1989) también recoge las morrenas, sin más precisión.

Otros autores han puesto en duda el origen glaciar de estas formas, adscribiéndolas a etapas antiguas relacionadas con una red de drenaje diferente a la actual (Castañón Álvarez, 1987, 1989; Frochoso Sánchez y Castañón Álvarez, 1998; Rodríguez Pérez, 2009). Sin embargo, la presencia de numerosos bloques erráticos, la morfología de las crestas, su estructura interna y la buena correlación existente con otros depósitos de la comarca, hacen que el origen glaciar de las crestas no pueda ser puesto en duda actualmente (Alonso, 1998; García de Celis y Martínez Fernández, 2002; Alonso y Suárez Rodríguez, 2004; Fernández-Martínez y Fuertes Gutiérrez, 2009; Santos González, 2010). Así, aunque el uso agrario ha modificado parcialmente su morfología, son perfectamente reconocibles varias morrenas fronto-laterales, a ambos lados del valle, pertenecientes a diferentes fases de retroceso del glaciar.

La ausencia de una cabecera suficiente para generar un glaciar que depositara las voluminosas

morrenas de Las Murias se explica por las grandes dimensiones que alcanzó el glaciar del Sil, que a la altura de Cacabillo superaba los 300 m de espesor. Esto hizo que una parte de esta gran lengua difluyera hacia el sureste a través del collado de Lago de Babia, sobre-excavando la cubeta que hoy en día ocupa la laguna y depositando los diversos arcos morrénicos, así como los bloques erráticos. Este glaciar debió tener unos 150 m de espesor a la altura de Lago de Babia.

Por tanto, este glaciar sólo era un pequeño brazo lateral de la gran masa de hielo que ocupó el valle del Sil, cuyo cuerpo principal seguía el curso del Sil recibiendo los aportes de múltiples glaciares afluentes (Puerto de Somiedo, Lumajo, Sosas, San Miguel, Orallo, Tuerto, Leitariegos, Vega del Palo) que formaron una imponente lengua de hielo que tuvo su frente por debajo de Páramo del Sil, a unos 750 m de altitud y a más de 45 km de Peña Orniz, el nacimiento del río Sil (Santos González, 2010). No hay dataciones realizadas en la zona sobre la fase de máximo avance glaciar, pero sí sobre una de las fases de retroceso, en la que se formaron las lagunas de Villaseca y La Mata, y que han dado una edad mínima de 40 000 años (Jalut *et al.*, 2010).

A pesar de la modestia de este valle lateral, el conjunto morrénico preservado en él es el más completo relacionado con el glaciar del Sil (aunque, curiosamente, se encuentra ya en la cuenca del Luna, debido a que se trata de una difluencia glaciar) y en muy pocos lugares de la Cordillera

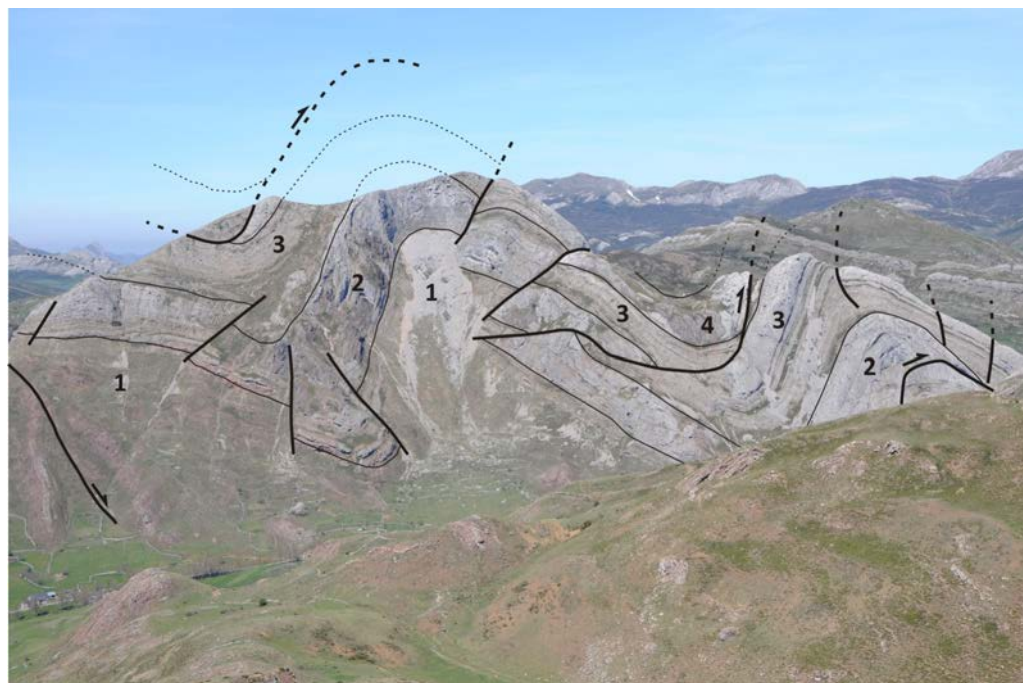


Figura 3. Vista del Sinclinal de La Cueta en el entorno de Cacabillo y esquema geológico modificado y simplificado de Bastida *et al.* (1984). 1: Grupo la Vid. 2: Formación Santa Lucía (calizas). 3: Formación Santa Lucía (margas). 4: Formación Huergas.

Cantábrica pueden observarse formas tan bien definidas (el de Torre de Babia sería el ejemplo más próximo). Este hecho, junto a la presencia de una de las mayores lagunas de toda la Cordillera Cantábrica, hace que este lugar tenga un elevado interés geomorfológico.

Por otra parte, desde el collado de Lago de Babia, se tiene una vista privilegiada de un conjunto de pliegues y cabalgamientos correspondientes al Manto de Somiedo, que se encuentra compartimentado en tres estructuras sinclinales originadas por cabalgamientos secundarios dentro de dicho Manto (Julivert *et al.*, 1968). En concreto, puede observarse el Sinclinal de la Cueta, que es la estructura intermedia de estas tres, y forma parte de la Escama de Villar-Robledo. Presenta una doble charnela, condicionada por la geometría de pequeños cabalgamientos imbricados que afectan a la Formación Santa Lucía, y que posteriormente han sido plegados (Fig. 3). Es llamativa, además, su geometría en cubeta, determinada también por la geometría de las estructuras cabalgantes y los episodios de deformación posteriores a ellas.

Estratigráficamente, está desarrollado en una serie de materiales de edad Devónico y Carbonífero inferior pero los estratos visibles desde nuestro punto de observación corresponden tres unidades devónicas: parte del Grupo La Vid, la Formación Santa Lucía y la Formación Huergas.

PARADA 2. LA CAPTURA FLUVIAL DEL PUENTE DE LAS PALOMAS

Desde el entorno del Puente de las Palomas se puede observar el fuerte encajamiento que tiene el río Sil, contrastando con el suave relieve que lo rodea, que se corresponde con la antigua superficie erosiva fluvial por la que discurría el paleo-Luna. Así mismo, destaca la amplitud del valle del Luna en el entorno de Piedrafita y Cabrillanes, que no se aviene con el escaso caudal del río, más bien un modesto arroyo, en un ejemplo de inadaptación geomorfológica al valle por el que circula.

Estos contrastes morfológicos están derivados de un proceso de captura fluvial de la red del Sil a la del paleo-Luna y se explica por la erosión remontante del primero. En primer lugar, debemos tener en cuenta el distinto nivel de base de ambos ríos, puesto que mientras el Sil desciende a una cota de 1000 m en apenas 11 km, el río Luna recorre 45 km para descender a la misma altitud. Esto se traduce en un potencial morfogenético muy superior para el primero y, por tanto, en una mayor velocidad de los procesos erosivos. Esto explica que progresivamente el río Sil haya ido ganando terreno al Luna a base de ir retrocediendo poco a poco su cabecera, capturando nuevos cursos fluviales (Fig. 4) que van haciendo que cada vez haya una mayor diferencia de potencial entre ambos.

Restos del antiguo avenamiento del Luna son el propio valle entre Piedrafita y Quintanilla, así como numerosas superficies de la comarca de Laciana y que indican una dirección de escurrimiento muy diferente a la que presentan actualmente los ríos de esa zona, como ya observaron numerosos autores (Vidal Box, 1943; Van den Bosch, 1969). Los valles secundarios

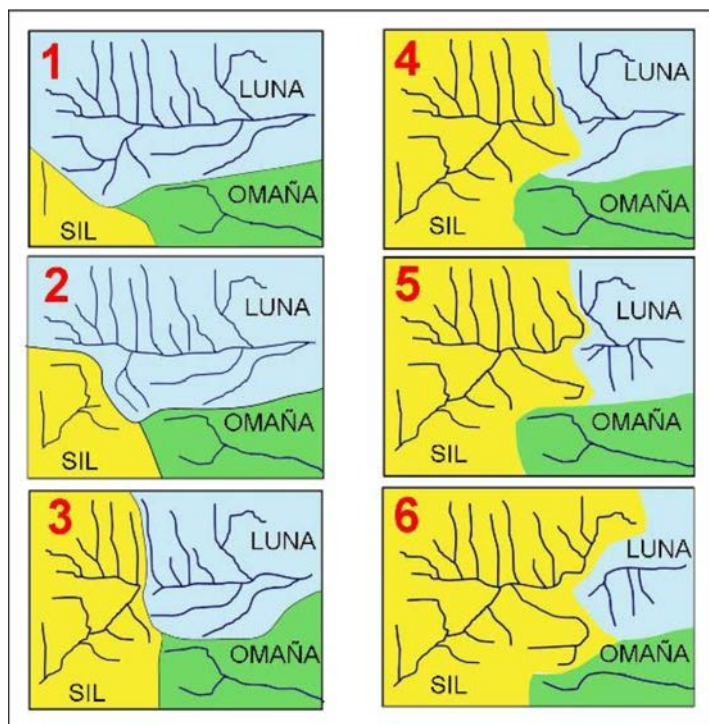


Figura 4. Esquema evolutivo de la captura fluvial del Sil al Luna y el Omaña. Modificado de García de Celis (1997).

todavía se están adaptando a los cambios, presentando en cabecera pendientes muy tendidas, que contrastan con los fuertes desniveles que salvan en sus tramos finales. Cuanto más nos aproximamos al “codo de captura” del Puente de las Palomas menor es la adaptación de estos valles secundarios, y aún del principal.

Esta captura fluvial, en realidad se encuadra dentro de un conjunto mucho más amplio de capturas fluviales por la red del Sil, debido en gran parte al hundimiento de la Fosa del Bierzo, y que se pueden observar en el Puerto de la Magdalena (Martín Galindo, 1949), en el valle de Valdesamario (Redondo Vega y Cortizo Álvarez, 1984) o en la comarca de La Cabrera. Pero en pocos lugares de la Península Ibérica es visible con tanta claridad este fenómeno, lo que lo convierte en un Lugar de Interés Geológico de gran relevancia y muy apropiado para la divulgación.

Lamentablemente, el lugar de observación actual de este LIG, y donde se ha colocado el panel, no ha sido adecuado para acoger a una cierta cantidad de personas. Este hecho, junto al riesgo que supone la proximidad de la carretera y el fuerte encajonamiento del Sil en este punto, aconsejan la habilitación de un mirador antes de continuar con la divulgación de este interesante lugar.

Al interés del proceso de captura fluvial, se le une la existencia de numerosas formas de origen

glaciar en el entorno inmediato, como son varios arcos morrénicos (algunos explotados como graveras), bloques erráticos, cubetas de sobre-excavación, artesas glaciares y varias lagunas. Junto al Puente de las Palomas es visible una secuencia sedimentaria, con un nivel inferior constituido por *till* sub-glaciar, que se corresponde con el máximo avance, y otro superior con caracteres fluvio-glaciares y sedimentado en una fase de retroceso. Estos restos están relacionados con la dinámica del glaciar del Sil.



Figura 5. Captura fluvial del río Sil y calizas fuertemente replegadas vistas desde el Puente de las Palomas.

PARADA 3. EL FEIXOLÍN. LA MINERÍA DEL CARBÓN EN LACIANA Y BABIA

En el Valle de Laciana se encuentran numerosas capas de carbón de gran potencia y que, en conjunto, configuran una de las mayores reservas de este mineral de España. En torno a 1900 comenzaron las primeras explotaciones, en sus inicios de forma rudimentaria. En 1918 se construye un ferrocarril entre Ponferrada y Villablino que sirve para dar salida al mineral y se abren explotaciones de mayor entidad. La gran mano de obra necesaria hizo que un municipio que contaba en el año 1900 con solo 2900 habitantes, pasara a tener 15 500 habitantes en 1960.

La actividad prosigue actualmente, aunque tras importantes reconversiones mineras que han supuesto un fuerte descenso del número de trabajadores, lo que se ha traducido en una pérdida de población muy importante que continúa a día de hoy (en el año 2000 había 14 169 habitantes y en 2010 hay 10 553). También ha habido cambios en la forma de extraer el carbón, ya que se han abierto varias explotaciones a cielo abierto tanto en Laciana (Fonfría y Feixolín), como en zonas limítrofes de Asturias (Coto Cortés) y Babia (Carrasconte-La Mora). Este método para obtener carbón comenzó en la zona a finales de los años 70 del pasado siglo (Redondo Vega, 1988) y ha supuesto un incremento de la rentabilidad, a cambio de un menor empleo y un mayor impacto ambiental.

Actualmente, en Laciana en torno a 800 ha (3,7 % del territorio) se corresponden con explotaciones mineras a cielo abierto o escombreras derivadas de la minería, a las que hay que sumar un gran número de galerías de interior. En Babia, unas 600 ha han sido afectadas por la actividad minera, aunque muy concentradas espacialmente en su extremo suroeste (el 3,5 % del municipio de Cabrillanes).

El caso de la explotación a cielo abierto del Feixolín es un ejemplo de las profundas alteraciones que sobre el medio natural ha tenido esta actividad. En esta zona, unas 200 ha de terreno han sido explotadas de manera intensiva eliminando la superficie topográfica, la vegetación y los suelos originales. La actividad ha dejado a la vista una pared vertical de unos 100 m de altura que muestra una intrusión de pórfidos muy singular y de gran valor patrimonial. Se trata de una intrusión porfídica entre capas de areniscas, lutitas y potentes bancos de carbón, con pórfidos leucograníticos que, en algunos casos, alcanzan potencias de hasta decenas de metros. Estos filones-capas han intruido en la base de la secuencia estefaniense y de forma totalmente concordante con la serie carbonífera. Alguno de ellos está afectado por fallas. Además, la flora fósil es muy abundante.

Los graves daños ambientales provocados por esta explotación minera no deben hacer despreciar las posibilidades de aprovechamiento turístico y científico que brinda la existencia de este gran corte en el terreno, que nos permite tener una visión privilegiada de un proceso geológico de gran singularidad y que ha sido incluido en el Inventario de Lugares de Interés Geológico de la provincia de León (Fernández-Martínez y Fuertes Gutiérrez, 2009). El Ayuntamiento de Villablino, la Fundación Laciana Reserva de la Biosfera y la empresa Coto Minero Cantábrico son conscientes de esas posibilidades y ya ha habido algunos contactos con la Junta de Castilla y León y la Universidad de León para tratar de aprovechar el potencial turístico y científico de la explotación, actualmente en proceso de restauración.

PARADA 4. PROYECTO DE MUSEO GEOLÓGICO DE ROBLES DE LACIANA

La búsqueda de nuevas iniciativas que permitan atraer turismo a la comarca de Laciana y la afición a la Geología de diversos lacianiegos (hay que tener en cuenta que la minería ha marcado la historia de la comarca), ha hecho que recientemente se hayan planteado diversos proyectos relacionados con la promoción del patrimonio geológico.

Un ejemplo de estas iniciativas es el proyecto de construcción de un Museo Geológico en la localidad de Robles de Laciana. Este museo ha sido promovido por la Junta Vecinal de Robles de Laciana, la Asociación Cultural "Amigos de Sierra Pambley", la Fundación Laciana Reserva de la Biosfera y dos particulares.

El museo, actualmente en fase de ejecución, pretende tener las siguientes funciones:

- Exposición de fósiles, minerales y rocas.
- Centro de estudio y catalogación de ejemplares.

- Talleres didácticos de Geología.
- Audiovisuales y exposiciones temporales.
- Biblioteca.

Con ello se busca no solo crear un museo, sino un lugar de referencia para el estudio y la divulgación del patrimonio geológico de Laciana y puede ser un punto de partida importante para acercar a la población local y a los turistas los valores geológicos del Valle de Laciana. Esta actuación se pretende complementar con otras de carácter turístico, como la creación de senderos y paneles informativos, que pueden tener origen en este museo.

• AGRADECIMIENTOS

Deseamos dar las gracias a nuestro compañero José María Toyos, por su ayuda en la interpretación geológica del Sinclinal de La Cueta y en el dibujo de la Fig. 3. Al Ayuntamiento de Villablino, a la Fundación Laciana Reserva de la Biosfera y a la Junta Vecinal de Robles de Laciana por las facilidades que nos han dado en la realización de la salida de campo. Y a la Asociación Filón Verde, por su continua labor en defensa del patrimonio natural de Babia y Laciana.

• REFERENCIAS

- Alonso, V. 1998. El glaciario en la comarca de Laciana y alrededores. Zona occidental de la Cordillera Cantábrica. En: *Las huellas glaciares de las montañas españolas* (A. Gómez Ortiz y A. Pérez Alberti, Eds.) Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 139-160.
- Alonso, V. y Suárez Rodríguez, A. 2004. Evidencias geomorfológicas de la existencia de un pequeño casquete glaciar en la Comarca de Babia Alta (Cordillera Cantábrica). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 17 (1-2), 61-70.
- Bastida, F., Marcos, A., Pérez-Estaún, A. y Pulgar, J.A. 1984. Geometría y evolución estructural del Manto de Somiedo (Zona Cantábrica, NO España). *Boletín Geológico y Minero*, 95 (6), 3-25.
- Castañón Álvarez, J.C. 1987. Sobre algunos problemas morfológicos en la Babia Alta. *Ería*, 13, 155-158.
- Castañón Álvarez, J.C. 1989. *Las formas de relieve de origen glaciar en los sectores central y oriental del macizo asturiano*. Tesis doctoral (inérita). Departamento de Geografía, Universidad de Oviedo, 1-787.
- Fernández-Martínez, E. y Fuertes Gutiérrez, I. (Coords.). 2009. *Lugares de Interés Geológico. León*. DVD, Fundación Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León.

- Frochoso Sánchez, M. y Castañón Álvarez, J.C. 1998. El relieve glaciar de la Cordillera Cantábrica. En: *Las huellas glaciares de las montañas españolas* (A. Gómez Ortiz y A. Pérez Alberti, Eds.) Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 65-137.
- García de Celis, A. 1997. *El relieve de la Montaña Occidental de León*. Universidad de Valladolid, Valladolid, 1-291.
- García de Celis, A. y Martínez Fernández, L.C. 2002. Morfología glaciar de las montañas de la cuenca alta de los ríos Sil, Omaña, Luna y Bernesga: revisión y nuevos datos (Montaña Occidental de León). En: *El modelado de origen glaciar en las montañas leonesas* (J.M. Redondo Vega, Coord.) Universidad de León, León, 137-196.
- Jalut, G., Turu i Michels, V., Dedoubat, J.J., Otto, T., Ezquerro, J., Fontugne, M., Belet, J.M., Bonnet, L., García de Celis, A., Redondo Vega, J.M., Vidal Romaní, J.R. y Santos, L. 2010. Palaeoenvironmental studies in NW Iberia (Cantabrian range): vegetation history and synthetic approach of the last deglaciation phases in the western Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 297 (2), 330-350.
- Julivert, M., Pello, J. y Fernández-García, L. 1968. La estructura del Manto de Somiedo (Cordillera Cantábrica). *Trabajos de Geología*, 2, 1-44.
- Martín Galindo, J.L. 1949. La captura fluvial del Puerto de la Magdalena. *Estudios Geográficos*, 36, 503-506.
- Redondo Vega, J.M. 1988. *Las minas de carbón a cielo abierto en la provincia de León. Transformación del medio y explotación de recursos no renovables*. Universidad de León, León, 1-222.
- Redondo Vega, J.M. (Dir.). 2006. *Diagnosis territorial y bases para la ordenación, el uso y la gestión del Alto Sil*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Castilla de León, 1: inventario, 1-275 (informe inédito).
- Redondo Vega, J.M. y Cortizo Álvarez, J. 1984. La captura fluvial del río Tremor. *Estudios Humanísticos*, 6, 133-144.
- Rodríguez Pérez, C. 2009. *Geomorfología de la montaña astur-leonesa entre los puertos de Ventana y de Somiedo*. Tesis doctoral. Departamento de Geografía, Universidad de Oviedo, 1-365.
- Santos González, J. 2010. *Glaciarismo y peri glaciarismo en el Alto Sil*. Tesis doctoral (inédita). Universidad de León, León, 1- 689.
- Suárez Rodríguez, A., Toyos, J.M., López Díaz, F., Heredia, N., Rodríguez Fernández, L.R. y Gutiérrez Alonso, G. 1989. Cartografía, hoja 102: Los Barrios de Luna. En: *Mapa Geológico de España* (L.R. Rodríguez Fernández, Dir.) escala 1: 50 000. ITGE, Madrid.

Van den Bosch, W.J. 1969. Geology of the Luna-Sil region, Cantabrian Mountains (NW Spain). *Leidse Geologische Mededelingen*, 44, 137-225.

Vidal Box, C. 1943. Notas previas a un estudio morfológico y geológico de la cuenca del río Sil, cuencas de Laciana y Babia Alta (provincia de León). *Revista de la Real Academia de Ciencias de Madrid*, 37, 95-117.

Vidal Box, C. 1958. Algunos datos sobre morfología y depósitos cuaternarios de la región montañosa de Laciana y Babia Alta (provincia de León). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 61, 143-168.

GUÍA DE CAMPO: EL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN LAS MÉDULAS (LEÓN)

Fieldguide to the geoheritage of Las Médulas (León)

Ferrero Aparicio, M.¹

¹C/ Cantapelayo 7. 24240 Santa María del Páramo, León. martaff@gmail.com

Palabras clave: Patrimonio geológico, guía de campo, Las Médulas, León.

• INTRODUCCIÓN

Las líneas que siguen enmarcan la visita al Monumento Natural Las Médulas dentro de la IX Reunión de la Comisión Nacional de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España.

La salida está organizada siguiendo un itinerario que recoge tanto puntos destacados del yacimiento arqueológico: el Mirador de Orellán; como puntos que aspiran a ser capitales: la recientemente inaugurada (marzo 2011) Casa del Parque Las Médulas en Carucedo.

Ampliamente reconocidas y estudiadas, este texto no es un tratado sobre la naturaleza, rasgos y características geológicas de Las Médulas (consultar Anexo bibliográfico), sino que pretende ser una aproximación y reflexión sencillas a la gestión de este paraje donde las figuras de protección, conservación, estudio, reconocimiento y gestión se acumulan en un espacio de algo más de 5000 ha.

• UN PAISAJE SIEMPRE RECONOCIDO

Escritores, poetas, estudiosos y científicos de todo tipo, han plasmado de una forma u otra su sorpresa y admiración por este paisaje único en el mundo donde la tierra roja muestra sus entrañas en caprichosas formas. Picachos y *picuezos* horadados por cientos de túneles y galerías que tienen su origen en el ingenio romano. Capaces de mover montañas para obtener oro, Las Médulas son los restos de la mina de oro romana de mayores dimensiones del noroeste peninsular, y probablemente de todo el imperio romano. Estos restos permiten fechar las labores

mineras entre los años 30-40 del siglo I d.C. y finales del siglo II o comienzos del siglo III d.C.

Con más de 50 000 visitas anuales en la actualidad, en la gestión de este espacio, de un modo u otro y a lo largo del tiempo, han participado diferentes administraciones y entidades entre las que se encuentran:

- Junta de Castilla y León. Consejerías de Cultura y Turismo, de Medio Ambiente, de Fomento, etc.
- Ayuntamientos de Borrenes, Carucedo y Puente Domingo Flórez.
- Diputación de León.
- Consejo Comarcal del Bierzo. Patronato de Turismo.
- Instituto de Estudios Bercianos (IEB).
- Fundación Las Médulas.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Instituto de Historia.

Una complicada red de competencias que se une a los diversos reconocimientos y figuras tanto de protección, como de conservación o gestión, que se suman una tras otra en este territorio:

Año	Reconocimiento
1931	Las Médulas es declarado Monumento histórico-artístico perteneciente al Tesoro Artístico Nacional por Decreto de 3 de junio de 1931 (Gaceta 4 junio 1931), teniendo consideración de Bien de Interés Cultural (BIC) a tenor de la Disposición Adicional primera de la Ley 16/85 de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
1992 (2007)	Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) Montes Aquilianos (ZEPA ES 4130022)
	Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) Montes Aquilianos y Sierra del Teleno (LIC ES 4130117)
	LIC Riberas del Sil y afluentes (LIC ES 4130076)
	LIC Sierra de la Encina de la Lastra (LIC ES 4130038)
1994	Lago de Carucedo. Incluido en el Catálogo Regional de Zonas Húmedas de Interés Especial de Castilla y León. REN. ZHIE. (LE-8). (Decreto 194/1994 JCYL).
1997	El 4 de diciembre de 1997 el conjunto de Las Médulas fue inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO como Paisaje Cultural con esta descripción: <i>"En el s.I d.C., el poder imperial romano empezó a explotar el yacimiento aurífero de este sitio del noroeste de España recurriendo a una técnica basada en la fuerza hidráulica. Al cabo de dos siglos, la explotación se abandonó y el paisaje quedó devastado. Debido a la ausencia de actividades industriales posteriores, las espectaculares huellas del uso de la antigua tecnología romana son visibles por doquier, tanto en las pendientes montañosas desnudas como en las zonas de vertido de escorias, que hoy están cultivadas."</i>
1998	El Decreto 101/1998 de 11 de mayo (BOCYL 2 junio 1998) adecua la declaración de 1931 a la legislación vigente y delimita la zona afectada por aquella declaración como Bien de Interés Cultural. Zona Arqueológica de Las Médulas. (BIC. ZAM).
2002	Decreto 103/2002 de 1 de agosto de la Junta de Castilla y León por el que Las Médulas es declarado Monumento Natural . Según el artículo 15 LEN/CyL/91, los Monumentos Naturales son espacios o elementos de la naturaleza constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza, que merecen ser objeto de protección especial. Se considerarán también las formaciones geológicas, los yacimientos paleontológicos y demás elementos de la gea que reúnan un interés especial por la singularidad o la importancia de sus valores científicos, culturales o paisajísticos.

2006	Elemento Espécimen Vegetal de Singular Relevancia. (EV. SR). Zufreiro del Frade (AS-LE-19). (BOCyL 18.7.2006)
	Elemento Flora Protegida. Varias especies entre las que se encuentran: <i>Petrocoptis grandiflora</i> y <i>Petrocoptis viscosa</i> .
2007	Ampliación de la delimitación del BIC. ZAM. (Acuerdo 200/2007).
2010	El Acuerdo 128/2010 de 23 de diciembre (BOCyL 29 diciembre 2010) declara Espacio Cultural el BIC denominado Las Médulas (León).

La gestión de este ámbito se ha realizado a través del desarrollo y aplicación de diversos planes o programas entre los que cabe destacar: el Plan Director de ordenación, uso y gestión de Las Médulas (PDLM), 2001; el Plan PAHIS 2004-2012 del Patrimonio Histórico de Castilla y León; Zona de influencia socio-económica del Monumento Natural Las Médulas; el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN); el Plan Regional para el Desarrollo Turístico de Castilla y León; el Plan de Dinamización Turística de Las Médulas y, por último, el Plan de Adecuación y Usos del Espacio Cultural de Las Médulas. Disponible en

<http://www.jcyl.es/web/jcyl/CulturaPatrimonio/es/Plantilla100DetalleFeed/1246988230374/Noticia/1284165410851/Comunicacion>, la Resolución de 24 de febrero de 2011 de la Dirección General de Patrimonio Cultural inició el procedimiento de aprobación, previo trámite de información pública.



Figura 1. Vista desde una de las galerías excavadas en el Circo de Las Médulas.

• SOBRE EL TERRENO

El entramado de entidades gestoras, redes de protección y herramientas de gestión antes expuesto se traduce en el territorio en equipamientos, instalaciones, actividades, actuaciones, intervenciones, adecuaciones, acciones, etc. cuyos objetivos, destinatarios, grado de afección sobre el entorno, etc. no parecen coincidir o seguir al menos una misma orientación o criterio principal.

Así las cosas, antes de llegar a Las Médulas existe un amplio y abundante escaparate de webs, folletos y materiales de todo tipo de temas (divulgativos, informativos, didácticos, publicitarios, etc.) y procedencias.

La señalización de los accesos principales al espacio goza también de distinta suerte. Una de las

quejas más habituales recogida en el buzón de sugerencias del Centro de Recepción de Visitantes de Las Médulas, perteneciente al Consejo Comarcal, se refiere a la señalización deficiente en las carreteras de acceso al Monumento.

Ya en la visita a Las Médulas:

1. La señalización dentro de la Zona Arqueológica tiene distintos orígenes:
 - a. Paneles de la Zona Arqueológica de Las Médulas (ZAM).
 - b. Paneles del Monumento Natural Las Médulas.
 - c. Paneles de otras instituciones y entidades.
2. En cuanto a los equipamientos específicos para la puesta en valor del Monumento, se encuentran:

A. Aula Arqueológica	
Ubicación	Las Médulas
Algunos datos	Propiedad de la Junta de Castilla y León Gestión cedida al IEB
B. Centro de Recepción de Visitantes	
Ubicación	Las Médulas
Algunos datos	Gestionado por el Patronato de Turismo del Consejo Comarcal del Bierzo
C. Galería de Orellán	
Ubicación	Mirador de Orellán
Algunos datos	Resto de una galería excavada que se conserva de la antigua explotación minera Gestión independiente al resto de equipamientos



Figura 2. Panorámica de Las Médulas. Otoño

D. Centro de Interpretación “Luis del Olmo” de la red hidráulica	
Ubicación	Puente Domingo Flórez
Algunos datos	Solar municipal. Edificio del Consejo Comarcal del Bierzo. Inaugurado en 2006 Gestión y mantenimiento a cargo del Ayto. de Puente Domingo Flórez
E. Casa del Parque Las Médulas	
Ubicación	Carucedo
Algunos datos	Depende de la Fundación Patrimonio Natural de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León Inaugurado en marzo de 2011
F. Domus Procuratoris y parque temático	
Ubicación	Carucedo
Algunos datos	Gestionado por el Patronato de Turismo del Consejo Comarcal del Bierzo. Por falta de personal, desde su inauguración ha estado prácticamente cerrado. Se pretende trasladar a este edificio el centro de visitantes que ahora funciona en el núcleo de la localidad de Las Médulas
G. Centro del Castaño	
Ubicación	Borrenes
Algunos datos	Edificio de las antiguas escuelas En la actualidad no cuenta con ningún montaje específico



3. Miradores y enclaves singulares
 - a. Mirador de Orellán.
 - b. Mirador de Las Pedrices.
 - c. Mirador de Reirigo.
 - d. Medulillas de Yeres (Reirigo y Yagua de Yeres).
 - e. Campo de Braña.
 - f. Mirador de La Frisga.
 - g. Mirador Lago Somido-Chao de Maseiros.
 - h. Mirador Lago de Carucedo.

Figura 3. Mirador de Orellán. Década de 1980.



Figura 4. Mirador de Orellán en la actualidad.

4. Rutas y senderos señalizados

- a. Senda de Reirigo.
- b. Senda de Los Conventos.
- c. Camino Real.
- d. Senda Lago Somido.
- e. Senda de Las Valiñas.
- f. Ruta de los Poblados.
- g. Senda de los Zufreiros del Frade.
- h. Senda Perimetral.
- i. Senda de La Balouta.
- j. Mirada Circular.
 - i. Camino del Oro.
 - ii. Camino del Silencio.
- k. Ruta cicloturista: Carucedo-Las Médulas.

• CONCLUSIONES

Este somero y breve acercamiento a la gestión de Las Médulas deja ver algunos hechos que durante la visita probablemente sean evidentes.

El primero de ellos radica en la ausencia de información e interpretación sobre temas geológicos en general (Geología, Geomorfología, Edafología, etc.), en un lugar donde entender su geología representa saber interpretar y conocer el fundamento de la minería hidráulica que se empleó para la extracción de oro.

Sin embargo, existe reconocimiento institucional a la geología del lugar, puesto que Las Médulas aparecen recogidas en el Catálogo de Lugares de Interés Geológico de la provincia de León. A pesar de todo, la información más abundante sobre Las Médulas hace referencia a sus características históricas y arqueológicas antes que naturales.

La dualidad en las figuras que ostenta, como son Monumento Natural-Espacio Cultural queda

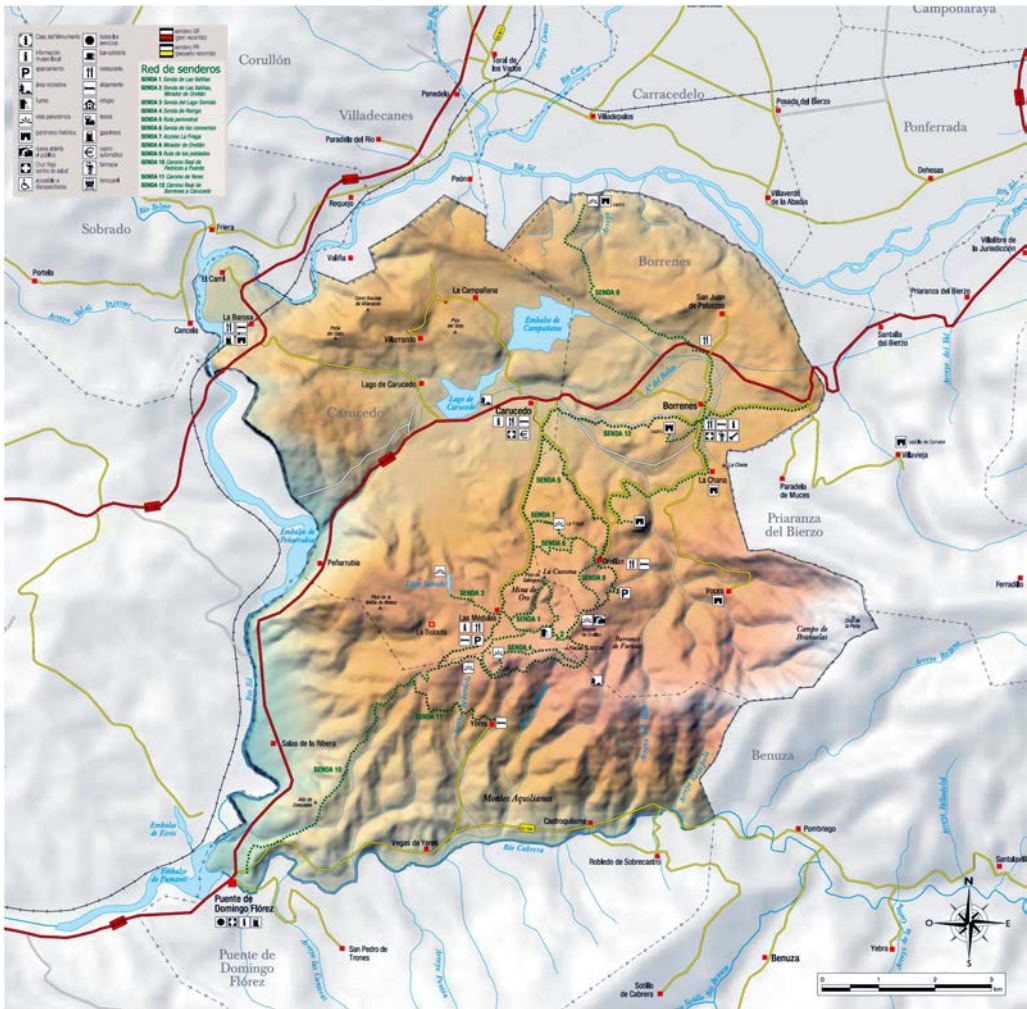


Figura 5. Mapa de Las Médulas.

patente en la gestión del espacio. Aunque Las Médulas son un espacio único, donde los valores ambientales y culturales se relacionan de modo muy singular, donde gran parte de los valores ambientales son consecuencia directa o indirecta de las antiguas actividades mineras, donde la exclusividad de este paisaje de origen humano ha sido reconocida por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). La realidad es que cultura, historia y naturaleza no van de la mano. Dominan los contenidos de tipo histórico y arqueológico, mientras que la información sobre naturaleza está comenzando.

En general, puede concluirse que, a pesar del reconocimiento de que gozan Las Médulas y de la

cantidad de equipamientos, centros, paneles, planes, rutas, actividades, etc., que posee, la falta de una gestión única tiene graves consecuencias sobre la visita. La sensación de descoordinación, confusión o incertidumbre del día a día, en cuanto a horarios, recorridos, precios, disponibilidad de monitores, actividades, etc. que suele acompañar al viajero, tiene como resultado una visita de escasa satisfacción, a pesar de los medios a su disposición.

El reciente Plan de Adecuación y Usos del Espacio Cultural de Las Médulas tendrá oportunidad de reconducir y mejorar estos y otros aspectos, favoreciendo la calidad de la visita a Las Médulas.

• SOBRE LA GEOLOGÍA DE LAS MÉDULAS. ANEXO BIBLIOGRÁFICO

Alonso Otero, F. 1986. Las Médulas. En: *Atlas de Geomorfología*. XIII. El modelado antrópico. Alianza Editorial, Madrid, 343-360.

Balboa de Paz, J.A. 2006. *Las Médulas de Carucedo. Un paisaje de leyenda*. Instituto de Estudios Bercianos, 1-61.

Castaño Posse, J. 2006. *Una excursión por Las Médulas*. Fundación Las Médulas. Instituto de Estudios Bercianos.

Ena Álvarez, V. 1989. *El entorno natural del Lago de Carucedo*. Estudios Bercianos, 10.

Ena Álvarez, V. 1989. *Educación ambiental y conservación de la naturaleza: el complejo de Las Médulas-Lago de Carucedo*. Estudios Bercianos, 11.

Fernández Manso, A. 2010. Un futuro para el castaño. En: *Estudios sobre el castaño en la comarca de El Bierzo* (A. Morteira, Ed.).

Lage, M., Ruiz del Árbol, M., Pecharramón, J.L. y Sánchez-Palencia, F.J. 2009. *IDEZAM, Infraestructura de datos espaciales de la zona arqueológica de Las Médulas*. CSIC, Fundación Las Médulas.

López García, D.G. 1990. Las Médulas. León, vida y naturaleza. *Diario de León*, Cap. 2.

Matías Rodríguez, R. 2008. El complejo de minería aurífera romana en Llamas de Cabrera (León). *Revista de Inst. de Est. Bercianos*, 32-33.

Sánchez-Palencia, F.J., Fernández Posse, M.D., Fernández Manzano, J. y Orejas, A. 1996. La Zona Arqueológica de Las Médulas. En: *Guía Arqueológica*. Junta de Castilla y León.

Sánchez-Palencia, F.J. 2000. *Las Médulas. Un paisaje cultural en la "Asturica Augustana"*. Diputación de León.

Villalibre J. 1987. *Las Médulas y su entorno*. Ed. Lancia. León.

VV.AA. 2003. *Las Médulas Patrimonio de la Humanidad*. Catálogo de la exposición en el Jardín Botánico de Madrid. Junta de Castilla y León.

VV.AA. 2009. *Las Médulas*. Real Academia de la Ingeniería.

GUÍA DE CAMPO: EL PATRIMONIO GEOLÓGICO DEL ALTO BERNESGA (LEÓN)

Fieldguide to the geoheritage of the Alto Bernesga (León)

Fernández-Martínez, E.¹, Redondo Vega, J.M.² y Castaño de Luis, R.³

¹Departamento de Geografía y Geología. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Campus de Vegazana s/n. 24071 León. e.fernandez@unileon.es

²Departamento de Geografía y Geología. Facultad de Filosofía y Letras. Campus de Vegazana s/n. 24071 León. jmredv@unileon.es

³Unidad de León, Instituto Geológico y Minero de España. Parque Científico de León. Av. Real 1, Edificio 1. 24006 León. rodrigocastdeluis@hotmail.com

Palabras clave: Patrimonio geológico, geodiversidad, guía de campo, Alto Bernesga, León.

• INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene por objeto servir como guía para la visita a la Reserva de la Biosfera del Alto Bernesga (León), que se enmarca en el conjunto de jornadas de campo realizadas con motivo de la IX Reunión de la Comisión Nacional de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España. El objetivo de esta jornada de campo es realizar un acercamiento al patrimonio geológico del citado espacio natural, caracterizado por una importante geodiversidad y por la implicación de un notable sector de la población local en la conservación del patrimonio natural y cultural.

La actividad parte de la ciudad de León y transcurre en dos zonas del Alto Bernesga, que son muy diferentes tanto desde el punto de vista geológico como patrimonial. Las cuatro primeras paradas se realizan en sendos puntos del valle de Arbas; la parada 5 es, en realidad, un recorrido a pie por un sendero que conduce a uno de los lugares emblemáticos de este territorio: las Hoces del Villar, más conocidas por su proximidad al Faedo de Ciñera (Fig 1). En ambos espacios se mostrarán diversos ejemplos del patrimonio geológico de esta zona, se comentará el estado patrimonial de los mismos y se darán a conocer algunas iniciativas de conservación y divulgación de dicho patrimonio.



Figura 1. Mapa de la Reserva de la Biosfera del Alto Bernesga con la localización de las paradas realizadas en esta salida. Realizado por José Cortizo Álvarez.

• LA RESERVA DE LA BIOSFERA DEL ALTO BERNESGA

RASGOS GENERALES

La Reserva de la Biosfera del Alto Bernesga (provincia de León) está situada en las estribaciones meridionales de la Cordillera Cantábrica, en la comarca denominada Montaña Leonesa, y comprende la parte septentrional o cuenca alta del río Bernesga. Desde un punto de vista administrativo incluye los términos municipales de La Pola de Gordón (al sur) y Villamanín (al norte), con una población en torno a 5260 habitantes. Fue declarada Reserva de la Biosfera el 29 de junio de 2005.

Se trata de un territorio montañoso, con altitudes entre los 963 y los 2182 m, vertebrado por el río Bernesga que lo atraviesa de norte a sur, y por sus principales afluentes, que labran los valles perpendiculares. Históricamente, el valle central ha funcionado como zona de tránsito entre Asturias y la meseta norte castellana, de ahí la existencia de una importante red de vías de comunicación (carretera nacional, futura autovía, ferrocarril y futura vía del AVE, entre otras) junto a otras de transporte energético (líneas de alta tensión, gaseoducto y cintas de carbón) (Fig. 2). Durante gran parte del siglo XX, el valle del Bernesga tuvo una economía eminentemente minera, basada en pequeñas extracciones de minerales (cobre, plomo, hierro y barita, principalmente)

pero, sobre todo, en la explotación del carbón. En la actualidad, solo una mina, perteneciente a la Hullera Vasco-leonesa, sigue activa en las proximidades de la localidad de Santa Lucía de Gordón.

GEOLOGÍA DEL ALTO BERNESGA

Desde un punto de vista geológico, este territorio está situado en el Macizo Ibérico, en la Zona Cantábrica, y más concretamente en la Región de Pliegues y Mantos. Dentro de esta, el territorio de la Reserva de la Biosfera del Alto Bernesga se extiende por dos unidades: la Unidad de Somiedo-Correcillas, al sur, y la Unidad de la Sobia-Bodón, al norte. El límite entre ambas se sitúa en la ladera meridional del valle de Arbas.



Figura 2. Vista del valle del Bernesga, con algunas de las vías de comunicación y transporte de energía que lo recorren de norte a sur.

Atendiendo a la litología, el sustrato del valle del Bernesga está formado por una alternancia de rocas sedimentarias, tanto carbonatadas como siliciclásticas, depositadas en mares someros desde el Cámbrico hasta el Carbonífero inferior, y en sistemas de abanicos aluviales durante el Carbonífero superior. Entre las más de 30 formaciones que han sido descritas en este territorio destacan especialmente las del Silúrico y Devónico, algunas de las cuales son muy ricas en fósiles, así como los materiales del Carbonífero inferior, cuyo estudio ha permitido correlacionar series marinas y continentales.

Estas rocas han sido afectadas principalmente por la Orogenia Varisca, constituyendo parte de la zona externa de este orógeno. Por este motivo, la Zona Cantábrica está caracterizada por una tectónica epidérmica, con especial desarrollo de mantos de cabalgamiento y pliegues asociados. Además, carece de metamorfismo y la presencia de rocas ígneas se reduce a algunas rocas volcánicas.

A pesar de su origen varisco, los rasgos estructurales mayores que hoy conforman el sustrato del Alto Bernesga se deben básicamente a la actuación, sobre el zócalo paleozoico, de la Orogenia Alpina. Así, la relación entre la Zona Cantábrica y la Cuenca del Duero se explica por la existencia de un cabalgamiento profundo, de hasta 7 km de desplazamiento observado, despegado en la corteza media y que conlleva el desarrollo de una gran flexión monoclinial (Alonso *et al.*, 1996). Al elevarse el basamento paleozoico, la actual Cuenca del Duero comenzó a actuar como una depresión receptora de los detritos procedentes del área levantada.

EL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DEL ALTO BERNESGA

Tradicionalmente, el Alto Bernesga ha sido un lugar muy visitado por los estudiantes de Geología de diversas universidades españolas y por geólogos de todo el mundo (principalmente ingleses, holandeses y alemanes) que centraban en esta zona sus trabajos de fin de estudios o sus tesis. Este fenómeno, retomado en la década de 1970 por geólogos de la Universidad de Oviedo, junto con las investigaciones realizadas a instancias de la Hullera Vasco-leonesa, ha permitido tener un buen conocimiento de la geología de este territorio.

Desde el punto de vista del patrimonio natural, en el valle del Bernesga y en los últimos años, se han llevado a cabo varios proyectos para el conocimiento, divulgación y protección del medio natural, generalmente a expensas de programas de fondos europeos (MINER y PRODER), aunque dichos proyectos han obviado totalmente el patrimonio geológico. No obstante, existen dos actuaciones contrarias a esta tendencia: una de ellas es la reciente edición por parte del Ayuntamiento de La Pola de Gordón de una *Guía del patrimonio geológico de la Reserva de la Biosfera del Alto Bernesga* (Fernández-Martínez *et al.*, en prensa). La segunda es un pequeño conjunto de actividades desarrolladas a partir de Oficina de la Reserva de la Biosfera y de algunas asociaciones vecinales (Asociación Adelfa y AMPA del Colegio público San Miguel de Ciñera) centradas en el patrimonio natural, pero que han tenido especialmente en cuenta el patrimonio geológico. Entre estas últimas actividades cabe citar conferencias, jornadas de campo, edición de pequeñas guías, cursos para niños, así como limpieza y adecuación de sendas.

Lugares de Interés Geológico en la Reserva de la Biosfera del Alto Bernesga

El Inventario de Lugares de Interés Geológico (LIGs) de la provincia de León (Fernández-Martínez y Fuertes Gutiérrez, 2009) describió cinco LIGs en este territorio, pero con la particularidad de que uno de ellos (Área compleja del valle de Arbas) es un LIG de gran superficie caracterizado por su alta geodiversidad. Los otros cuatro LIGs son:

- Yacimiento arrecifal de la Formación Santa Lucía en el Arroyo del Puerto.
- Yacimiento arrecifal de la Formación Santa Lucía en El Millar.
- Hoces de Villar-Ciñera.
- Estratotipo del Grupo La Vid.

Además, en las proximidades, aunque ya fuera del límite de la Reserva, el aludido inventario cita dos LIGs de interés mineralógico: la zeurenita de la Mina La Profunda y la villamaninita de la Mina La Providencia.

Más recientemente, el inventario del patrimonio geológico centrado en el territorio de la Reserva de la Biosfera (Fernández-Martínez *et al.*, en prensa), recoge y describe hasta 60 lugares singulares desde el punto de vista geológico: 13 con interés paleontológico y estratigráfico; 10 con interés tectónico; 18 con interés geomorfológico; 8 con interés mineralógico; 3 con interés hidrogeológico; 2 con interés edafológico y 6 con interés petrológico, centrado en este caso en el uso de las rocas en la construcción tradicional.

Afecciones al patrimonio geológico en la Reserva de la Biosfera del Alto Bernesga

Como se ha comentado anteriormente, el valle del Bernesga es un corredor natural e histórico que concentra varias vías de transporte y comunicaciones. Este hecho ha supuesto, en los últimos años, un incremento a las afecciones del patrimonio geológico de esta región. Por un lado, las recientes obras de la vía del tren de alta velocidad León-Oviedo han afectado a varios lugares resgistrados como de interés geológico en el primer inventario realizado por el Instituto Geológico y Minero de España en 1985. Por otro lado, la necesidad de materiales para la construcción de estas vías se ha plasmado en la apertura de gran cantidad de canteras que suponen una importante afección, si no al patrimonio geológico directamente, sí al paisaje que sustenta.

Estas alteraciones y pérdidas irreversibles ponen en evidencia la urgente necesidad de incluir el patrimonio geológico en los Estudios y Evaluaciones de Impacto Ambiental, así como de generar documentos e información sobre el patrimonio geológico que sea inteligible para las personas que redactan dichos informes.

• VALLE DE ARBAS (PARADAS 1-4)

RASGOS GENERALES

El valle de Arbas, también llamado de La Tercia o de Casares, pertenece al municipio de Villamanín y está situado en la parte septentrional del Alto Bernesga. Tiene una dirección O-E y está labrado por diversos cursos de agua, entre los que destacan el Arroyo de Casares (que se encuentra represado en el embalse homónimo) y el río Rodiezmo que vierte directamente al río Bernesga.

GEOLOGÍA

Geológicamente este valle se encuentra en la Unidad de La Sobia-Bodón, y más concretamente en el Manto de Bodón. En la ladera meridional del valle aflora un importante frente de calgabamiento que coloca las calizas y dolomías de la Formación Láncara (Cámbrico inferior) directamente sobre los materiales carboníferos, concretamente sobre la parte alta de la Formación San Emiliano. Por otro lado, el fondo del valle y su ladera septentrional están ocupados por materiales del Carbonífero (Namuriense), agrupados en tres formaciones que presentan un carácter pre- y sinorogénico (Fig. 3):

- Formación Barcaliente: constituida por calizas de grano fino, de tono gris oscuro, con escasos fósiles y dispuestas en estratos decimétricos a centimétricos, tabulares, ondulantes e incluso lenticulares. Esta formación fue depositada en una plataforma carbonatada somera, con baja subsidencia y circulación restringida.

- Formación Valdeteja: integrada por calizas claras, usualmente masivas aunque con algunos niveles margosos o estratificados. Litológicamente, está compuesta por un amplio abanico de depósitos calcáreos, incluyendo montículos algales, pequeños arrecifes coralinos, calizas bioclásticas, oolíticas y peloidales, y brechas calcáreas, entre otros. Se trata de una formación diacrónica, que pasa lateralmente a los materiales detríticos de la Formación San Emiliano. La diversidad de depósitos registrados así como las relaciones que mantiene con formaciones adyacentes apuntan a que la Formación Valdeteja se originó como una serie de plataformas carbonatadas aisladas, libres del influjo de terrígenos procedentes del continente.
- Formación San Emiliano: está constituida por materiales terrígenos (lutitas y areniscas) con intercalaciones calcáreas y capas de carbón. Gran parte de esta formación tiene un carácter turbidítico y acoge olistolitos de materiales pertenecientes a la Formación Valdeteja. Se interpreta como generada por el relleno de un surco externo a la plataforma dentro de un contexto sinorogénico de cuenca antepaís.



Figura 3. Ladera septentrional del valle de Arbas en la que se aprecia la sucesión de tres formaciones (de más antigua a más moderna y desde la parte alta hasta el fondo del valle): Fms. Barcaliente y Valdeteja, de naturaleza carbonatada, que forman la ladera; y Fm. San Emiliano, cubierta por prados y ocupando el fondo del valle, de naturaleza eminentemente siliciclástica y donde se observan algunos olistolitos calcáreos.

La Formación San Emiliano se sitúa sobre y lateralmente a la Formación Valdeteja; estas relaciones se observan de forma inmejorable en algunas partes centrales del valle, como las terminaciones digitadas de la peña calcárea denominada Peña Muerca o Peña Muezca.



Figura 4. Vista de Peña Muezca, denominada Peña Muerca por los lugareños, desde el mirador de la carretera que conduce al Puerto de Aralla. Se observa la naturaleza carbonatada de esta peña y su terminación digitada, introduciéndose las digitaciones en los materiales mayoritariamente terrígenos de la Fm. San Emiliano.

PARADA 1. COLLADO MERIDIONAL DE VIADANGOS DE ARBAS

El valle de Viadangos de Arbas tiene un claro origen glaciar. Desde la cresta de calizas de la Formación Valdeteja, situada a mediodía del núcleo de Viadangos, no es posible observar el circo ni el propio valle glaciar, situados en dirección norte. No obstante, mirando hacia ese punto, sí se divisa un conjunto de elementos de origen glaciar dispuestos de manera panorámica.

- En primer lugar, en el talud del camino que accede desde la carretera hasta el punto de observación es visible una pequeña sección de *till* glaciar que incluye cantos y bloques de areniscas con estrías glaciares. Asimismo, en toda esa vertiente orientada al sur aparecen cantos y bloques desgastados dispersos. Estos cantos son predominantemente de cuarcita, algunos de gran tamaño, se ubican semienterrados sobre el sustrato calizo y pueden ser considerados verdaderos bloques erráticos glaciares.

- Desde el collado mirando hacia el norte, de frente y a la derecha, se aprecia la morrena lateral izquierda que arranca sobre la cota de 1500 m aproximadamente; a mitad de su recorrido hacia el sur aparece desdoblada en dos crestas: una externa que correspondería a la situación de máximo glaciar y que desciende hasta los 1320 m y la interna, de menor desarrollo y que llega hasta un collado situado cerca del pueblo a 1360 m.

- Hacia el noroeste se observan varios umbrales glaciares escalonados en la parte central del valle (Fig. 5); corresponden a las antiguas crestas de una banda de calizas masivas orientada SO-NE. Estos umbrales de resistencia aparecen ahora con forma redondeada debido al paso del hielo, que durante la fase de máximo, en ese punto sobrepasaba holgadamente los 100 m de espesor.

- Por último, a la izquierda del punto de observación y al pie del abrupto escarpe de las calizas de la Formación Valdeteja existen varios desprendimientos con bloques de grandes dimensiones que se acumulan al pie de la vertiente. Aunque su origen puede ser diverso, dentro del contexto en el que nos encontramos podrían atribuirse a la dinámica paraglaciar, uno de cuyos procesos habituales son los desprendimientos motivados por las descompresiones que experimentan los macizos rocosos cuando se produce la deglaciación (Fig. 5).



Figura 5. Vista del valle de Viadangos de Arbas desde el lugar de observación de la parada 1. En primer término, desprendimiento de rocas; en la parte media de la foto, coincidiendo con una curva en el camino, umbrales glaciares.

PARADA 2. MORRENAS DE CASARES

Estas morrenas se localizan al norte de la localidad de Casares de Arbas a ambos lados del arroyo del mismo nombre, entre 1340 y 1500 m (Fig. 6).

Las dimensiones reducidas del valle y de su cabecera, donde no existe un verdadero circo sino dos collados sucesivos, contrastan con el gran desarrollo que han alcanzado las morrenas. Semejante disfunción solo se explica por la sobrealimentación de hielo que experimentó el valle de Casares desde la cabecera del valle de Viadangos de Arbas a través de dos collados de transfluencia (ver Figs. 7.1 y 7.2). Las morrenas aparecen dispuestas lateralmente flanqueando el actual valle hasta las proximidades del pueblo de Casares y corresponderían a la situación del último máximo glaciar. Estas morrenas laterales encierran tres pequeños arcos morrénicos, que se escalonan valle arriba y culminan netamente por debajo de las morrenas laterales que los

enmarcan. Son depósitos correspondientes a sucesivas fases de estabilización del frente del glaciar en su dinámica de retroceso, cuando el aporte desde el norte (transfluencias) probablemente ya había cesado (Figs. 7.3 y 7.4).



Figura 6. Morrena de Casares de Arbas.

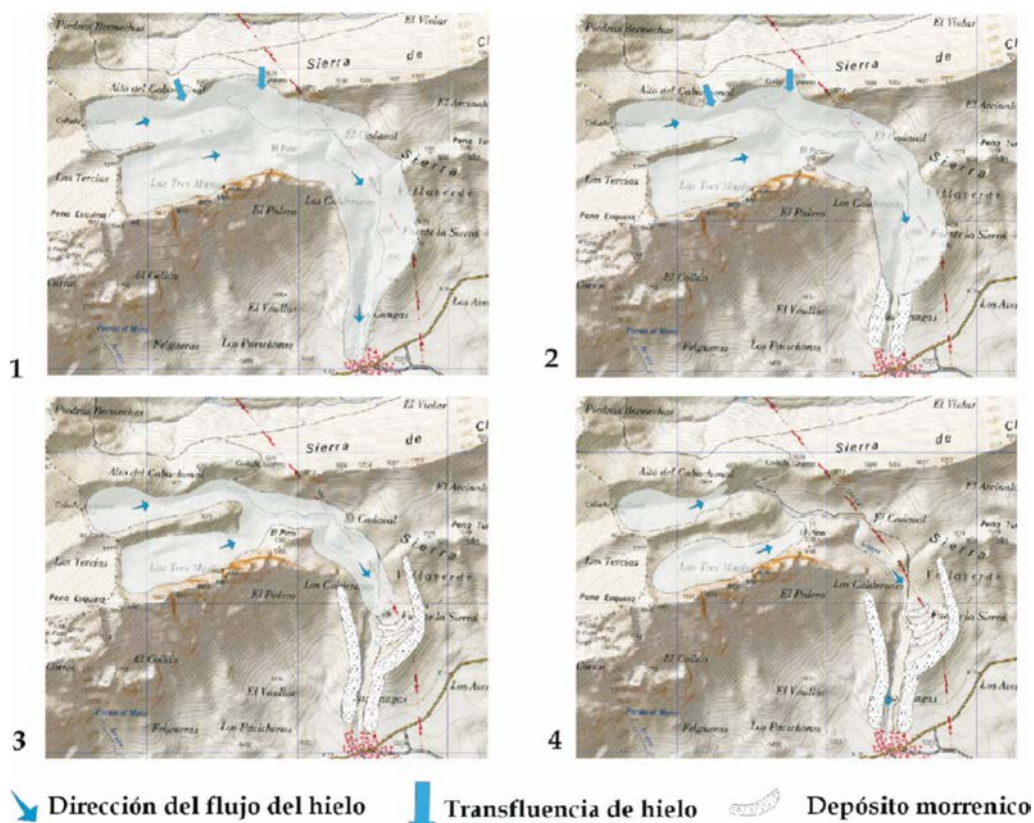


Figura 7. Esquema de las fases de ocupación y retroceso del hielo en el valle de Casares de Arbas, con formación de morrenas.

Por último, a lo largo del talud de la pista que asciende desde el pueblo, se observan numerosos cantos y bloques glaciares pulidos y estriados, y se distinguen varios deslizamientos e incisiones en las vertientes internas de las dos morrenas laterales (Fig. 8). Se trata de procesos actuales y subactuales favorecidos por las fuertes pendientes que presentan, el bajo grado de cohesión del sedimento glaciar y el intenso uso agrario.



Figura 8. Aspecto de una de las morrenas de Casares de Arbas, sobre cuya superficie se observan terracillas por paso de ganado menudo y varios grandes deslizamientos de diferentes edades.

PARADA 3. CABALGAMIENTO PRINCIPAL Y MINERALIZACIONES DE COBRE

Las obras relacionadas con el embalse de Casares han propiciado la existencia de accesos y secciones que permiten observar algunos elementos geológicos de interés. En las proximidades del cierre de dicho embalse convergen varios de ellos, de los que comentaremos dos.

- Frente de cabalgamiento (Fig. 9). En este punto, las obras de la carretera han permitido el afloramiento del frente de cabalgamiento que recorre la ladera sur del valle. Se observan las dolomías de la Formación Láncara, de edad Cámbrico inferior, sobre las lutitas de la Formación San Emiliano, de edad Carbonífero inferior. Una cataclasita de escasa potencia se ha desarrollado en los estratos directamente afectados por el frente.



Figura 9. Vista del frente de cabalgamiento de la Fm. Láncara (Cámbrico), a la derecha de la foto, sobre la Fm. San Emiliano (Carbonífero) a la izquierda.

- Explotaciones mineras antiguas. Todo el valle de Arbas tiene diversos tipos de indicios mineros, la mayoría de los cuales fueron explotados durante la primera mitad del siglo XX. En las cercanías del cierre del embalse de Casares se localiza un yacimiento de cobre que permite observar la mineralización en superficie, y especialmente ejemplares de los minerales azurita y malaquita.

PARADA 4. CONJUNTO PANORÁMICO DE ELEMENTOS DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DESDE LA MARGEN MERIDIONAL DEL EMBALSE DE CASARES

Esta parada se realiza en uno de los lugares susceptible de ser utilizado como mirador y uno de sus objetivos es reforzar nuestra opinión sobre la importancia de los observatorios en la difusión del patrimonio geológico. Desde este punto, se aprecian varios de los numerosos rasgos geológicos de interés patrimonial que se acumulan en el valle:

- Rasgos de interés geomorfológico: valle inadaptado, erosión diferencial, morrenas de Casares, karstificación intensa de las calizas de la Formación Valdeteja, incisiones y deslizamientos en materiales poco consolidados.
- Rasgos de interés tectónico: calalgamiento.
- Rasgos de interés estratigráfico: digitaciones de las calizas carboníferas en los materiales detríticos del Carbonífero.
- Rasgos de interés mineralógico: dolomitizaciones de la caliza, escombreras de antiguas explotaciones de pequeña entidad.

EL PATRIMONIO GEOLÓGICO DEL VALLE DE ARBAS

El valle de Arbas ha sido tipificado como área compleja en el inventario de LIGs de la provincia de León (Fernández-Martínez y Fuertes Gutiérrez, 2009) y en trabajos posteriores (Fuertes Gutiérrez y Fernández-Martínez, 2010). Esta catalogación se debe a que en este valle se concentra un importante conjunto de elementos geológicos cuyo valor interpretativo aumenta exponencialmente si se observan en su conjunto.

Entre los puntos más interesantes, muchos de los cuales son visitados en esta jornada de campo, se encuentran:

- Valle glaciar de Viadangos, con morrenas, umbrales y bloques erráticos; *Till* glaciar con cantos y bloques estriados de pizarra y arenisca (parada 1).
- Lagunas yuxtaglaciaria e intramorrénica entre otros elementos de origen glaciar y paraglaciar ligados al valle de Viadangos.
- Desprendimientos de rocas de origen paraglaciar en el valle de Viadangos (parada 1).
- Evidencias de una difluencia glaciar procedente del valle de Viadangos y que incluyen la presencia de morrenas muy bien desarrolladas (parada 2).
- Desarrollo de deslizamientos sobre materiales morrénicos (parada 2).

- Frente de cabalgamiento que puede observarse en sección y seguirse a lo largo de todo el valle (parada 3).
- Mineralizaciones de cobre y plomo repartidas por diferentes lugares del valle (paradas 3 y 4).
- Interdigitaciones de las calizas de la Formación Valdeteja en las rocas fundamentalmente siliciclásticas de la Formación San Emiliano; significado sedimentológico de estas intercalaciones (parada 4).
- Dolomitización secundaria local de las calizas de la Formación Valdeteja (parada 4).
- Karst en calizas masivas de la Formación Valdeteja (parada 4).
- Olistolitos calcáreos en la Formación San Emiliano.
- Calizas con montículos de algas.
- Evolución del suelo tras el abandono de los usos tradicionales.
- Relieve exento y ejemplos de meteorización bolar de areniscas en el valle de El Coito.

Desde hace unos años, el valle de Arbas es utilizado para la práctica de diversos deportes de montaña (escalada, senderismo, raquetas de nieve, campamentos, etc.). También se han instalado varias empresas de turismo activo y se han abierto casas y restaurantes con el calificativo de rural.

La asociación Cuatro Valles ha realizado una ruta autoguiada, denominada “Valle de Arbas”, que parte de Casares de Arbas, se dirige hasta la Collada Gistreo (1628 m) y regresa bajando por el cercano Valle de Viadangos y cruzando a través de Peña Muerca. A pesar de que esta ruta transcurre por paisajes marcadamente geológicos y atraviesa varios de los elementos señalados anteriormente como lugares de Interés Geológico (paradas 1, 2 y 4), la ruta resalta la presencia de diversos tipos de flora y otras formaciones biológicas como las “re poblaciones de pinos” (sic). Como es habitual, ni el tríptico ni los paneles comentan aspectos geológicos o geomorfológicos del espacio que atraviesa.

En resumen, debido a la concentración de georrecursos, a la belleza del lugar, su baja vulnerabilidad y su alta capacidad de carga, el valle de Arbas es un lugar óptimo para el desarrollo de actividades geoturísticas. En este contexto, sería aconsejable la realización de rutas (guiadas o autoguiadas) que permitan al visitante realizar un paseo tranquilo por un lugar de gran valor estético a la par que va reconociendo las diferentes evidencias que nos hablan de su larga historia geológica. Por último, destacar que su valor patrimonial aumenta por la presencia de varios lugares que pueden actuar como miradores, y desde donde se observa el conjunto del valle y varios de sus georrecursos.

• HOCES DEL VILLAR (PARADA 5)

Las Hoces del Villar pertenecen al municipio de La Pola de Gordón, situado en el área meridional de la Reserva de la Biosfera del Alto Bernesga. Geológicamente se encuadran en la Unidad de Somiedo-Correcillas de la Zona Cantábrica. Por tratarse de una ruta, la exposición seguirá el orden del recorrido realizado, comentando en cada una de sus partes los aspectos tanto geológicos como patrimoniales.

El paraje conocido como las Hoces del Villar constituye una estrecha garganta labrada por el Arroyo del Villar sobre las calizas grises de edad devónica de la Formación Santa Lucía, por la que también discurre un angosto sendero cuya finalidad es hoy en día muy distinta de la que tenía hace varios años. A caballo entre las localidades de Villar del Puerto y Ciñera de Gordón, las Hoces del Villar constituyeron un paso obligatorio para los mineros que, a lo largo de varias décadas del siglo XX, se dirigían a trabajar a las minas de carbón de Ciñera y Santa Lucía de Gordón desde Villar u otras localidades próximas. Dada la fuerte pendiente que el camino presenta en algunos puntos y el acusado riesgo de caídas, se hizo necesario construir ciertas infraestructuras con el fin de evitar posibles accidentes, especialmente durante el invierno, cuando la nieve, el hielo y el agua del propio arroyo aumentan la peligrosidad de transitar por un terreno tan agreste. Una de estas construcciones, que ya no se conserva, fue el conocido como “Puente de Palos” (Fig. 10), que no era más que una precaria pasarela construida con madera en el corazón de las hoces, en un punto en el que no es posible evitar el cauce.



Figura 10. El antiguo “Puente de Palos” permitió el paso a los mineros que, procedentes de Villar del Puerto y otras localidades próximas, precisaban atravesar las hoces para llegar a las minas de carbón de Ciñera y Santa Lucía. Fotografías tomadas de la página web www.ciñera.es.

El camino a las hoces

Desde Ciñera de Gordón parte un camino que avanza hacia el este, remontando el cauce del Arroyo del Villar (Fig. 11). Durante 2 km escasos discurre sobre la reducida llanura aluvial que ha generado este río, la cual se dispone sobre los materiales siliciclásticos de edad Cámbrico medio de la Formación Oville.



Figura 11. Panorámica del extremo suroccidental de las Hoces del Villar. El fondo del valle está ocupado por materiales aluviales que descansan sobre las areniscas y pizarras de la Fm. Oville (Cámbrico medio). En la parte derecha de la imagen, a media altura, se reconocen las calizas rojas de la Fm. Láncara (Cámbrico inferior) sobre las cuales se ha construido una pista. Al fondo, formando los relieves más destacados, aparecen las calizas grises arrecifales de la Fm. Santa Lucía (Devónico Inferior).

En los últimos metros de esta parte de la ruta, inmediatamente antes de alcanzar un afloramiento de las calizas grises y rojas de la Formación Láncara (Cámbrico inferior), puede apreciarse la inmensa escombrera que ha resultado de la explotación de las minas de carbón de Ciñera y Santa Lucía, actualmente en fase de rehabilitación. A sus pies se erige uno de los iconos más característicos de Ciñera: el Pozo Ibarra. Construido en 1930, este castillete de 31 m de altura alojó la maquinaria necesaria para facilitar la fuerza tractora que permitió extraer el carbón de las galerías; actualmente está en desuso y se encuentra en proceso de declaración como Bien de Interés Cultural, dentro de la categoría de Conjunto Etnológico (Fig. 12).

El camino prosigue y se adentra en un área construida sobre materiales de edad devónica, dejando atrás un cabalgamiento que separa dos escamas de la Unidad de Somiedo-Correcillas: la de Abelgas-Bregón situada más al sur y por la cual ha discurrido el sendero y la de Aralla-Rozo,



Figura 12. Gran escombrera derivada de la explotación de las minas de carbón de Santa Lucía y Ciñera. A sus pies se erige el Pozo Ibarra, uno de los elementos más carismáticos del patrimonio minero de esta comarca.

más septentrional y hacia la cual se dirige el camino. Durante varios metros afloran los materiales pizarrosos de la Formación Hurgas (Devónico Medio), pero las calizas grises de la Formación Santa Lucía (Devónico Inferior) pasan pronto a dominar el paisaje.

El Faedo de Ciñera

Las diferencias que marcan la orientación de las laderas en lo que a colonización vegetal se refiere se hacen evidentes en este paraje; la ladera que cierra el valle por el norte, con su superficie expuesta hacia el sur, aparece colonizada por un bosque abierto de encinas, mientras que la que lo delimita por el sur, orientada hacia el norte, sirve de sustrato a especies más umbrófilas (robles y hayas). Allí se asienta otra de las señas de identidad de esta localidad: el Faedo (o hayedo) de Ciñera (Fig. 13). Esta formación de hayas se extiende inmediatamente al sur del arroyo y es atravesado por este durante sus 200 m más orientales. El Faedo da nombre a la Asociación de Amigos del Faedo (ADELFA), que se encarga de su mantenimiento y del de todo su entorno, así como de organizar actividades divulgativas sobre los recursos naturales de Ciñera.

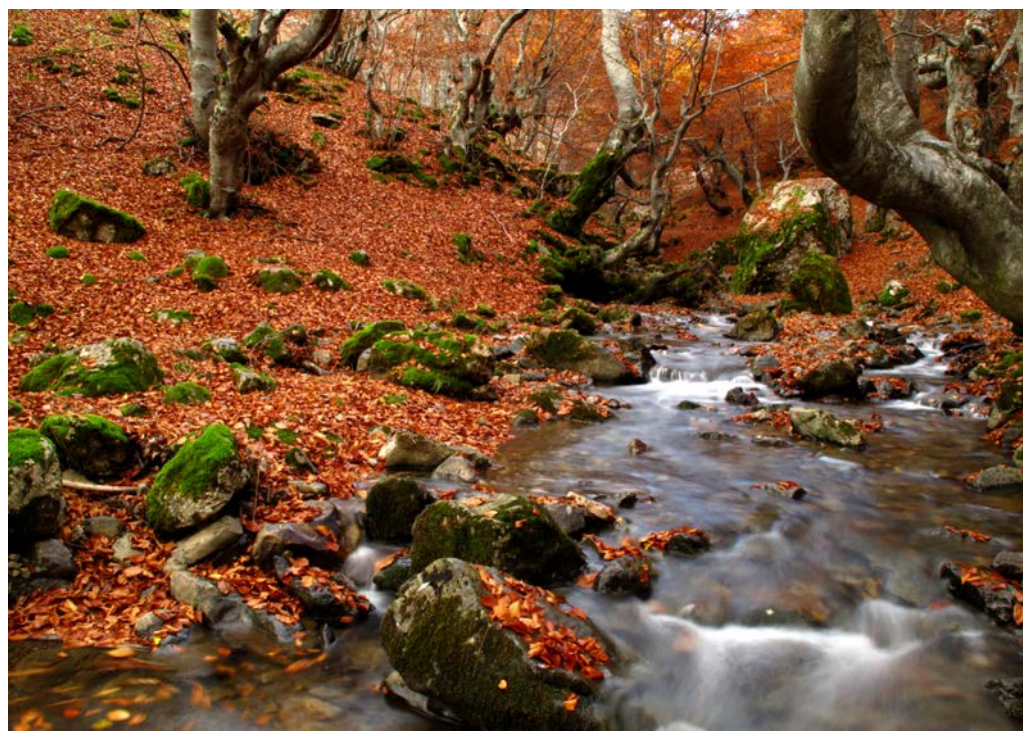


Figura 13. Aspecto otoñal del Faedo y del Arroyo del Villar. Este lugar, objeto de leyendas y rebosante de magia y encanto, constituye uno de los principales atractivos turísticos de Ciñera de Gordón.

En el año 2007, a instancia del AMPA del colegio público San Miguel de Ciñera, el Faedo de Ciñera fue condecorado con el título de “Bosque mejor cuidado de España”, otorgado por el Ministerio de Medio Ambiente y la asociación “Bosques sin Fronteras”.

Las hoces del Villar

Una vez abandonado el bosque por su extremo más oriental, el camino sigue remontando el cauce del arroyo, hasta llegar a las Hoces del Villar (Fig. 14). En este lugar destaca el acusado relieve que forman las calizas de la Formación Santa Lucía, en las cuales pueden identificarse numerosas formas de erosión kárstica (lapiaces, pequeñas cavidades) y fluvial (marmitas de gigante, Fig. 15). En las calizas es frecuente reconocer fósiles, en su mayoría de organismos arrecifales (corales, estromatoporoideos, briozoos, pero también braquiópodos, crinoideos, etc.), que llegan a ser muy abundantes en algunos niveles.



Figura 14. Las Hoces del Villar presentan en su tramo central un relieve muy marcado. Grandes paredes de caliza gris delimitan el angosto cauce del Arroyo del Villar, el cual compartió camino con los mineros que en el pasado acudían a las explotaciones de carbón de Ciñera y Santa Lucía.

En aquel punto en el que la estrechez de la garganta se hace más acusada se ha construido una nueva pasarela cuya ubicación coincide con la del antiguo “Puente de Palos”, siendo posible avanzar por encima del cauce del arroyo.

Una vez abandonadas las Hoces del Villar, el camino avanza sobre los materiales del Grupo La Vid (Devónico Inferior) hasta llegar a la localidad de Villar del Puerto, desde donde puede contemplarse una bella panorámica del extremo nororiental del desfiladero.



Figura 15. Varios pilancones (marmitas de gigante) labrados en las calizas de la Fm. Santa Lucía por el Arroyo del Villar a su paso por las hoces.

Patrimonio geológico de la ruta de las Hoces del Villar

En la actualidad, el sendero de las Hoces del Villar ha pasado a convertirse en una concurrida ruta de senderismo la cual, dada su relativa sencillez, su escasa distancia a la capital y su profusión en elementos de interés, ha demostrado poseer suficiente atractivo como para atraer a numerosos visitantes a lo largo de todo el año.

La actividad minera constituyó el factor económico, cultural y social más importante de esta comarca. En la actualidad puede identificarse este pasado minero en casi cualquier rincón del valle; así, la estructura de los pueblos, la existencia de bocaminas y escombreras y muchos otros elementos del paisaje evocan un pasado escrito en carbón.

La asociación local ADELFA ha querido recuperar parte de esta cultura y ha recopilado diversos aperos relacionados con la explotación del carbón en su forma más tradicional; esta colección puede visitarse en una bocamina acondicionada para el efecto, ubicada en las inmediaciones del camino de las hoces.

Por otra parte, la Asociación Cuatro Valles promueve dos rutas diferentes por el entorno de las Hoces del Villar: una autoguiada, que recorre el camino tradicional que une Ciñera y Villar del Puerto, y otra guiada que brinda la posibilidad de conocer el entorno de las hoces, su biodiversidad y sus usos tradicionales.

• CONCLUSIONES

El territorio de la Reserva de la Biosfera del Alto Bernesga vive momentos de incertidumbre por el cierre de las minas de carbón y la consecuente despoblación de la zona. Dados los valores naturales y culturales de la zona, la alternativa socioeconómica planteada al modelo de explotación no renovable de los recursos geológicos se centra en el turismo de naturaleza, con las diferentes variantes que este turismo puede desarrollar.

Paralelamente, la Reserva cuenta con un importante patrimonio geológico que podría ser utilizado como georrecurso de cara a implementar estas propuestas turísticas, especialmente aquellas que, como los deportes de aventura o el senderismo, se desarrollan en el entorno natural.

• AGRADECIMIENTOS

A Benedicta Rodríguez, “Beni”, técnico de la Reserva de la Biosfera del Alto Bernesga y trabajadora incansable por la conservación y divulgación del patrimonio natural de este hermoso valle. Y a la gente de la asociación ADELFA, en especial a Juan López del Moral, que no dudan en acompañarnos siempre que se lo pedimos.

• **BIBLIOGRAFÍA**

Alonso, J.L., Pulgar, J.A., García-Ramos, J.C. y Barba, P. 1996. Tertiary basins and Alpine tectonics in the Cantabrian Mountains (NW Spain). In: *Tertiary basins of Spain: Tectonics, Climate and Sea-Level Changes* (P.F. Friend y C.J. Dabrio, Eds.) Cambridge University Press, Cambridge, 214-227. ISBN: 0-521-46171-5.

Fernández-Martínez, E., Alonso Herrero, E., Castaño de Luis, R., Cortizo Álvarez, J., Fuertes Gutiérrez, I., Redondo Vega, J.M. y Santos González, J. En prensa. *Guía del Patrimonio Geológico de la Reserva de la Biosfera del Alto Bernesga*. Ministerio de Medio Ambiente Medio Rural y Marino, 1-237.

Fernández-Martínez, E. y Fuertes Gutiérrez, I. (Coords). 2009. *Lugares de Interés Geológico. León*. DVD publicado por la Fundación Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León.

Fuertes-Gutiérrez, I. y Fernández-Martínez, E. 2010. Geosites Inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): A Tool to Introduce Geoheritage into Regional Environmental Management. *Geoheritage*, 2: 57-75.

GUÍA DE CAMPO: EL PATRIMONIO GEOLÓGICO DEL PARQUE NACIONAL PICOS DE EUROPA

Fieldguide to the geoheritage of the Picos de Europa National Park

Fuertes-Gutiérrez, I.¹ y Torío Fernández, C.²

¹Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León. Campus de Vegazana s/n. 24971 León. ifueg@unileon.es

²Centro de Educación de Adultos de León. C/ Fernández Cadorniga, 1. 24003 León. Ctorio@gmail.com

Esta guía está dedicada al recuerdo de los intrépidos naturalistas, pioneros de la Geología y montañeros que, movidos por la curiosidad científica, pero también irresistiblemente atraídos por la magia de la peña, iniciaron su exploración hace ya dos siglos. Y también a las personas del valle que les acompañaron en sus primeros viajes y abrieron las sendas que surcan estas montañas.

• INTRODUCCIÓN

Este texto ha sido concebido como una guía de campo para la visita al Parque Nacional de Picos de Europa que se organiza dentro de la IX Reunión de la Comisión Nacional de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España. El objetivo de esta salida es realizar un acercamiento al Patrimonio Geológico de dicho espacio natural, utilizando para ello una visita a Valdeón, uno de los valles leoneses incluidos dentro del citado Parque Nacional.

La actividad está organizada siguiendo un itinerario en coche, que incluye diversas paradas (Fig. 1b) a través de las cuales se mostrará el valor geológico, la problemática legal y el estado de conservación del patrimonio geológico de la zona recorrida. La finalidad principal de esta visita es que los ejemplos mostrados sirvan de base para observar, comentar y discutir algunos de los aspectos fundamentales de la gestión del patrimonio geológico en los Espacios Naturales Protegidos (ENPs). Dentro de este marco, se hará especial hincapié en la importancia de la divulgación como actividad básica para dar a conocer y favorecer la protección del patrimonio geológico.

Por último, en el recorrido entre la ciudad de León y el valle de Valdeón se atraviesa la Región del Manto del Esla, que ha sido propuesta como *Global Geosite* (García-Cortés, 2008). Aunque no

sea el objetivo principal de esta salida de campo, se realiza una parada en esta zona, durante la cual se comentan brevemente sus rasgos geológicos y la situación patrimonial en que se encuentra.

• REGIÓN DEL MANTO DEL ESLA

ALEJICO-VALDORÉ (PARADA 1)

El proyecto *Global Geosites* es una iniciativa cuyo objetivo es inventariar el patrimonio geológico internacional (Wimbledon, 1996). Para ello, se han elegido unos contextos geológicos basándose en su especial significado en el registro geológico mundial y, en cada uno de estos, se han seleccionado los lugares de interés más representativos e ilustrativos (Wimbledon, 1998).

En España, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) es el coordinador de este proyecto. El trabajo se inició en el año 2000 y siguió la metodología acordada por la *Internacional Union of Geological Science* (IUGS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y desarrollada por Wimbledon et al. (2000) en el seno de la Asociación Europea para la Defensa del Patrimonio Geológico (ProGeo). Los resultados fueron publicados en García-Cortés (2008). En ellos, se seleccionaron y describieron 20 contextos geológicos españoles de relevancia internacional así como 144 *Global Geosites* repartidos por ellos. No obstante, esta lista fue concebida como un inventario abierto a posibles incorporaciones y de hecho, en enero de 2011 el IGME dio a conocer la lista de *Geosites* que cuenta ya con 148 *Global Geosites* (IGME, 2011).

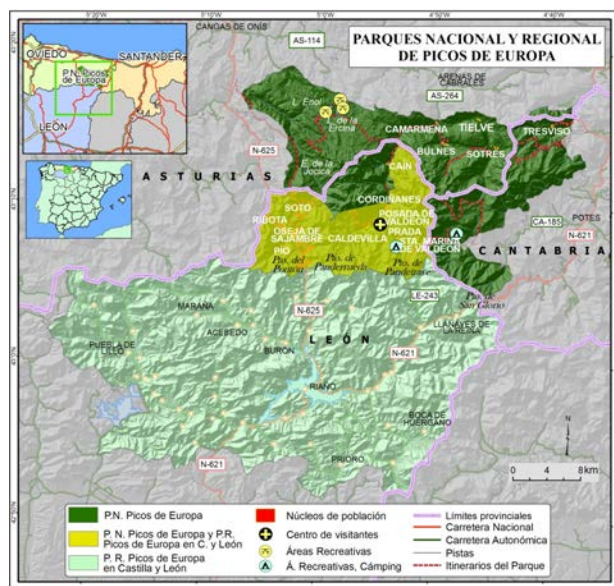


Figura 1a. Localización de los Parques Nacional y Regional de Picos de Europa. Este mapa muestra la compleja superposición de figuras de protección en la zona leonesa de Picos de Europa: en verde se encuentra el área que es exclusivamente Parque Nacional Picos de Europa; en azul se observa el territorio que es solo Parque Regional Picos de Europa; por último, se ha coloreado de amarillo el área que comparten ambas figuras de protección. Realizado por José Cortizo Álvarez.



Figura 1b. Mapa detallado de las paradas que se realizan en este recorrido de campo. Realizado por José Cortizo Álvarez.

El Manto del Esla es uno de los *Global Geosite* representativo del contexto geológico Orógeno Varisco Ibérico. Su interés principal es tectónico e incluye los Mantos del Esla y Corniero así como el Dúplex de Pardaminos. Abarca la cuenca alta de los ríos Esla y Dueñas, en los parajes de Primajas, Valdoré, ladera frente a Valdoré, cementerio de Valdoré y Verdiago, Peña Rionda y Santa Olaja de la Varga.

A pesar de contar con el máximo reconocimiento desde la perspectiva del patrimonio geológico, el Manto del Esla carece de una figura de protección que vele por su conservación. Es más, su situación es un tanto paradójica, pues una pequeña parte de esta área (la zona de Primajas) está incluida dentro del Parque Regional Picos de Europa, mientras que la mayor parte de ella se encuentra fuera del mismo (Fig. 1a). Su proximidad al espacio natural aumenta la vulnerabilidad¹ del *Global Geosite*, pues es un hecho constatable que desde la declaración del Parque Regional en 1994, en las zonas aledañas al espacio natural se están concentrando gran parte de las actividades que no pueden realizarse en el territorio incluido en el Parque.

¹ Ante el diferente tratamiento de los términos vulnerabilidad y fragilidad en la bibliografía y a falta de un trabajo específico que afronte la revisión de los mismos, conviene aclarar que en este documento optamos por la utilización de los conceptos que proponen Fuertes-Gutiérrez y Fernández-Martínez (2010). Esta aproximación nos parece la más apropiada debido a su carácter intuitivo, fundamentado en dos cuestiones: 1) es la que más se aproxima al significado habitual y más común de los términos y 2) es compartida por otras disciplinas como la Botánica o la Ecología. Según esto: vulnerabilidad es el riesgo de degradación de un rasgo geológico debido a factores extrínsecos al mismo, mientras que fragilidad es el riesgo de degradación de un rasgo geológico debido a factores intrínsecos del mismo.

Posiblemente, el caso más llamativo es el de las canteras, que están avanzando en número y extensión dentro de los terrenos de Santa Olaja de la Varga y en el entorno de Peña Rionda.

En este sentido, los autores consideran imprescindible trabajar porque los *Global Geosites* pasen del ámbito científico al práctico y su reconocimiento se traduzca en protección real. Para ello se debe actuar en dos direcciones: por un lado, es preciso disponer de una cartografía detallada de los mismos, que implique la determinación exacta de sus límites. A su vez, hay que concienciar a la población y a las administraciones locales sobre los valores de su medio natural, pues el desconocimiento actual incrementa notablemente la vulnerabilidad de estos sitios.

En nuestra opinión, una solución de emergencia podría ser procurar la integración de los *Global Geosites* (y del resto de localidades con relevancia desde el punto de vista geológico) en la Red de Espacios Naturales (REN). En este sentido, hay ya experiencias que avalan la validez del modelo. Por ejemplo, recientemente, y gracias a las alegaciones presentadas al borrador para la Declaración del Parque Natural de Babia y Luna, se consiguió la ampliación del espacio natural para incluir dentro del mismo el *Global Geosite* Paleozoico del valle del río Luna, representativo del contexto geológico Series estratigráficas del Paleozoico Inferior y Medio del Macizo Ibérico.

• PICOS DE EUROPA

¿QUÉ SON LOS PICOS DE EUROPA?

En la vertiente norte de la zona central de la Cordillera Cantábrica se levantan tres moles de caliza conocidas desde antiguo como los Picos de Europa. Los tres macizos se disponen paralelos y muy cercanos al mar Cantábrico, unos 25 km en línea recta, lo que les confiere unas peculiaridades climáticas y geomorfológicas diferenciales. En el caso del clima, esta zona se encuentra en una encrucijada entre los dos macrobioclimas existentes en la Península Ibérica: Atlántico y Mediterráneo (Rivas-Martínez, 2007). En cuanto a la geomorfología, los Picos de Europa se caracterizan por una orografía muy abrupta, motivada por los importantes desniveles que suponen el descenso, en una distancia tan reducida, desde las cimas más elevadas de la Cordillera Cantábrica hasta la costa (Fig. 2). Precisamente su relieve marca de forma clara los límites geográficos de los Picos de Europa, rodeados y vertebrados por los ríos que recogen el agua de este sistema. El Macizo Occidental, también llamado El Cornión, se encuadra entre los valles del río Sella (por el oeste) y el Cares (por el este); el Macizo Central, conocido como Los Urrieles, se erige entre los cursos de los ríos Cares y Deva; por último, el Macizo Oriental o Ándara, está custodiado por los ríos Deva (oeste) y el Duje (este).

Es importante señalar que las características abióticas de los Picos de Europa (clima, desniveles e intrincada orografía, abundancia de calizas, etc.) son el motivo fundamental de sus peculiaridades bióticas y antrópicas. En cuanto a su flora y fauna, cabe destacar la coincidencia de elementos propios de los biomas atlántico y mediterráneo, la presencia de especies de alta montaña (adaptadas a las duras condiciones de las peñas, los canchales, los neveros, etc.) y por

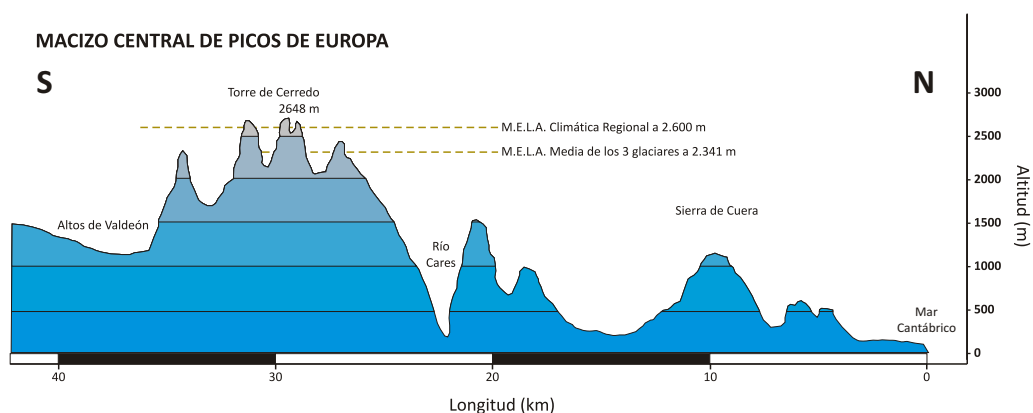


Figura 2. Perfil topográfico desde el valle de Valdeón hasta el mar Cantábrico a través del Macizo Central de Picos de Europa. En él se observan los acusados desniveles de este territorio y en particular, del valle del río Cares, donde en apenas 8 km se pasa de la cima más alta de la Cordillera Cantábrica (Torre de Cerredo, 2648 m) a los 190 m del curso bajo del río. (Modificado de González Trueba, 2009).

último, la labor de Picos como refugio de seres vivos a lo largo del tiempo geológico, que se traduce en la supervivencia en los macizos de especies propias de climas pasados. Por otra parte, la inaccesibilidad de los valles desarrollados a los pies de las moles calcáreas motiva la existencia de varias comarcas en el territorio, con poblaciones en ocasiones muy aisladas unas de otras. De hecho, desde el punto de vista administrativo, los Picos de Europa pertenecen a tres provincias diferentes: Asturias, Cantabria y León.

FIGURAS DE PROTECCIÓN EN PICOS DE EUROPA

El agreste e imponente paisaje de Picos de Europa motivó que el 22 de julio de 1918 el Macizo Occidental se convirtiera en el primer espacio natural protegido de España, el Parque Nacional de la Montaña de Covadonga. Pero transcurrieron casi ocho décadas hasta que la figura de protección fue ampliada a los otros dos macizos picoeuropeos, con la aprobación de la Ley 16/1995 de declaración del Parque Nacional Picos de Europa. No obstante, un año antes, la parte leonesa que no estaba incluida en el Parque Nacional de la Montaña de Covadonga había sido declarada Parque Regional por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León (Ley 12/1994, de 18 de julio, de declaración del Parque Regional Picos de Europa).

El resultado de esta evolución histórica es la actual multiplicidad de figuras de protección: por un lado, el conjunto de los tres macizos y los valles labrados entre ellos ostentan la figura de Parque Nacional. Además, gran parte del área leonesa de Picos de Europa, en la que se centra esta salida, es Parque Regional (Figs. 1a, 1b). El solapamiento de figuras de protección, así como la

implicación de numerosas administraciones en la gestión del mismo espacio (amplificada desde el reciente traspaso de las competencias sobre los Parques Nacionales a las Comunidades Autónomas), ha sido fuente de diversos conflictos que han actuado en detrimento de una conservación eficiente. Entre ellos, el ejemplo más conocido es la diferente política adoptada por las regiones para la gestión de la caza en el Parque Nacional.

Por último, es preciso añadir que Picos de Europa también ostenta las figuras europeas de Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y Lugar de Interés Comunitario (LIC: ES0000003), ha sido reconocido como Reserva de la Biosfera por la UNESCO y se considera *Global Geosite* desde dos perspectivas diferentes: por su interés estratigráfico, que lo hace representativo del contexto geológico El Carbonífero de la Zona Cantábrica; y por su interés geomorfológico, que fundamenta su representatividad del contexto geológico Sistemas kársticos en carbonatos y evaporitas de la Península Ibérica y Baleares.

EL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LOS PARQUES NACIONAL Y REGIONAL DE PICOS DE EUROPA

Situación legal

Ni la vocación geomorfológica y paisajística (sumadas a la histórica y religiosa) del Parque Nacional de la Montaña de Covadonga, ni el evidente carácter geológico de los Picos de Europa quedaron reflejados en la declaración del Parque Nacional (1995), pues a pesar de reconocer que *“son el principal macizo calizo de la Europa Atlántica”, el documento se centró más en los aspectos bióticos y etnográficos del territorio: “en sus arroyos y bosques, en sus prados y riscos, se refugian y perviven seres olvidados ya en muchos lugares y patrones culturales únicos. Vida en presente, parte de nuestro pasado y un referente para el futuro”.*

No obstante, en los últimos años se observa una tendencia general de cambio de esta situación. Coincidiendo con un mayor interés general por el patrimonio geológico, el Parque Nacional ha publicado el Mapa Geomorfológico del Macizo Central (González Trueba, 2007), y se ha implicado en la elaboración de la Guía Geológica del Parque Nacional Picos de Europa (Adrados González *et al.*, 2010) dentro de la serie de Guías geológicas de Parques Nacionales.

Por otro lado, y atendiendo de forma exclusiva al caso del Parque Regional, la situación es diferente y podría calificarse, hasta cierto punto, de desesperanzadora. Debido a que la realidad de este espacio natural es extensible a otros espacios de la REN, y a que dicha situación afecta específicamente a numerosos elementos del patrimonio geológico en esta autonomía, comentaremos brevemente algunos aspectos de la misma.

En el Decreto 9/1994, de 20 de enero, que aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) del Parque Regional Picos de Europa aparecen dos referencias específicas a la geología: en el artículo 13, indica *“se mantendrán las unidades y formaciones sin alteraciones que modifiquen su volumen o su perfil, preservando su integridad”*; en el artículo

60, relativo a la Selección de las Zonas de Reserva, propone el Complejo Glaciar de Mampodre como una de las cinco Zonas de Reserva del Parque Regional, por sus valores geomorfológicos.

No obstante, el problema del Parque Regional no es tanto la escasa representación del patrimonio geológico en su PORN, sino el hecho de que este espacio carece de Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG). Esta condición es compartida por otros espacios de la REN y sus consecuencias se extienden mucho más allá de la geología. Tanto la legislación estatal como autonómica establecen para los Parques la obligación de elaborar este documento por parte de la administración competente. Es más, la Ley 8/1991, de 10 de mayo, de Espacios Naturales de la Comunidad de Castilla y León, en su artículo 27, decreta que el PRUG es *“el instrumento básico de planificación de los Parques Regionales y Parques Naturales, y ha de fijar las normas generales que permitan su uso y gestión”*. Así, en el PRUG se concretan las propuestas del PORN y se establecen las directrices que han de gobernar los diferentes ámbitos del espacio (normas generales de gestión, regulación de actividades económicas, zonificación, ayudas técnicas y económicas, etc.). La elaboración del PRUG implica la aprobación de una serie de planes y programas que desarrollen los objetivos concretos del espacio en cuanto a protección, conservación, investigación, uso público, educación ambiental, etc., por ejemplo: Programa de Conservación, Programa de Uso Público o Programa Socioeconómico.

En el caso que atañe a esta guía, el Parque Regional carece de la herramienta que debe gobernar su día a día y su evolución como Espacio Natural Protegido. Siendo directos, podría decirse que el Parque Regional de Picos de Europa, de Parque tiene poco más que el nombre. El nombre, algunas restricciones indebidamente reguladas y una inversión importante en Casas del Parque y rutas señaladas, en general poco visitadas y transitadas. Una de las consecuencias más lesivas de esta situación es que los habitantes de la zona, lejos de sentirse orgullosos e identificados con la figura de protección, muestran un rechazo general hacia la misma.

Las repercusiones de esta situación sobre el patrimonio natural en general y sobre el patrimonio geológico en particular son evidentes. Lo más llamativo de esta tesitura es que algunas de las situaciones de degradación observadas en Lugares de Interés Geológico (LIGs) se solventarían con gestiones muy sencillas. Por ejemplo, en la actualidad muchas zonas de pastos tradicionales están abandonadas mientras que algunas turberas de interés paleopalinológico son pastadas y drenadas.

ALGUNOS LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DEL PARQUE NACIONAL PICOS DE EUROPA

Durante la salida de campo se van a desarrollar cuatro paradas: Mirador de Piedrashitas, Posada de Valdeón, El Tombo y el desfiladero del Cares.

MIRADOR DE PIEDRASHITAS (PARADA 2)

Los miradores como Lugares de Interés Geológico

La zona leonesa del Parque Nacional Picos de Europa está formada por los valles de Valdeón y Sajambre. El más visitado es el primero de ellos, pues en él se encuentra el acceso al mayor atractivo turístico de esta parte del Parque: la ruta del Cares.

Hay dos puertos de la divisoria de aguas cántabro-atlántica por los que se puede llegar al valle de Valdeón: desde el valle del Orza (Vegacerneja), a través del Puerto de Panderruedas; y desde Tierras de la Reina (Boca de Huérgano), a través del Puerto de Pandetrave. Al alcanzar uno de estos pasos, en especial en días despejados, muy pocas personas se resistirán a parar para disfrutar con calma de la impresionante panorámica que se abre ante sus ojos. Los dos “altos” son excelentes ventanas a Picos de Europa, y no solo por su espectacular paisaje, sino también por los rasgos geológicos que desde ellos pueden observarse (Fig. 3b).

Además, desde el Puerto de Panderruedas puede darse un agradable paseo a través del hayedo hasta llegar a Piedrashitas, un observatorio distanciado de la carretera (Fig. 3a). Desde allí se ven El CorniÓN y Los Urrieles y en el segundo se aprecia la cima más alta de la Cordillera Cantábrica (Torre Cerredo: 2650 m), así como algunas de las más próximas a ella en altitud: Torre del Llambrión (2643 m) y la Torre de la Palanca (2609 m).



Figura 3a. Mirador de Piedrashitas con el Macizo de Los Urrieles al fondo. Este lugar se ha convertido en una parada obligada para todos los visitantes de Valdeón. Fotografía: Esperanza Fernández-Martínez.

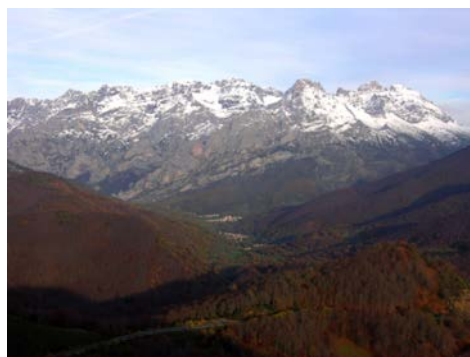


Figura 3b. Valle de Valdeón (Región del Pisuega-Carrión) y Macizo de Los Urrieles (Región de Picos de Europa) vistos desde Piedrashitas. La espectacular panorámica de este observatorio se asienta sobre el contraste generado por la existencia de las dos Regiones geológicas. Fotografía: Javier Santos González.

También desde Piedrashitas puede admirarse el Macizo del Gildar (cabecera del río Cares) y se tiene una vista de pájaro del valle de Valdeón. Incluso se intuye la profunda hendidura de la famosa “Garganta Divina”, como se conoce popularmente al desfiladero que el río Cares ha labrado entre los macizos Occidental y Central.

Desde el punto de vista patrimonial, la consideración de los miradores como LIGs resulta un tema controvertido. Nuestra opinión al respecto ha sido expuesta con detalle en Fuertes-Gutiérrez y Fernández-Martínez (2010) y parte de ella comparte las reflexiones de Palacio (1999). En esta salida, se utiliza la parada en el Mirador de Piedrashitas para ilustrar el potencial didáctico y turístico que, desde el punto de vista de los autores, poseen estos observatorios naturales.

En primer lugar, los miradores son lugares de por sí atractivos para las personas, caracterizadas por el predominio visual de nuestros sentidos. Este reclamo se constata por el hecho de que la mayor parte de los turistas que se acercan por primera vez al valle de Valdeón se detienen en Piedrashitas. En este caso, su valor se ha incrementado por la construcción de una infraestructura (aparcamiento, área recreativa, mirador, carteles informativos, senda hasta el mirador, etc.), mejorable en algunos aspectos pero que cumple su cometido de facilitar el acceso a dicho mirador.

Otra de las virtudes que puede apreciarse en el Mirador de Piedrashitas, y que es compartida por el resto de los LIGs con tipología de mirador, es que se encuentra alejado de los rasgos de interés propiamente dichos. Además, el público se concentra en un punto concreto, lo que implica una importante presión sobre el mismo (véase por ejemplo, el efecto del pisoteo en la senda, que incluso presenta algunos tramos con procesos erosivos activos a pequeña escala), pero evita la dispersión de los visitantes por zonas que pueden tener un mayor interés.

Por último, los autores concebimos los miradores como LIGs caracterizados por ser puntos donde se pueden apreciar rasgos de enormes dimensiones, cuya observación debe realizarse desde un punto alejado que permita adquirir perspectiva. A su vez, también creemos que la designación de un mirador como LIG implica la conservación, de todo el territorio que se observa desde dicho punto, y en particular de su calidad visual. En este sentido, el mirador constituiría una tipología de LIG discontinuo espacialmente, y en el que una de las partes tendría unas dimensiones importantes.

Aspectos geológicos del Mirador de Piedrashitas

En la Guía geológica del Parque Nacional Picos de Europa (Adrados González et al., 2010) se detallan los aspectos fundamentales del paisaje geológico de Piedrashitas: la evidencia del contraste entre las dos Regiones Geológicas (Picos de Europa y Pisuerga-Carrión); la observación del frente de cabalgamiento de la primera sobre la segunda; y la constatación de la potencia de calizas acumuladas en Picos de Europa. Además de estos aspectos, el Catálogo de Lugares de Interés Geológico de la provincia de León (Fernández-Martínez y Fuertes-Gutiérrez, 2009)

menciona la disimetría entre las dos vertientes de la Cordillera y el diferente poder erosivo de los ríos de ambas, que explica la ubicación actual de la divisoria de aguas.

Otros aspectos de interés observables desde el Mirador de Piedrashitas

A su vez, desde este punto pueden interpretarse algunos rasgos etnográficos del territorio que guardan relación con la Geología. Por un lado, la correspondencia de los términos utilizados por los locales para describir su paisaje con los rasgos geomorfológicos que más destacan en la panorámica de Piedrashitas: la *peña* se refiere al escarpe del frente de cabalgamiento; la *gozpeña* equivale a la zona de depósitos de gravedad, abanicos de derrubios y materiales morrénicos acumulados debajo de los roquedos; y el *valle* comienza allí donde afloran los materiales más deleznable de la Región del Pisuerga-Carrión (Fig. 3b). Además, estos tres medios han tenido y siguen destinándose a usos humanos muy diferentes. Aunque quizás el ejemplo más ilustrativo de la relación entre rasgos geomorfológicos y usos humanos se encuentra en el Macizo del Gildar, donde nace el río Cares. Desde Piedrashitas se observa muy bien cómo los suelos desarrollados sobre los fondos de los antiguos circos glaciares y depósitos fluvioglaciares de esta sierra han sido utilizados primero como prados de siega y posteriormente como pastizales. Por ello, estas superficies suaves destacan entre las abruptas pendientes que las rodean, las cuales se encuentran pobladas por densas masas forestales.

POSADA DE VALDEÓN (PARADA 3)

Posada de Valdeón es un pueblo asentado en la vega del río Cares, rodeado de los materiales de la Región del Pisuerga-Carrión, concretamente sobre las rocas del Grupo Valdeón. Desde esta localidad vuelve a constatarse el contraste entre las dos regiones geológicas, así como el cabalgamiento por el que contactan. De una forma más coloquial, se podría decir que desde Posada “se siente” el cabalgamiento de las calizas de Picos de Europa sobre la Región del Pisuerga-Carrión, pues la perspectiva de las peñas desde el pueblo provoca la sensación de que “las calizas se abalanzan sobre nosotros” (Fig. 4).

De acuerdo con Adrados González *et al.* (2010), desde este punto también destaca la observación, por debajo del escarpe rocoso, de la abundancia de canchales originados por la caída de fragmentos y la acción de aludes y torrentes.

El Centro de Visitantes de Posada de Valdeón: la divulgación de la Geología

El paisaje de Valdeón no deja indiferente a ninguna de las personas que lo visitan: el relieve abrupto, la luminosidad de las calizas en un día despejado y sus tonos rojizos al atardecer... Partiendo de esta base, la primera cuestión que debe afrontarse es, ¿por qué a pesar del enorme peso del componente abiótico en el atractivo de esta panorámica el público general no establece



Figura 4. Impresionante vista de la Horcada de Pambuches y la Torre de Arestas desde Posada de Valdeón. Fotografía: Rodrigo Castaño de Luis.

la conexión entre las vistas que disfruta y la Gea?

Estos lugares que atraen visitantes y despiertan admiración por sí mismos deben ser aprovechados para propiciar un mayor conocimiento del patrimonio geológico por el público general, que es uno de los pilares para la implicación de la sociedad en el respeto y conservación del mismo. Hasta el momento, el Parque Nacional Picos de Europa ha seguido la misma línea en cuanto a la divulgación del patrimonio natural que el resto de espacios protegidos en nuestro país, y en la actualidad Picos sigue siendo conocido fundamentalmente por la belleza de su paisaje (es decir, considerando paisaje en abstracto, sin analizar el concepto en sí) y por sus valores bióticos.

No obstante, la carencia respecto a la divulgación del patrimonio geológico en el Parque Nacional tiene una lectura positiva: todo está por hacer y esto implica que puede orientarse de forma adecuada desde el principio. La divulgación es una tarea compleja y ha de concebirse de forma multidisciplinar, es decir, que en ella deben intervenir diversos profesionales especializados en Geología, interpretación del patrimonio, turismo, etc.

Una divulgación eficiente parte de la interpretación de los valores geológicos, no se basa en la mera exposición teórica de las peculiaridades geológicas de un territorio, por más amena que esta pueda parecer. De acuerdo con la Asociación para la Interpretación del Patrimonio (AIP s.a.), que reúne a los profesionales dedicados a esta disciplina, la interpretación es el proceso de comunicación estratégica que se desarrolla en función del público al que va dirigido el recurso patrimonial, así como los medios y técnicas utilizadas. Así, la interpretación es un proceso creativo de comunicación, entendido como el “arte” de conectar intelectual y emocionalmente al visitante con los significados del recurso patrimonial o del lugar visitado. Por ello, de acuerdo con Tilden (2006), la interpretación será estéril si no se relaciona lo que se muestra con algo que

se halle en la personalidad o en la experiencia del visitante, o si simplemente se limita a transmitir información. Además, este mismo autor indica que la interpretación debe ser provocación, no una instrucción. Desde nuestra perspectiva, a la hora de diseñar las estrategias de divulgación del patrimonio geológico de un territorio deben tenerse en cuenta estos principios.

EL MIRADOR DE EL TOMBO (PARADA 4)

El Mirador del Tombo es un observatorio ubicado aguas abajo de la localidad de Cordiñanes, muy próximo a la misma. Se encuentra todavía en la Región del Pisuerga-Carrión, pero muy cerca del cabalgamiento y por tanto, esta panorámica se encuentra dominada por las calizas de la Región Picos de Europa. Uno de los aspectos más llamativos observables desde este punto es la gran falla alpina que enmarca las canales de La Sotín y Capozo y que pasa por debajo del Tombo.

Aspectos patrimoniales del Mirador del Tombo

El Tombo es otra de las paradas obligatorias en Valdeón: muy pocas personas que hayan hecho la ruta del Cares no tendrán la fotografía de este mirador y se habrán maravillado con su paisaje. En este sentido, esta parada sirve para reforzar el potencial de los miradores como LIGs, ya que de no hacerse así en estos puntos se está desaprovechando la oportunidad para interpretar el paisaje desde una perspectiva geológica.

Uno de los rasgos geológicos destacables del paisaje del Tombo es la avalancha rocosa a los pies de las Mojosas, que Adrados González *et al.* (2010) califican como una de las mayores de Picos de Europa. Pero lo más llamativo es la ubicación de la población de Cordiñanes justo por debajo de la avalancha, expuesto a los caprichos de la gravedad. De hecho, hace algunos años un desprendimiento rocoso provocó el hundimiento de una cuadra en el pueblo (Fig. 5).

También nos parece interesante llamar la atención sobre el bloque que sustenta el monumento a Delgado Úbeda. En él puede observarse una colonia de corales. Aunque se trata de un bloque transportado desde otro lugar, como indican Adrados González *et al.* (2010), se puede utilizar para mostrar el origen marino de las calizas. No cabe duda que el patrimonio paleontológico es la parte del patrimonio geológico que más interés despierta en el público general. No obstante, en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, su divulgación es complicada, pues no existe una legislación adecuada que garantice su preservación. Además, el riesgo de expolio que muchas veces acompaña a los fósiles motiva que el potencial docente y turístico de este patrimonio sólo pueda desarrollarse bajo condiciones muy concretas. Por ello, en este caso, la colonia de corales, que no presenta riesgo de expolio constituye un recurso interpretativo de gran valor, como así atestiguan los guías del Parque que la han incorporado a su repertorio interpretativo.



Figura 5. Fotografía tomada en las proximidades del Mirador del Tombo. En ella se observa el pueblo de Cordiñanes situado a los pies de la avalancha rocosa de Las Mojosas. La localidad se asienta sobre los materiales de la Región geológica del Pisuerga-Carrión, pero muy cerca se observa el cabalgamiento basal de los Picos de Europa. Al fondo se ve parte del Macizo Central de los Picos de Europa, con el paso por el que los vecinos de Caín usaban para ir a trabajar a las minas de la Vega de Liordes, cruzando bajo las cumbres de la Torre Peñalba y el Llambrión. También se reseña la localización de la canal de La Sotín y el sedo de la García, atajo utilizado para cruzar a las Minas del Rabico. Fotografía: Cristino Torío Fernández.

Las sendas de Picos de Europa, en consonancia con la geología

Un aspecto interpretable desde el Mirador del Tombo y que guarda relación con la geología es la red de sendas que atraviesan los Picos de Europa. Estas pueden ser de varios tipos, en función de las condiciones del relieve y el argot local las ha diferenciado en *sedos*, *canales* y *traviesas*. Los *sedos* son pasos difíciles, que atraviesan escarpes o salientes rocosos. A veces están armados con maderas o barras de hierro (precursores de las “vías ferrata” actuales) y en otras ocasiones están tallados en la roca. Las *canales* son los estrechos y empinados valles laterales de los ríos principales que constituyen accesos naturales a las partes altas de los macizos. La mayoría de ellas tiene una forma rectilínea, pues se han labrado aprovechando discontinuidades geológicas como fallas o frentes de cabalgamiento. Por último, las *traviesas* son sendas más o menos

horizontales, colgadas muchas veces entre dos paredes, y que aprovechan zonas de estratificación de las calizas masivas o cabalgamientos. En el entorno del Mirador del Tombo podemos observar el Sedo del Gato, la Travesona de la Bermeja, el Sedo de la Garcia, la Travesa de Arria y la falla alpina manifestada en las canales de La Sotín y de Capozo, a uno y otro lado del Cares.

EL DESFILADERO DEL CARES (PARADA 5)

La última parada de nuestro recorrido discurre por el pueblo de Caín y por la espectacular garganta que el río Cares ha labrado para atravesar las calizas de Picos de Europa (Fig. 6). Así, nos encontramos en la Región de los Picos de Europa, donde podemos observar la enorme potencia de calizas existente en ella. Esta se debe al apilamiento de sucesivas escamas de cabalgamiento, que se detectan muy bien en este punto, debido a la existencia, en la base de cada una de ellas, de una capa de caliza *griotte* de tonos rojizos característicos.

Caín, un pueblo entre las rocas

Antes de la garganta se encuentra Caín, una localidad muy condicionada por la geología de su entorno. No tuvo carretera hasta los primeros años 70 del siglo XX. Más tarde, en 1980, una riada la destruyó y estuvo cortada durante largo tiempo. Todas las salidas del pueblo eran a pie y casi nunca se podía usar caballería. Para acceder a los pastos altos y para llegar a los valles vecinos (Ario, Bulnes, Cabrales, Liordes, Áliva...) los habitantes de Caín tuvieron que abrir escabrosos caminos entre las canales y las traviesas que las unen (ya se ha comentado más arriba cómo la intuición de los autóctonos aprovechó los accidentes geológicos para trazar sus rutas). Los caínes, muy faltos de recursos por su especial emplazamiento, se empleaban en todo tipo de actividades, entre ellas las mineras. Sus periplos para llegar al tajo son dignos de admiración: cruzaban por la canal de Moeño al Joyo de la Llera, Hielo Pamparroso y Collado Jermoso para salir a las minas de la Vega de Liordes, y desde Puente Barrejo por la Garcia para “atajar” en el camino a las Minas del



Figura 6. La garganta del Cares es el mayor atractivo turístico de la parte leonesa del Parque Nacional Picos de Europa. Este lugar es conocido por su espectacular paisaje, flora y fauna, pero no por sus características geológicas. Fotografía: Javier Santos González.

Rabico. Todo ello convirtió a los habitantes de Caín en grandes escaladores, algunos afamados por su actividad montañera: Gregorio Pérez “el Cainejo” fue el primer escalador del Naranjo de Bulnes (Fig. 7); Juan Tomás Martínez (nacido en Camarmeña, pero que vivió casi toda su vida en Caín) fue autor con su hermano Alfonso de la vía normal de escalada al Naranjo de Bulnes por la cara sur; y a Bonifacio Sadia, sus hazañas por los Picos le hicieron ganar el apodo de “el demonio de la peña”. Por algo Casiano de Prado (1860) recogía un dicho ya de aquella época: “*los cainejos no mueren, se despeñan*”.



Figura 7. Monumento a Gregorio Pérez “el Cainejo” en Caín. Fotografía: Javier Santos González.

Aspectos patrimoniales de la garganta del Cares

En la actualidad, Caín es un pueblo muy concurrido, pues de él arranca la ruta del Cares. El desfiladero de este río ejemplifica de manera paradigmática un aspecto que ya hemos mencionado con anterioridad: se trata de un rasgo geológico con una importante afluencia de público, que se va de allí con la sensación de un paisaje impresionante pero que no vincula con los agentes formadores del mismo. Así, en el Cares se está perdiendo una gran oportunidad de sensibilizar y promover la apreciación de la geología por parte del público general.

Los paneles explicativos existentes en las proximidades de la garganta se refieren exclusivamente a rasgos biológicos y en general, los materiales divulgativos de Picos de Europa no relacionan su importante biodiversidad con una de las causas fundamentales de la misma: las condiciones geológicas de este entorno. Resulta importante recordar aquí que es la enrevesada orografía de Picos de Europa la que motiva la existencia de multitud de localidades con un microambiente relativamente independiente de las condiciones climáticas generales. Este hecho tiene dos consecuencias importantes: por un lado, la convivencia de especies propias de los dos macroclimas peninsulares y por otro, la supervivencia en Picos de Europa de especies

vegetales características de diferentes momentos climáticos del Cenozoico y que en la actualidad presentan distribuciones geográficas muy particulares y curiosas. Por ejemplo, *Ephedra nebrodensis*, presente en las zonas más bajas del sistema montañoso tiene una distribución Mediterráneo-iraniana (Mora, 2006). Por otro lado, gran parte de la flora endémica presente en Picos de Europa [que, de acuerdo con Mora (2006), tiene 10 endemismos vegetales propios, y presencia de 48 endemismos de la Cordillera Cantábrica, 9 de la cornisa cantábrica, 46 pirenaico-cantábricos, 26 de la mitad norte peninsular y 18 de la Península Ibérica] se desarrolla en las cimas, en contacto con los roquedos y pedreras. El interés de estas especies no es solo su exclusividad sino también las adaptaciones específicas que ha desarrollado frente a las condiciones abióticas del medio en que vive: extremicidad térmica, escasez de agua, ausencia de cobertura edáfica, procesos geológicos activos, fragilidad y mutabilidad de estos medios, etc. También gran parte de la fauna emblemática de Picos de Europa está ligada a la peña: el treparriscos, el gorrión alpino, las chovas, las rapaces que anidan en los riscos, los tritones existentes en los escasos lagos glaciares de Picos...

• LOS COMIENZOS DE LA ESCUELA DE GEÓLOGOS PICOEUROPEANOS

Aunque se aleja sensiblemente de la temática de la Reunión, como ya anunciamos en la dedicatoria que encabeza esta documentación, nos hemos permitido incluir un apartado en el que detallamos el despertar del conocimiento de la Geología de Picos de Europa.

El alpinismo o montañismo, entendido en sentido amplio, ha sido desde sus orígenes parte del conocimiento y descubrimiento del patrimonio geológico de las montañas del mundo. Si nos centramos en los Picos de Europa, puede dudarse si fue la curiosidad científica la que llevó a los geólogos a las cimas o la curiosidad montañera la que hizo que se interesasen por los aspectos geológicos de las cumbres a las que ascendían.

Muchos geólogos y alpinistas consideran a Guillermo Schultz (1805-1877) el primer montañero de la Cordillera Cantábrica. Autor del primer mapa topográfico y primer mapa geológico de Asturias, incluyó los Picos de Europa en ambos. No se sabe si ascendió alguna de sus cumbres (seguramente sí) y solo conocemos con certeza que subió al Pico Pienzo, en la cercana Sierra del Suevo y que visitó invernales y majadas como la de la Vega de Ario (Villa Otero, 2006).

Contemporáneo suyo fue Casiano de Prado (1797-1866), que ascendió en 1845 a Peña Corada, muy cerca del Manto del Esla, y observó desde allí los Picos de Europa, naciendo en él un deseo de conocerlos y conquistarlos. En 1853, mal guiado por un vecino de Portilla de la Reina, subió a la Torre de Salinas pensando ascender a la cumbre más alta del entorno. Le acompañan los geólogos franceses Verneuil y Lorière. A la vista de su equivocación, lo intenta de nuevo en 1856, a la ya elevada edad, para entonces, de 59 años. En una amplia expedición guiada por Eusebio Díez Pesquera, de Santa Marina de Valdeón, logra ascender a la cima del Llambrión, medir su altura y comprobar que su vecino Torrecerredo era dos metros más alto (Villa Otero, 1998). Dice Casiano de Prado de esta ascensión “*En rigor, no había subido a lo más alto, que era a lo que yo*

aspiraba; pero no por eso creía yo frustrada mi expedición. Y aún cuando la geología no tuviese ningún atractivo para mí y al encaramarme a aquellas cumbres no llevase otro objeto que contemplar el magnífico panorama que se ofrecía a mi vista, ¿podría no contar aquellas horas entre las más gratas de mi vida?. Pero no, por más que desde mis más tiernos años tuviese gran afición a subir los montes, sin otro objeto que recrear la vista y hacer, acaso, pruebas de mis fuerzas y robustez, otros eran los móviles que ahora me dirigían: estudiar unos terrenos cuya constitución física y geológica era desconocida, y verme en ocasión de ser en algún modo útil a la ciencia que reveló al mundo en nuestra edad tantos hechos asombrosos, que es hoy día objeto de la particular atención de todos los Gobiernos, y a cuyo culto dedican tantos hombres esclarecidos sus desvelos y fatigas, derramados por todos los ámbitos de la tierra. Pero no es ahora otro mi objeto que destruir la prevención con que se miran los viajes y correrías por nuestras bellas montañas y el desvío con que acaso se mira su estudio” (De Prado, 1860).

Unas décadas más adelante nace la figura más importante de esta dualidad de montañero y geólogo. Se trata de Gustavo Schulze (1881-1965). Sus trabajos geológicos son impresionantes por su detalle y rigor científico, aunque nunca lo plasmase en una obra escrita. Afortunadamente, lo conocemos por sus magníficos cuadernos de campo (Villa Otero *et al.*, 2006). Alpinista y experto escalador, culmina numerosas cimas de los Picos de Europa, casi siempre en solitario. En 1906 nos deja dos grandes ascensiones para la historia del alpinismo. Aunque Schulze desconocía que se hubiesen ascendido previamente y constituyen, por este motivo, segundas ascensiones, ambas abrieron rutas nuevas y difíciles. La primera es la subida a la Torre del Tiro Tirso por la cara sur, y su descenso por el espolón oeste. La segunda ascensión tuvo como protagonista al Naranjo de Bulnes, por la cara norte. En ella, Schulze utiliza por primera vez en España la técnica del *rappel* para descender con cuerda por la cara sur. De esta segunda ascensión Gustavo Schulze sí conoció a los primeros en subir, Pedro Pidal y Gregorio Pérez, “el Cainejo”; sin embargo no conoció a los primeros en conquistar el Tiro Tirso, pues una escalada anterior a dicha cima, realizada en 1872 por John Ormsby y Eusebio Díez Pesquera, no fue datada hasta el año 2010 (Villa Otero y Longo Areso, 2010).

Otros dos personajes cruciales en el conocimiento de los Picos de Europa fueron el Conde de Saint Saud y Pedro Pidal. El Conde de Saint Saud no era geólogo, pero su trabajo cartográfico fue importantísimo para conocer este macizo montañoso. Participó en numerosas ascensiones a las cumbres más significativas, como el Torrecerredo y alentó la conquista de la Torre Santa (Peña Santa). Por su parte, Pedro Pidal, Marqués de Villaviciosa, fue un aristócrata, político y, sobre todo, montañero. Fue el impulsor de la ley de Parques Nacionales que se plasmó en la declaración del Parque Nacional de la Montaña de Covadonga en 1918. Como alpinista resultó notable, destacando la conquista, por vez primera, del Naranjo de Bulnes, en compañía de Gregorio Pérez “el cainejo”. Ascendió a numerosas cumbres de los Picos de Europa. Acompañó a sus amigos geólogos e ingenieros de minas en sus pesquisas y de uno de sus relatos (Pidal, 1919) recogemos este párrafo: “No hacía mucho tiempo que habíamos dejado el lago Larcina, cuando el alemán [Gustav Schulze], rompiendo con el martillo que llevaba, una piedra, gritó: ¡Oh, esto es muy interesante! Yo decírselo a los ingleses. ¡El manganeso viene de arriba! Al poco rato mis hermanos gritaban: ¡Los rebecos, los rebecos! El alemán me coge por el brazo y me dice: ¡Allí va, allí va!

¿Quién?, le pregunté, ¿el rebeco? No: el filón. Los unos corrieron por la derecha, el otro tomó por la izquierda, y yo, que ya venía encandilado, tomé de frente hacia Peña Santa”.

Desde estas primeras aventuras y descubrimientos en Picos de Europa muchos han sido los que han seguido la estela de los pioneros y han practicado la dualidad Geología-Montañismo. Gracias a ellos, el conocimiento científico de Picos es mucho mayor y las sendas que atraviesan estas montañas permanecen vivas.

• CONCLUSIONES

La revisión de la situación actual del patrimonio geológico en los ENPs a través de la visita al Parque Nacional Picos de Europa nos conduce a las conclusiones siguientes:

- La situación del patrimonio natural en general y del patrimonio geológico en particular en los Espacios Naturales Protegidos de Castilla y León dista mucho de ser la deseable. En parte, la causa de esta situación es la ausencia de documentos legales preceptivos para la gestión de los espacios, como el PRUG y diversos planes derivados del mismo.

- Para una conservación eficiente resulta imprescindible cartografiar y establecer los límites de los diferentes LIGs (de distintos niveles, desde *Global Geosites* hasta localidades con interés local), pues solo así podrán incorporarse a la gestión de los ENPs o podrán ser la base para la declaración de nuevos espacios o para la redefinición de los límites de los ya existentes.

- Picos de Europa ejemplifica la condición de la mayor parte de los ENPs del mundo, que cuentan con un importante patrimonio geológico, ignorado desde el punto de vista de la gestión y la divulgación.

- En cuanto a la gestión, las consecuencias son de dos tipos: en primer lugar, cualquier actuación que ignore la Gea será ineficiente y carecerá de la condición integral que deben tener las medidas adoptadas; en segundo lugar, la ausencia de protección de los LIGs puede acarrear consecuencias irreversibles para el patrimonio geológico en particular y para el natural en general.

- La divulgación resulta esencial para sensibilizar a la población con el patrimonio geológico. Los ENPs resultan lugares idóneos para desarrollar esta labor, pues el estado de conservación de la naturaleza es bueno en general y además, en la actualidad atraen a gran cantidad de visitantes.

- En lo referente a la divulgación, en la actualidad se está perdiendo la oportunidad de vincular la experiencia recreativa y agradable de las personas con los valores geológicos del entorno que disfrutaban. En un Parque Nacional como Picos de Europa (con más de un millón de visitantes anuales), el perjuicio no es desdeñable.

- La divulgación debe realizarse desde la interpretación de los valores naturales, y no desde exposiciones teóricas complejas, poco atractivas para un público general que se encuentra en su

momento de ocio.

- En los ENPs, conocidos y valorados en general por sus características bióticas, es preciso hacer hincapié en la existencia de las mismas gracias a las condiciones abióticas del medio. También creemos que son contextos idóneos para profundizar en la interesante, y muchas veces desconocida, relación entre estas dos partes de la Naturaleza.

- La dualidad Montañismo-Geología acontecida en Picos de Europa nos parece un recurso interpretativo atractivo, pues ha dejado muchas anécdotas e historias interesantes y válidas para atraer la atención del público general.

• REFERENCIAS

Adrados González, L., Alonso Alonso, V., Bahamonde Rionda, J.R., Farias Arquer, P., Fernández González, L.P., Gutiérrez Claverol, M., Heredia Carballo, N., Jiménez Sánchez, M., Meléndez Asensio, M., Merino Tomé, O. y Villa Otero, E. 2010. *Parque Nacional de los Picos de Europa, Guía Geológica*. En: Guías Geológicas de Parques Nacionales (R. Rodríguez Fernández, Dir. y Coord.) IGME-OAPN, 1-337. 1 mapa. ISBN: 978-84-8014-786-6.

AIP s.a. *Interpretación*. Página web de la Asociación para la Interpretación del Patrimonio. <http://www.interpretaciondelpatrimonio.com/info/interpretacion.html>.

De Prado, C. 1860. Valdeón, Caín y la canal de Trea: ascensión a los Picos de Europa en la Codillera Cantábrica. *Revista Minera* XI (234-235), 62-72, 92-101. (Edición facsímil. Ed. Librería Cornión, 1985).

IGME 2011. *Lugares de Interés Geológico Españoles de relevancia internacional (Geosites)*. Enero 2011. Página web oficial del Instituto Geológico y Minero de España. [Http://www.igme.es/internet/patrimonio/Listado%20Geosites%20enero2011.pdf](http://www.igme.es/internet/patrimonio/Listado%20Geosites%20enero2011.pdf).

Fernández-Martínez, E. y Fuertes-Gutiérrez, I. (Coords). 2009. *Lugares de Interés Geológico. León*. DVD publicado por la Fundación Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León. ISBN: 987-84-692-5657-2.

Fuertes-Gutiérrez, I. y Fernández-Martínez, E. 2010. Geosites Inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): A Tool to Introduce Geoheritage into Regional Environmental Management. *Geoheritage*, 2, 57-75.

García-Cortés, A. (Ed.). 2008. *Contextos geológicos españoles, una aproximación al patrimonio Geológico español de relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 1-235. ISBN: 978-84-7840-754-5.

González Trueba, J.J. 2007b. *Mapa geomorfológico del Macizo Central de Picos de Europa*.

- Organismo autónomo de Parques Nacionales, Madrid. ISBN: 978-84-8014-700-2.
- González Trueba, J.J. 2009a. *La Pequeña Edad del Hielo en los Picos de Europa*. Universidad de Cantabria. Servicio de Publicaciones, 1188. ISBN: 978-84-810-2451-7
- Mora, A. 2006. *Manual de flora vascular amenazada del Parque Nacional Picos de Europa*. Parque Nacional Picos de Europa, 1-191.
- Palacio, J. 1999. Viewpoints and geological heritage. Uses in tourism and education. *Towards the balanced management and conservation of the geological heritage in the new millenium*. Sociedad Geológica de España, Madrid, 378-384.
- Pidal, P. 1919. *El Naranjo de Bulnes-Peña Santa*. Ed. Ramona Velasco. Madrid, 1-30.
- Rivas-Martínez, S. 2007. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España. Memoria del Mapa de Vegetación potencial de España. Parte I. *Itinera Geobotanica*, 17, 5436.
- Tilden, F. 2006. *La interpretación de nuestro patrimonio*. Editado por Asociación para la Interpretación del Patrimonio. Primera edición en español. Sevilla, 1-174.
- Villa Otero, E. 1998. Casiano de Prado, un pionero en la exploración de los Picos de Europa. *Geogaceta*, 23, 161-164.
- Villa Otero, E. 2006. Guillermo Schulz y Gustavo Schulze, dos geólogos alemanes en los Picos de Europa. *Revista del Grupo de Montaña Peñasanta*, 3, 26-31.
- Villa Otero, E. y Longo Areso, J. 2010. Viajeros por los Picos de Europa (III). *Revista de Alpinismo Peñalara*, 584, 204-208.
- Wimbledon, W.A.P. 1996. GEOSITES-a new IUGS initiative to compile a global comparativesite inventory, an aid to international and national conservation activity. *Episodes*, 19, 87-88.
- Wimbledon, W.A.P. 1998. An European geosite inventory: GEOSITE-an International Union of Geological sciences initiative to conserve our geological heritage. *Comunicaciones de la IV Reunión Nacional de Patrimonio Geológico*. Miraflores de la Sierra, Madrid, 15-18.
- Wimbledon, W.A.P., Ishchenko, A.A., Gerasimenko, N.P., Karis, L.O., Suominen, V., Johansson, C.E. and Freden, C. 2000. Geositesan IUGS initiative: science supported by conservation. In: *Geological heritage: its conservation and management* (D. Baretino, W.A.P. Wimbledon and E. Gallego, Eds.) Madrid, Spain, 69-94.

ÍNDICE DE AUTORES

Alcalá, L.	74	Dermitzakis, M.	120
Aldana-Vilas, C.	114	Días Guanche, C.	114
Alonso Herrero, E.	226	Díaz-Azpiroz, M.	207
Álvarez-Vázquez, C.	51	Díaz-Martínez, E.	56, 85, 91, 133, 239, 271
Aparicio Rabanedo, E.	13	Díez-Herrero, A.	85, 97, 104, 266
Aragoneses, J.P.	266	Escorihuela Martínez, J.	109, 191
Arrese-Zabala, A.	145	Esteban Piñeiro, M.	13
Azuara Solís, J.Á.	13	Expósito, I.	207
Balanyá, J.C.	207	Farfán, H.	80, 114
Barco-Rodríguez, J.L.	244	Fermeli, G.	120, 191
Barreiro, F.	248	Fernández Delgado, J.M.	220
Belinchón Callejo, G.	19	Fernández-Martínez, E.	125, 279, 303
Blanco, A.	80	Ferrero Aparicio, M.	294
Calonge, A.	120, 191	Fuertes-Gutiérrez, I.	321
Carcavilla, L.	31, 56, 62, 133, 156, 239, 266, 271	García Cortés, A.	56, 133, 152, 271
Cardona Gavalda, J.V.	170	García-Meléndez, E.	139
Carrasco, F.	68	García Ortiz de Landaluce, E.	125
Carrasco, J.M.	68	García Parada, L.	125
Castaño de Luis, R.	125, 259, 303	García Suárez, M.	19
Climent Costa, F.	39, 170, 173, 176, 180, 183, 187	Gomes, E.	220
Cobos, A.	74	Gómez Villar, A.	231
Colmenero-Hidalgo, E.	139	González Gutiérrez, R.B.	231
Comas, J.	162	González y López de Guereñu, J. ..	13
Comino, O.M.	68	Goy, J.L. ..	80, 139
Corvea Porras, J.L.	80, 114	Gual, G.	39
D'Arpa, C.	120	Gutiérrez, I.	266
		Herrero Ayuso, A.S.	104

Hidalgo Moreno, A.J.	13	Pereira, D.....	220
Hilario-Orús, A.....	145, 201	Pérez López, R.	97
Jambrina, M.	248	Poch, J. ...	39
Jiménez-Madrid, A.	68	Rábano, I.	239
Koutsouveli, A.	120	Ramajo, J.	191
Llamas de Juan, O.....	19	Redondo Vega, J.M.	226, 231, 253, 303
Lozano, G.....	91, 152, 271	Robador, A.....	239
Lucía Atance, R.	104	Rodríguez, J.	120
Martínez, J.A.	156	Rodríguez Fernández, L.R.	162, 235, 239
Martínez Maqueira, Y.	80, 114	Rodríguez Pascua, M.A.	97
Martínez Rius, A.....	162	Rodríguez-Rodríguez, M.	207
Martínez-Sanz, C.	168	Rubio García, C.J.....	244
Mata, P. ..	248	Rubio-Millán, C.....	244
Mata-Perelló, J.M.....	39, 170, 173, 176, 180, 183, 187	Salazar, A.	133, 248
Meléndez, G.....	120, 191	Sanchidrián, J.L.....	68
Mendia, M.....	196, 201	Santisteban Bové, C. de .	44
Mendiola-Gómez, I.....	145	Santos Borreguero, C. de.....	104
Mínguez, A.....	139	Santos González, J.	226, 231, 253, 279
Molero Guerra, J.	125	Steininger, F.	120
Monasterio, J.M.	156	Temprano Alonso, R.....	259
Monge-Ganuzas, M.	196, 201	Torío Fernández, C.....	321
Moral, F. .	207	Valero-Garcés, B.L.	248
Moreno, A.	248	Vegas Salamanca, J.	56, 104, 152, 220, 239, 266, 271
Neto de Carvalho, C.....	120	Vela, Á. ...	156
Nieto, J.M.	68	Wagner, R.H.	51
Neves, L.	220	Zulaika-Isasti, J.	145
Novo, R.....	80		
Ortega Becerril, J.A.	97		
Palacio, J.	62		
Patti, C. de.....	120		
Pellitero, R.....	212		
Peña González, B.....	104		



Área de Publicaciones
Universidad de León



9 788497 735780