

## El patrimonio geológico en España

### *Geological Heritage in Spain*

ENRIQUE DÍAZ-MARTÍNEZ<sup>1</sup>, ÁNGEL SALAZAR<sup>2</sup> Y ÁNGEL GARCÍA-CORTÉS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Geológico y Minero de España (IGME), C/Ríos Rosas nº 23, 28003 Madrid. E-mail: e.diaz@igme.es; garcia.cortes@igme.es

<sup>2</sup> Instituto Geológico y Minero de España (IGME), C/La Calera nº 1, 28760 Tres Cantos (Madrid). E-mail: a.salazar@igme.es

**Resumen** La evolución histórica de la geoconservación en España muestra un comienzo temprano y esperanzador a principios del siglo XX, en sintonía con los avances a nivel internacional, interrumpido durante la guerra civil y posguerra, con un largo periodo de inactividad. Desde los años 70, el patrimonio geológico ha sido, de forma lenta pero progresiva, cada vez más reconocido y considerado en las políticas, la legislación y las estrategias de gestión. Aunque los avances han sido considerables, todavía queda mucho trabajo por hacer en todos los aspectos: legislación, inventarios, protección, divulgación, uso público y gestión para la conservación. Este trabajo resume la evolución histórica de la geoconservación en España desde 1936, los logros conseguidos en las últimas décadas y la situación actual, planteando algunas de las necesidades más urgentes que quedan por cubrir.

**Palabras clave:** Geoconservación, patrimonio geológico, legislación, inventarios, España.

**Abstract** *The historical evolution of geoconservation in Spain showed a quick and hopeful beginning in the early 20th century, in tune with the developments at the international level, interrupted by the war and post-war period with a long time of inactivity. Since the 1970s, the geological heritage has been slowly but gradually receiving a greater recognition and consideration in policies, legislation and strategies. Although progress has been considerable, there is still much work to do in all aspects: legislation, inventories, protection, public outreach, public use and management for conservation. This work summarizes the historical evolution of geoconservation in Spain since 1936, the achievements over the past decades and the current status, proposing some of the most urgent needs still to be tackled.*

**Keywords:** *Geoconservation, geoheritage, legislation, inventories, Spain.*

## INTRODUCCIÓN

La conservación de la naturaleza, en general, y del patrimonio geológico, en particular, tiene más de un siglo de historia en España, desde sus inicios en el siglo XIX hasta la actualidad. Tras la descripción y análisis de la primera etapa por S. Casado (en este mismo volumen, artículo 2), en el presente artículo se añade un resumen de la historia más reciente (últimos 80 años), con la intención de comprender y apreciar mejor cual es la situación y el estado actual en España de las principales piezas del puzzle de la gestión del patrimonio geológico. Tal y como se explica en el primer artículo de este número monográfico de *Enseñanza en Ciencias de la Tierra* (ver el artículo de L. Carcavilla en este mismo volumen), dos de las piezas principales de ese puzzle son (a) el buen conocimiento del patrimonio geológico del territorio mediante la realización de inventarios y (b) contar con un marco legal que apoye y garantice la geoconservación, y esas

son precisamente las dos piezas del puzzle que se analizarán aquí. Se trata por tanto de una temática inevitablemente árida, pero que no puede faltar en este número monográfico. Por ello, con el objetivo de darle la mayor utilidad práctica posible, se han añadido numerosas referencias a documentos de interés para la docencia, señalando enlaces vía web cuando es posible.

La tercera pieza, que se refiere a las acciones concretas de actuación para garantizar la conservación del patrimonio geológico, es ya de carácter instrumental y eminentemente técnico y, por ello, de muy difícil aplicación en la didáctica, pues se trata de cómo compaginar la conservación con la utilización sostenible del patrimonio geológico, haciendo efectivas las acciones que aseguran la conservación de los lugares de interés geológico (LIG). Al final de este artículo (ver el anexo 1, de J.M. Mallarach en este mismo volumen) se ha incluido un ejemplo de gestión, referido concretamente al volcán Puig del Crosat (Parque Natural de la Zona Volcánica de la

Garrotxa), que ilustra a la perfección lo compleja y difícil que puede llegar a ser esta labor.

La cuarta y última pieza, como ya se explica en el mencionado artículo de L. Carcavilla (este volumen), se refiere a la utilización del patrimonio geológico para el disfrute y beneficio de la sociedad, esto es, a su utilización en investigación científica, en enseñanza, divulgación y su posible explotación como recurso turístico. Precisamente de este último tema o pieza del puzzle, referido en concreto a su aplicación a la docencia, tratará el resto de trabajos que componen este número especial de la revista.

## BREVE HISTORIA DE LA GEOCONSERVACIÓN EN ESPAÑA (1936 – ACTUALIDAD)

Resumimos a continuación los principales eventos y las actividades que creemos más importantes en el desarrollo de la geoconservación en España durante los últimos 80 años, desde 1936 hasta la actualidad.

Los brillantes y esperanzadores inicios que las políticas conservacionistas habían tenido en España durante el primer tercio del siglo XX quedaron bruscamente interrumpidos durante la guerra civil y las primeras décadas de la dictadura. Aunque, en teoría, los espacios naturales protegidos (ENP) continuaron bajo la tutela estatal, la realidad fue que la Comisaría de Parques Nacionales quedó disuelta, el presupuesto para la gestión de espacios protegidos fue reducido drásticamente, y las nuevas leyes de gestión de la naturaleza se orientaron fundamentalmente hacia la silvicultura y hacia la caza y pesca recreativas (Ramos-Gorostiza, 2006). Además, los equipos de investigación en geología, biología y geografía quedaron en buena parte disgregados debido a la dispersión de muchos de sus miembros que partieron al exilio, sufrieron represión política, fueron apartados de sus cargos o cayeron en el olvido (Ramos-Gorostiza, 2006). Por ejemplo, Juan Giménez de Aguilar, uno de los pioneros de la geoconservación en España, fue encarcelado y condenado a muerte (Salazar, 2013). El desinterés del gobierno por la conservación del patrimonio natural dio lugar a que en las siguientes décadas solamente se declarasen cuatro ENP, aunque conviene destacar que todos ellos presentan valores geológicos excepcionales: el Sitio Natural de Interés Nacional del Lago de Sanabria en 1946, los Parques Nacionales del Teide y de la Caldera de Taburiente en 1954, y el Parque Nacional de Aigüestortes - Lago San Mauricio en 1955.

Los desastres ambientales ocurridos durante la década de 1960, la creciente contaminación, la crisis del petróleo de 1973, junto con el peculiar contexto social y cultural del momento, dieron origen al llamado movimiento verde, ambientalista o ecologista (Rome, 2003), que forzó a las administraciones a incluir el concepto de la gestión sostenible de los recursos naturales en las políticas internacionales y nacionales. España no permaneció ajena a este fenómeno político-social pues, a comienzos de la década de 1960, las políticas de explotación forestal y los planes de desarrollo turístico pusieron en grave peligro de destrucción el sistema de dunas y marismas del bajo Guadalquivir (Doñana), lo que motivó una viva

alarma internacional. En 1963 el *Fondo Mundial para la Naturaleza* (WWF) compró algunas tierras y creó allí una reserva natural y un centro de investigación (Reserva y Estación Biológica de Doñana, actualmente gestionados por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas) y en 1969 se creó el Parque Nacional de Doñana mediante un acuerdo entre el WWF y el gobierno. En sus inicios, el movimiento ecologista o verde español estuvo vinculado a la reivindicación de la democracia, convirtiéndose así en una nueva forma de protesta contra la dictadura (Ramos-Gorostiza, 2006). En los años 70, la ecología comenzó a enseñarse en las universidades españolas como disciplina científica gracias a investigadores como Ramón Margalef (1919-2004) y Fernando González Bernáldez (1933-1992). Al mismo tiempo, las series de televisión y los libros del brillante divulgador Félix Rodríguez de la Fuente (1928-1980) acercaron la fauna silvestre española y sus hábitats al público, creando vocaciones y sensibilizando a la sociedad en el conservacionismo. Sin embargo, estos nuevos afanes tuvieron un vínculo muy escaso con los desarrollados por los pioneros del conservacionismo español (Ramos-Gorostiza, 2006) y, a diferencia de aquellos, mostraron inicialmente escaso aprecio por los elementos geológicos de la naturaleza (véase el artículo de S. Casado en este mismo volumen).

En este escenario de oposición interna y externa a sus planes desarrollistas, el gobierno comenzó a realizar algunos cambios en su política de gestión de la naturaleza a través de medidas tales como: (a) la creación de un nuevo organismo estatal, el Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA) en 1971; (b) la modernización de leyes forestales, de caza y de ENP; y (c) la declaración de dos nuevos parques nacionales (Tablas de Daimiel en 1973 y Timanfaya en 1974). El primer inventario español de sitios geológicos y sitios paleontológicos, de carácter regional y orientado a la planificación territorial, fue realizado en 1974 por el Dr. Emiliano Aguirre y sus colaboradores de la Universidad Complutense de Madrid (COPLACO, 1975). Poco después, el ICONA elaboró un Inventario Nacional de Paisajes Sobresalientes, teniendo en cuenta algunas características geológicas generales, pero sobre todo aspectos biológicos (ICONA, 1975-1977). Para suplir las carencias de información geológica del inventario de ICONA, el geólogo Emilio Elízaga (1945-1992) del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) puso en marcha un *Inventario Nacional de Puntos de Interés Geológico* (PIG) en 1978 (Fig. 1). Hasta 1987 solamente se inventarió el 20% del país. Desde esa fecha, y debido a la escasez de recursos financieros, el inventario de PIG se realizó como parte de los proyectos de cartografía geológica, con resultados desiguales (Elízaga, 1988; García-Cortés *et al.*, 1992; García-Cortés, 1996; Carcavilla *et al.*, 2009).

Los cambios más significativos para la conservación de la naturaleza en España son consecuencia directa de la Constitución de 1978, que reconoce el derecho de los ciudadanos a disfrutar de un medio ambiente adecuado y la responsabilidad de los poderes públicos de velar por la utilización racional de los recursos naturales y de defender y restaurar el medio ambiente (art. 45, Constitución Española 1978). El traspaso efectivo de dichas competencias a



Fig. 1. Emilio Elízaga (1945-1992), geólogo del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), puso en marcha el primer inventario nacional de puntos de interés geológico (PIG) en 1978.

los gobiernos autonómicos ocurrió de forma general en 1984, salvo para el País Vasco y Cataluña, que ya tenían dichas competencias desde 1980, y el singularísimo caso de Navarra, que las obtuvo en 1974. En este escenario, y solamente durante el año 1987, se protegieron en España 121 espacios naturales, lo que supuso más del doble de los ENP legalmente declarados desde 1918 hasta esa fecha (Fernández-Sañudo y de Lucio, 1994). El ejemplo descrito en el Anexo 1 (J.M. Mallarach en este mismo volumen) ilustra la importancia histórica y dificultades iniciales que tuvo dicha transferencia de competencias en la gestión de los ENP y sus repercusiones en la geoconservación.

Aunque la primera legislación post-constitucional sobre conservación de la naturaleza (Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre) se basó en un enfoque moderno e integrador de la naturaleza, los principios relativos a la geoconservación fueron ignorados casi por completo. Por ello, el aumento en número y superficie de las áreas protegidas no supuso una mejora tan significativa como cabría esperar en la protección del patrimonio geológico (Gallego-Valcarce y García-Cortés, 1996). En la siguiente década, todas las comunidades autónomas, a excepción de Madrid, promulgaron también sus propias leyes de conservación de la naturaleza basándose en la normativa estatal y, en consecuencia, prestando también una atención insuficiente a la geoconservación (Carcavilla *et al.*, 2009). A pesar de todo ello, en los años 80 se definen las bases metodológicas para el estudio del patrimonio geológico en España (Elízaga *et al.*, 1980) y mediante el adecuado asesoramiento de geólogos e ingenieros de minas, agrupados por entonces en la *Sociedad Española de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio* (SEGAOT), algunas administraciones públicas realizaron sus propios ca-

tálogos de patrimonio geológico, como por ejemplo los del municipio de Madrid (Bascones Alvira *et al.*, 1986), Comunidad de Madrid (ITGE, 1988) o el del Territorio Histórico de Gipuzkoa (Portero *et al.*, 1991). Esto dio pie a que el patrimonio geológico comenzará a tenerse algo más en cuenta en las políticas de conservación de la naturaleza, la planificación territorial y urbana, y la evaluación de impacto ambiental (Salaazar *et al.*, 1996).

La *Sociedad Geológica de España* (SGE), que se había fundado en 1985, creó en 1994 una *Comisión de Patrimonio Geológico* (CPG). La CPG ha organizado numerosas reuniones científicas desde entonces, dando relevo a la SEGAOT como referente del patrimonio geológico en España. En los años siguientes se detallaron los aspectos metodológicos de la valoración del patrimonio geológico (Cendrero, 1996) y se iniciaron multitud de iniciativas orientadas a la promoción y protección del patrimonio geológico, tales como (a) la catalogación del patrimonio geológico regional (Arana *et al.*, 1999), (b) la creación de parques geológicos como los de Aliaga en 1993 y el de Chera en 1999, y de centros de interpretación especializados como el Centro Paleontológico de Enciso en 1997, Dinópolis en 2001 (ver artículo de Fernández-Martínez *et al.*, número 6 de este volumen), Centro de Interpretación Geológica Luberri en 2003, Museo del Jurásico de Asturias (MUJA) en 2004, etc., (c) el desarrollo del proyecto *Global Geosites* en España por parte del IGME, en colaboración con la SGE (García-Cortés *et al.*, 2000; García-Cortés, 2008).

Los miembros de la SGE, en estrecha colaboración con otras sociedades y colectivos relacionados (*Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, Sociedad Española de Geomorfología, Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero*, etc.), realizaron una importante labor presentando alegaciones en la tramitación parlamentaria de la Ley 5/2007, de 3 de abril, de la Red de Parques Nacionales, y la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, logrando con ello que los principios de la geoconservación fueran tenidos en cuenta en la legislación básica del estado referida a patrimonio natural y ENP (Díaz-Martínez *et al.*, 2008). A través de la CPG, la SGE pasó a ser miembro de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en 2008, siendo la primera sociedad científica relacionada con la geología en hacerlo y logrando poco después la aprobación de la primera resolución de dicho organismo referida a la geoconservación (Herrero *et al.*, 2013); estos pasos han sido seguidos por la *Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico* (ProGEO), lo que las ha convertido en adalides de la geoconservación a nivel mundial.

España es en la actualidad el país con la mayor superficie de áreas protegidas en la Unión Europea, más de 137.000 km<sup>2</sup>, lo cual constituye el 27% de todo el país (Múgica *et al.*, 2012). Esta situación es resultado de la localización biogeográfica de Iberia entre África y Europa, y la de las Islas Canarias, en la singular región macaronésica, pero indudablemente también de la diversidad y singularidad de la geología de su territorio, tal y como puede comprobarse a través de este número de la revista *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*.

## LA GESTIÓN ESTATAL DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

### Legislación

El marco legal actual de protección del patrimonio geológico está fundamentalmente constituido por la legislación relativa al patrimonio natural (Ley 42/2007, de 13 de diciembre). Además, el patrimonio paleontológico también está regulado por la legislación relativa al patrimonio histórico y cultural (Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español), a pesar de la incongruencia que ello supone, pues esta última normativa debería referirse exclusivamente a los elementos que resultan de la actividad humana (Díaz-Martínez *et al.*, 2013). La legislación del suelo (Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo y la correspondiente legislación autonómica de desarrollo) puede ser también un instrumento para la protección del patrimonio geológico mediante la consideración del territorio, en virtud de su interés geológico, como suelo preservado en la ordenación territorial y urbanística.

El marco legislativo español es uno de los que ofrece mayores posibilidades para la protección del patrimonio geológico en el ámbito europeo. La Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad es una de las pocas en Europa que considera la conservación de la geodiversidad uno de sus principios inspiradores y articula diversos mecanismos para la geoconservación. Con respecto a normativas españolas anteriores, esta Ley incorpora como principales novedades en relación a la geoconservación: (1) referencias expresas al patrimonio geológico y a la geodiversidad en ámbitos donde antes nunca habían sido considerados, (2) un avance concreto hacia la necesidad de contar con un inventario y hacia la conservación del patrimonio geológico y la geodiversidad, y (3) la definición de figuras de protección específicas para el patrimonio geológico.

La Ley 42/2007 (art. 9) contempla la elaboración de un *Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad* (IEPNB), que es desarrollado y regulado por el Real Decreto 556/2011, de 20 de abril. Este inventario se concibe como un instrumento de conocimiento y planificación, constituyendo una herramienta que permite conocer el estado de conservación del patrimonio natural y de la biodiversidad y las causas que determinan sus cambios, con el objeto de (1) diseñar políticas y acciones en materia de conservación, gestión y uso sostenible, y (2) difundir los valores de dicho patrimonio a la sociedad en su conjunto.

El IEPNB es elaborado y actualizado por el departamento competente de la Administración General del Estado, actualmente el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), con la participación de las comunidades autónomas y la colaboración de instituciones y organizaciones de carácter científico, como el IGME. El *Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017* (Real Decreto 1274/2011) encomienda al IGME, entre otras acciones, la finalización del *Inventario Español de Lugares de Interés Geológico* (IELIG). Este Inventario forma parte del IEPNB y está integrado por aquellos “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: Macizo Ibérico, Cordillera Pirenaica y Cuenca Vasco-Cantábrica, Cordillera Bética y Baleares, Cordilleras Ibérica y Costero-Catalana, Cuencas cenozoicas, Canarias, y el vulcanismo cenozoico peninsular” (Anexo I. 5.d del RD 556/2011). Estos grandes dominios engloban también las unidades y contextos geológicos del Anexo VIII de la Ley 42/2007.

Por otro lado, la Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural propone de manera explícita potenciar el turismo geológico y minero (art. 22.f), aprovechar los recursos geológicos para promover el desarrollo sostenible en el medio rural, dando prioridad a la conservación del medio ambiente, el paisaje y el patrimonio natural y cultural (art. 20.g), y fomentando iniciativas para el conocimiento, protección y uso sostenible del patrimonio geológico y minero como recurso científico, cultural y turístico (art. 19.1). Finalmente, la Ley 5/2007, de 3 de abril, de la Red de Parques Nacionales incluye en sus anexos un listado de sistemas naturales geológicos que deben estar representados en dicha Red (Díaz-Martínez *et al.*, 2008).

### Inventarios

Como ya se ha mencionado, entre 1978 y 1988 el IGME desarrolló parcialmente un *Inventario Nacional de Puntos de Interés Geológico*. La Ley 15/1975, de 2 de mayo, de espacios naturales protegidos contemplaba la creación de “reservas integrales de interés científico” (art. 2 Ley 15/1975), lo que motivó que los organismos competentes iniciaran la elaboración de inventarios de estos espacios. Así, el ICONA elaboró el *Inventario de Paisajes Sobresalientes* (ICONA, 1975-1977) y, poco después, el *Inventario Abierto de Espacios Naturales de Protección Especial* (1977-1980). Aunque en este último se recogían ciertos elementos del patrimonio geológico, el claro predominio de los elementos bióticos hizo que el IGME pusiera en marcha en 1978 el *Inventario Nacional de Puntos de Interés Geológico* que solamente cubrió el 20% del territorio estatal (Elizaga *et al.*, 1994; García-Cortés *et al.*, 2000). Como se indicó anteriormente, y debido a la escasez de recursos económicos, desde 1988 las labores de inventario del patrimonio geológico quedaron incluidas como parte de los proyectos de cartografía geológica del Plan MAGNA (Mapa Geológico Nacional). El inventario resultante, que se archiva en una base de datos de consulta pública y gratuita llamada *PATRIGEO*, es de carácter preliminar, no exhaustivo, de desarrollo parcial y con resultados irregulares, puesto que la falta de criterios homogéneos y de un estándar consensuado para su valoración restringió su utilidad (Fig. 2).

Poco antes de su integración en el organismo autónomo de Parques Nacionales, el ICONA realizó entre 1990 y 1995 el Proyecto HISPANAT, en el que se trataba de identificar y recoger en una base de datos y sistema de información geográfica, los lugares de importancia para la conservación en España. En él se incluyeron, entre otros, los LIG identificados hasta la fecha por el IGME. Se trata por tanto del antecedente más próximo del actual IEPNB.



Fig. 2. Portal de acceso a la bases de datos PATRIGEO, que cuenta con más de 1300 registros relativos a puntos de interés geológico (localización, descripción de contenidos, importancia y tipos de interés, etc.). Sus datos proceden de diversos proyectos del IGME (desde 1978 hasta la actualidad) y otras fuentes (<http://www.igme.es/Patrigeo/PagProvincias/PIG.asp>, ver también <http://info.igme.itelig/>).

El desarrollo del proyecto *Global Geosites* en España por parte del IGME, en colaboración con la SGE (García-Cortés *et al.*, 2000; García-Cortés, 2008) ha dado lugar a un inventario específico que considera solamente aquellos lugares geológicos de interés internacional, existiendo una publicación de carácter divulgativo que puede resultar de gran interés para los docentes (Carcavilla y Palacio, 2011).

Por último, el IELIG sigue actualmente su curso, inevitablemente lento debido a la enorme labor que supone su realización y a la escasez actual de

recursos para acometerla. La metodología básica se estableció en 2009 y en 2012 se finalizó un proyecto piloto aplicando esta metodología en la Cordillera Ibérica, con la identificación de más de 300 LIG, de los cuales un total de 155 fueron analizados y valorados en detalle siguiendo una metodología sistemática, lo cual ha permitido la utilización de la base de datos en la aplicación de otros estudios referidos a vulnerabilidad, susceptibilidad a la degradación, estado de conservación, etc. (García-Cortés *et al.*, 2013).

## LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS Y EL PATRIMONIO GEOLÓGICO

### Legislación

De acuerdo con la Constitución Española, la gestión del medio ambiente es una competencia transferida a las comunidades autónomas (CCAA), por lo que, además de la normativa de ámbito nacional, existen otras normas legislativas de carácter autonómico. En las CCAA, las leyes vigentes que hacen referencia al patrimonio natural son de tres tipos: (1) leyes específicas de ENP; (2) leyes generales de conservación de la naturaleza y ENP; y (3) leyes de ordenación del territorio. En todas ellas, se definen los mecanismos de conservación, generalmente basados en la regulación y ordenación de los usos mediante la declaración de áreas protegidas. Actualmente (principios de 2014), con excepción de la Comunidad Autónoma de Madrid, el resto de CCAA han legislado la protección del medio natural, de manera que existen 16 leyes autonómicas de este tipo. Sin embargo, de momento, todas estas leyes son desarrollos de la anterior Ley 4/89, por lo que no incorporan referencias expresas al patrimonio geológico, ya que su incorporación fue una aportación de la Ley 42/2007 (Tabla I), posterior por tanto a la promulgación de dichas leyes autonómicas.

Tabla I. Legislación autonómica referida al patrimonio natural y al patrimonio histórico que regulan la gestión del patrimonio geológico.

COMUNIDAD AUTÓNOMA	LEYES REFERIDAS AL PATRIMONIO NATURAL		LEYES REFERIDAS AL PATRIMONIO HISTÓRICO
	LEYES DE ENP	LEYES DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA Y DE ENP	
Andalucía	Ley 2/1989, de 18 de julio		Ley 14/2007, de 26 de noviembre.
Aragón	Ley 6/2014, de 26 de junio		Ley 3/1999, de 10 de marzo
Asturias	Ley 5/1991, de 5 de abril		Ley 1/2001, de 6 de marzo
Baleares	Ley 5/2005 de 26 de mayo,		Ley 12/1998, de 21 de diciembre.
Canarias	Decreto Legislativo 1/2000 de 8 de mayo,		Ley 4/1999, de 15 de marzo
Cantabria		Ley 4/2006, de 19 de mayo	Ley 11/1998, de 13 de octubre
Castilla-La Mancha		Ley 9/1999, 26 de mayo	Ley 4/1990, de 30 de mayo
Castilla-León	Ley 8/1991, de 10 de mayo		Ley 12/2002, de 11 de julio
Cataluña	Ley 12/1985, de 13 de junio		Ley 9/1993, de 30 de septiembre
Extremadura		Ley 8/1998, de 26 de junio	Ley 2/1999, de 29 de marzo
Galicia		Ley 9/2001, de 21 de agosto	Ley 8/1995, de 30 de octubre
La Rioja	Ley 4/2003, de 26 de marzo		Ley 7/2004, de 18 de octubre
Madrid	Por la legislación estatal		Ley 10/1998, de 9 de julio.
Murcia	Por la legislación estatal y por la ley 4/92, de 30 de julio, de Ordenación y Protección del Territorio		Ley 4/2007, de 16 de marzo
Navarra	Ley Foral 9/1996, de 17 de junio		Ley Foral 14/2005, de 22 de noviembre
País Vasco		Ley 16/1994, de 30 de junio	Ley 7/1990, de 3 de julio
Valencia	Ley 11/1994, de 27 de diciembre		Ley 4/1998, de 11 de junio

La Comunidad Valenciana ha modificado parcialmente su legislación para adaptarla a la Ley 42/2007 en lo que a los ENP se refiere (Ley 5/2013, de 25 de diciembre), pero en esta modificación no se hizo referencia alguna a los aspectos relacionados con la geoconservación. Otras dos CCAA han iniciado oficialmente trámites para someter a información pública los borradores de leyes o decretos que desarrollarán en el ámbito autonómico la Ley 42/2007. Por un lado, Castilla y León sometió a información pública un borrador de la Ley de Patrimonio Natural y de Pesca de Castilla y León en diciembre de 2010, y en enero de 2014 un borrador de anteproyecto de Ley de Patrimonio Natural y Biodiversidad de Castilla y León. Por otro lado, Aragón también sometió a información pública en enero de 2011 el borrador de 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.

La Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español ha tenido así mismo desarrollo legislativo por parte de todas las comunidades autónomas, por lo que están vigentes 17 leyes autonómicas, referidas al patrimonio histórico y cultural, que protegen al patrimonio paleontológico (Tabla I).

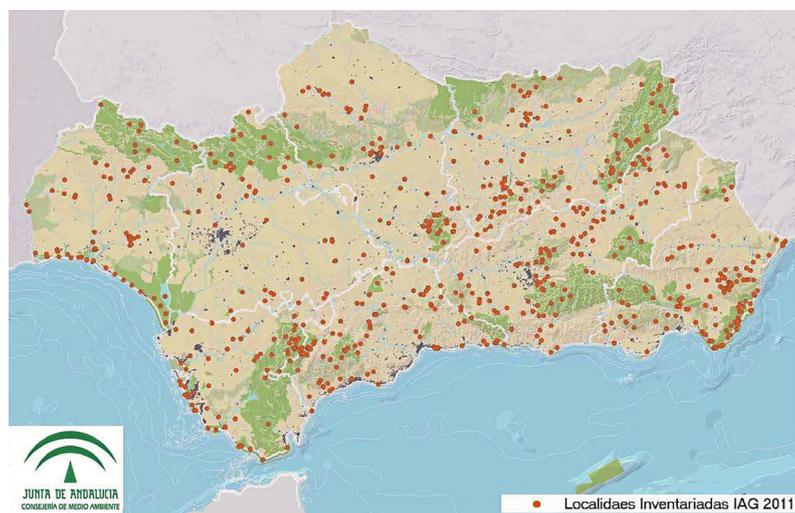
### Inventarios

Además de los inventarios realizados por el IGME a nivel estatal, ya mencionados en el apartado anterior, son varias las comunidades autónomas que han abordado o están completando sus propios inventarios, tal como se explica a continuación. Los más destacables son los casos de Andalucía, Aragón, Cataluña, Murcia, La Rioja y el País Vasco.

#### Andalucía

Andalucía realizó el *Inventario Andaluz de Georrecursos Culturales* en 2004 y lo actualizó en 2011 con el nombre de *Inventario Andaluz de Georrecursos*. En esta última versión aparecen 662 lugares que ocupan una superficie total de 1.321 km<sup>2</sup>. También en 2011, la Junta de Andalucía aprobó y adoptó la *Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad*, que ya había sido elaborada como propuesta en 2002 (Junta de Andalucía, 2002, 2008, 2011). La adminis-

Fig. 3. Mapa del Inventario Andaluz de Georrecursos (Fuente: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía).



tración andaluza dio un paso más al publicar la *Guía para el Uso Sostenible del Patrimonio Geológico de Andalucía* (Junta de Andalucía, 2013). El inventario andaluz está disponible para su consulta por el público mediante una aplicación cartográfica diseñada específicamente o bien mediante la aplicación *Google Earth*, accesibles a través de la página web de la Consejería de Medio Ambiente (Fig. 3). En el marco de dicha estrategia y como producto derivado del inventario, se publicó una guía de carácter divulgativo, que puede resultar de interés para los docentes (Villalobos Megía y Pérez Muñoz, 2006).

#### Aragón

El Gobierno de Aragón realizó en 1995 un primer inventario de puntos de interés geológico, editando posteriormente una publicación de carácter divulgativo y didáctico de su contenido (Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, 2001). En 2011, el gobierno de Aragón sometió a información pública el decreto de creación del inventario de lugares de interés geológico de Aragón, y que establece su régimen de protección. Basándose parcialmente en los trabajos previos, la redacción provisional propone 152 puntos y 85 áreas de interés geológico, que se benefician de un régimen de protección específico y de una regulación de actividades (permitidas, autorizables o prohibidas). El decreto propone también 22 yacimientos paleontológicos (que se protegen de acuerdo a la legislación sobre patrimonio arqueológico) y 163 itinerarios y puntos de observación, sin régimen de protección específico Aunque el decreto no llegó a ser aprobado por las Cortes de Aragón, posteriormente, el artículo 51 de la ley 6/2014, de 26 de junio, acuerda la confección de dicho inventario, como parte del desarrollo reglamentario de esa ley.

#### Cataluña

Cataluña completó su primer inventario de espacios de interés geológico el año 2000 (Fig. 4) con un total de 157 espacios inventariados (70 en el dominio pirenaico, 25 en la Cuenca del Ebro y 62 en el dominio Catalánides) y el desarrollo de una metodología detallada y publicada (Herrero *et al.*, 2004). Cada espacio inventariado cuenta con una ficha descriptiva muy completa (descripción, delimitación cartográfica, información gráfica, valoración, itinerarios, etc.) y una ficha resumen. Ambas pueden ser consultadas en la página web del Departamento de Territorio y Sostenibilidad de la Generalitat de Cataluña (<http://web.gencat.cat/es/temes/mediambient/>). Un aspecto de interés y novedoso es que durante 2004 y 2008 se realizó un seguimiento de estos espacios, diagnosticando la situación de 142 de ellos en 2004 y de 10 de ellos en 2008 (con fichas del diagnóstico consultables en la misma página web). Con posterioridad, las reducciones presupuestarias en la Generalitat de Catalunya han imposibilitado el diagnóstico de los espacios de interés geológico restantes, cuyo diagnóstico debería haber sido realizado en 2012.

#### Islas Baleares

El Gobierno de las Islas Baleares anunció en mayo de 2011 el inicio de los trabajos para elaborar un inventario de lugares de interés geológico, afirmando que se disponía de una lista con un centenar de lu-

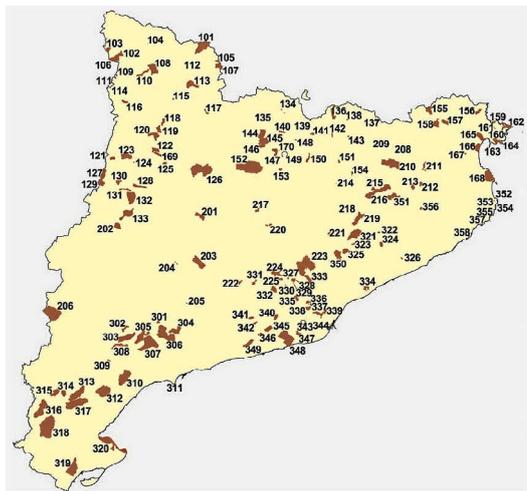


Fig. 4. Mapa del inventario de espacios de interés geológico en Cataluña (Fuente: Departamento de Territorio y Sostenibilidad de la Generalitat de Cataluña).

gares. Esta lista se basa en un inventario realizado y publicado en colaboración con el IGME (Durán, 2006). La página web del Gobierno de las Islas Baleares muestra la localización de los lugares de interés geológico de las islas (<http://www.caib.es/govern/sac/fitxa.do?lang=es&codi=836959&coduo=138143>).

#### La Rioja

En 2007, el Gobierno Autónomo de La Rioja publicó en su página web el *Inventario de Recursos Geológico-Mineros de Carácter Singular de la Comunidad Autónoma de La Rioja*, con una metodología simplificada. En él se identifican 37 lugares que se localizan en el mapa mediante puntos, sin delimitación de su superficie, y hasta la fecha no ha sido aprobado un marco legal de protección específico. Este inventario se puede consultar en la página web del Gobierno de la Rioja (<http://www.larioja.org>; apartado Territorio > Minas > Jornadas estudios y publicaciones).

#### Madrid

Madrid contó con el primer inventario de lugares de interés geológico y paleontológico de todo el territorio nacional (COPLACO, 1975). En el año 1988, el Instituto Tecnológico Geominero de España realizó para la Comunidad de Madrid un nuevo inventario (ITGE, 1988) que ha sido desde entonces utilizado como oficial por dicha administración. Dada su antigüedad, dicho inventario requiere desde hace tiempo de una actualización urgente (Salazar, 2004).

#### Murcia

En 2008, la comunidad autónoma de la Región de Murcia presentó la página web con el Inventario de Lugares de Interés Geológico (<http://www.murcianatural.carm.es/web/guest/lugares-de-interes-geologico1>). La procedencia de este inventario es indudablemente la publicación realizada anteriormente por la universidad de Murcia (Arana *et al.*, 1999). En total fueron inventariados 75 lugares (agrupados en 6 zonas geográficas), que ocupan una superficie del orden de 500 km<sup>2</sup>, delimitados por teselas con superficies mínimas de 1x1 km.

#### País Vasco

En los años 80 y 90 del siglo pasado, las Diputaciones Forales abordaron la realización de inventarios de áreas de interés geológico, habiendo realizado posteriormente publicaciones de divulgación basadas en dichos catálogos (Diputación Foral de Bizkaia, 1990; Portero *et al.*, 1991; Diputación Foral de Álava, 1995). Al objeto de unificar contenidos y criterios de trabajo, el Gobierno Vasco ha realizado un nuevo inventario de lugares de interés geológico, así como la *Estrategia de la Geodiversidad del País Vasco* (Monge-Ganuzas *et al.*, 2011; Arana y Monge-Ganuzas, 2013; Mendia *et al.*, 2013). Ambos (inventario y estrategia) aprobados por el Gobierno Vasco en julio de 2014. La metodología de esta Estrategia se basa fundamentalmente en la experiencia previa desarrollada para la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (Mendia *et al.*, 2010, 2011a; Mendia y Monge-Ganuzas, 2011), área de la que existe una publicación de gran interés para los docentes (Mendia *et al.*, 2011b).

El nuevo inventario cuenta con un total de 150 lugares y puede ser consultado a través del portal de datos públicos del Gobierno Vasco ([http://opendata.euskadi.net/ds\\_geograficos/cartografia-de-los-lugares-de-interes-geologico/w79-contdata/es/](http://opendata.euskadi.net/ds_geograficos/cartografia-de-los-lugares-de-interes-geologico/w79-contdata/es/)). Cada lugar tiene una ficha descriptiva muy completa, que puede visualizarse y ser descargada mediante el visor cartográfico disponible en dicha página.

#### Otras comunidades autónomas

Además de estas iniciativas que podríamos calificar como sistemáticas e institucionales, existen también otras diferentes; se trata de inventarios de alcance parcial, o que se han realizado sin seguir una metodología de selección y valoración contrastada, o bien que han sido realizados por asociaciones o departamentos universitarios con un cierto apoyo de las instituciones competentes (Comunidades Autónomas y Diputaciones).

Un ejemplo de esta situación es Castilla y León, que cuenta desde 2009 con el inventario de las provincias de León y Palencia, con 97 lugares y 30 lugares respectivamente (Fernández-Martínez y Fuertes Gutiérrez, 2009a y 2009b). Este inventario fue realizado por encargo de la Junta de Castilla y León como proyecto piloto e incluye el desarrollo de una metodología de selección y valoración adaptada a inventarios con ámbito de trabajo regional. Como en otros casos, la falta de presupuesto ha impedido la ampliación de este proyecto a otras provincias. Paralelamente, y desde el año 2004, la Asociación Geocientífica de Burgos con el apoyo de la Diputación de Burgos ha publicado una serie de trípticos sobre puntos geológicos de interés en la provincia accesibles en formato pdf mediante la página web de la asociación (<http://asociaciongeocientificadeburgos.com/>) y recientemente han sido recopilados y publicados en forma de libro (Asociación Geocientífica de Burgos, 2013). Aunque el patrimonio recogido en esta publicación y en los trípticos que la preceden no ha sido seleccionado utilizando criterios de valoración y selección contrastables, por su enfoque y desarrollo estos materiales son de gran utilidad en el ámbito docente.

Segovia constituye un caso singular: el primer catálogo del patrimonio geológico de la provincia, que constaba de 94 puntos, se publicó parcialmente como un artículo en una revista (Díez, 1991). Posteriormente se añadieron nuevos lugares al catálogo y se realizó su valoración y jerarquización mediante metodologías estandarizadas (Vegas, 2000) y documentos divulgativos de interés para la docencia (Díez y Martín, 2005; Díez y Vegas, 2011). Por otro lado, una parte del inventario (Segovia capital y ámbito de influencia) goza de cierta protección legal, pues el Decreto 74/2005, de 20 de octubre, por el que se aprueba las Directrices de Ordenación Territorial de Segovia y su entorno, consideró los lugares de interés geológico como parte de los denominados “espacios valiosos con valor normativo”.

La Junta de Extremadura informa de la geodiversidad y lugares de interés de su territorio mediante una publicación en formato PDF, describiendo 26 LIG (Muñoz Barco y Martínez Flores, 2010). El Gobierno de Canarias, por otra parte, ofrece en su web una cartografía de Áreas de Interés Geológico y Geomorfológico de la isla de La Palma (con 8 áreas que ocupan prácticamente un tercio de la isla). Finalmente, el Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones del Gobierno de Navarra publicó en 2010 un libro sobre la Diversidad Geológica de Navarra en el que se recogen 30 LIG (MAGRAMA, 2012).

Con todo ello, la situación de los diversos inventarios de lugares de interés geológico en España se sintetiza en la Fig. 5.

Fig. 5. Inventarios de patrimonio geológico en España (situación en 2013). Verde claro: antiguo inventario del IGME e inventario preliminar del MAGNA. Verde oscuro: nuevo inventario del IGME. Azul oscuro: inventarios autonómicos oficiales. Azul claro: inventarios autonómicos preliminares o en vías de aprobación.

## PERSPECTIVAS DE FUTURO

A la vista de la evolución, desarrollo y resultados de las investigaciones e inventarios realizados durante las últimas décadas, es evidente que se ha avanzado enormemente en comparación con la situación que existía hace 40 años, pero que, al mismo tiempo, todavía queda mucho por hacer. La labor realizada en España nos ha situado como uno de los países líderes a nivel mundial en el desarrollo conceptual, legislación, metodologías de inventario,

valoración y gestión, divulgación, y geoconservación en general.

La experiencia adquirida por los numerosos equipos de trabajo que han ido formándose ha sido enorme, sobre todo considerando que gran parte de este trabajo partía de cero, innovando y experimentando sobre la marcha. Por ello, es frecuente y esperable que se haya trabajado de manera no descoordinada y con planteamientos sensiblemente diferentes, incluso en territorios muy próximos, siendo necesario un mayor consenso en cuanto a metodología y criterios. La puesta al día de los neófitos en la materia resulta difícil, pues la enseñanza relativa a estos conceptos, técnicas y estrategias todavía está ausente en casi todos los niveles de enseñanza, incluso superior.

Lo novedoso del tema da lugar a que buena parte de la sociedad todavía no haya incorporado la necesidad de conservar el patrimonio geológico y aprovechar su potencial de uso antes de que sea destruido. La labor que queda por delante a los que ya trabajan en el tema y a las generaciones venideras, pasa necesariamente por convencer a la sociedad, y sobre todo a los gestores y políticos, de la importancia que tiene la geoconservación y de los beneficios que otorga.

La labor que queda por hacer es fácilmente reconocible, siendo en la actualidad el mayor problema la falta de recursos para llevar a cabo las estrategias de geoconservación. Los últimos años de crisis económica (2007-2014) nos han demostrado que, a pesar de los logros conseguidos, la geoconservación sigue sin ser una prioridad.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los revisores del artículo, Ricardo García Moral (Biosfera XXI, estudios ambientales SL) y Manu Monge-Ganuzas (Oficina Técnica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai), las valiosas sugerencias y aportaciones realizadas. Además, el cuidadoso trabajo realizado por Josep María Mallarach nos ha permitido añadir a este artículo, a modo de anexo, un interesantísimo ejemplo relativo a la gestión y puesta en valor de un LIG para su uso como recurso pedagógico.

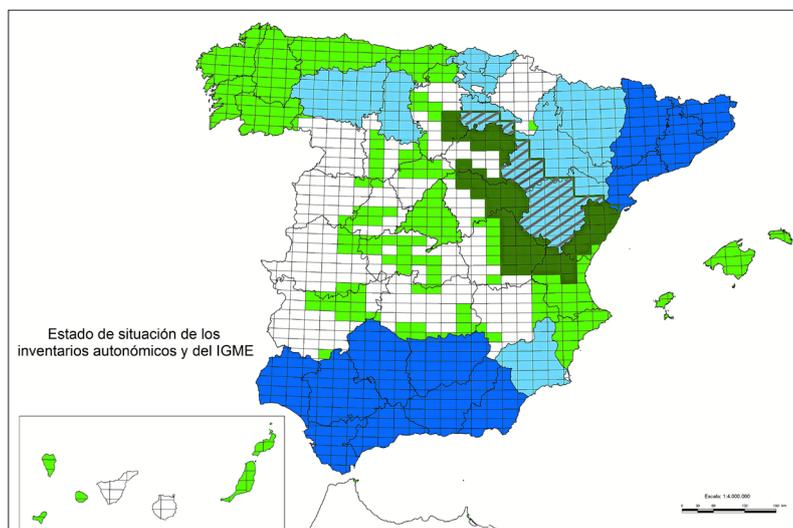
## BIBLIOGRAFÍA

Arana, G. y Monge-Ganuzas, M. (2013). La estrategia de geodiversidad de la comunidad autónoma del País Vasco. En: *Patrimonio Geológico: un recurso para el desarrollo*. Cuadernos del Museo Geominero, 15 (Eds.: J. Vegas, A. Salazar, E. Díaz-Martínez y C. Marchán). Instituto Geológico y Minero de España, 297-304.

Arana Castillo, R., Rodríguez Estrella, T., Mancheño Jiménez, M. A., Guillén Mondéjar, F., Ortiz Silla, R., Fernández Tapia, M. T. y del Ramo Jiménez, A. (1999). *El Patrimonio Geológico de la Región de Murcia*. Fundación Séneca - Consejería de Educación y Cultura de la Región de Murcia, 399 p.

Asociación Geocientífica de Burgos (2013). *Lugares de interés geológico en la provincia de Burgos*. Diputación Provincial de Burgos, 324 p.

Bascones Alvira, M., Cabra Gil, P., Echegaray Giménez, M., y Gallego Valcarce, E. (1986). *Geología, Geomorfoloía,*



*Hidrogeología y Geotecnia de Madrid (Temas Urbanos, Ecología nº 10)*. Ayuntamiento de Madrid, 141 p.

Carcavilla, L., Durán, J. J., García-Cortés, A. y López-Martínez, J. (2009). Geological heritage and geoconservation in Spain: past, present, and future. *Geoheritage*, 1(2-4), 75-91.

Carcavilla Urquí, L. y Palacio Suárez-Valgrande, J. (2011). *Geosites: aportación española al patrimonio geológico mundial*. Instituto Geológico y Minero de España, 231 p.

Cendrero, A. (1996). El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. En: MOPTMA. En: *El Patrimonio geológico, bases para su valoración, protección, conservación y utilización* (Ed.: MOPTMA, SEGAOT y CPG-SGE). Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA), 17-38.

COPLACO (1975). *Plan Especial de Protección de Medio Físico de la Provincia de Madrid*. Comisión de Planeamiento y Coordinación del Área Metropolitana de Madrid, 129 p.

Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón (2001). *Puntos de interés geológico de Aragón*. Prames, 244 p. Último acceso el 14 de febrero de 2014 ([http://bibliotecavirtual.aragon.es/bva/118n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=3600262](http://bibliotecavirtual.aragon.es/bva/118n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=3600262))

Díaz-Martínez, E., Guillén-Mondéjar, F., Mata, J. M., Muñoz, P., Nieto, L., Pérez-Lorente, F. y Santisteban, C. (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, 1307-1310.

Díaz-Martínez, E., García Cortés, A. y Carcavilla Urquí, L. (2013). Los fósiles son elementos geológicos y el patrimonio paleontológico es un tipo de patrimonio natural. En: *Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo*. Cuadernos del Museo Geominero, 15, (Eds.: J. Vegas, A., Salazar, E., Díaz-Martínez y C. Marchán). Instituto Geológico y Minero de España, 583-589.

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

Díez, 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, 464 p. Último acceso el 14 de febrero de 2014 (<http://goo.gl/BNFZo>).

Díez Herrero, A. y Vegas Salamanca, J. (2011). *De roca a roca - descubre el patrimonio geológico de la ciudad de Segovia*. Ayuntamiento de Segovia, 95 p. Último acceso el 14 de febrero de 2014 ([http://www.segovia.es/index.php/mod.documentos/mem.descargar/fichero.documentos\\_Guia\\_de\\_geoturismo\\_De\\_roca\\_a\\_roca\\_e335fd60%232E%23pdf](http://www.segovia.es/index.php/mod.documentos/mem.descargar/fichero.documentos_Guia_de_geoturismo_De_roca_a_roca_e335fd60%232E%23pdf)).

Diputación Foral de Bizkaia (1990). *Puntos de interés geológico de Bizkaia*. Diputación Foral de Bizkaia, 270 p. Último acceso el 14 de febrero de 2014 ([http://www.bizkaia21.net/biblioteca\\_virtual/detalle\\_documento.asp?idDoc=900&volver=2&idArea=2&idPagina=124&pag=2&orden=1&tipoOrden=1&idioma=ca](http://www.bizkaia21.net/biblioteca_virtual/detalle_documento.asp?idDoc=900&volver=2&idArea=2&idPagina=124&pag=2&orden=1&tipoOrden=1&idioma=ca)).

Diputación Foral de Álava (Departamento de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente) (1995). *Álava desde la Carretera: geología*. Diputación Foral de Araba, 151 p.

Duran Valsero, J.J. (Coord.) (2006). *Islas de agua - Patrimonio Geológico e Hidrogeológico de las Islas Baleares*. Instituto Geológico y Minero de España, 254 p.

Elizaga, E. (1988). Georrecursos culturales. En: *Geología Ambiental* (Ed.: ITGE). Instituto Tecnológico y Geominero de España (ITGE), 85-100.

Elizaga, E., Abril, J., Duque, L. C., García Salinas, F. y Murcia, V. (1980). Los puntos geológico-mineros de interés singular como patrimonio natural. Su inventario y metodología de estudio. En: *I Reunión Nacional de Geología*

*Ambiental y Ordenación del Territorio: Vol. de Comunicaciones* (Ed.: SEGAOT),. Diputación Provincial Santander, 320-341.

Elizaga, E., Gallego, E. y García-Cortés, A. (1994). Inventaire National des sites d'interet géologique en Espagne: Méthodologie et déroulement. *Mémoires de la Société Géologique de France*, 164, 103-110.

Fernández-Martínez, E. y Fuertes Gutiérrez, I. (Coords.) (2009a). *Lugares de Interés Geológico. León (DVD)*. Fundación Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León. Último acceso el 14 de febrero de 2014 (<https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/2684/DVD-LIG%20PROVINCIA%20DE%20LE%C3%93N.pdf?sequence=2>).

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

Fernández-Sañudo, P. y de Lucio, J.V. (1994). *Los Espacios Naturales Protegidos del Estado Español*. Sección del Estado Español de la Federación de Parques Naturales y Nacionales de Europa, 273 p.

Gallego-Valcarce, E. y García-Cortés, A. (1996). Patrimonio Geológico y Espacios Naturales Protegidos. *Geogaceta*, 19, 202-206.

García-Cortés, A. (1996). Inventario del Patrimonio Geológico. En: *El Patrimonio geológico, bases para su valoración, protección, conservación y utilización* (Ed.: MOPTMA, SEGAOT y CPG-SGE). Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA), 53-60.

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

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, 64 p. Último acceso el 14 de febrero de 2014 (<http://www.igme.es/internet/patrimonio/novedades/METODOLOGIA%20IELIG%20web.pdf>).

García-Cortés, A., Gallego-Valcarce, E. y Palacio-Suárez, J. (1992). *El Patrimonio Geológico - The Geological Heritage*. Instituto Tecnológico y Geominero de España (ITGE), 23 p.

García-Cortés, A., Baretino, D. y Gallego, E. (2000a). Inventario y catalogación del patrimonio geológico español. Revisión histórica y propuestas de futuro. En: *Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión* (Eds.: D. Baretino, W.A.P. Wimbleton y E. Gallego). Instituto Geológico y Minero de España, 51-71.

García-Cortés, A., Rábano, I., Locutura, J., Bellido, F., Fernández-Gianotti, J., Martín-Serrano, A., Quesada, C., Barnolas, A. y Durán, J.J. (2000b). Contextos geológicos españoles de relevancia internacional: establecimiento, descripción y justificación según la metodología del proyecto Global Geosites de la IUGS. *Boletín Geológico y Minero*, 111 (6), 5-38.

García-Cortés, A., Carcavilla, L., Vegas, J. y Díaz-Martínez, E. (2013). Algunos resultados del inventario de lugares de interés geológico de la Cordillera Ibérica. En: *Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo*. Cuadernos del Museo Geominero, 15 (Eds.: J. Vegas, A. Salazar, E. Díaz-Martínez y C. Marchán). Instituto Geológico y Minero de España, 379-388.

Herrero, N., Druguet, E. y Carreras, J. (2004). Inventario de espacios de interés geológico de Cataluña.1. Antecedentes y metodología. En: *Actas de la VI Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico* (Eds.: J.M. Mata-Perelló, y J. Gavaldá). Sociedad Geológica de España, 17-26.

Herrero, N., Díaz-Martínez, E., Monge-Ganuzas, M., Guillén-Mondéjar, F., de Santisteban, C., Meléndez, G., Sa-

lazar, A. y Mata, J.M. (2013). La geoconservación en las actividades de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. En: *Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo*. Cuadernos del Museo Geominero, 15 (Eds.: J. Vegas, A. Salazar, E. Díaz-Martínez y C. Marchán). Instituto Geológico y Minero de España, 251-258.

ICONA (1975-1977). *Inventario Nacional de Paisajes Sobresalientes*. Monografías 6-11. Ministerio de Agricultura, Servicio de Publicaciones Agrarias, Vol. 1, 533 p., Vol. 2, 530 p.

ITGE (1988). *Atlas Geocientífico de la Comunidad de Madrid*. Instituto Tecnológico Geominero de España - Comunidad de Madrid, 83 p.

Junta de Andalucía (2002). *Propuesta de Estrategia Andaluza de Conservación de la Geodiversidad*. Consejería de Medio Ambiente, 103 p.

Junta de Andalucía (2008). *Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad. Documento borrador*. Consejería de Medio Ambiente, 138 p.

Junta de Andalucía (2011). *Estrategia Andaluza de gestión Integrada de la geodiversidad*. Consejería de Medio Ambiente, 187 p. Último acceso el 14 de febrero de 2014 ([http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/servicios\\_generales/doc\\_tecnicos/2011/estrategia\\_andaluza\\_geodiversidad/estrategia\\_andaluza\\_geodiversidad.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/servicios_generales/doc_tecnicos/2011/estrategia_andaluza_geodiversidad/estrategia_andaluza_geodiversidad.pdf))

Junta de Andalucía (2013). *Guía para el uso sostenible del patrimonio geológico de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 93 p. Último acceso el 14 de febrero de 2014 ([http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/servicios\\_generales/doc\\_tecnicos/2013/guia\\_uso\\_sostenible\\_geologico/geodiversidad\\_guia\\_uso\\_sostenible.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/servicios_generales/doc_tecnicos/2013/guia_uso_sostenible_geologico/geodiversidad_guia_uso_sostenible.pdf))

MAGRAMA (2012). *Informe 2011 sobre el estado de la biodiversidad y del patrimonio natural en España*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 287 p. Último acceso el 14 de febrero de 2014 ([http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-espanol-patrimonio-natural-biodiv/Informe\\_2011\\_IJPNB.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-espanol-patrimonio-natural-biodiv/Informe_2011_IJPNB.aspx))

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.

Mendía, M., Aranburu, A., Carracedo, M., González, M.J., Monge-Ganuzas, M., y Pascual, A. (2010). *Lugares de interés geológico de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai*. Eusko Jaurlaritza-Gobierno Vasco, 180 p. Último acceso 14 de febrero de 2014 ([http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/contenidos/informe\\_estudio/ligs\\_de\\_urdaibai\\_2010/es\\_doc/adjuntos/INVENTARIO%20de%20LIGs%20de%20URDAIBAI.pdf](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/contenidos/informe_estudio/ligs_de_urdaibai_2010/es_doc/adjuntos/INVENTARIO%20de%20LIGs%20de%20URDAIBAI.pdf)).

Mendía, M. y Monge-Ganuzas, M. (2011). Estrategia de geodiversidad de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. En: *Avances y retos en la conservación del Patrimonio geológico de España - Actas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico (Sociedad Geológica de España)* (Eds.: E. Fernández-Martínez, y R. Castaño de Luis). Universidad de León, 196-200.

Mendía, M., Aranburu, A., Carracedo, M., González, M.J., Monge-Ganuzas, M., y Pascual, A. (2011a). *Estrategia de gestión de la geodiversidad para la Reserva de la Biosfera de Urdaibai 2011-2018*. Eusko Jaurlaritza-Gobierno Vasco, 23 p. Último acceso 14 de febrero de 2014 ([http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/contenidos/plan\\_programa\\_proyecto/geodibertsitatea\\_urdaibai/es\\_doc/adjuntos/estrategia\\_geodiversidad\\_urdaibai.pdf](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/contenidos/plan_programa_proyecto/geodibertsitatea_urdaibai/es_doc/adjuntos/estrategia_geodiversidad_urdaibai.pdf)).

Mendía, M., Monge-Ganuzas, M., Díaz, G., González, J. y Albizu, X. (2011b). *Guía de lugares de interés geológico de Urdaibai*. Servicio de Publicaciones del Gobierno Vasco, 341 p.

Mendía, M., Hilarrio, A., Apellaniz, E., Aramburu, A., Carracedo, M., Cearreta, A., Eguíluz, L., Gil Crespo, P., González, M.J., López-Horgue, M., Martínez-Torres, L.M. y Mugerza, I. (2012). El inventario de lugares de interés geológico de la comunidad autónoma del País Vasco (CAPV). En: *Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo*. Cuadernos del Museo Geominero, 15 (Eds.: J. Vegas, A. Salazar, E. Díaz-Martínez y C. Marchán). Instituto Geológico y Minero de España, 457-466.

Monge-Ganuzas, M., Mendía, M. y Hilarrio, A. (2011). La estrategia de geodiversidad en el País Vasco. En: E. Fernández-Martínez, y R. Castaño de Luis (Eds.), *Avances y retos en la conservación del Patrimonio geológico de España - Actas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico (Sociedad Geológica de España)*. Universidad de León, 201-206.

Música de la Guerra, M., Martínez-Alandi, C., Gómez-Limón, J., Puertas-Blázquez, J. y Atauri-Mezquida, J.A. (2012). *Anuario 2011 del estado de las áreas protegidas en España*. Fundación Fernando González Bernáldez, 184 p. Último acceso el 14 de febrero de 2014 (<http://www.redeuroparc.org/img/publicaciones/Anuario2011.pdf>).

Muñoz Barco, P. y Martínez Flores, E. (Coord.) (2010). *Patrimonio Geológico de Extremadura: Geodiversidad y Lugares de Interés Geológico*. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura, 478 p. Último acceso el 14 de febrero de 2014 ([http://extremambiente.gobex.es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=498](http://extremambiente.gobex.es/index.php?option=com_content&view=article&id=498))

Portero, G., Salazar, A., Pascual, M.H., Ortega, L. y Olivé, A. (1991). *Puntos de Interés geológico de Gipuzkoa*. Diputación foral de Gipuzkoa, 167 p.

Ramos-Gorostiza, J.L. (2006). Gestión ambiental y política de conservación de la naturaleza en la España de Franco. *Revista de Historia Industrial*, 32, 99-138.

Rome, A. (2003). 'Give Earth a Chance': The Environmental Movement and the Sixties. *Journal of American History*, 90, 525-554.

Salazar Rincón, A. (2004). Patrimonio Geológico de la Comunidad de Madrid: situación actual de su catalogación y estado de conservación. En: *El Patrimonio Geológico: Cultura, Turismo y Medio Ambiente* (Eds.: F. Guillén Mondéjar y A. del Ramo Jiménez), Dpto. de Geología, Univ. de Murcia, 203-209.

Salazar Rincón, A. (2013). Juan Giménez de Aguilar (1876 - 1947), un pionero de la geoconservación en España. En: *Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo*. Cuadernos del Museo Geominero, 15 (Eds.: J. Vegas, A. Salazar, E. Díaz-Martínez y C. Marchán). Instituto Geológico y Minero de España, 269-276.

Salazar-Rincón, A., Ortega-Ruiz, I., Portero-García, G., Mendiola-Gómez, I. y Tamés-Urdain, P. (1996). El Patrimonio Geológico de Gipuzkoa: Inventario, divulgación y gestión. *Geogaceta*, 19, 221-223.

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

Villalobos Megía, M. y Pérez Muñoz, A.B. (2006). *Geodiversidad y Patrimonio Geológico de Andalucía - Itinerario geológico por Andalucía - Guía didáctica de campo (CD)*. Fundación Gypaetus - Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, 326 p. Último acceso 14 de febrero de 2013 ([http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/servicios\\_generales/doc\\_tecnicos/2006/geodiversidad\\_patrimonio/gui\\_georrecursos\\_andalucia.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/servicios_generales/doc_tecnicos/2006/geodiversidad_patrimonio/gui_georrecursos_andalucia.pdf)). ■

*Este artículo fue solicitado desde ECT el día 14 de octubre de 2013, y aceptado definitivamente para su publicación el 11 de febrero de 2014.*

## El Croscat, el volcán más reciente de la península ibérica: de cantera y vertedero comarcal a reserva natural con un uso pedagógico intenso

*Croscat, the latest volcano of the Iberian Peninsula: from quarry and regional landfill to a natural reserve with a an intense educational use*

JOSEP M. MALLARACH

Geólogo, consultor ambientalista y miembro de la Comisión Mundial de Áreas Protegidas de UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). Apartado de correos 148, 17800 Olot (Girona). E-mail: mallarach@silene.es

En este anexo, escrito por quien ocupó el cargo de Director del Parque Natural de la Zona Volcánica de la Garrotxa entre 1985 y 1991, se expone la historia patrimonial reciente del volcán Puig del Croscat (o simplemente Croscat), que ya fue descrito por Charles Lyell en sus *Principles of Geology* (1833), obra fundamental de la geología moderna, y que es visitado actualmente por decenas de miles de estudiantes al año.

La zona volcánica de la Garrotxa, situada en el Pre-Pirineo catalán, es el campo volcánico cuaternario más reciente y mejor conservado de la Península Ibérica. Desde 1808 ha sido objeto de estudios, cartografías y publicaciones científicas, que han generado una amplia bibliografía. Aunque en 1917 ya se propuso su declaración como parque nacional (Mallarach, 1998), a fines de 1960, el Gobierno español otorgó una serie de concesiones mineras para extraer “puzolana” en la zona. Las concesiones autorizaban de hecho la destrucción de todos los conos estrombolianos e hidromagmáticos más recientes, mejor conservados y de mayor interés científico y paisajístico, puesto que sus dimensiones modestas, entre 30-180 m de altura, permitían explotar la práctica totalidad de los mismos.

El volcán Croscat (Fig. 1) es un cono estromboliano formado esencialmente por lapilli, de unos 160 m de altura relativa, con cuatro pequeños conos adventicios a sus pies, que se erige sobre un apilamiento de coladas y piroclastos generados por erupciones volcánicas anteriores, que suman más de 100 m

de grosor. Se pueden observar en él tres fases eruptivas, las dos primeras de tipo estromboliano y la última efusiva. El manto de lapilli de la segunda etapa eruptiva cubrió todos los conos volcánicos vecinos en un radio de varios kilómetros. Su cráter, en forma de herradura, está abierto hacia el oeste, por donde emitió una colada de lava basáltica, con una morfología de tipo *aa*, colonizada actualmente por un hayedo singular que le confiere aun mayor valor paisajístico. Sus flancos están completa-

mente cubiertos de vegetación forestal, perennifolia en la solana y caducifolia en la umbría. La edad de su actividad, calculada mediante distintas metodologías (termoluminiscencia de plagioclasas y radiocarbono), ha dado valores comprendidos entre 11.000 y 9.500 años a.C, es decir, que la erupción acaeció al inicio del Holoceno, durante la civilización paleolítica del Magdalenense (Guérin *et al.* 1985, Puiguriguer *et al.* 2012).

El fin del régimen dictatorial franquista, en 1975, permitió recuperar en



Fig. 1. Vista área del volcán Croscat, mostrando la zona explotada que se ha rehabilitado y constituye actualmente un afloramiento geológico. Autor: Pep Callís. Imagen cedida por el Parque Natural de la Zona Volcánica de la Garrotxa, depositada en su Centro de Documentación.

Cataluña las *Escoles d'estiu* (Escuelas de verano) dirigidas a docentes y que en muchos lugares, como en la comarca de la Garrotxa, despertaron de nuevo el interés por la didáctica de la naturaleza a partir de itinerarios en la zona volcánica. Correlativamente, la afluencia de estudiantes aumentó ostensiblemente, visitando la mayoría los volcanes Croscat y Santa Margarida. Se dio el caso que el ritmo de extracción de piroclastos aumentó al mismo tiempo, con la incorporación de maquinaria pesada, lo que disparó la alarma y motivó la creación de una plataforma ciudadana local, liderada por geólogos y botánicos, denominada *Comissió Promotora per a la Protecció de la Zona Volcànica*. Dicha comisión impulsó una activa campaña de información, sensibilización y denuncia, que culminó con la celebración del *Congrés de Cultura Catalana* en octubre de 1977, que reunió a más de un millar de personas de todo el país en las canteras del volcán Croscat. Se implicaron también prestigiosos geólogos catalanes como los Drs. Lluís Solé i Sabarís y Oriol Riba i Arderiu, así como el botánico Dr. Oriol de Bolòs, que lideraron diversas comisiones científicas asesoras creadas inicialmente por los ayuntamientos de Olot y Santa Pau y más adelante por el Gobierno autonómico. Todo ello contribuyó a que la campaña alcanzara finalmente el apoyo de los poderes públicos de Cataluña.

Después de cuatro décadas de silencio, el contexto político y social de la transición era propicio para estas reivindicaciones. La campaña para salvaguardar la zona volcánica de la Garrotxa confluyó con otras reivindicaciones similares, impulsadas por las primeras organizaciones ecologistas y plataformas ciudadanas de Cataluña, como es el caso del delta del Ebro o de las marismas de l'Alt Empordà. El dilema de fondo era el siguiente: ¿había que considerar y valorar los conos volcánicos como un recurso minero explotable o como un patrimonio geológico que debía preservarse y ponerse en valor con finalidades científicas, pedagógicas y turísticas? Se trataba de alternativas excluyentes, puesto que al ser un recurso no renovable, la explotación minera comportaba inexorablemente la destrucción del patrimonio geológico. Y estamos hablando de los años 70, cuando aún no se habían comenzado a realizar inventarios de lugares de interés geológico en España.

En paralelo, y de manera gradual, se fueron multiplicando las ofertas y actividades pedagógicas de la zona volcánica, especialmente alrededor de los volcanes

Croscat y Santa Margarida. A inicios de los ochenta, la publicación de la primera guía de campo, con nueve itinerarios geobotánicos (Mallarach y Riera, 1981) y del primer mapa litológico y geomorfológico didáctico a escala 1:20.000 (Mallarach, 1982) fueron hitos, que, junto con la señalización de los itinerarios sobre el terreno, atrajeron a grupos de estudiantes de toda Cataluña, desde secundaria a universitarios, cuyo número desde entonces no ha cesado de aumentar. El estado de opinión social a favor de la conservación fue creciendo en la zona hasta llegar a ser mayoritario.

Una vez recuperada la Generalitat de Catalunya, su Parlamento aprobó por unanimidad la Ley 2/1982, de 3 de marzo, de protección de la zona volcánica de la Garrotxa. Esta ley estableció un Paraje Natural de Interés Nacional para el conjunto de la zona volcánica y una serie de Reservas Integrales de interés geobotánico para proteger los conos volcánicos mejor conservados, incluido el Croscat. Dicha ley prohibía taxativamente (art.3.4) cualquier extracción de materiales piroclásticos en todo el Paraje Natural. Fue la primera ley aprobada por un parlamento autonómico para proteger un espacio natural. Recurrida inmediatamente por el Gobierno Central, no entró en vigor hasta la sentencia 69/1982 del Tribunal Constitucional, a favor de la Generalitat. Es importante señalar que más del 90% de los espacios naturales protegidos existentes actualmente en España han sido creados por las Comunidades Autónomas a partir de esa fecha (Múgica *et al.*, 2012; ver también el artículo de Díaz-Martínez *et al.*, al cual se encuentra anexada esta aportación).

El conflicto que se planteó entonces entre la Ley nacional 22/1973, de 21 de julio, de Minas y la Ley 2/1982 de Cataluña tuvo curiosas vicisitudes durante los años siguientes, que han sido descritas en varias publicaciones (Mallarach y Riera, 1981; Mallarach, 1998). La situación problemática del Croscat incluso se agravó ya que una parte de la cantera, de propiedad municipal, se utilizó como vertedero de residuos sólidos urbanos de Olot y Santa Pau, poblaciones que sumaban más de 30.000 habitantes. En 1985 la Ley 12/1985 de 13 de junio de Espacios Naturales de Cataluña, confirmó y actualizó el régimen de protección preexistente, reclasificando la zona volcánica de la Garrotxa como Parque Natural y los conos volcánicos como Reservas Naturales. La aplicación efectiva del régimen de protección no fue sencilla, porque los derechos derivados de la legislación minera

seguían vigentes hasta su caducidad. En este escenario, los desaguisados no terminaron hasta que en 1991, después de largas negociaciones y diversas compensaciones (una de las cuales comportó la extracción de más de un millón de toneladas de lapilli), el Gobierno autonómico de Cataluña adquirió la empresa minera, clausurando su actividad y expropiando las fincas privadas del Croscat. Fue entonces cuando, por fin, empezaron los trabajos de restauración parcial del volcán, reacondicionando las zonas del flanco norte, que habían sido explotadas y degradadas tanto por las actividades mineras como por el vertedero, con la finalidad de revalorizar los afloramientos geológicos para su utilización didáctica.

Hay que decir que el amplísimo apoyo social que obtuvo la campaña conservacionista en la comarca no se explica sólo por motivos altruistas, sino también por razones más tangibles, de tipo social y económico. La actividad extractiva generaba muy pocos puestos de trabajo, el molesto tránsito de camiones pesados estropeaba las carreteras locales y los beneficios económicos apenas repercutían en la comarca. Además, el lapilli explotado era un producto de valor modesto, con muchos posibles sustitutos. En cambio, el aprovechamiento de los volcanes como patrimonio natural, especialmente geológico, tenía un potencial muy superior al carecer de lugares que puedan hacerle la competencia en un radio de casi 200 kilómetros, en el que vivían entonces unos seis millones de personas. Esta perspectiva se confirmó al irse creando cientos de puestos de trabajo vinculados, directa o indirectamente, al Parque Natural. Más tarde, en 2006, el Parque Natural de la Zona Volcánica de la Garrotxa se convirtió en el primer parque español que elaboró y aprobó la Carta Europea de Turismo Sostenible, un modelo de turismo basado en la concertación entre el sector público y privado, que permite actualmente recibir y acoger cerca de medio millón de visitantes al año en la zona volcánica, mediante establecimientos de turismo rural y empresas locales, muchas de ellas familiares. Por tanto, el Croscat es un caso paradigmático para mostrar cómo la conservación del patrimonio natural y la mejora de la economía local pueden ir claramente del brazo.

Hoy día, la Zona Volcánica de la Garrotxa cuenta con varios centros de información y en ella trabajan numerosos guías y educadores preparados para acompañar grupos escolares de todos los niveles. Los últimos años se han pu-

blicado diversas guías, itinerarios, y mapas geológicos y geobotánicos de gran calidad (Martí *et al.* 2000; Losantos *et al.* 2007) y el Parque Natural ha creado un equipamiento didáctico al pie del Croscat. Además, en Olot, la capital comarcal situada a sólo 5 km de distancia del Croscat, está el *Museu dels Volcans*, un equipamiento de dimensiones modestas pero de gran interés didáctico. Adicionalmente, la web del Parque Natural (<http://www.parcscatalunya.net>) y de sus Centros de Información (<http://bit.ly/CIPNZVG>), ofrece interesantes recursos y sugerencias para optimizar el rendimiento pedagógico de la visita (normas de acceso, horarios de atención, itinerarios, lugares de interés natural y cultural, guía de campo de la zona volcánica en varios idiomas, etc.).

## BIBLIOGRAFÍA

Múgica de la Guerra, M., Martínez-Alandi, C., Gómez-Limón, J., Puertas-Blázquez, J. y

Atauri-Mezquida, J.A. (2012). *Anuario 2011 del estado de las áreas protegidas en España*. Fundación Fernando González Bernáldez, 184 p. Último acceso el 14 de febrero de 2014 (<http://www.redeuroparc.org/img/publicaciones/Anuario2011.pdf>).

Guérin, G., Benhamou, G. y Mallarach, J.M. (1985). Un exemple de fusió parcial en medi continental. El vulcanisme quaternari de Catalunya. *Vitrina: publicació del Museu Comarcal de la Garrotxa*, 1, 19-26.

Lyell, C. (1833). *Principles of Geology*. John Murray, London, 511p.

Mallarach, J.M. y Riera, M. (1981). *Els volcans olotins i el seu paisatge. Iniciació a la seva coneixença segons nou itineraris pedagògics*. Ed. Serpa, Barcelona, 250 p.

Mallarach, J.M. (1982). *Carta geològica de la regió volcànica d'Olot. Litologia i Geomorfologia. Geologic - Mapa of the Olot Volcanic Region. Lithology and Geomorphology*. (Escala 1:20.000). Ed. Maber - Ajuntament d'Olot.

Mallarach, J.M. (1998). *El vulcanisme prehistòric de Catalunya*. Diputació de Girona, 320 p.

Martí, J., Pujadas, A., Ferrés, D., Planagumà, L., y Mallarach, J.M. (2001). *El vulcan-*

*isme. Guia de camp de la zona volcànica de la Garrotxa*. Parc Natural de la zona volcànica de la Garrotxa. 101 p. Último acceso el 2 de marzo de 2014. ([http://www2.gencat.cat/docs/parcsnaturals/Home/Zona%20Volcanica%20de%20la%20Garrotxa/Coneix-nos/Centre%20de%20documentacio/Fons%20documental/Biblioteca%20digital/Educacio%20Ambiental/El%20Vulcanisme%20guia%20de%20camp%20de%20la%20zona%20volcanica%20de%20la%20Garrotxa/2001\\_Guia\\_vulcanisme\\_PNZVG.pdf](http://www2.gencat.cat/docs/parcsnaturals/Home/Zona%20Volcanica%20de%20la%20Garrotxa/Coneix-nos/Centre%20de%20documentacio/Fons%20documental/Biblioteca%20digital/Educacio%20Ambiental/El%20Vulcanisme%20guia%20de%20camp%20de%20la%20zona%20volcanica%20de%20la%20Garrotxa/2001_Guia_vulcanisme_PNZVG.pdf)).

Losantos, M., Planagumà, LL. Bassols, E., Pijuan, J., de Paz, A. y Berástegui, X. (2007). *Carta vulcanològica de la zona volcànica de la Garrotxa*. Escala 1:25.000. Institut Cartogràfic de Catalunya, Institut Geològic de Catalunya i Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Último acceso el 2 de marzo de 2014 ([http://www1.igc.cat/web/gcontent/pdf/mapes/igc\\_CVZVG25M\\_v1g.pdf](http://www1.igc.cat/web/gcontent/pdf/mapes/igc_CVZVG25M_v1g.pdf))

Puiguríguer, M., Alcalde, G. Bassols, E. Burjachs, F., Expósito, I., Planagumà, L. y Saña, M. (2012). Noves datacions per a la cronologia de l'erupció del volcà Croscat (La Garrotxa). *Annals de la delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural*, 5, 5-11. ■