



DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA ESTIMAR LAS PRESIONES Y AMENAZAS QUE AFECTAN AL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS TIPOS DE HÁBITAT HIPÓGEOS CONTINENTALES

Pedro A. Robledo
Juan José Durán
Eulogio Pardo-Igúzquiza





DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA ESTIMAR LAS PRESIONES Y AMENAZAS QUE AFECTAN AL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS TIPOS DE HÁBITAT HIPÓGEOS CONTINENTALES





Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización.

El presente documento fue realizado en el marco del proyecto *Establecimiento de un sistema estatal de seguimiento del Estado de Conservación de los Tipos de Hábitat en España*, promovido y financiado por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, desarrollado entre 2015 y 2017.

Dirección técnica del proyecto

Rafael Hidalgo Martín¹

Realización y producción

Tragsatec

Coordinación general

Elena Bermejo Bermejo² y Juan Carlos Simón Zarzoso²

Coordinación científica

Pedro A. Robledo Ardila³

Autores

Pedro A. Robledo Ardila³

Juan José Durán Valsero³

Eulogio Pardo-Igúzquiza³

Coordinación y revisión editorial

Jara Andreu Ureta²

Íñigo Vázquez-Dodero Estevan²

¹ Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental. Ministerio para la Transición Ecológica

² Tragsatec, Grupo Tragsa

³ Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

A efectos bibliográficos la obra debe citarse como sigue:

Robledo P A, Durán J J & Pardo-Igúzquiza E. 2019. Descripción de procedimientos para estimar las presiones y amenazas que afectan al estado de conservación de los tipos de hábitat hipógeos continentales. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 14 pp.

Las opiniones que se expresan en esta obra no representan necesariamente la posición del Ministerio para la Transición Ecológica. La información y documentación aportadas para la elaboración de esta monografía son responsabilidad exclusiva de los autores.



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Edita:

© Ministerio para la Transición Ecológica

Secretaría General Técnica

Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es>

NIPO: 638-19-088-X

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. IDENTIFICACIÓN DE PRESIONES Y AMENAZAS QUE AFECTAN A LAS CAVIDADES.....	8
3. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS.....	10



1. INTRODUCCIÓN

Las cavidades son medios muy frágiles que permanentemente sufren presiones y amenazas, tanto en superficie como en el subsuelo. Las cavidades kársticas son la parte vadosa de un acuífero carbonatado kárstico por lo que cualquier incidencia en la superficie tendrá repercusiones sobre la zona vadosa y, posteriormente, sobre la zona freática.

En la actualidad, muchas cavidades están siendo alteradas debido a prácticas antrópicas que no se regulan bajo ninguna figura legal, aunque por defecto, el subsuelo es público según la legislación española. Entre las actividades antrópicas que más pueden modificar el tipo de hábitat están:

- La agricultura, por el aporte de sustancias contaminantes como nitratos o pesticidas (y otros compuestos químicos) a las aguas de infiltración.
- La ganadería, especialmente cuando se concentra en pequeños espacios de terrenos y adyacentes a sistemas endokársticos.
- La construcción de zonas urbanas o áreas de ocio que alteran tanto la zona de recarga del acuífero (infiltración en la cavidad) como la zona de descarga. Además, conlleva normalmente procesos de contaminación ligados a actividades puntuales como fosas sépticas y campos de golf. De estos últimos se derivan abonos nitrogenados y pesticidas, y además suponen, en algunos casos, focos de explotación intensa de acuíferos para el riego del césped.
- La pérdida de cobertura vegetal con la consiguiente repercusión sobre la pCO_2 y la escorrentía superficial.
- La explotación intensiva de los acuíferos, que afecta directamente tanto al volumen de la zona no saturada como a la relación cueva-acuífero.
- El cambio antrópico del caudal de manantiales endokársticos o de ríos perdedores que aportan agua a los acuíferos: interrumpe la dinámica natural de la cavidad, evita procesos de desgasificación de las aguas subterráneas y, por tanto, las reacciones químicas que de ello se derivan.

Para estimar estos puntos básicos y realizar su seguimiento riguroso es necesario:

- a) Estimar el número de espeleotemas (depósitos de precipitación química) alterados o rotos por el acceso no regulado.
- b) Estudiar la calidad del agua subterránea en las cuevas kársticas con lagos endokársticos.
- c) Revisar los planes territoriales urbanísticos y propuesta de modificación, si fuera necesario.
- d) Controlar los parámetros ambientales de las cuevas: temperatura, humedad, CO_2 y ventilación de la cavidad.
- e) Identificar y estimar la superficie de las amenazas constructivas, agrícolas o industriales.
- f) Estudiar los elementos geomorfológicos de interés para observar su evolución.



2. IDENTIFICACIÓN DE PRESIONES Y AMENAZAS QUE AFECTAN A LAS CAVIDADES

En la Tabla 1 se han recogido las presiones y amenazas más importantes, así como los tipos de cavidad a los que más afectan y las medidas de mitigación o prevención recomendadas.

Tabla 1 Cuadro resumen de presiones y amenazas sobre el tipo de hábitat de interés comunitario 8320 Cuevas no explotadas por el turismo. Fuente: elaboración propia.

PRESIONES/AMENAZAS	IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN O PREVENCIÓN RECOMENDADAS	TIPO DE CAVIDAD
Construcción de urbanizaciones sobre la cueva y sobre el acuífero en el que está la cueva	Pérdida de valor geológico, geomorfológico, hidrogeológico y faunístico	Contemplar las cuevas en el Plan General de Ordenación	Litorales y continentales
Construcción de viales sobre la cueva y cerca de la misma	Pérdida del valor geológico, geomorfológico e hidrogeológico	Contemplar las cuevas en los Planes Generales	Litorales y continentales
Construcción de presas	Pérdida del valor hidrogeológico	Contemplar las cuevas en el Plan Hidrológico	Continentales
Vertidos de aguas residuales o fecales sobre la cueva o aguas arriba del acuífero	Hidrogeológica (contaminación del agua)	Contemplar las cuevas en el Plan General de Ordenación y en el Plan Hidrológico	Litorales y continentales
Bombeo de aguas subterráneas en los lagos de la cueva o el acuífero adyacente. Salinización de las aguas subterráneas de los lagos de la cueva	Hidrogeológica (salinización y pérdida del recurso hídrico)	Contemplar las cuevas en el Plan Hidrológico y gestionar sosteniblemente los recursos	Litorales
Sobreexplotación del acuífero adyacente, que lleva a una pérdida de calidad del agua subterránea	Hidrogeológica (salinización y pérdida del recurso hídrico)	Contemplar las cuevas en el Plan Hidrológico y gestionar sosteniblemente los recursos	Litorales y continentales
Entrada masiva de espeleólogos o espeleoturistas que rompen partes importantes del patrimonio geológico de la cavidad	Pérdida de valor geológico, geomorfológico, hidrogeológico y faunístico	Contemplar las cuevas en el Plan de Gestión de Cavidades	Litorales y continentales
Extracción del patrimonio mineralógico por parte de furtivos	Pérdida de valor geológico y mineralógico	Cierre sostenible de la cueva y cooperación con el SEPRONA	Litorales y continentales
Ubicación de vertederos sobre la cueva	Geológico, Hidrogeológica y contaminación	Contemplar las cuevas en el Plan General de Residuos Urbanos	Continentales

Continúa en la siguiente página ►



PRESIONES/AMENAZAS	IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN O PREVENCIÓN RECOMENDADAS	TIPO DE CAVIDAD
Cultivos sobre la cueva	Contaminación de las aguas de la cavidad.	Contemplar las cuevas en Planes sectoriales	Litorales y continentales
En las cuevas Red Natura 2000 ausencia de gestión	Pérdida de valor geológico, hidrogeológica y contaminación del sistema ambiental	Contemplar las cuevas en el Plan de Gestión de Cavidades	Litorales y continentales
En las cuevas de la Red Natura 2000 ausencia de señalización e información	Pérdida de valor geológico, hidrogeológica y contaminación del sistema ambiental	Planes de actuación desde las direcciones generales de Espacios y MITECO	Litorales y continentales
Desconocimiento del sistema hidrogeológico en el que su ubica la cavidad	Pérdida de valor geológico, hidrogeológica y contaminación del sistema ambiental	Direcciones Generales de Recursos Hídricos	Litorales y continentales
Cambio Climático	Pérdida de valor geológico, hidrogeológica y contaminación del sistema ambiental.	Planes de gestión nacionales y autonómicos	Litorales y continentales



3. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS

- Alonso J A, González J J, Ferreras R, Navarro F & Algaba. 1996. Estudio topográfico-espeleológico de la Cueva de Ribadesella y su relación con la Cueva de Tito Bustillo. Informe inédito. En: Blas Cortina M. A. Cuevas prehistóricas de Asturias. Arte rupestre paleolítico. Ediciones Trea, S. L. Consejería de Cultura del principado de Asturias. Gijón. 91 pp.
- Alonso J L, García-Ramos J C & Gutiérrez M. 1999. Control estructural de la cavidad kárstica "La Cueva" (Ribadesella, Asturias). pp. 65-76. En: Andreo B, Carrasco F & Durán J J (eds.) Contribución del estudio científico de las cavidades kársticas al conocimiento geológico. Patronato de la Cueva de Nerja. Instituto de Investigación.
- Alonso V & González J J. 1998. Presencia de hielo glacial en los Picos de Europa (cordillera Cantábrica). El helero del Jou Negro. Cuaternario y Geomorfología. 12(1-2): 35-44.
- Ayala F J, Rodríguez-Ortiz J M, del Val J, Durán J J, Prieto C & Rubio J. 1986. Memoria del mapa del karst de España. Instituto Geológico y Minero de España. 68 pp.
- Benavente J, Pulido A & Fernández R. 1986. Les grands caractères de l'hydrogéologie karstique dans les Cordillères Bétiques. Karstologia mémoires. 1: 87-99.
- Calaforra J M. 1996. Contribución al conocimiento de la karstología de yesos. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Cañaveras J C, Sánchez-Moral S, Bedoya J, Soler V & Lario J. 2002. Estudios geomicrobiológicos en la Cueva de Altamira (Cantabria, N España). pp. 515-521. En: Carrasco F, Durán J J & Andreo B. (eds.) Karst and Environment. Fundación Cueva de Nerja, Málaga.
- Carcavilla L, Belmonte Á, Durán J J & Hilario A. 2011. Geoturismo: concepto y perspectivas en España. Revista de enseñanza de las Ciencias de la Tierra. 19-1: 81-94.
- Carcavilla L, López-Martínez J & Durán J J. 2007. Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. IGME. Serie Cuadernos del Museo Geominero, nº 7, Madrid. 360 pp.
- Cendrero A & Díaz de Terán J R (coordinadores). 1987. Guía de Excursiones. VII Reunión sobre el Cuaternario. Santander. 115 pp.
- Corrín J. 1992. Las cavidades principales en los montes alrededor de Matienzo (Ruesga, Cantabria). pp. 345-355. En: Actas del V Congreso Español de Espeleología. Camargo, Santander.
- Dabrio C, Zazo C & Goy J. 1987. Pleistocene sealevel changes in the bay of Cádiz (SW Spain). En: Zazo C (ed.) Late Quaternary sealevel changes in Spain. Trabajos sobre neógenocuaternario. 10: 265-282.
- Davis R L & Johnson C R. 1989. Karst hydrology of San Salvador. pp. 118-136. En: Mylroie J E (eds.) Fourth Symposium on Geology of Bahamas. Bahamas, USA.
- Davis S N & Weist R. 1971. Hidrogeología. Barcelona: Editorial Ariel. 325 pp.
- Del Val J & Hernández M. 1989. El karst en el macizo hespérico. pp. 217-229. En: Durán J J & López-Martínez J (eds.) El karst en España. Monografías nº 4. Sociedad Española de Geomorfología. Madrid.
- Delannoy J J & Díaz del Olmo F. 1986. La serranía de Grazalema (Málaga Cádiz). Karstologia Mémoires. 1: 55-70.



- Delannoy J J & Guendon J L. 1986. La sierra de las Nieves (Málaga). La Sima G.E.S.M. Etude géomorphologique et spéléologique. Karstologia Mémoires. 1: 71-85.
- Díaz del Olmo F & Delannoy J J. 1989. El karst en las cordilleras béticas: subbético y zonas internas. pp. 175-185. En: Durán J J & López-Martínez J (eds.) El karst en España. Monografías nº 4. Sociedad Española de Geomorfología. Madrid.
- Díaz del Olmo F, Baena R, Ruiz B & Álvarez G. 1992. La sequence tardiglaciaire-holocene du travertin de Priego de Córdoba. pp. 177-190. En: Karst et evolutions climatiques. Hommage a J. Nicod. Bordeaux: Presses Universitaires.
- Durán J J & López-Martínez J. 1989. Perspectiva general del karst en España. pp. 13-28. En: Durán J J & López-Martínez J (eds.) El karst en España. Monografías nº 4. Sociedad Española de Geomorfología. Madrid.
- Durán J J & Molina J A. 1986. Karst en los yesos del triás de Antequera (Cordilleras Béticas). Karstologia Mémoires. 1: 37-46.
- Durán J J & Robledo P A. 2002. Karst y Patrimonio Natural. pp. 261-266. In: Carrasco F, Durán J J & Andreo B (eds.) Karst and Environment. Fundación Cueva de Nerja, Málaga.
- Durán J J (coord.). 2006a. Guía de las cuevas turísticas españolas. Asociación de Cuevas turísticas Españolas e Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 104 pp.
- Durán J J (coord.). 2006b. Islas de Agua. Patrimonio Geológico e Hidrogeológico de las Islas Baleares. Instituto Geológico y Minero de España; Conselleria de Medi Ambient de les Illes Balears. 256 pp.
- Durán J J. 1994. Cuevas habilitadas de la provincia de Málaga. Una introducción al turismo subterráneo. Diputación Provincial de Málaga. 58 pp.
- Durán J J. 1996. Los sistemas kársticos de la provincia de Málaga y su evolución: contribución al conocimiento paleoclimático del cuaternario en el Mediterráneo occidental. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 409 pp.
- Fernández A, Calaforra J M, Martín W & González M J. 2008. Cavidades turísticas de Andalucía. pp. 105-115. En: Calaforra J M & Berrocal J A (coord.) El Karst de Andalucía (geoespeleología, biospeleología y presencia humana). Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Sevilla.
- Fernández F & Valls M C. 1998. Los colores de la Oscuridad. Cantabria, paraíso subterráneo. Santander. 206 pp.
- Ford D C & Williams P W. 2007. Karst hydrogeology and geomorphology. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK. 562 pp.
- García-Cortés A (ed.). 2008. Contextos Geológicos españoles: una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 235 pp.
- García-Rossell I & Pezzi M C. 1975. Un karst mediterráneo supraforestal en sierra Mágina (Jaén). Condicionamientos geológicos y geomorfológicos. Cuadernos de geografía de la universidad de Granada, Serie monográfica, nº 1: 19-57.
- Ginés J & Ginés A. 1995. Speleochronological aspects of karst in Mallorca. Endins. 20: 99-112.



- González M J. 1996. Grandes cavidades de Andalucía. Las cuevas con más desarrollo. *Subterránea*. 6: 38-48.
- Junta de Andalucía. 1999. Decreto 225/1999, de 9 de noviembre, de regulación y desarrollo de la figura de Monumento Natural de Andalucía. BOJA 146/1999, de 16 de diciembre, 16.177-16.181. Sevilla.
- León J. 1997. Cantabria subterránea. Catálogo de las grandes cavidades, 2 Vol. Santander. 777 pp.
- Lhènaff R. 1986. Répartition des massifs karstiques et conditions générales d'évolution. *Karstologia Mémoires*. 1: 5-24.
- López F & López B. 1989. Geomorfología del karst Prebético. Cordilleras Béticas. pp. 187-200. En: Durán J J & López-Martínez J (eds.) *El karst en España*. Monografías nº 4. Sociedad Española de Geomorfología. Madrid.
- Lores B, Robledo P A & Durán J J. 2012. Algunos aspectos de interés de las relaciones entre el dominio público marítimo-terrestre y los acuíferos costeros. El caso de la isla de Mallorca, Baleares, España. pp. 321-333. En: López-Geta J A, Fernández M, Ramos G, Rodríguez L (eds.) *Nuevas aportaciones al conocimiento de los acuíferos costeros*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, nº 20. 2 vol.
- Murillo J M (ed.). 2013. *Las Aguas Subterráneas y la red Natura 2000*. Instituto Geológico y Minero de España. 416 pp.
- Palmer A N & Palmer M V. 1995. The Kaskaskia paleokarst of the Northern Rocky Mountains and Black Hills, northwestern USA. *Carbonates and Evaporites*. 10: 148-160.
- Palmer A N. 1984a. Geomorphic interpretation of karst features. pp. 173-209. In: LaFleur R G (ed.) *Groundwater as geomorphic agent*. Boston: Allen and Unwin.
- Palmer A N. 1984b. Recent trends in karst Geomorphology. *Journal of Geological Education*. 32: 247-253.
- Palmer A N. 1987. Cave levels and their interpretation. *National Speleological Society Bulletin*. 49: 50-66.
- Palmer A N. 1991. Origin and morphology of Limestone caves. *National Speleological Society Bulletin*. 103: 1-21.
- Palmer A N. 1995. Geochemical models for the origin of macroscopic solution porosity in carbonate rocks. pp. 77-102. In: Budd D A, Saller A H & Harris P M (eds.) *Unconformities and porosity in carbonate strata*. American Association of Petroleum Geologist Memoir series, num. 63.
- Palmer R J & Williams D. 1984. Cave development under Andros Island, Bahamas. *Cave Science*. 11(1): 50-52.
- Palmer R J. 1986. Hydrology and speleogenesis beneath Andros Island. *Cave Science*. 13(1): 7-12.
- Puch C. 1998. *Grandes cuevas y simas de España*. Federación española de Espeleología. Madrid. 794 pp.
- Pulido A. 1986. Le karst dans les gypses de sorbas (Almería). Aspects morphologiques et hydrogéologiques. *Karstologia Mémoires*. 1: 27-36.
- Ramírez F. 1992. Espacios naturales protegidos y karst en Andalucía. Estado de la cuestión. *Actas del VI congreso nacional de espeleología*. 257-270.



- Robledo P A & Durán J J. 2010. Evolución del turismo subterráneo en las Islas Baleares y su papel en el modelo turístico. pp. 305-323. En: Durán J J & Carrasco F (eds.) Cuevas: patrimonio, naturaleza, cultura y turismo. Madrid. España Asociación de Cuevas Turísticas Españolas.
- Robledo P A & Durán J J. 2011. Geoturismo y cavidades: perspectiva en las Islas Baleares, España. ANAIS do 31º Congresso Brasileiro de Espeleologia Ponta Grossa-PR, 21-24 de julho de 2011 – Sociedade Brasileira de Espeleologia.
- Robledo P A, Durán J J & Mateos R. 2009a. Las cuevas de Mallorca como parte del patrimonio geológico y natural de las Islas Baleares. Hacia una ordenación turística sostenible. pp. 305-317. En: Durán J J & López J (eds.) Cuevas Turísticas, Cuevas Vivas. Asociación de Cuevas Turísticas Españolas. Madrid.
- Robledo P A, Durán J J & Tienda T. 2014. Análisis de espeleotemas mixtos y su relación con paleoniveles eustáticos en la Cova des Pas de Vallgornera, Mallorca, España. Actas del 1er Congreso Iberoamericano y 5º Congreso Español sobre Cuevas Turísticas. Arcena, España.
- Robledo P A, Durán J J, Garay P & García J. 2009b. 8310 Cuevas no explotadas por el turismo. 53 pp. En: VV.AA. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.
- Robledo P A. 2010. Informe sobre la instalación de una red sensores en la Cova des Pas de Vallgornera (T.M. Lluçmajor, Mallorca) para el control de los parámetros ambientales frente a la futura construcción de la red de alcantarillado en las urbanizaciones de es Pas y Vallgornera. Instituto Geológico y Minero de España. Informes técnicos. 10 pp.
- Robledo P A. 2013. Estudio científico-técnico del sector oeste de las minas de Galdent, Lluçmajor, Mallorca. Informe técnico inédito. Instituto Geológico y Minero de España. 65 pp.
- Robledo P A. 2014. Informe científico-técnico sobre los perímetros de protección en torno a la Cova des Pas y Vallgornera. Instituto Geológico y Minero de España. Informes técnicos. 78 pp.
- Robledo P A. 2015. Una panorámica de las mayores redes kársticas del Planeta. Conferencia en el Club del Agua Subterránea. Madrid.
- Rodríguez I J & Díaz del Olmo F. 1989. Sierra Morena. pp. 201-208. En: Mapa del cuaternario de España. ITGE, Madrid.
- UNESCO. 2004. Network of National Geoparks seeking UNESCO's assistance. Unpublished report, Paris.
- UNESCO. 2008. Global network of national Geoparks. Unpublished report. www.unesco.org/science/earth/geoparks.shtml. Paris. 2008.
- VV.AA. 1985. Cuevas de España. León: Editorial Everest. 308 pp.
- VV.AA. 1997. El Mundo subterráneo en Euskal Herria. Geografía del Karst. Cultura. Criptopaisajes. Lasarte: Taxomin Ugalde. 308 pp.
- Whitaker F F & Smart P L. 1998. Hydrology, geochemistry and diagenesis of fracture blue holes, South Andros, Bahamas. Cave and Caves Research. 25: 75-82.
- White E L & White W B. 1969. Processes of cavern breakdown. National Speleothem Society Bulletin. 30: 115-129.
- White W B. 1988. Geomorphology and hydrology of karst terrains. University Press. New York. 464 pp.



Wigley T M & Plummer L N. 1976. Mixing of carbonate waters. *Geochemical and Geochemistry Acta*. 40: 989-995.

Williams P. 2008. *World Heritage Caves and Karst. A thematic Study*. IUCN Report. 34 pp.