

# Boletín Informativo



## *Catálogo de Proyectos*

IGME 2006



MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

CATÁLOGO DE PROYECTOS DEL  
IGME 2006

---

© INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23, 28003 Madrid

Tel.: 91 349 57 00. Fax: 91 442 62 16

<http://www.igme.es>

Laboratorios: c/ La Calera, 1. 28760 Tres Cantos (Madrid)

Tel.: 91 803 22 00. Fax: 91 803 22 00

Realización y composición: Gabinete Técnico

Junio 2006

NIPO: 657-06-002-8

Depósito Legal: M-36744-2006

## BOLETÍN INFORMATIVO CATÁLOGO DE PROYECTOS DEL IGME 2006

*Con la publicación del Catálogo de Proyectos, el Instituto Geológico y Minero de España pretende difundir un avance de la actividad científico-técnica más relevante que la institución está llevando a cabo en el año 2006.*

*El catálogo está compuesto por fichas de proyecto, ordenadas de acuerdo con las líneas estratégicas establecidas en el vigente Plan Estratégico 2005-2009, en las que se ofrece información sobre equipos de trabajo, fechas de inicio y finalización de cada proyecto, palabras clave, área geográfica, y un breve resumen del contenido, objetivos y, en su caso, resultados parciales alcanzados.*

*Dado que en muchos casos el resultado de la actividad científico-técnica del IGME no es objeto de publicación convencional, o ésta se hace de modo parcial en revistas especializadas, se pone en conocimiento de los lectores que, una vez finalizados los proyectos, el contenido de los mismos puede ser consultado en el Centro de Documentación del IGME. Asimismo, para obtener mayor y más detallada información sobre los proyectos que figuran en este catálogo, los interesados pueden contactar con la dirección de correo electrónico que figura al pie de las fichas de proyecto.*

*En las últimas páginas del catálogo se incluyen las relaciones alfabéticas de los responsables de cada uno de los proyectos, y de las instituciones o entidades que de alguna forma tienen relación con el desarrollo de los estudios o trabajos en ejecución.*

## ÍNDICE POR LÍNEAS ESTRATÉGICAS

### LÍNEA 1: CARTOGRAFÍA GEOCIENTÍFICA

Mapa geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias a escala 1: 1.000.000 .....	1
Realización del mapa geológico continuo digital a escala 1:50.000 de la provincia de Badajoz .....	2
Cartografía geológica continua de la Zona Subbética y Cuenca del Guadalquivir .....	3
Mapa geológico continuo digital a escala 1:50.000 de la Cordillera Ibérica .....	4
Mapa geológico continuo a escala 1:50.000 en soporte digital de la Zona Cantábrica .....	5
Realización de las hojas del mapa geológico continuo digital del SO del Macizo Ibérico en Andalucía .....	7
Mapa geológico continuo de las Zonas Internas Béticas .....	8
Mapa geológico continuo digital a escala 1:50.000 en la región Tajo-Llanura Manchega .....	9
Mapa geológico continuo de España a escala 1:50.000 ó 1:25.000 en soporte digital: Zona Centroibérica (dominio del Olla de Sapo) .....	10
Cartografía geológica continua a escala 1:50.000 del ámbito pirenaico y de la cuenca Vasco-Cantábrica .....	11
Cartografía geológica continua del complejo del Campo de Gibraltar .....	12
Mapa geológico continuo digital a escala 1:50.000 en la región Duero-Almazán .....	13
Mapa geológico digital continuo a escala 1:50.000 de la Zona Asturoccidental-Leonesa .....	14
Estudio geológico a escala 1:25.000 de la parte occidental del domo de la Pallaresa .....	15
Mapa de rocas y minerales industriales de Galicia a escala 1:250.000 .....	16
Actualización de datos geológico-mineros y preparación de originales de las hojas n <sup>os</sup> : 16-26 (Pontevedra-A Guarda) y 17-27 (Ourense-Verín) del mapa de España de rocas y minerales industriales a escala 1:200.000 .....	17
Mapa nacional de rocas y minerales industriales a escala 1:200.000. Actualización de las hojas n <sup>o</sup> : 19 (León) y 28 (Alcañices) y realización de la n <sup>o</sup> . 29 (Valladolid) y 37 (Salamanca) .....	18
Investigaciones metalogenéticas en las Cordilleras Béticas. Cartografía metalogenética de las hojas: 82 (Morón), 83 (Granada-Málaga) y 87 (Algeciras), del MTN a escala 1/200.000 .....	20
Mapa metalogenético del sector NO de la hoja 76 (Córdoba) a escala 1:200.000 .....	21
Apoyo microscópico a las actividades de metalogenia y de cartografía metalogenética .....	22
Atlas geoquímico de España. Sedimentos de corriente .....	24
Atlas temático, hidrológico e hidrogeológico de la provincia de Alicante .....	26
Diseño de una metodología para la realización de cartografía de peligrosidad de inundaciones en función de su aplicación .....	27
Estudio y cartografía de los peligros geológicos en la comarca del Altiplano de la región de Murcia: términos municipales de Yecla y Jumilla .....	28
Cartografía de peligrosidad volcánica de la isla de Tenerife .....	29
Estudio de las litosferas de las zonas Surportuguesa, Ossa-Morena y Centroibérica a través del análisis isotópico Sm-Nd, U-Pb y Lu-Hf de rocas ígneas y sedimentos precámbricos y paleozoicos: Correlación con los supercontinentes paleozoicos Circum-Atlánticos .....	31

Análisis de la cuenca transpresiva de Pedroches (Mississippiense, Andalucía) y de su potencial económico. Modelización de procesos de resedimentación y reconstrucción paleogeográfica .....	33
Apoyo Geológico al proyecto "Estudio de la Plataforma Continental Española (ESPACE)" (Convenio Instituto Español de Oceanografía-Instituto Geológico y Minero de España).....	34
Proyecto Coordinado de Apoyo Geológico y Geofísico al Convenio Marco para la Investigación Científica de la ZEEE ....	35

## LÍNEA 2: RIESGOS GEOLÓGICOS, PROCESOS ACTIVOS Y CAMBIO GLOBAL

Análisis de la vulnerabilidad por movimientos de ladera: desarrollo de las metodologías para la evaluación y cartografía de la vulnerabilidad.....	37
Peligrosidad de los grandes deslizamientos en masa en la isla de Tenerife. Análisis geológico y modelización geomecánica de los mecanismos de inestabilidad .....	39
Estudio sobre riesgos geológicos por erosión, procesos kársticos, aludes y procesos costeros en la provincia de Granada.....	40
Apoyo técnico al plan PRIGEO para el desarrollo de actividades y trabajos relacionados con los movimientos de ladera.....	41
Aplicación de la interferometría radar (INSAR) a los estudios de riesgos geológicos y mineros.....	42
Aplicación de la interferometría radar a los riesgos geológicos.....	43
Trabajos de apoyo en cartografía y estudios de peligrosidad y riesgo ante avenidas e inundaciones enmarcados en el plan PRIGEO.....	44
Estudio sobre la subsidencia por consolidación del terreno producida por el descenso del nivel freático en España.....	45
Estudio del deslizamiento de la ladera del margen izquierdo de Fornalutx .....	47
Trabajos de estabilización de la ladera anexa al Centro Oceanográfico de Canarias y protección del edificio.....	48
Incorporación de métodos geológicos al análisis de peligrosidad por avenidas catastróficas .....	50
Estimación del riesgo geológico en el parque natural Posets-Maladeta.....	51
Microzonación sísmica de las inestabilidades de ladera. Diseño de una metodología y su aplicación a una zona piloto en el Pirineo aragonés (Alto Tena, Huesca).....	52
Estudio de los humedales y de los usos del suelo en la comarca de Doñana y su entorno mediante técnicas de teledetección .....	54
Modelación estratigráfica y sedimentológica de los depósitos plio-cuaternarios del área de Doñana y su entorno (bajo Guadalquivir).....	56
Variabilidad climática y ambiental en el centro de la Península Ibérica durante el Cuaternario. Estudio de alta resolución del registro lacustre del sondeo FU-1 (laguna de Fuentillejo, Ciudad Real) .....	57

## LÍNEA 3: HIDROGEOLOGÍA Y CALIDAD AMBIENTAL

Mejora del conocimiento del término de Alcalá la Real (Jaén) en materia de aguas subterráneas (años 2004-2007).....	59
Actualización y mejora del conocimiento hidrogeológico y funcionamiento de los acuíferos de Alicante .....	61
Investigación y caracterización hidrogeológica de formaciones de baja permeabilidad mediante la aplicación de la unidad móvil de hidrogeología.....	63
Determinación de la relación entre zonas húmedas y acuíferos asociados mediante modelos de flujo de transporte. Aplicación a la gestión sostenible del acuífero Pego-Denia (Alicante) .....	65

Utilización de técnicas hidrogeoquímicas para la determinación del funcionamiento de acuíferos carbonatados litorales. Aplicación al acuífero de la depresión de Benissa (Alicante) .....	66
Análisis y optimización de los modelos matemáticos aplicados al estudio de acuíferos carbonatados. Aplicación a los acuíferos de Crevillente y Quibas (Alicante).....	67
Convenio de colaboración entre la Excm. Diputación de Cuenca y el Instituto Geológico y Minero de España para la mejora del conocimiento hidrogeológico provincial (2005-2007) .....	68
Background criteria for the identification of groundwater thresholds .....	69
Colaboración con la Dirección General de Obras Hidráulicas y de Calidad de las Aguas en la caracterización de los cuerpos o masas de agua subterránea, para la aplicación de la Directiva Marco del Agua .....	70
Estado químico masas de agua.....	71
La acción antrópica en las aguas de la cuenca del río Guadalhorce. Aplicación de la Directiva Marco 2000/60/CEE del Parlamento Europeo a una cuenca piloto del sur de España .....	72
Identificación y caracterización de acuíferos y lugares hidrogeológicos de valor ambiental y patrimonial en Andalucía ...	73
Investigación sobre el comportamiento hidrogeológico de formaciones acuíferas profundas. Aplicación a la unidad hidrogeológica 08.07 (El Maestrazgo). Desarrollo metodológico .....	74
Investigaciones hidrogeológicas puntuales como mejora de los abastecimientos urbanos y seguimiento de sondeos de investigación/explotación para el suministro de recursos hídricos al medio urbano (provincias de Granada y Jaén)...	76
Análisis y caracterización de riesgos por contaminación de agua subterránea debida a metales pesados en la Plana de Castellón. Aplicación al caso del mercurio .....	77
Estudio del funcionamiento hidrogeológico y simulación numérica del flujo subterráneo en los acuíferos carbonatados de Solana y Jumilla-Villena (Alicante y Murcia).....	78
Aplicación de técnicas hidrogeológicas para la incorporación a la ordenación del territorio de medidas preventivas de la contaminación y/o de la explotación inadecuada de los acuíferos en las provincias de Granada y Jaén .....	80
Manual de normas de elaboración y explotación de modelos numéricos en hidrogeología.....	81
Estudio de funcionamiento y aplicación de modelos numéricos en acuíferos carbonatados explotados intensivamente: Serral-Salinas (Murcia-Alicante) .....	83
Evolución del acuífero Motril-Salobreña en situación de influencia antrópica tras la puesta en funcionamiento de la presa de Rules.....	85
Caracterización hidrogeológica de los parques naturales de Huétor, Sierra de Castril, Despeñaperros y Andújar .....	87
Valoración numérica del estado y evolución de los acuíferos. Metodología numérica para definir la evolución de los acuíferos con problemas inducidos por la explotación de los recursos. Aspectos cuantitativos y de calidad.....	88
Ordenación de los datos históricos de piezometría, hidrometría y calidad. Bases de datos regionales, actualización y nuevas aplicaciones informáticas .....	90
Proyecto para la mejora de los parámetros físicos e hidráulicos que rigen el funcionamiento de los acuíferos de la cuenca del Ebro.....	91
Estudio de aplicación de técnicas de electrodiálisis a la descontaminación de suelo .....	92
Colaboración entre la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y el IGME para la realización de trabajos de asistencia técnica en temas de calidad y evaluación ambiental .....	94
Convenio específico entre el Instituto Geológico y Minero de España y el Parque de Maquinaria del Ministerio de Medio Ambiente, para la realización de sondeos de investigación en el año 2006 .....	95

#### **LÍNEA 4: GEOLOGÍA DEL SUBSUELO Y ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO DE CO<sub>2</sub>**

Modelización de flujos subterráneos de gases.....	97
Estudio de las posibilidades de Metano en Capa de Carbón (CBM) en la Cuenca Central Asturiana, Norte de León y área de Barruelo de Santullán.....	99
Proyecto coordinado de investigación de almacenes geológicos de CO <sub>2</sub> en España .....	101
Evaluación de las emisiones de metano en minas de carbón para su aprovechamiento energético y reducción del efecto invernadero. Coal Mine Methane (CMM). Aplicación a la Cuenca Central Asturiana y Cuenca de La Pernía ...	103

#### **LÍNEA 5: RECURSOS MINERALES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA MINERÍA**

Investigación y estudios metodológicos sobre las técnicas geoquímicas y sus aplicaciones.....	105
Exploración regional en la FPE: aplicación del análisis neuronal de datos multidisciplinares a la delimitación de zonas anómalas .....	107
Reconocimiento y estudios metalogénicos de indicios mineros del borde SO de Castilla y León .....	108
Investigación tecnológica sobre un proceso hidrometalúrgico aplicable a los sulfuros polimetálicos de la Faja Pirítica....	109
Estudio y modelización geoquímica de las aguas ácidas del lago minero de la corta Aznalcóllar .....	110
Estudios y asesorías sobre el fenómeno de las aguas de mina: geoquímica, evolución y procesos .....	112
Utilización del Plomo como indicador de vulnerabilidad ambiental en la Faja Pirítica Ibérica (Utpia).....	114
Desarrollo de la infraestructura del conocimiento de los recursos minerales y sus aplicaciones en la provincia de Jaén (2004-2006).....	116
Apoyo a la participación española en el proyecto “Comparación Global de Sulfuros Masivos” (PICG 502).....	117
Magmatismo, actividad hidrotermal y mineralización en cinturones transpresivos: el SO de la Península Ibérica .....	118
Estudio geológico, mineralógico y de aplicaciones industriales de las zeolitas de Cabo de Gata.....	120

#### **LÍNEA 6: GEODIVERSIDAD, PATRIMONIO GEOLÓGICO-MINERO Y CULTURA CIENTÍFICA**

Estudio metalogénico y minero de las explotaciones auríferas romanas de la Cuenca Neógena de Coria (Cáceres) .....	121
Caracterización de contextos geológicos españoles de relevancia internacional .....	122
Investigación, puesta en valor y mejora de las colecciones petrológicas (histórica y moderna) del Museo Geominero .....	123
Catalogación, puesta en valor y mejora de las colecciones paleontológicas del Museo Geominero.....	125
Caracterización paleontológica del tránsito Plioceno-Pleistoceno en la Formación Guadix (Cuenca de Guadix-Baza, Granada) .....	127
Investigaciones metodológicas y normativas del Area de Laboratorios del IGME durante el periodo 2004-2007.....	129
Mejora y adaptación de los servicios de análisis y ensayos a las demandas existentes.....	130



**LÍNEA 7: SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOCIÉNTIFICA**

Estudio, tratamiento informático y documental de la documentación del Comité Polar Español (CPE) .....	131
Sistema de Información del Agua Subterránea en España.....	133
Actualización general del fondo cartográfico de la Biblioteca del IGME .....	135
Investigación y desarrollo de funcionalidades en el Sistema de Información Documental y digitalización de la Información Geocientífica Histórica del IGME .....	136
Migración y actualización de Bases de Datos Institucionales.....	138
Incorporación de información geofísica en Sigeof. Sigedat (2004-2007) .....	139
Digitalización de cartografía MAGNA para su tratamiento en el SIG .....	140
Base de Datos y funcionalidades informáticas .....	141
<b>RESPONSABLES DE PROYECTO .....</b>	<b>143</b>
<b>RELACIÓN DE ORGANISMOS, INSTITUCIONES Y EMPRESAS COLABORADORAS .....</b>	<b>145</b>

**Mapa geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias a escala 1: 1.000.000**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Rodríguez Fernández, L.R.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Bellido, F.; Martín-Serrano, A.; Heredia, N.; Martín Parra, L.M.; Nozal, F.; Barnolas, A.
<i>Colaboraciones:</i>	IGM de Portugal, Universidades de Barcelona, Complutense, Castilla-La Mancha, Granada, Salamanca y Oviedo
<i>Fecha de inicio:</i>	27-11-2002
<i>Final previsto:</i>	27-11-2006
<i>Palabras clave:</i>	Cartografía Geológica, Mapa Geológico de España
<i>Área Geográfica:</i>	España y Portugal

**Resumen:**

El Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias o el Mapa Geológico de España a escala 1:1.000.000 son mapas desarrollados por el IGME de forma cíclica desde su fundación. El primero se editó en 1879 y el último en 1994, habiéndose realizado hasta la actualidad 10 versiones del mismo.

La realización del Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias a escala 1:1.000.000 permitirá dotar de una infraestructura de conocimiento geológico homogéneo y global a una unidad geológica de escala continental como es la Península Ibérica.

La finalización del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, proporciona una excelente base de datos cartográfica para la realización de una revisión actualizada del Mapa Geológico de España a escala 1:1.000.000. La reciente publicación del Mapa Geológico de Portugal a escala 1:500.000 proporciona asimismo una base adecuada para la parte occidental de la Península Ibérica. Por último la realización en la actualidad del primer Mapa Geológico de la Plataforma Continental a escala 1:1.000.000, va a proporcionar una excelente base cartográfica para realizar un

mapa completo que incluya por primera vez esa plataforma. La utilización de la base cartográfica digital del IGN permitirá mejorar sustancialmente la precisión cartográfica y además obtener un producto en soporte digital.

La realización del mapa se abordará a partir de mapas de grandes unidades geológicas elaboradas a escala 1: 400.000: Pirineos, Béticas, Cuenca Vasco-Cantábrica, Cadena Ibérica, SO del Macizo Ibérico, NO del Macizo Ibérico, Zona Centro Ibérica, Cuencas cenozoicas interiores, Cataluña costera, Baleares y Canarias. El mapa de Portugal se incorporará a partir de la última edición del mapa 1: 500.000 del IGMP.

Posteriormente se ensamblará el conjunto a escala 1:800.000, para lo que el SIG central del IGME ya ha elaborado la correspondiente base topográfica digital, elaborándose una leyenda unificada (excepto para Canarias).

Por último se producirá la reducción automática a escala 1: 1.000.000 a partir del mapa 1:800.000 digitalizado y la incorporación del Mapa Geológico de la Plataforma Continental.

**Más información:** lr.rodríguez@igme.es

**Realización del mapa geológico continuo digital a escala 1:50.000 de la provincia de Badajoz**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Martín Parra, L.M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Martín Parra, L.M.; Bellido Mulas, F.
<i>Colaboraciones:</i>	Universidades de Extremadura y del País Vasco
<i>Fecha de inicio:</i>	01-07-2005
<i>Final previsto:</i>	01-07-2007
<i>Palabras clave:</i>	Cartografía Geológica Digital, Macizo Ibérico, Badajoz
<i>Área Geográfica:</i>	Badajoz

**Resumen:**

Este proyecto se enmarca dentro del Plan GEODE, cuya finalidad es completar en el plazo de 4 años, un mapa geológico homogéneo en formato digital y a escala 1:50.000 del todo el territorio nacional sobre una base topográfica uniforme, de tal forma que se pueda suministrar esa información al usuario sin limitaciones e incoherencias entre las diferentes Hojas. Se realiza en Convenio con la Junta de Extremadura.

El proyecto tiene por tanto como principal objetivo el obtener una cartografía geológica digital continua y homogénea a escala 1:50.000 de la Provincia de Badajoz sobre la correspondiente base topográfica del IGN (MTN 50), permitiéndose así la identificación y el seguimiento de las distintas unidades cartográficas que conforman toda esa región en una superficie aproximada equivalente al área ocupada por unas 40 hojas.

La información básica de partida para el desarrollo del proyecto es la cartografía geológica del Plan MAGNA recientemente concluida, así como proyectos de infraestructura geológico-minera llevados recientemente a cabo por la Junta de Extremadura.

De forma resumida, las dificultades planteadas se basan fundamentalmente en la existencia de cartografías realizadas por diferentes equipos de trabajo a lo largo de casi 30 años, tiempo durante el cuál se evolucionó sustancialmente en el conocimiento geo-

lógico y en la utilización de los criterios cartográficos, lo que llevó a la falta de continuidad y a incoherencias cartográficas entre hojas adyacentes realizadas en diferentes épocas. Además en el ámbito del proyecto están representadas parte de dos zonas del Macizo Ibérico: La Zona Centroibérica y la de Ossa-Morena.

El trabajo contemplado se desarrollará en tres fases. La primera de ellas se llevará a cabo durante parte del primer año y tiene por objeto el análisis de la cartografía MAGNA así como de la documentación y cartografías existentes a otras escalas, que puedan contribuir a una mejora en la calidad del proyecto. De este análisis saldrá la propuesta de leyenda a aplicar y las actuaciones definitivas para cada hoja. La segunda fase, se llevará a cabo fundamentalmente durante el primer año y primera mitad del segundo año y consistirá en la elaboración de la nueva cartografía continua sobre la base topográfica 1:50.000, elaborada a partir de la BCN25 del IGN. Finalmente, la tercera fase, comenzará en el tercer trimestre del primer año y se desarrollará a lo largo del último año y consistirá en la digitalización y revisión de la cartografía geológica generada. Esta digitalización y la carga de la BDD correspondiente, se llevará a cabo de acuerdo con la normativa específica generada en el Proyecto BADAFI integrado en el Plan GEODE

**Más información:** [lm.martin@igme.es](mailto:lm.martin@igme.es)

## Cartografía geológica continua de la Zona Subbética y Cuenca del Guadalquivir

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Roldán García, F.J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Roldán García, F.J.
<i>Colaboraciones:</i>	Universidad de Granada y Consultora
<i>Fecha de inicio:</i>	30-04-2004
<i>Final previsto:</i>	30-10-2006
<i>Palabras clave:</i>	Geode, Zonas Externas, Cordillera Bética, Cuenca del Guadalquivir, Subbético
<i>Área Geográfica:</i>	Andalucía y Región de Murcia

### Resumen:

Tras más de treinta años de actividad cartográfica el Plan MAGNA ha conseguido cubrir la totalidad del territorio español. Esto nos sitúa en una envidiable posición a nivel internacional ya que muy pocas naciones de nuestro entorno socioeconómico disponen de una infraestructura geológica tan completa y de este detalle. Sin embargo, la prolongación en el tiempo del desarrollo del Plan MAGNA, desde los inicialmente previstos quince años a los treinta y dos que han sido necesarios, ha motivado una importante evolución de los conocimientos geológicos durante el periodo de ejecución del Plan y, por tanto, cambios de criterios cartográficos, a menudo significativos.

Además, dada la organización del Plan MAGNA, que fue diseñado para su ejecución de forma mayoritaria por empresas contratistas, las cartografías se han ido realizando por bloques adjudicados a estas empresas lo que ha provocado algunas discontinuidades o incoherencias cartográficas en los límites de bloques, en número mayor del que puede resultar admisible.

Por todo ello, a pesar de la ingente y sin duda encomiable labor realizada, si se analizan las hojas MAGNA no ya como documentos de lectura individualizada sino en todo el marco de una comarca, región geológica o cuenca hidrográfica, por citar sólo tres ejemplos de entidades territoriales, puede comprobarse cómo las circunstancias anteriormente aludidas restan eficacia y brillantez al resultado final.

Si a ello añadimos que en la actualidad tan sólo están disponibles en formato digital un 50% de las hojas MAGNA, completaremos un panorama paradó-

jicamente desalentador para el usuario del MAGNA como herramienta de análisis territorial en cualquier ámbito geográfico que rebase el marco de unas pocas hojas geológicas

Durante el año 2004 se procederá al establecimiento de la leyenda unificada de la Zona Subbética y de la Cuenca del Guadalquivir y otras cuencas neógenas internas y se propondrán los criterios de correlación a seguir en el desarrollo del proyecto. Para ello se contará con el asesoramiento de expertos en la geología de la región, tanto de la Universidad como de otros organismos públicos. Se mantendrán reuniones de coordinación frecuentes con los responsables de los proyectos GEODE afines, tales como Campo de Gibraltar, Prebético y Cordillera Ibérica. Se hará especial hincapié en la correlación de unidades cartográficas de carácter complejo y hasta ahora no diferenciadas en la mayoría de las hojas geológicas existentes, como son las unidades de tipo gravitacional (olistotromas) y otras no cartografiadas nunca (excepción hecha de la Hoja de Cuevas del Campo), de carácter netamente tectónico con mezcla de unidades mesozoicas y terciarias, cuya cartografía permitirá conocer la evolución estructural de la cordillera, así como establecer los criterios de superposición de cara a la elaboración de otros mapas derivados del Geológico. A finales de 2004 se iniciarán los trabajos de trazado de las nuevas cartografías continuas sobre las bases del IGN, iniciándose la digitalización de las hojas tan pronto como sea posible para su carga en el servidor y puesta en servicio del suministro; estos trabajos se realizarán por contrata.

**Más información:** [fj.roldan@igme.es](mailto:fj.roldan@igme.es)

**Mapa geológico continuo digital a escala 1:50.000 de la Cordillera Ibérica**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Martín-Serrano, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Montes Santiago, M.; Nozal Martín, F.
<i>Fecha de inicio:</i>	26-05-2006
<i>Final previsto:</i>	26-05-2009
<i>Palabras clave:</i>	Cartografía digital, Cordillera Ibérica
<i>Área Geográfica:</i>	Comunidades de Castilla-La Mancha, Aragón y Valenciana

**Resumen:**

Este proyecto se enmarca dentro del Plan GEODE, cuya finalidad es completar en el plazo de 4 años, un mapa geológico homogéneo en formato digital y a escala 1:50.000 del todo el territorio nacional sobre una base topográfica uniforme, de tal forma que se pueda suministrar esa información al usuario sin limitaciones e incoherencias entre las diferentes Hojas

El proyecto tiene por tanto como principal objetivo el obtener una cartografía geológica digital continua y homogénea a escala 1:50.000 de la Cordillera Ibérica sobre la correspondiente base topográfica del IGN (MTN 50), permitiéndose así la identificación y el seguimiento de las distintas unidades cartográficas que conforman toda esa región en una superficie aproximada equivalente al área ocupada por 103 hojas.

La información básica de partida para el desarrollo del proyecto es la cartografía geológica del Plan MAGNA recientemente concluida. De forma resumida, las dificultades planteadas son de diferente índole, así y por una parte, existen cartografías realizadas por diferentes equipos de trabajo a lo largo de casi 30 años, con la consiguiente evolución lógica de conocimientos, técnicas y criterios estratigráficos, lo que implica a veces una falta de homogenización entre hojas. Por otro lado se plantean problemas referentes a la interpretación y ordenamiento secuencial de alguna de las unidades cartográficas e incluso a veces a su indefinición cronoestratigráfica, tanto en lo refe-

rente a los materiales mesozoicos como a los cenozoicos que rellenan las distintas cuencas internas de esta cadena. Finalmente interesa también destacar que en la actualidad existe un gran número de formaciones litoestratigráficas que han sido definidas formalmente y que será necesario identificarlas tanto cartográficamente como sobre leyenda.

El trabajo contemplado se desarrollará a lo largo de algo más de tres años (38 meses) y en tres fases. La primera de ellas se llevará a cabo durante parte del primer año y tiene por objeto el análisis de la cartografía MAGNA así como de la documentación y cartografías existentes a otras escalas, que puedan contribuir a una mejora en la calidad del proyecto. De este análisis saldrá la propuesta de leyenda a aplicar y las actuaciones definitivas para cada hoja. La segunda fase, se llevará a cabo fundamentalmente durante el segundo y tercer año y consistirá en la elaboración de la nueva cartografía continua sobre la base topográfica 1:50.000, elaborada a partir de la BCN25 del IGN. Finalmente, la tercera fase, comenzará en el último trimestre del segundo año y se desarrollará a lo largo del último año y consistirá en la digitalización y revisión de la cartografía geológica generada. Esta digitalización y la carga de la BDD correspondiente, se llevará a cabo de acuerdo con la normativa específica generada en el Proyecto BADAFI integrado en el Plan GEODE

**Más información:** [a.martinserrano@igme.es](mailto:a.martinserrano@igme.es)

## Mapa geológico continuo a escala 1:50.000 en soporte digital de la Zona Cantábrica

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Suárez Rodríguez, M <sup>a</sup> A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Heredia Carballo, N.; Gallastegui Suárez, G.; Rodríguez Fernández, L.R.
<i>Colaboraciones:</i>	Universidad de Oviedo y Consultoras
<i>Fecha de inicio:</i>	02-11-2005
<i>Final previsto:</i>	02-11-2008
<i>Palabras clave:</i>	Cartografía geológica, Mapa geológico continuo digital, Zona Cantábrica, Cobertera Meso-Terciaria de Asturias
<i>Área Geográfica:</i>	Asturias, León, Palencia y Cantabria

### Resumen:

El objetivo del Proyecto es obtener una cartografía geológica continua de la Zona Cantábrica, a escala 1/50.000 en soporte digital sobre la base oficial del IGN. En este proyecto se consideran 33 hojas de MAGNA, con una superficie real equivalente a 31 hojas.

De esta forma se adecua la ingente información obtenida en el Plan MAGNA a los nuevos soportes de información digital, que permitan optimizar su aprovechamiento, para su utilización en diferentes campos del saber y sectores sociales. Este proyecto permitirá obtener una infraestructura de conocimiento geológico actualizado en este área del Macizo Varisco y de la Cobertera Meso-cenozoica de Asturias.

La Zona Cantábrica (ZC) configura la parte más externa de la Cordillera Varisca del NO de la Península Ibérica y se sitúa en el núcleo del Arco Astúrico. Geológicamente está limitada al oeste por el Antiforme del Narcea (Precámbrico); mientras que sus límites norte, sur y este, están determinados por la orogenia alpina, que la ponen en contacto discordante o mecánico con la cobertera mesozoico-terciaria. La sucesión estratigráfica de la ZC está formada por una alternancia de formaciones carbonatadas y siliciclásticas del Paleozoico, siendo esta serie estratigráfica una de las más completas del Macizo Ibérico. Esta sucesión ha sufrido una deformación a nivel superficial de la corteza durante la orogenia varisca, con ausencia casi total de metamorfismo y magmatismo, presentando como principales estructuras desarrolladas pliegues y cabalgamientos asociados.

Posteriormente dentro de lo que se considera el ciclo alpino, primero se produce una etapa distensiva

que comenzó en el Pérmico y prosiguió durante el Mesozoico, a lo largo de la cual se originó la sucesión permo-mesozoica de Asturias, con rocas siliciclásticas y carbonatadas. A continuación, durante del Terciario, se sucede un evento compresivo que produce el levantamiento de la Cordillera Cantábrica con un acortamiento N-S, originándose el relieve actual de dicha cordillera. La deformación alpina en este sector genera dos cuencas sinorogénicas; la parte más septentrional de la Cuenca del Duero (como su cuenca de antepaís) y la Cuenca de Oviedo, dónde los sedimentos que se originan son siliciclásticos y carbonatados de naturaleza lacustre.

Las actividades a realizar para conseguir los objetivos son:

- Correlación de las unidades estratigráficas a lo largo de la ZC y en la Cobertera Meso-Terciaria de Asturias
- Ajuste de contactos geológicos en zonas límites de hojas con cambios de información.
- Incorporación de posibles aportaciones cartográficas

Para ello se contemplan las siguientes acciones:

- Análisis de la información MAGNA existente: aproximación a una leyenda unitaria e identificación de problemas cartográficos de cambio información.
- Recopilación y análisis de información externa al MAGNA: aportaciones cartográficas, estratigráficas..etc.
- Valoración y en su caso incorporación de la información externa
- Obtención de una leyenda única

– Adaptación de la cartografía a la base topográfica del IGN

– Digitalización de la información tratada.

**Más información:** [a.suarez@igme.es](mailto:a.suarez@igme.es)

## Realización de las hojas del Mapa Geológico continuo digital del SO del Macizo Ibérico en Andalucía

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Martín Parra, L.M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Martín Parra, L.M.; Matas, J.; Díez Montes, A.; Sánchez, T.; Bellido, F.; Montes, M.; Palomino, R.; Díaz, E.
<i>Fecha de inicio:</i>	25-06-2003
<i>Final previsto:</i>	25-06-2006
<i>Palabras clave:</i>	Cartografía Geológica Digital, Macizo Ibérico, Andalucía, Faja Pirítica Ibérica
<i>Área Geográfica:</i>	Noroeste de Andalucía

### Resumen:

Este proyecto se enmarca dentro del Plan GEODE, cuya finalidad es completar en el plazo de 4 años, un mapa geológico homogéneo en formato digital y a escala 1:50.000 del todo el territorio nacional sobre una base topográfica uniforme, de tal forma que se pueda suministrar esa información al usuario sin limitaciones e incoherencias entre las diferentes Hojas. Se realiza en Convenio con la Junta de Andalucía.

El proyecto tiene por tanto como principal objetivo el obtener una cartografía geológica digital continua y homogénea a escala 1:50.000 del Suroeste del Macizo Ibérico en Andalucía sobre la correspondiente base topográfica del IGN (MTN 50), permitiéndose así la identificación y el seguimiento de las distintas unidades cartográficas que conforman toda esa región en una superficie aproximada equivalente al área ocupada por unas 57 hojas.

La información básica de partida para el desarrollo del proyecto es la cartografía geológica del Plan MAGNA recientemente concluida, así como un proyecto de infraestructura geológico-minera llevado recientemente a cabo por la Junta de Andalucía.

De forma resumida, las dificultades planteadas se basan fundamentalmente en la existencia de cartografías realizadas por diferentes equipos de trabajo a

lo largo de casi 30 años, tiempo durante el cuál se evolucionó sustancialmente en el conocimiento geológico y en la utilización de los criterios cartográficos, lo que llevó a la falta de continuidad e incoherencias cartográficas entre hojas adyacentes realizadas en diferentes épocas. Además en el ámbito del proyecto están representadas parte de tres zonas del Macizo Ibérico: La totalidad de la parte española de la Zona Surportuguesa, parte de la Zona de Ossa-Morena y el extremo meridional de la Zona Centroibérica.

El trabajo contemplado se desarrollará en tres fases. La primera de ellas contempla la elaboración de 14 hojas del Mapa Geológico continuo Digital a escala 1:50.000, pertenecientes a la Zona Surportuguesa con una leyenda única y criterios homogéneos. La segunda fase contempla la elaboración de 36 hojas del Mapa Geológico Continuo Digital pertenecientes al extremo sur de la Zona Centroibérica y a la Zona de Ossa-Morena, con una leyenda única y criterios homogéneos para cada zona. La tercera fase contempla la actualización de 7 hojas situadas en el límite de las zonas de Ossa-Morena y Surportuguesa y su integración en el Mapa Geológico Continuo Digital de ambas.

**Más información:** [lm.martin@igme.es](mailto:lm.martin@igme.es)



## Mapa geológico continuo de las Zonas Internas Béticas

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Roldán García, F.J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Roldán, F.J.; Marín, C.
<i>Colaboraciones:</i>	Universidad de Granada
<i>Fecha de inicio:</i>	08-10-2004
<i>Final previsto:</i>	08-10-2007
<i>Palabras clave:</i>	Geode, Zonas Internas, Cordillera Bética
<i>Área Geográfica:</i>	Andalucía y Región de Murcia

### Resumen:

Tras más de treinta años de actividad cartográfica el Plan MAGNA ha conseguido cubrir la totalidad del territorio español. Esto nos sitúa en una envidiable posición a nivel internacional ya que muy pocas naciones de nuestro entorno socioeconómico disponen de una infraestructura geológica tan completa y de este detalle. Sin embargo, la prolongación en el tiempo del desarrollo del Plan MAGNA, desde los inicialmente previstos quince años a los treinta y dos que han sido necesarios, ha motivado una importante evolución de los conocimientos geológicos durante el periodo de ejecución del Plan y, por tanto, cambios de criterios cartográficos, a menudo significativos.

Además, dada la organización del Plan MAGNA, que fue diseñado para su ejecución de forma mayoritaria por empresas contratistas, las cartografías se han ido realizando por bloques adjudicados a estas empresas lo que ha provocado algunas discontinuidades o incoherencias cartográficas en los límites de bloques, en número mayor del que puede resultar admisible.

Por todo ello, a pesar de la ingente y sin duda encomiable labor realizada, si se analizan las hojas MAGNA no ya como documentos de lectura individualizada sino en todo el marco de una comarca, región geológica o cuenca hidrográfica, por citar sólo tres ejemplos de entidades territoriales, puede comprobarse cómo las circunstancias anteriormente aludidas restan eficacia y brillantez al resultado final.

Si a ello añadimos que en la actualidad tan sólo están disponibles en formato digital un 50% de las hojas MAGNA, completaremos un panorama paradójicamente desalentador para el usuario del MAGNA como herramienta de análisis territorial en cualquier ámbito geográfico que rebase el marco de unas pocas hojas geológicas.

Durante el año 2005 se procederá al establecimiento de la leyenda unificada de las Zonas Internas y cuencas neógenas asociadas y se propondrán los criterios de correlación a seguir en el desarrollo del proyecto. Para ello se contará con el asesoramiento de expertos en la geología de la región, tanto de la Universidad como de otros organismos públicos. Se mantendrán reuniones de coordinación frecuentes con los responsables de los proyectos GEODE afines, tales como Campo de Gibraltar, Subbético y Prebético.

Los nuevos datos obtenidos de las nueve hojas del Plan MAGNA (3ª serie) de la Región de Murcia, cofinanciado por la Consejería de Turismo y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Murcia, van a permitir poder correlacionar con mayor criterio distintas unidades de los complejos Alpujarride y Maláguide.

Durante el año 2005 se iniciarán los trabajos de trazado de las nuevas cartografías continuas sobre las bases del IGN, iniciándose la digitalización de las hojas tan pronto como sea posible para su carga en el servidor y puesta en servicio del suministro.

**Más información:** [fj.rolდან@igme.es](mailto:fj.rolدان@igme.es)

## Mapa geológico continuo digital a escala 1:50.000 en la región Tajo-Llanura Manchega

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Montes Santiago, M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Montes Santiago, M.; Nozal Martín, F.; Martín-Serrano, A.
<i>Fecha de inicio:</i>	18-07-2005
<i>Final previsto:</i>	18-07-2008
<i>Palabras clave:</i>	Cartografía Geológica Digital, Cuenca del Tajo, Llanura Manchega
<i>Área Geográfica:</i>	Comunidades de Madrid y Castilla-La Mancha

### Resumen:

El proyecto se enmarca dentro del Plan "GEODE", cuya finalidad es completar, en el plazo de 4 años, un mapa geológico homogéneo en formato digital a escala 1:50.000 de todo el territorio nacional sobre una base topográfica uniforme. De tal forma, que se pueda suministrar en formato continuo, es decir, sin las limitaciones e incoherencias cartográficas entre las diferentes Hojas.

Este proyecto tiene por tanto como objetivo concreto el obtener una cartografía geológica digital continua y homogénea a escala 1:50.000, sobre la base topográfica del IGN correspondiente (MTN 50), de la "región geológica" correspondiente a las Cuencas cenozoicas del Tajo y la Llanura Manchega, permitiendo la identificación y el seguimiento de las distintas unidades cartografiadas a lo largo de la región que comprende una superficie equivalente aproximada de 70 hojas.

La información básica de partida para el desarrollo del proyecto es la cartografía geológica del Plan MAGNA recientemente concluida. De forma resumida, las dificultades planteadas son de diferente índole, por una parte, cartografías MAGNA realizadas por diferentes equipos, a lo largo de 30 años con la consiguiente evolución lógica de conocimientos, técnicas y criterios. Por otra, las relativas a la propia geología

de la cuenca: materiales continentales con frecuentes cambios de facies, y por tanto con relativa o poca continuidad lateral y con imprecisiones cronoestratigráficas. Se han definido unidades litoestratigráficas tanto en el centro de la cuenca como en los bordes, con criterios muy diferentes (litológicos, de facies, tectónicos, secuenciales etc.) y con extensión limitada, sin establecerse las necesarias correlaciones entre las diferentes unidades ni entre los distintos sectores.

El proyecto contempla el desarrollo en cuatro años de tres fases sucesivas: En la primera Fase, con un año de duración, se establecerá la leyenda geológica unificada, detectándose los mayores problemas de correlación y/o definición existentes. La segunda Fase, que comprendería dos años, corresponde a la resolución de los problemas cartográficos planteados, con una dedicación mínima de trabajo de campo e incorporando las nuevas aportaciones, para posteriormente, elaborar la cartografía geológica continua y su adecuación a la nueva base topográfica. Por último, en una tercera Fase que con un año de duración, se procederá a la digitalización de dichas cartografías y a la carga de las bases de datos correspondientes, pudiéndose solapar en el tiempo las labores de las dos últimas fases, según se vaya disponiendo de la información correspondiente.

**Más información:** m.montes@igme.es

## Mapa geológico continuo de España a escala 1:50.000 ó 1:25.000 en soporte digital: Zona Centroibérica (Dominio del Olo de Sapo)

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Rubio, F.J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Rubio, F.J.; Bellido, F.; Martín, L.M.
<i>Colaboraciones:</i>	P. Villar; Junta de Castilla y León, Servicio de Información Territorial
<i>Fecha de inicio:</i>	17-09-2004
<i>Final previsto:</i>	17-09-2007
<i>Palabras clave:</i>	Cartografía Geológica, Cordillera Varisca, Zona Centroibérica, Dominio del Olo de Sapo, Dominio del Esquisto-Grauváquico
<i>Área Geográfica:</i>	Galicia, Castilla y León, Madrid y Castilla – La Mancha

### **Resumen:**

El objetivo del proyecto es la obtención de una cartografía geológica del basamento varisco de la Zona Centroibérica norte (Dominio del Olo de Sapo y enlace con el Dominio del Esquisto-Grauváquico) a escala de 1:50.000, que sea continua y homogénea a lo largo del área concernida, sobre una base topográfica uniforme y en formato digital. La información de partida básica es la cartografía geológica MAGNA, resolviendo los problemas de inconsistencia entre las diferentes hojas, que fueron realizadas a lo largo de un dilatado espacio de tiempo y por diferentes equipos, y que será implementada con nuevas aportaciones científicas existentes.

El proyecto se divide en tres fases sucesivas: en una primera fase se analiza y valora la información existente y se identifican los principales problemas a resolver, proponiéndose, además, una leyenda única para todo el área que recoja la mayor cantidad posible de información. En una segunda fase se resuelven los problemas cartográficos, se incorporan nuevos datos y cartografías y se adapta la cartografía geológica a las bases topográficas oficiales del Instituto Geográfico Nacional. En la tercera fase se realiza la digitalización de la información y su carga en base de datos.

**Más información:** [f.rubio@igme.es](mailto:f.rubio@igme.es)

## Cartografía geológica continua a escala 1:50.000 del ámbito pirenaico y de la cuenca Vasco-Cantábrica

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Robador Moreno, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Robador Moreno, A.; Barnolas, A.; Gil Peña, I.; Bellido, F.
<i>Colaboraciones:</i>	Ente Vasco de la Energía, Univ. del País Vasco, Institut Cartogràfic de Catalunya
<i>Fecha de inicio:</i>	30-04-2004
<i>Final previsto:</i>	30-10-2006
<i>Palabras clave:</i>	Cartografía Geológica, Mapa Geológico de España, Pirineos, Cuenca Vasco-Cantábrica
<i>Área Geográfica:</i>	Castilla-León, Cantabria, País Vasco, La Rioja, Navarra, Aragón, Cataluña

### Resumen:

Este proyecto se enmarca dentro del plan Geode, cuya finalidad es completar un mapa geológico continuo de todo el Estado Español, en formato digital, a escala 1.50.000 en las áreas peninsulares, que se pueda suministrar bajo demanda sin las limitaciones impuestas por los límites de las hojas. Dentro del citado Plan el presente proyecto abarca la unidad geológica constituida por el Pirineo y la Cuenca Vasco-Cantábrica.

Esta unidad, que representa la mayor parte de la cadena producto de la convergencia entre las placas Ibérica y Europea, presenta un registro estratigráfico muy completo, que abarca desde materiales variscos aflorantes en el núcleo de la cadena, en la denominada Zona Axial y en los Macizos Vascos, hasta sedimentos neógenos depositados en cuencas intramontañosas, además de los omnipresentes depósitos cuaternarios. Entre los distintos afloramientos destacan por su extensión y complejidad estratigráfica, los del Cretácico inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica y los de los materiales Eocenos que constituyen las Cuencas de antepaís meridionales: Cuenca de Jaca, Cuenca de Tremp-Graus y Cuenca Surpirenaica oriental.

La base de partida para la elaboración de la cartografía la constituyen los mapas geológicos de la serie MAGNA, que debido al amplio espacio temporal durante el que se realizaron y al uso de diferentes criterios cartográficos presentan un alto grado de inhomogeneidad. La primera tarea a realizar dentro del proyecto consiste, pues, en un análisis y revisión de la cartografía MAGNA disponible y en un profundo estudio de las leyendas estratigráficas de las diferentes hojas acompañado de una propuesta para su homogeneización.

Dentro del proyecto está prevista la incorporación de nuevas cartografías y datos que mejoren la calidad del producto final. Asimismo se identificarán los problemas de representación cartográfica existentes procediéndose a la resolución de aquellos que sean abordables, por presupuesto y dedicación requerida, en el proyecto actual.

La primera fase del estudio culmina con la elaboración de una leyenda geológica única válida para todo el ámbito territorial del área de estudio: Esta leyenda irá acompañada de una ficha realizada para cada hoja MAGNA en la que se incluirán las equivalencias de las unidades litológicas de la leyenda única con las identificadas en la hoja y una relación de los problemas cartográficos que la nueva leyenda plantea en cada hoja.

La segunda fase del proyecto corresponde a la representación de la cartografía sobre la base topográfica del IGN.

La última fase del proyecto contempla la digitalización de la cartografía así como el volcado de toda la documentación generada en una Base de Datos georreferenciada que representa el soporte del mapa geológico continuo (GEODE), incluyendo descripciones de las unidades cartográficas definidas para el GEODE y las relaciones existentes entre las unidades del GEODE y MAGNA.

La conclusión del proyecto contempla también la elaboración de un Informe-Propuesta con una valoración de la calidad final de la cartografía geológica resultante y la descripción de las actividades a desarrollar para su mejora que no han podido ser atendidas en el Proyecto actual.

**Más información:** a.robador@igme.es

## Cartografía geológica continua del complejo del Campo de Gibraltar

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Roldán García, F.J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Roldán García, F.J.
<i>Colaboraciones:</i>	Universidad Pablo Olavide de Sevilla y Consultora
<i>Fecha de inicio:</i>	30-04-2004
<i>Final previsto:</i>	30-10-2006
<i>Palabras clave:</i>	Geode, Campo de Gibraltar
<i>Área Geográfica:</i>	Andalucía

### Resumen:

Tras más de treinta años de actividad cartográfica el Plan MAGNA ha conseguido cubrir la totalidad del territorio español. Esto nos sitúa en una envidiable posición a nivel internacional ya que muy pocas naciones de nuestro entorno socioeconómico disponen de una infraestructura geológica tan completa y de este detalle. Sin embargo, la prolongación en el tiempo del desarrollo del Plan MAGNA, desde los inicialmente previstos quince años a los treinta y dos que han sido necesarios, ha motivado una importante evolución de los conocimientos geológicos durante el periodo de ejecución del Plan y, por tanto, cambios de criterios cartográficos, a menudo significativos.

Además, dada la organización del Plan MAGNA, que fue diseñado para su ejecución de forma mayoritaria por empresas contratistas, las cartografías se han ido realizando por bloques adjudicados a estas empresas lo que ha provocado algunas discontinuidades o incoherencias cartográficas en los límites de bloques, en número mayor del que puede resultar admisible.

Por todo ello, a pesar de la ingente y sin duda encomiable labor realizada, si se analizan las hojas MAGNA no ya como documentos de lectura individualizada sino en todo el marco de una comarca, región geológica o cuenca hidrográfica, por citar sólo tres ejemplos de entidades territoriales, puede comprobarse cómo las circunstancias anteriormente aludidas restan eficacia y brillantez al resultado final.

Si a ello añadimos que en la actualidad tan sólo están disponibles en formato digital un 50% de las hojas MAGNA, completaremos un panorama paradójicamente desalentador para el usuario del MAGNA como herramienta de análisis territorial en cualquier ámbito geográfico que rebase el marco de unas pocas hojas geológicas.

Durante el año 2005 se procederá al establecimiento de la leyenda unificada del campo de Gibraltar y se propondrán los criterios de correlación a seguir en el desarrollo del proyecto. Para ello se contará con el asesoramiento de expertos en la geología de la región, tanto de la Universidad como de otros organismos públicos. Se mantendrán reuniones de coordinación frecuentes con los responsables de los proyectos GEODE afines, tales como Zonas Internas y Subbético. Se hará especial hincapié en la correlación de unidades con facies similares pero que han sido cartografiadas de manera diferenciada por su pertenencia a diferentes unidades tectónicas como Mauritánico (con sus "subunidades" de Nogales, Algeciras y del Corredor de Boyar), Numídico, Almarchal, Ubrique o Numidoides.

En base a ello, durante el año 2005 se iniciarán los trabajos de trazado de las nuevas cartografías continuas sobre las bases del IGN, iniciándose la digitalización de las hojas tan pronto como sea posible para su carga en el servidor y puesta en servicio del suministro; estos trabajos se realizarán por contrata.

**Más información:** fj.roldan@igme.es

### Mapa geológico continuo digital a escala 1:50.000 en la región Duero-Almazán

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Nozal Martín, F.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Nozal Martín, F.; Montes Santiago, M.J.; Martín-Serrano, A.; Suárez Rodríguez, A.
<i>Colaboraciones:</i>	Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León
<i>Fecha de inicio:</i>	30-04-2004
<i>Final previsto:</i>	30-04-2007
<i>Palabras clave:</i>	Cartografía Geológica Digital, Cuenca del Duero, Cuenca de Almazán
<i>Área Geográfica:</i>	Comunidades de Castilla y León y de Aragón

#### Resumen:

El proyecto se enmarca dentro del Plan "Geode", cuya finalidad es completar, en el plazo de 4 años, un mapa geológico homogéneo en formato digital a escala 1:50.000 de todo el territorio nacional sobre una base topográfica uniforme. De tal forma, que se pueda suministrar en formato continuo, es decir, sin las limitaciones e incoherencias cartográficas entre las diferentes Hojas.

Este proyecto tiene por tanto como objetivo concreto el obtener una cartografía geológica digital continua y homogénea a escala 1:50.000, sobre la base topográfica del IGN correspondiente (MTN 50), de la "región geológica" correspondiente a las Cuencas cenozoicas del Duero y de Almazán, permitiendo la identificación y el seguimiento de las distintas unidades cartografiadas a lo largo de la región y que comprende una superficie equivalente aproximada de 100 hojas.

La información básica de partida para el desarrollo del proyecto es la cartografía geológica del Plan MAGNA recientemente concluida. De forma resumida, las dificultades planteadas son de diferente índole, por una parte, cartografías MAGNA realizadas por diferentes equipos, a lo largo de 26 años con la consiguiente evolución lógica de conocimientos, técnicas y criterios. Por otra, las relativas a la propia geología de la cuenca: materiales continentales con frecuentes cambios de facies, y por tanto con relativa o poca con-

tinuidad lateral; escasos yacimientos de fósiles (macro y micro vertebrados) a los que se les añade en algunos casos, poca definición cronoestratigráfica, y en otros, dudosa posición estratigráfica. Se han definido unidades litoestratigráficas tanto en el centro de la cuenca como en los bordes, con criterios muy diferentes (litológicos, de facies, tectónicos, secuenciales etc.) y con extensión limitada, sin establecerse las necesarias correlaciones entre las diferentes unidades ni entre los distintos sectores.

El proyecto contempla el desarrollo en cuatro años de tres fases sucesivas: En la primera Fase, con un año de duración, se establecerá la leyenda geológica unificada, detectándose los mayores problemas de correlación y/o definición existentes. La segunda Fase, que comprendería dos años, corresponde a la resolución de los problemas cartográficos planteados, con una dedicación mínima de trabajo de campo e incorporando las nuevas aportaciones, para posteriormente, elaborar la cartografía geológica continua p.p.d. y su adecuación a la nueva base topográfica. Por último, en una tercera Fase que con un año de duración, se procederá a la digitalización de dichas cartografías y a la carga de la BDD correspondiente, pudiéndose solapar en el tiempo las labores de las dos últimas fases, según se vaya disponiendo de la información correspondiente.

**Más información:** f.nozal@igme.es

**Mapa geológico digital continuo a escala 1:50.000 de la Zona Asturoccidental-Leonesa**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Heredia Carballo, N.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Heredia Carballo, N.; Gallastegui Suárez, G.; Suárez Rodríguez, A.
<i>Colaboraciones:</i>	Universidades de Oviedo y Salamanca
<i>Fecha de inicio:</i>	06-05-2004
<i>Final previsto:</i>	06-05-2007
<i>Palabras clave:</i>	GEODE, Cartografía Geológica, ZAOL
<i>Área Geográfica:</i>	Provincias de Asturias, León, Orense y Lugo

**Resumen:**

La Zona Asturoccidental-Leonesa (ZAOL) ocupa, desde el punto de vista tectonoestratigráfico, una posición intermedia dentro del Orógeno Varisco del NO peninsular. La mayor parte de su superficie esta ocupada por series siliciclásticas del Paleozoico Inferior que se encuentran deformadas en condiciones metamórficas de grado bajo y medio con un desarrollo importante de la esquistosidad. Las rocas presentan hasta tres generaciones de estructuras mayores superpuestas. Así las primeras en formarse son pliegues isoclinales vergentes generalmente hacia el E, en segundo lugar cabalgamientos, en la transición frágil-dúctil, que pueden llevar asociadas gruesas zonas de cizalla y por último pliegues de plano axial subvertical.

Intruyendo a los materiales del Paleozoico inferior aparecen rocas graníticas que afloran en dos alineaciones principales que han sido denominadas de Oeste a Este: Vivero-Sarria y Boal-Los Ancares.

Por último sobre las rocas anteriormente citadas se depositan materiales de edad Estefaniense que constituyen cuencas intramontañosas posttectónicas que han sido deformadas ligeramente durante la Orogenia Alpina, que es la responsable del relieve actual de la zona y cuyas principales estructuras son cabalgamientos y pliegues asociados que llegan a afectar a los materiales terciarios de las cuencas del Duero y Bierzo.

El área correspondiente a la ZAOL ocupa aproximadamente 32 hojas a escala 1:50.000, presentando una irregular cobertura cartográfica. Si bien parte de la ZAOL se halla cubierta por la realización de tres

hojas a escala 1:200.000 bastante recientes (Lugo, Ponferrada y Avilés) en las que ya se ha realizado un esfuerzo por unificar leyendas y cartografías MAGNA, buena parte de su superficie está cubierta por hojas de distintas fechas de realización, la mayoría antiguas (95% de los años 70, 5% de los 80). Este hecho implica la necesidad de la adecuación de las hojas a un formato digital continuo.

Por otro lado, el compromiso institucional del IGME para la utilización de las bases topográficas del IGN conlleva la necesidad de ajustar las cartografías, que habían sido realizadas sobre la base topográfica 1:50.000 del SGE.

De este modo la realización del Mapa Geológico Digital Continuo de la Zona Asturoccidental-Leonesa va a significar una sustancial mejora de la información geológica existente, en base a:

- Correlación de unidades estratigráficas a lo largo de toda la Zona
- Ajuste de contactos geológicos en límites con cambio de información
- Incorporación de aportaciones cartográficas recientes: Tesis, Tesinas, Trabajos de Investigación, Trabajos de Prospección Minera, etc
- Incorporación de los últimos datos radiométricos relativos a la edad de los intrusivos prevariscos
- Sistematización de las unidades intrusivas variscas e incorporación de nuevas edades disponibles
- Obtención de un modelo tectonotermal sencillo pero consistente para todo el área de estudio

**Más información:** n.heredia@igme.es

**Estudio geológico a escala 1:25.000 de la parte occidental del domo de la Pallaresa**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Gil Peña, I.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Gil Peña, I.; Clariana García, P.; Barnolas, A.; Bellido, F.; Pueyo, E.
<i>Colaboraciones:</i>	Universidades de Zaragoza, Oviedo y Complutense de Madrid
<i>Fecha de inicio:</i>	03-11-2004
<i>Final previsto:</i>	03-11-2007
<i>Palabras clave:</i>	Domo Pallaresa, Cambro-Ordovícico, ASM
<i>Área Geográfica:</i>	Huesca, Girona

**Resumen:**

En este proyecto se persigue adquirir un conocimiento detallado de la estructura y estratigrafía de los materiales variscos del domo de la Pallaresa como base a los estudios de medio natural y riesgo geológico. Para ello se realizará una cartografía geológica a escala 1:25.000, incluyendo cortes estructurales de detalle perpendiculares a la dirección principal de la estructura, con muestras orientadas que permitan el análisis meso- y microestructural de las foliaciones variscas y/o alpinas. Aprovechando los marcadores estratigráficos y manteniendo un estricto control estructural se tratará de reconstruir la litoestratigrafía de las todavía pobremente conocidas series cambro-ordovícicas. La estructura interna del plutón de Marimanya será estudiada con técnicas paleomagnéticas (ASM). Hasta la fecha:

- Se han firmado dos contratos (2005 y 2006) y se está tramitando un tercero (2007) con el gobierno andorrano para el estudio del sector andorrano del domo de la Pallaresa, lo cual supone una aportación de fondos al proyecto.
- Se prevé la realización de una nueva asistencia técnica con la universidad de Zaragoza para realizar el estudio de IRM de muestras del macizo de Marimanya: Con esto se obtendría la minera-

logía magnética del plutón, lo cual es de interés porque ayuda a precisar el modelo de emplazamiento del mismo.

- Se ha incorporado como colaboradora del proyecto Belen Oliva (University of Michigan) para el estudio paleomagnético de estructuras complejas.
- Se ha completado la cartografía provisional en formato digital de la zona comprendida entre flanco N del sinclinorio de Tor-Casamanya y Estanys de Llungunella. Minuta provisional hasta la transversal del Coll dels Abós. Columna estratigráfica del Cambro-Ordovícico de este sector del domo de la Pallaresa y cortes estructurales.
- Se han producido las siguientes publicaciones:
  - B. Antolín, T. Román, A. Casas, I. Gil-Peña, B. Oliva y R. Soto (2006, en prensa). "Fábrica magnética del plutón de Marimanya (Pirineo Central)". *Geogaceta*, 39.
  - P. Clariana (2006, en prensa). Estudio estratigráfico y estructural del Cambro-Ordovícico de la zona de "Els Pics Alts" de Andorra (Valles de Comapedrosa y Pla de L'Estany). *Rev. del Centre de Recerca en Ciències de la Terra*, Horitzó, 8.

**Más información:** [i.gil@igme.es](mailto:i.gil@igme.es)



**Mapa de rocas y minerales industriales de Galicia a escala 1:250.000**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Ferrero, A., Baltuille, J.M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Ferrero, A.; Fernández Suárez, J.; Baltuille, J.M.; Nuño Ortea, C.; Rubio Navas, J.; Pérez Cerdán, F.
<i>Colaboraciones:</i>	Consellería de Innovación e Industria de la Xunta de Galicia, a través de su Dirección Xeral de Industria, Enerxía e Minas
<i>Fecha de inicio:</i>	10-10-2005
<i>Final previsto:</i>	10-10-2009
<i>Palabras clave:</i>	Rocas y minerales industriales, áridos, piedra natural, recursos minerales, mapas
<i>Área Geográfica:</i>	Galicia

**Resumen:**

Este proyecto, que se desarrolla en el marco del "Convenio de colaboración específico entre la Consellería de Innovación, Industria e Comercio de la Xunta de Galicia y el Instituto Geológico y Minero de España para la realización de estudios sobre minería y sobre el aprovechamiento industrial de las aguas subterráneas", para el periodo 2005-2008, contempla la creación de infraestructuras básicas de conocimiento de recursos naturales: rocas y minerales industriales.

Los objetivos del proyecto se pueden sintetizar en:

- Realización y preparación de originales del Mapa de Galicia a partir de la mejora del conocimiento regional, para el ámbito de las hojas 1:200.000 N° 1 (Coruña), N° 7 (Santiago de Compostela), N° 8 (Lugo) y de la parte gallega de las N° 2 (Avilés), N° 9 (Cangas de Narcea), N° 18 (Ponferrada) y N° 28 (Alcañices), de la minería de rocas y minerales industriales, útil para la gestión minera del territorio.
- Cumplir uno de los objetivos del IGME, según su Estatuto, como es la realización de la cartografía temática e infraestructural del país.
- Cumplir lo establecido en el Convenio de Colaboración Específico establecido entre la Xunta de Galicia y el IGME, para la obtención de la cartografía de rocas y minerales de las hojas señaladas.

Los trabajos se desarrollarán según la metodología establecida por el IGME para la confección de los Mapas de Rocas y Minerales Industriales a escala 1:200.000. La recopilación y análisis de la documentación existente y los trabajos de campo en los que se actualizarán y completarán los datos geológico-mineros de las explotaciones e indicios permitirán obtener una visión regional sintetizada y actual (para el ámbito considerado) de la distribución del potencial de los recursos de rocas y minerales industriales y de su proyección futura.

La implementación de la información geológico-minera en un sistema de información geográfica, facilitará tanto su gestión como la realización de análisis y síntesis. Además, se facilitará la actualización y difusión de la información. Se preparará la edición de la información en una Memoria y Mapa para cada Hoja, así como una síntesis y Mapa geológico Minero de Rocas y Minerales Industriales de Galicia.

Los trabajos se ha iniciado a finales del año 2005 con la revisión documental de dos de las hojas propuestas y durante el año 2006 se plantea la terminación en formato digital de dos hojas con sus correspondientes memorias y mapas con salida plotter realizados sobre la base de la revisión de documentación existente y actualizaciones en campo

**Más información:** a.ferrero@igme.es ; jm.baltuille@igme.es

**Actualización de datos geológico-mineros y preparación de originales de las hojas nº: 16-26 (Pontevedra-A Guarda) y 17-27 (Ourense-Verín) del Mapa de España de Rocas y Minerales industriales a escala 1:200.000**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Ferrero, A., Baltuille, J.M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Ferrero, A.; Baltuille, J.M.; Rubio Navas, J.; INGEOFISA, S.A.; TECNA, S.A.
<i>Colaboraciones:</i>	Consellería de Innovación e Industria de la Xunta de Galicia, a través de su Dirección Xeral de Industria, Enerxía e Minas
<i>Fecha de inicio:</i>	27-11-2003
<i>Final previsto:</i>	27-05-2006
<i>Palabras clave:</i>	Rocas y minerales industriales, áridos, piedra natural, recursos minerales, mapas
<i>Área Geográfica:</i>	Galicia

**Resumen:**

Este proyecto, que se desarrolla en el marco del "Convenio de colaboración entre el Instituto Geológico y Minero de España y la Consellería de Industria y Comercio de la Xunta de Galicia para la realización de estudios sobre rocas minerales industriales y aprovechamiento industrial de las aguas subterráneas", para el periodo 2002-2005, contempla la creación de infraestructuras básicas de conocimiento de recursos naturales: rocas y minerales industriales.

Los objetivos del proyecto se sintetizan en mejorar el conocimiento regional, para el ámbito de las hojas 1:200.000 N° 16-26 (Pontevedra) y N° 17-27 (Ourense), de la minería de las rocas y minerales industriales, útil para la gestión minera del territorio, y paso previo para la preparación de un Mapa de Rocas y Minerales Industriales de Galicia.

Se trata también de cumplir uno de los objetivos del IGME, según su Estatuto, como es la realización de la cartografía temática e infraestructural del país, así como cumplir lo convenido en el Convenio Específico con la Xunta de Galicia.

**Más información:** a.ferrero@igme.es

Los trabajos se desarrollarán según la metodología establecida por el IGME para la confección de los Mapas de Rocas y Minerales Industriales a escala 1:200.000. La recopilación y análisis de la documentación existente y los trabajos de campo en los que se actualizarán y completarán los datos geológico-mineros de las explotaciones e indicios permitirán obtener una visión regional actual (para el ámbito considerado) de la distribución del potencial de los recursos de rocas y minerales industriales.

La implementación de la información geológico-minera en un sistema de información geográfica, facilitará tanto su gestión como la realización de análisis y síntesis. Además, se facilitará la actualización y difusión de la información. Se preparará la edición de la información en una Memoria y Mapas para cada Hoja.

Además de la preparación de originales para su eventual publicación, se ha preparado una Aplicación informática para facilitar el manejo de la información obtenida durante el desarrollo del Proyecto.

## Mapa Nacional de Rocas y Minerales industriales a escala 1:200.000. Actualización de las hojas nº: 19 (León) y 28 (Alcañices) y realización de la nº. 29 (Valladolid) y 37 (Salamanca)

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Baltuille Martín, J.M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Baltuille, J.M.; Monteserín López, V.; del Olmo Sanz, A.
<i>Colaboraciones:</i>	Martín-Serrano, A. Nozal Martín, F.; Univ. de Salamanca
<i>Fecha de inicio:</i>	18-02-2004
<i>Final previsto:</i>	18-02-2006
<i>Palabras clave:</i>	León, Alcañices, Valladolid, Salamanca, Zona Centrolbérica, Sistema Central
<i>Área Geográfica:</i>	Castilla y León / Cuenca del Duero

### Resumen:

El presente proyecto forma parte de un Plan Institucional de Cartografía del IGME, el Mapa Nacional de Rocas y Minerales Industriales, del que el bloque presente sólo es un hito más de cara a ir completando el estudio y distribución de las Rocas y Minerales Industriales en Unidades Geoestructurales definidas, como es el caso de la Cuenca del Duero. El nuevo mapa pretende superar los modestos objetivos de ser un simple inventario y constituir una verdadera guía de orientación y apoyo a la investigación. Además, el impacto medioambiental que este sector genera, debe de ser valorado y minimizado al máximo; por ello, la información que esta cartografía contiene, es una herramienta de gran utilidad para la administración, encargada de valorar y gestionar estos recursos, de cara a definir una planificación territorial adecuada. Ello es posible actualmente gracias a la sustancial mejora que ha tenido la infraestructura geológica, sobre todo gracias a la ejecución del Plan MAGNA y al actual Plan GEODE, así como a los estudios sectoriales sobre muy diversas sustancias ya realizados.

El objetivo fundamental es la realización de las hojas nº 29 (Valladolid) y 37 (Salamanca) junto con la actualización de los datos de las hojas nº 19 (León) y 28 (Alcañices), ya realizadas en 1992, adaptándolas a la normativa desarrollada para el Mapa Nacional de Rocas y Minerales Industriales a escala 1/200.000, con vistas a que la Administración dé a conocer el potencial de dichas sustancias y fomenta su industria minera y de transformación, con el consecuente fomento del empleo y de la creación de riqueza. La caracterización tecnológica de las principales sustancias es otro aspecto de gran importancia para el usu-

rio del nuevo sistema, así como el rápido acceso a la información.

Por todo ello, la utilidad del presente proyecto se manifiesta en los siguientes aspectos:

- 1º proporcionar al explotador, al prospector y a la Administración, una visión actualizada y realista de los recursos de rocas y minerales industriales, así como de las explotaciones existentes
- 2º aprovechar el conocimiento geológico que del área se tiene, al haberse concluido un bloque vecino del que ahora se propone (hojas 20 y 30), para plasmarlo en un ámbito más amplio y de índole regional
- 3º rentabilizar el esfuerzo económico del IGME hecho en el pasado reciente (1989-1995), con una económica actualización y puesta en valor del producto final obtenido (hojas 19 y 28)
- 4º caracterizar tecnológicamente las principales sustancias
- 5º preparar la información para ser mecanizada con vista a su fácil consulta
- 6º minimizar los efectos medioambientales del sector
- 7º facilitar la correcta ordenación territorial de la zona.

Durante el año 2005 se han revisado las explotaciones e indicios mineros de las distintas hojas 1:50.000, correspondientes a las hojas nº 28 (Alcañices) y 29 (Valladolid), a escala 1:200.000, habiéndose revisado un total de 73 explotaciones e indicios mineros, con sus respectivas fichas, en el ámbito de la Hoja nº 28 (Alcañices) y de 218 explotaciones e indi-

cios mineros, con sus respectivas fichas, en el ámbito de la Hoja nº 29 (Valladolid). Como consecuencia del trabajo de campo realizado y mediante la colaboración de varios investigadores que han realizado sus tesis doctorales en las proximidades de la zona, se

han llevado a cabo modificaciones sustanciales en la cartografía e interpretación de la hoja 304 (Hermisende). Así mismo se reinterpreta parcialmente la columna estratigráfica cambro-ordovícica de todo el mapa de Alcañices.

**Más información:** [jm.baltuille@igme.es](mailto:jm.baltuille@igme.es)

## Investigaciones metalogenéticas en las Cordilleras Béticas. Cartografía metalogenética de las hojas: 82 (Morón), 83 (Granada-Málaga) y 87 (Algeciras), del MTN a escala 1/200.000

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Ruiz Montes, M.; Baeza-Rojano, L.J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Ruiz Montes, M.; Baeza-Rojano, L.J.; Locutura, J.; Bel-lan, A.; Ortiz, G.; Pérez, F.
<i>Colaboraciones:</i>	Laboratorios IGME
<i>Fecha de inicio:</i>	01-03-2001
<i>Final previsto:</i>	31-12-2007
<i>Palabras clave:</i>	Inventario indicios, Cartografía metalogenética, Metalogenia, Tipologías, Metalotectos
<i>Área Geográfica:</i>	Andalucía, Murcia, Valencia

### Resumen:

Desde hace años se trabaja en la revisión y actualización de la Cartografía Metalogenética, cuya base fue, en su día (primeros años de la década de 1970), el Mapa Metalogenético de España a escala 1/200.000. En esta línea se han enmarcado varios proyectos de revisión que contemplan: el inventario de explotaciones mineras e indicios mineros; la recogida, estudio microscópico y análisis de muestras; la confección de fichas individualizadas, con esquemas cartográficos y documentación gráfica; la sistematización de datos y la elaboración de las correspondientes bases de datos; la confección de la base geológica de síntesis; y la elaboración del mapa metalogenético a escala 1/200.000 y de una memoria que incluye síntesis metalogenética y definición de tipos de mineralizaciones y metalotectos.

En el ámbito de las Cordilleras Béticas, desde aquellas fechas se ha aplicado la metodología de Revisión del Mapa Metalogenético de España a todo el territorio de la Región de Murcia y a buena parte de Andalucía, siempre sobre la base de unidades cartográficas a escala 1/50.000 (el trabajo de campo) y 1/200.000 (mapa metalogenético, del que ya se publicaron dos hojas). Acorde con las nuevas directrices de investigación en el IGME, se pretende ahora que la cartografía metalogenética se integre en el programa GEODE, como una capa más de informa-

ción, y que las "memorias metalogenéticas" (sin mapa) se refieran a unidades geológicas con entidad propia; con estas nuevas premisas, los objetivos de (la prórroga de) este proyecto son: concluir el trabajo de campo en las zonas que ya se habían definido y en áreas nuevas, si fuera necesario para completar unidades geológicas; completar la toma de muestras y los pertinentes estudios y análisis; proseguir la elaboración de fichas; sistematizar datos, e iniciar síntesis metalogenéticas de unidades geológicas.

A día de hoy, se puede dar por concluido el trabajo de campo en el ámbito de la hoja 83; y la confección de las correspondientes fichas está sólo pendiente de incorporar los datos que se deriven de los estudios petrológicos y metalogénicos de más de 200 láminas delgadas y probetas pulidas.

En cuanto se refiere a las hojas 82 y 87, aún está pendiente parte del trabajo de campo, selección y estudio de muestras e incorporación de los datos a las fichas ya confeccionadas.

Si ha lugar (y tiempo) se acometerá el estudio de nuevas áreas en orden a completar unidades geológicas. Tal es el caso de las Zonas Internas Béticas, de las que únicamente quedan por reconocer los afloramientos situados al Este del meridiano de Santomera (Murcia).

**Más información:** m.ruiz@igme.es

**Mapa metalogenético del sector NO de la hoja 76 (Córdoba) a escala 1:200.000**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Gumiel, P.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Gumiel, P.; Locutura, J.; Baeza-Rojano, L.; Montero, F.J.
<i>Fecha de inicio:</i>	05-07-2005
<i>Final previsto:</i>	05-07-2007
<i>Palabras clave:</i>	Mapa metalogenético, Indicios, Zona de Cizalla Badajoz-Córdoba
<i>Área Geográfica:</i>	NO de Córdoba

**Resumen:**

Los indicios y yacimientos minerales del Sector NO de la Hoja nº 76- Córdoba se contemplarán como parte de una metalogenia de grandes unidades, concretamente los indicios de la zona son los del extremo oriental de Ossa Morena y se situarán sobre la base geológica del Proyecto Geode. Los indicios, de variada tipología, en su mayor parte Pb-Zn-Ag, Cu-Fe, Sb- Au, Ba, etc., tuvieron considerable importancia en el siglo pasado y su interés científico es muy importante (La Nava-Paredón, Cerro Muriano, etc.) y encuadran en diferentes unidades o dominios (cinturones transpresivos); desde Pedroches al de Alanís-Cerro Muriano, pasando por mineralizaciones tardihercínicas que rellenan estructuras secundarias (posibles fallas sintéticas) relacionadas con las últimas reactivaciones de la Zona de Cizalla de Badajoz-Córdoba (ZCBC).

Además de realizar un análisis pormenorizado de cada una de las mineralizaciones existentes, será preciso considerar las diversas tipologías y relacionarlas e interpretarlas según la evolución geotectónica de las unidades en que se encuentran. A partir de una caracterización más precisa de las mineralizaciones, con datos de campo y con los resultados de estudios y análisis de laboratorio, se determinarán los principales rasgos geológicos, petrográficos, mineralógicos y geoquímicos de las mineralizaciones y de sus rocas encajantes, dando especial importancia a las características tectónicas dentro de los diferentes dominios geológicos y al significado metalogenético que las mineralizaciones de este sector pueden tener dentro de la Zona de Ossa Morena.

**Más información:** p.gumiel@igme.es

**Apoyo microscópico a las actividades de metalogenia y de cartografía metalogenética**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Locutura, J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Locutura, J.; Gumiel, P.; Boixereu, E.; Florido, P.; Ruiz Montes, M.; Baeza-Rojano, L.
<i>Colaboraciones:</i>	Prof. Antonio Arribas (UPM)
<i>Fecha de inicio:</i>	01-12-2005
<i>Final previsto:</i>	01-12-2008
<i>Palabras clave:</i>	Metalogenia, Cartografía Metalogenética, yacimientos, colecciones metalogénicas
<i>Área Geográfica:</i>	España

**Resumen:**

El objetivo principal que se pretende cubrir con la realización de este proyecto es el de aportar el apoyo microscópico necesario a los proyectos de metalogenia y cartografía metalogenética actualmente en desarrollo, o a aquellos que se inician en un futuro inmediato, como son los Mapas Metalogénicos de Placencia-Salamanca, el Mapa Metalogénico de las Cordilleras Béticas (Granada-Málaga, Morón-Algeciras), el Mapa Metalogénico de Hospitalet-Barcelona. Otros fines complementarios son los siguientes:

Estudios microscópicos de caracterización de mineralizaciones en estudios metalogénicos de yacimientos

Estudios de inclusiones fluidas aplicados a la caracterización de fluidos hidrotermales (modelización de yacimientos)

Estudios microscópicos de muestras de colecciones de mineralizaciones (Profesor Arribas y colecciones propias del IGME). Apoyo a la ordenación, gestión e informatización de dichas colecciones.

El estudio microscópico de mineralizaciones no puede ser, so pena de perder muchas de sus potencialidades, un mero estudio desligado de los problemas que plantean los rasgos geológicos de campo. Por ello el especialista debe estar integrado en el equipo que estudia las mineralizaciones en su conjunto y conocer las preguntas e incógnitas que deben ser resueltas. Los estudios metalogénicos microscópicos deben, por tanto, hacerse en el marco del análisis de grandes grupos de mineralizaciones, y dirigidos a resolver los problemas o dudas que ayuden a interpretarlos en el contexto de los procesos geológicos que han controlado su aparición. Dados los diversos proyectos de cartografía metalogenética y de modelización

actualmente en desarrollo, existe un gran volumen de actividad de caracterización microscópica de mineralizaciones que difícilmente puede ser realizado con los medios humanos de que se dispone actualmente.

Por otra parte, existe un fondo de muestras de mineralizaciones de España y del resto del mundo, acumuladas a partir de proyectos antiguos de exploración, de la cartografía metalogenética anterior, de visitas a minas de técnicos del IGME o de donaciones de colecciones, como es el caso de la colección de muestras de D. Antonio Arribas, que tienen un extraordinario valor científico, máxime teniendo en cuenta que muchas de ellas se consiguieron en tiempos de esplendor de la actividad minera, en que las explotaciones estaban activas, procediendo muchas de ellas de mineralizaciones hoy en día inaccesibles. Estas colecciones constituyen un apoyo evidente y fundamental para el desarrollo de proyectos relacionados con los recursos minerales. Este interés es asimismo manifiesto para investigadores de estos temas, en general. Para su mayor utilidad y una más eficiente difusión de su valor es necesaria una ordenación y catalogación de las muestras con criterios metalogénicos, así como una caracterización mineralógica y geoquímica de las piezas. En el caso de la colección del Profesor Arribas, ya se ha procedido a ubicar la colección y a una primera fase de ordenación de los fondos. Se ha verificado la importancia del material acumulado y su complejidad, pues en ella se reúnen muestras procedentes de yacimientos de los cinco continentes, sobrepasando las del extranjero a las españolas. Queda asimismo por realizar una importante labor de ordenación de los datos y documentos

(planos de situación, descripciones, etc ) de los yacimientos representados. La labor a continuar consiste pues en la catalogación más precisa de estos fondos, el diseño de una base de datos asociada que recoja más información y, posteriormente la realización de láminas y secciones pulidas y la caracterización mineralógica y geoquímica de las muestras, la formación de un archivo de láminas y secciones pulidas y la constitución de la Base de datos asociada que facilite

el acceso a ellas y el estudio y consulta de datos.

El resultado fundamental de este proyecto será pues el apoyo microscópico a las actividades de cartografía metalogenética y de metalogenia, complementado con el de ordenación y caracterización de las muestras de colección debe realizarse a través de la contratación de un especialista en estos temas, con la colaboración de los técnicos directamente implicados en estos temas.

**Más información:** [j.locutura@igme.es](mailto:j.locutura@igme.es)



**Atlas Geoquímico de España. Sedimentos de corriente**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Locutura, J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Locutura, J.; Bel-lan, A.; Ilarri, A.; Pérez Cerdán, F.; Martín Serrano, A.; Martínez, S.; Chamorro, M.; Vadillo, L.
<i>Colaboraciones:</i>	J. L. Coullaut (CRN); J. Fernández Carrasco (CRN); J.C. Delgado (CRN)
<i>Fecha de inicio:</i>	18-07-2005
<i>Final previsto:</i>	18-07-2007
<i>Palabras clave:</i>	España, Cartografía, Geoquímica, Sedimento de corriente
<i>Área Geográfica:</i>	España

**Resumen:**

El conocimiento de la composición química de los materiales superficiales, de las concentraciones elementales y de la variabilidad de éstas, es básico para analizar, comprender y abordar muchos de los problemas a los cuales la sociedad ha de enfrentarse, los medioambientales, los relativos a los recursos, los agrícolas, los de salud o los puramente científicos.

El objetivo principal y general de este proyecto es conocer, a escala nacional, y expresar en forma gráfica, las pautas de distribución geoquímica de 53 elementos químicos en sedimentos de corriente, mostrar los niveles de concentración de éstos y su variabilidad espacial, determinar las principales asociaciones geoquímicas y establecer sus controles. Otros objetivos fundamentales de este proyecto son la cobertura del territorio por muestras de sedimentos de llanura aluvial de inundación, a dos profundidades, superficial y de fondo, en cuencas de 2000-3000 km<sup>2</sup>, para tener un conocimiento del contraste entre las concentraciones que se asimilan a las naturales o primigenias y las concentraciones que se asimilan al estado geoquímico actual de los materiales superficiales. En zonas mineras o industriales, se pretende hacer una aproximación a un diagnóstico ambiental de los cauces, a través de la medición de parámetros específicos del agua. En el caso de elementos químicos potencialmente perjudiciales para la salud por su toxicidad en concentraciones elevadas, se pretende determinar los contenidos biodisponibles o fracción intercambiable en los sedimentos de corriente. Finalmente, otro objetivo es cubrir un déficit de conocimiento geoquímico a escala nacional en relación con el existente en muchos otros países europeos que pueda permitir

posteriores comparaciones e integraciones a la escala europea.

La metodología propuesta para este proyecto se basa en las recomendaciones y en las prescripciones fijadas en dos hitos fundamentales en lo relativo a cartografías geoquímicas de carácter nacional o continental, las del Proyecto IGCP 259 "A global geochemical database for environmental and resource management- Recommendations for international geochemical mapping" y las derivadas del proyecto "Global Geochemical Baselines for Europe" (Foregs).

Teniendo en cuenta los objetivos citados anteriormente y dado el relativamente pequeño número de muestras a partir del cual se realizaría el proyecto, el tipo de muestra más idóneo para obtener la cobertura geoquímica básica es el sedimento de corriente, que es la muestra universalmente aceptada para este tipo de análisis. Constituye el paradigma de muestra representativa y robusta, que representa la mezcla promediada de los materiales superficiales de una cuenca de drenaje. La muestra será tomada en forma compuesta (formada por 10 incrementos que, en este proyecto, se recogerán a lo largo de 200 m de cauce) para garantizar un menor error de muestreo. La densidad de muestreo media adoptada es de 1 muestra/125 km<sup>2</sup>, lo cual implica que las muestras serán representativas o aportarán información de cuencas de drenaje de unos 100-150 km<sup>2</sup> (4-5 muestras por hoja 1/50.000).

En la fase analítica se procederá al análisis multielemental de las muestras de sedimentos de corriente y sedimentos de llanuras de inundación en un laboratorio de prestigio contrastado (Actlabs, Ontario). Los

análisis determinarán los contenidos totales de 53 elementos químicos por técnicas de INAA, ICPAES y AAS, garantizándose límites de detección inferiores a los clarkes de los respectivos elementos. La gama de elementos a determinar incluye elementos de signifi-

cación petrológica-geológica (elementos mayores, tierras raras, Zr, ) metalogénica (Pb, Zn, Cu, As, Ag,...), industrial (Cr, S, otros elementos metálicos) o medio ambiental (S, Se, As, Cd, Pb, Hg, ...).

**Más información:** [j.locutura@igme.es](mailto:j.locutura@igme.es)

**Atlas temático, hidrológico e hidrogeológico de la provincia de Alicante**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	López Gutiérrez, J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	López Gutiérrez, J.; Ballesteros Navarro, B.; Aragón Rueda, R.; Hornero Díaz, J.; de la Cruz, E.
<i>Fecha de inicio:</i>	02-11-2004
<i>Final previsto:</i>	02-08-2006
<i>Palabras clave:</i>	Atlas hidrogeológico, Alicante
<i>Área Geográfica:</i>	Alicante

**Resumen:**

El IGME mantiene desde hace años un Convenio con la Excm. Diputación Provincial de Alicante (DPA), con convenios específicos anuales, para la realización de estudios de hidrogeología y aguas subterráneas, en una amplia gama de tipos y materias. Durante todos estos años, la información acumulada tanto por estos estudios como por trabajos de la propia DPA es muy grande en toda la provincia, existiendo una gran variedad de formatos y escalas que en ocasiones dificulta su uso. Se trata ahora de compendiar y sintetizar estos conocimientos adquiridos en una colección de mapas y una memoria explicativa, en la que se incluirá una descripción sintética de cada uno de los 150 acuíferos que se enmarcan en la provincia de Alicante.

El objetivo del proyecto es la preparación de un atlas en el que se sintetizará de forma gráfica la información hidrogeológica elaborada hasta la fecha por la Diputación Provincial de Alicante y el Instituto Geológico y Minero de España, complementándolo con los datos actualizados de los estudios realizados en fechas recientes. Además se pretende homogeneizar los formatos, escalas y leyendas. El contenido previsto es el siguiente:

Memoria en la que se incluye una descripción de los 150 acuíferos enmarcados en la provincia de Alicante

- Mapa Hidrológico
- Mapa Hidrogeológico
- Mapa de vulnerabilidad
- Mapa de acuíferos
- Mapa de infraestructuras
- Mapa de isoprofundidad del agua
- Mapa de calidad
- Mapa de redes de control
- Mapa de utilización del agua
- Mapa de conductividad hidráulica

Con la realización de este proyecto se espera disponer de una síntesis de las aguas subterráneas en la provincia de Alicante, en forma de Mapas directamente editables y en un formato que sirva a otros posibles objetivos, y una memoria explicativa, también lista para su maquetado y edición.

Simultáneamente a la ejecución de la memoria se preparará la información para la ejecución de los planos en sistemas informáticos compatibles con los de la DPA y el IGME (SIAS).

**Más información:** [j.lopezgu@igme.es](mailto:j.lopezgu@igme.es)

## Diseño de una metodología para la realización de cartografía de peligrosidad de inundaciones en función de su aplicación

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Laín Huerta, L.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Laín Huerta, L.; Díez Herrero, A.; Rubio Navas, J.
<i>Colaboraciones:</i>	G. Garzón (Universidad Complutense de Madrid); M.A. Jiménez (Dirección General de Protección Civil); D. Baretino Fraile (Consejería de Medio Ambiente de la CAM)
<i>Fecha de inicio:</i>	21-10-2003
<i>Final previsto:</i>	21-10-2006
<i>Palabras clave:</i>	Riesgos geológicos, inundaciones, SIG, protección civil, peligrosidad, ordenación urbana
<i>Área Geográfica:</i>	Provincias de Toledo y Ciudad Real

### Resumen:

Los ríos de la Península Ibérica, y en especial aquellos que presentan una dinámica tendente a provocar inundaciones, están siendo en los últimos años motivo de estudio por numerosos especialistas, tanto científicos como técnicos, de distintas disciplinas: geomorfología, paleohidrología y paleoclimatología, sedimentología, hidrología, geoarqueología, ecología, etc. Este proyecto combina métodos basados en estudios geomorfológico-geológicos y, desde un punto de vista más técnico, también hidrológicos, a través del desarrollo de modelos que contribuyen a predecir el comportamiento de los ríos bajo una serie de parámetros medibles. A parte de las líneas básicas mencionadas, no se debe olvidar el papel importante de la meteorología para determinar el comportamiento de los ríos ante las fluctuaciones climáticas actuales y la respuesta del sistema fluvial a las precipitaciones (métodos hidrometeorológicos, métodos lluvia-escorrentía), y de la ecología, en especial en las riberas fluviales. De cualquier forma, resulta difícil conocer y predecir el comportamiento y la dinámica de un sistema tan complejo como el fluvial sin tener en cuenta el mayor número posible de factores que lo influyen.

La principal finalidad de este proyecto es el esta-

blecimiento de criterios metodológicos para elaborar mapas de peligrosidad de inundaciones, teniendo en cuenta el uso al que se va a destinar el mapa. Por ejemplo, los criterios a emplear en un estudio de inundaciones dirigido a la realización de un Plan General de Ordenación Urbana, no serán los mismos que los criterios de un estudio dirigido a la conservación de un espacio natural protegido, ya que en el primer caso deberá primar la información que afecte a personas y bienes y en el segundo caso la que afecte al territorio.

También se establecen criterios para determinar la mejor escala de trabajo en cada caso, ya se trate de un núcleo de población, de un término municipal o de una comunidad autónoma, haciendo especial énfasis en la escala 1:25.000, que, a priori parece ser la más adecuada para estudios de peligros geológicos. No por ello se dejará de estudiar la viabilidad de otras escalas. De aquí saldrán los criterios a emplear para elegir la escala de trabajo.

La última finalidad es la construcción de una aplicación que permita el acceso a los datos y, especialmente, su actualización, a fin de considerar cambios que se puedan producir, a posteriori, en las zonas estudiadas.

**Más información:** l.lain@igme.es

## Estudio y cartografía de los peligros geológicos en la comarca del Altiplano de la región de Murcia: términos municipales de Yecla y Jumilla

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Ferrer, M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Ferrer, M.; García, J.C.
<i>Colaboraciones:</i>	Prospección y Geotecnia, S.A.
<i>Fecha de inicio:</i>	29-06-2004
<i>Final previsto:</i>	29-06-2006
<i>Palabras clave:</i>	Peligrosidad, Riesgos, Murcia
<i>Área Geográfica:</i>	Términos municipales de Yecla y Jumilla (Murcia)

### Resumen:

El proyecto, realizado mediante Convenio Específico de Colaboración con la Consejería de Industria y Medioambiente de la Región de Murcia, tenía como objetivo la realización de los mapas de peligrosidad por inundaciones, sismicidad y movimientos de ladera de la Comarca del Altiplano de la Región de Murcia, así como el mapa integrado de peligros geológicos, todos ellos a escala 1:50.000. La principal aplicación del trabajo ha sido el establecimiento de recomendaciones con vistas a la ordenación territorial.

Se han realizado las siguientes actividades:

- Recopilación y análisis de la información sobre peligros geológicos en la zona del Altiplano de la Región de Murcia (información bibliográfica y documental, encuestas en Ayuntamientos, etc.).
- Realización del inventario de peligros geológicos en la comarca del Altiplano.
- Análisis de la información y correlación entre los procesos y los factores condicionantes y desencadenantes de los mismos.
- Realización de una base de datos y mapas inventario de localización de eventos, con las

características de los eventos ocurridos, principalmente movimientos de ladera, inundaciones y sismos, además de otros, como hundimientos por fenómenos cársticos, erosión, etc.

- Realización de mapas de factores condicionantes y desencadenantes para cada peligro geológico: litología, pendientes, vegetación, precipitaciones y otros factores.
- Elaboración de isomapas de peligrosidad por inundaciones, sismicidad y movimientos de ladera a escala 1/50.000, con vistas a su aplicación a ordenación del territorio.
- Realización de Mapa Integrado de Peligros Geológicos. Este mapa presenta zonas diferenciadas según el grado de afección de los diferentes tipos de peligros (alta, medio, baja, sin afección), esto es, la susceptibilidad de un área a ser afectada por un determinado peligro geológico. Se ha empleado un SIG como herramienta de trabajo para tratamiento de la información y definición de los grados de peligrosidad.

**Más información:** [m.ferrer@igme.es](mailto:m.ferrer@igme.es)

## Cartografía de peligrosidad volcánica de la isla de Tenerife

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Lain Huerta, L.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Lain Huerta, L.; Bellido Mulas, F.; Pérez Cerdán, F.
<i>Colaboraciones:</i>	P.J. Rodríguez Pomares y J.L. Tendillo Cortijo (Cabildo de Tenerife)
<i>Fecha de inicio:</i>	03-06-2005
<i>Final previsto:</i>	03-06-2007
<i>Palabras clave:</i>	Riesgos geológicos, peligrosidad volcánica, SIG, protección civil, planes insulares, ordenación territorial, Tenerife
<i>Área Geográfica:</i>	Tenerife

### Resumen:

En comparación con otras áreas de la volcanología, el estudio de la peligrosidad volcánica se encuentra todavía en una fase de desarrollo relativamente incipiente. Esto también sucede cuando se compara su grado de evolución con el que se ha alcanzado en el estudio de otros peligros naturales. Esta situación se puede atribuir a la especial complejidad del fenómeno y a las dificultades a las que se ha de hacer frente para obtener datos fiables.

Los avances que se han producido durante la última década en la simulación de fenómenos eruptivos y la introducción de los Sistemas de Información Geográfica en el campo de la volcanología, constituyen la base sobre la que actualmente se articulan la evaluación de la peligrosidad y el riesgo volcánicos. La combinación de ambas técnicas ha proporcionado la base para diseñar nuevos métodos de generación de mapas y ha abierto la posibilidad de utilizar las nuevas tecnologías en la gestión de emergencias.

Los estudios encaminados a analizar la peligrosidad volcánica llevados a cabo hasta la fecha en la isla de Tenerife se han caracterizado por tres rasgos fundamentales:

1. Independientemente del fenómeno considerado, los estudios llevados a cabo se han centrado en la elaboración de cartografía de susceptibilidad (aún cuando es posible encontrar algunos casos en los que erróneamente se habla de cartografía de peligrosidad), ya que las metodologías aplicadas para la evaluación de las áreas con posibilidad de invasión de fenómenos se han definido atendiendo a crite-

rios no probabilísticos, requisito básico a la hora de generar una cartografía de peligrosidad.

2. Se han centrado en la valoración de la peligrosidad asociada fundamentalmente a los fenómenos efusivos y, en particular, a las coladas lávicas, aunque existe alguna iniciativa destinada a la valoración de los efectos de erupciones explosivas, pero con un impacto muy limitado, dada la escasez de datos utilizados a tal efecto.
3. La inexistencia de una cartografía de síntesis generada teniendo en cuenta los diversos estilos eruptivos posibles en la isla y sus fenómenos asociados.

En lo que respecta a los métodos de generación de cartografía, se han aplicado desde enfoques geológicos clásicos o geomorfológicos a otros más sofisticados que incorporan la aplicación de modelos físicos de simulación de fenómenos eruptivos. La utilización de unos y otros no es excluyente, puesto que su limitación radica fundamentalmente en las fuentes de datos utilizadas y el propósito al que se pueden dedicar. El mayor problema es para muchos de ellos la escasez de datos utilizados para llevar a cabo el análisis, lo que limita la aplicabilidad de los resultados obtenidos.

El objeto último del presente proyecto es, por tanto, superar todas las limitaciones que presentan los estudios realizados hasta la fecha, aprovechando los aspectos más adecuados de cada uno de ellos e integrándolos convenientemente. Se pretende por

tanto utilizar modelos de simulación de fenómenos integrados en un Sistema de Información con el fin de generar una herramienta eficaz que permita elaborar una cartografía de peligrosidad volcánica dinámica,

superando el concepto de mapa como documento estático que se ha venido utilizando hasta la actualidad.

**Más información:** [l.lain@igme.es](mailto:l.lain@igme.es)

**Estudio de las litosferas de las zonas Surportuguesa, Ossa-Morena y Centroibérica a través del análisis isotópico Sm-Nd, U-Pb y Lu-Hf de rocas ígneas y sedimentos precámbricos y paleozoicos: Correlación con los supercontinentes paleozoicos Circum-Atlánticos**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Quesada, C.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Quesada, C.; Gabaldón, V.; Bellido, F.; Sánchez, T.; López, R.; Armendáriz, M.
<i>Colaboraciones:</i>	J. Fernández Suárez (UCM); B. Murphy (St. Francis Xavier Univ., Nova Scotia, Canadá); J. Braid (St. Francis Xavier Univ., Nova Scotia, Canadá); T. Jeffries (Natural History Museum, Londres, RU); C. Pin (Univ. Clermont-Ferrand, Francia)
<i>Fecha de inicio:</i>	18-10-2004
<i>Final previsto:</i>	18-10-2008
<i>Palabras clave:</i>	Geocronología, U-Pb (circones), Sm-Nd (roca total), Lu-Hf (circones)
<i>Área Geográfica:</i>	Provincias de Huelva, Sevilla, Córdoba, Badajoz y Ciudad Real

**Resumen:**

El proyecto que se propone persigue reconstruir, mediante estudios sistemáticos de los sistemas isotópicos Sm-Nd, U-Pb y Lu-Hf sobre rocas sedimentarias detríticas e ígneas, las historias tectonotérmicas de las tres zonas (paleocontinentes) presentes en el SW Ibérico: Zonas Centroibérica, Ossa-Morena y Surportuguesa, para proceder a su correlación con segmentos internos, mejor caracterizados, de los supercontinentes paleozoicos y neoproterozoicos y contribuir así a mejorar el conocimiento de la paleogeografía global durante dichos periodos de la historia de la tierra. Este estudio persigue también determinar los patrones de exhumación de segmentos corticales profundos, los mecanismos de dispersión de sedimentos detríticos y las fuentes ígneas de los importantes aportes de metales registrados en estas tres zonas (que contienen la mayoría de las mineralizaciones metálicas de España) en diversos periodos de su historia.

El segmento de cadena Varisca expuesto en el SW Ibérico contiene como elementos paleotectónicos más significativos, las suturas entre tres bloques continentales diferentes, correspondientes al cierre de antiguos océanos. Al norte, la Zona de cizalla de Badajoz-Córdoba constituye la sutura Cadomiense entre la Zona Centroibérica (una parte indudable de la Gondwana Neoproterozoica) y la Zona Ossa-Morena, que corresponde a un arco magmático exótico de proveniencia incierta. Al sur, la Zona Pulo do Lobo representa la sutura Varisca entre la Zona Ossa-Morena, cuya pertenencia al margen de Gondwana durante el Paleozoico está bien establecida de acuerdo con su

estratigrafía, y la Zona Surportuguesa, cuya correlación es problemática a causa del escaso registro estratigráfico expuesto (Devónico superior y Carbonífero).

Un método que recientemente se ha desarrollado con el fin de caracterizar la litosfera de bloques continentales y proceder a su comparación y eventual correlación, utiliza el estudio de sistemas isotópicos inestables bien conocidos, como son los basados en la descomposición radiactiva de Sm en Nd, de Lu en Hf y de U en Pb, en minerales adecuados presentes en rocas sedimentarias detríticas y en rocas ígneas generadas en la litosfera correspondiente. Mediante muestras representativas en rocas de edad conocida y análisis de un número significativo de granos, puede llegar a reconstruirse y datarse la historia de eventos tectonotérmicos que ha sufrido un determinado bloque litosférico, así como la historia de exhumación del mismo, registrada en los sedimentos detríticos correspondientes a cada edad. Este tipo de datos son cruciales para la correlación de bloques enigmáticos, con otros mejor expuestos, y son la base para la reconstrucción paleogeográfica para diversos segmentos temporales. Igualmente pueden caracterizarse las fuentes profundas de las rocas ígneas estudiadas, comprendiendo así los mecanismos de calentamiento cortical y aportes de metales presentes en estas tres ricas provincias metalogenéticas.

En el caso del SW ibérico, la aplicación de estas técnicas debe permitir la adscripción de la Zona Surportuguesa a alguno de los continentes paleozoicos



bien establecidos y de la Zona Ossa-Morena a alguno de los Neoproterozoicos. Además, un estudio como el que se propone, permitirá caracterizar en detalle las evoluciones tectonotérmicas de las tres zonas y servir como elemento de correlación precisa con otras partes de los supercontinentes involucrados: Gondwana para Ossa-Morena y Centroibérica y presumiblemente

Laurussia (Avalonia) para la Zona Surportuguesa. Además se podrán determinar los patrones de exhumación y dispersión de sedimentos detríticos a través de los márgenes de ambos continentes para los segmentos de registro estratigráfico actualmente expuestos.

**Más información:** [c.quesada@igme.es](mailto:c.quesada@igme.es)

### **Análisis de la cuenca transpresiva de Pedroches (Mississippiense, Andalucía) y de su potencial económico. Modelización de procesos de resedimentación y reconstrucción paleogeográfica**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Gabaldón, V.; Quesada, C.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Gabaldón, V.; Quesada, C.; Barnolas, A.; Bellido, F.; Sánchez, T.; Gil, I.; Armendáriz, M.
<i>Colaboraciones:</i>	J.J. Gómez (UCM); M.L. Canales (Univ. SEK); M.A. Gómez Borrego. (INCAR-CSIC); S. Rodríguez (UCM); R.M. Rodríguez (Univ de León); J. Sanz (Univ. de A Coruña); R.H. Wagner (Jardín Botánico de Córdoba)
<i>Fecha de inicio:</i>	10-03-2003
<i>Final previsto:</i>	10-03-2007
<i>Palabras clave:</i>	Sedimentología, Análisis de cuencas, Tectónica, Petrología, Geoquímica, Materia orgánica, Paleobotánica, Foraminíferos, Conodontos
<i>Área Geográfica:</i>	Provincia de Córdoba

#### **Resumen:**

Este proyecto de investigación geológica está cofinanciado por FEDER-CICYT (REF. BTE2002-03819, Convocatoria de Ayudas de Proyectos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del año 2002). La cuenca misisípica de Los Pedroches constituye un elemento fundamental de la geología del suroeste peninsular, y contiene además un buen número de recursos geológicos, explotados en algunos casos desde tiempos prehistóricos. El origen de la cuenca y su evolución subsiguiente estuvo relacionada con el desarrollo de la orogenia Varisca que, en esta zona, estuvo dominada durante todo su historia por procesos de convergencia oblicua (transpresión) entre dos de las principales unidades paleogeográficas del Macizo Ibérico: las zonas Ossa-Morena y Centro-ibérica. A pesar de estos aspectos, relevantes desde los puntos de vista regional y aplicado, el conocimiento de esta cuenca es muy fragmentario, destacando la pobreza de datos sobre temas tan básicos como la estratigrafía.

En este proyecto se persigue alcanzar un conoci-

miento tal de la cuenca que sea posible proponer un modelo de evolución paleogeográfica de la misma, en su contexto geodinámico regional. Este fin se pretende conseguir a través de estudios detallados sobre:

- Estratigrafía y sedimentología del relleno, con énfasis particular en los procesos de resedimentación que permitirán deducir las características de los márgenes, hoy no expuestos, de la cuenca;
- Caracterización y datación del magmatismo sin-sedimentario;
- Metamorfismo y evolución térmica; y
- Geología estructural y evolución tectónica.

Además, y en respuesta al interés intrínseco del tema de cara al desarrollo regional, se pretende modelizar algunos tipos de recursos geológicos de la cuenca, sobre los que existen intereses industriales, modelización que puede eventualmente ayudar a la evaluación del potencial económico de alguno de ellos, además de proporcionar guías para su exploración.

**Más información:** v.gabaldón@igme.es; c.quesada@igme.es

## **Apoyo Geológico al proyecto “Estudio de la Plataforma Continental Española (SPACE)” (Convenio Instituto Español de Oceanografía-Instituto Geológico y Minero de España)**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Medialdea Cela, T.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Medialdea, T.; de Andrés Alonso, J.R.; Somoza, L.; Maestro González, A.; León Buendía, R.; Martín-Serrano, A.; Barnolas, A.; Mediavilla, R.
<i>Fecha de inicio:</i>	03-12-2003
<i>Final previsto:</i>	03-12-2006
<i>Palabras clave:</i>	Cartografía geológica, Margen continental, España
<i>Área Geográfica:</i>	Margen continental español

### **Resumen:**

El objetivo del proyecto es el estudio de la zona costera y margen continental español. Con este fin se prevee la participación del IGME en el proyecto “Estudio de la Plataforma Continental Española (SPACE)”, del Instituto Español de Oceanografía, cuya finalidad es la elaboración de una serie de mapas temáticos del margen continental español y de la zona costera (mapas batimétricos, morfológicos, sedimentológicos, etc.). El resultado de esta cooperación contribuirá a la continuación de las labores cartográficas hasta ahora realizadas por el Servicio de Geología Marina (Programa FOMAR).

En el marco del proyecto SPACE, se está llevando a cabo la adquisición sistemática y detallada de datos de la plataforma continental española. Hasta la fecha se han realizado varias campañas oceanográficas que cubren el margen mediterráneo, desde Murcia a Málaga, con técnicas geofísicas (Sonda Multihaz y Sonda Paramétrica para la adquisición de datos batimétricos y perfiles sísmicos). Dentro de los estudios que se desarrollan en este proyecto, el IGME tiene

como responsabilidades: el estudio geológico y la cartografía de la zona costera, la caracterización sedimentológica de los fondos, mediante el procesado de los datos de reflectividad obtenidos con la sonda multihaz y los datos de muestras obtenidas por el IGME e IEO; participación en la interpretación de los registros sísmicos de TOPAS, datos de sonda multihaz y muestras obtenidos en las campañas oceanográficas del Proyecto SPACE. Finalmente, se pretende la elaboración del mapa geológico del margen continental, a partir de la interpretación de los datos obtenidos en las campañas del proyecto SPACE, la recopilación de perfiles sísmicos de multicanal disponibles, así como de nuevos datos adquiridos en campañas que se realicen para complementar la información existente. Se pretende incorporar los resultados obtenidos a un sistema de información geográfica para constituir una base de datos de calidad, que facilite el acceso a la información y el conocimiento relativo al medio marino.

**Más información:** [t.medialdea@igme.es](mailto:t.medialdea@igme.es)

### Proyecto Coordinado de Apoyo Geológico y Geofísico al Convenio Marco para la Investigación Científica de la ZEEE

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Maestro González, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Maestro González, A.; de Andrés, J.R.; Somoza, L.; Llave, E.; García Lobón, J.L.; Navas, J.; Ayala, C.
<i>Colaboraciones:</i>	Instituto Hidrográfico de la Marina, Real Observatorio de la Armada e Instituto Español de Oceanografía
<i>Fecha de inicio:</i>	18-09-2003
<i>Final previsto:</i>	18-09-2006
<i>Palabras clave:</i>	Margen continental español, Geología y geofísica marina, Facies sísmicas, Clasificación de fondos
<i>Área Geográfica:</i>	Margen Gallego

#### Resumen:

Los Planes de Investigación Científica del programa ZEEE son dirigidos y supervisados por la Secretaría General Técnica del Ministerio de Defensa (SEGENTE), planificándose según las necesidades y respectivas competencias de los miembros integrantes del Convenio: Instituto Español de Oceanografía e Instituto Geológico y Minero de España, y son llevados a cabo en el BIO Hespérides. Así mismo, los Planes de Investigación están abiertos a la participación de otros organismos públicos (generalmente universidades) y empresas privadas que por las características del trabajo o por la ubicación geográfica puedan estar interesados en colaborar.

La prioridad del Plan de Investigación Científica de la ZEEE es el levantamiento hidrográfico sistemático, aunque también se consideran actividades preferentes las exploraciones geofísicas encaminadas al conocimiento de la constitución y morfología del fondo marino y el estudio físico-químico de las masas de agua oceánicas. Una vez adquirida toda esta información, se procede a su procesado, tratamiento e integración en una base de datos, que posteriormente es puesta a disposición de la comunidad científica e industrial previa consulta a todos y cada uno de los organismos participantes en el Plan, y siempre y cuando no se trate de datos que el Ministerio de Defensa considere que deben ser de difusión restringida por afectar a la seguridad nacional o por cualquier otra circunstancia.

Hasta la fecha se han realizado campañas en el

Margen Valenciano-Balear (años 1995 a 1997), en el Archipiélago Canario (años 1998 a 2000) y en el Margen Gallego (años 2001, 2002 y 2003), habiendo intervenido en todas ellas el Instituto Hidrográfico de la Marina, el Instituto Español de Oceanografía, el Real Observatorio de la Armada, el Instituto Geológico y Minero de España y la Universidad Complutense de Madrid.

Dentro de los estudios que se desarrollarán en el marco del Programa de la ZEEE el IGME tiene como responsabilidades el procesado de los datos necesarios para la elaboración de los mapas ecosísmicos de alta resolución y su posterior edición, sobre la base de la interpretación de los registros de TOPAS realizados a bordo del BIO Hespérides. Del mismo modo se realizará la caracterización sedimentológica de los fondos utilizando para ello la información proporcionada por la elaboración de mosaicos de reflectividad obtenidos a partir de los datos de la sonda multihaz y la adquisición de muestras del fondo marino a partir de dragas y sondeos de gravedad.

El interés primario que el IGME tiene en la ejecución de este proyecto reside en su incorporación de modo formal y activa dentro del equipo de trabajo que dirige, coordina y ejecuta el Plan de Investigación Científica de la Zona Económica Exclusiva Española, que implica el desarrollo de un plan de actividades de investigación científica encaminadas al mejor conocimiento del medio marino. Este plan de actividades de investigación científica irá orientado fundamental-

mente en dos direcciones: 1) la realización del Plan de Cartografía Geológica Digital Marina (GeoDMar); y 2) la elaboración de una base de datos geotemática de

los fondos marinos que permita aprovechar al máximo su potencialidad geológica y geoambiental.

**Más información:** [a.maestro@igme.es](mailto:a.maestro@igme.es)

## Análisis de la vulnerabilidad por movimientos de ladera: desarrollo de las metodologías para la evaluación y cartografía de la vulnerabilidad

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Ferrer, M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	García, J.C.; Ferrer, M.; Garrote, J.
<i>Fecha de inicio:</i>	19-04-2002
<i>Final previsto:</i>	19-04-2006
<i>Palabras clave:</i>	Vulnerabilidad, Movimientos de ladera
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

Los objetivos y resultados principales del proyecto han sido el desarrollo de las metodologías para análisis y evaluación de la vulnerabilidad económica y social por movimientos de ladera, así como el desarrollo de los métodos de cartografía de la vulnerabilidad de los diferentes elementos expuestos a los riesgos por inestabilidad de laderas.

Como resultados complementarios se han obtenido:

- Elaboración del inventario y base de datos de movimientos de ladera históricos en España con daños asociados.
- Elaboración de una base de datos de daños producidos por movimientos de ladera a nivel nacional.
- Desarrollo de una clasificación de los movimientos de ladera en base a los daños ocasionados.
- Elaboración de matrices y funciones de vulnerabilidad para movimientos de ladera.
- Elaboración de cartografía de vulnerabilidad en áreas piloto definidas en el proyecto a diferentes escalas.

La dificultad que entraña, en comparación con otros tipos de riesgos geológicos, la evaluación de la peligrosidad de los movimientos de ladera y de la vulnerabilidad, o grado de daño potencial, que pueden causar los procesos según el tipo y características de los elementos afectados (poblaciones, infraestructuras, edificios singulares, personas, bienes, etc.), ha hecho que hasta ahora la valoración de los daños y pérdidas económicas y/o sociales se aborde generalmente a partir de casos ocurridos, una vez producidos los daños. En este proyecto se ha pretendido desarro-

llar una herramienta predictiva mediante una metodología válida para el cálculo de los riesgos potenciales asociados a estos procesos.

La realización de este proyecto se ha basado en el desarrollo de los siguientes trabajos:

- Recopilación bibliográfica y documental de información referente a movimientos de ladera ocurridos en España y daños producidos por ellos
- Caracterización y clasificación de los diferentes tipos de movimientos
- Elaboración de una base de datos con la información recopilada, revisada y económicamente actualizada
- Recopilación y revisión de mapas de peligrosidad de movimientos de ladera
- Tratamiento de la información sobre daños económicos y sociales y pérdidas producidas por movimientos de ladera en España
- Recopilación y estudio de datos de otros países
- Desarrollo de funciones y matrices de vulnerabilidad según las tipologías de movimiento, magnitud y velocidad de los mismos
- Diseño de metodologías y criterios para cartografías de vulnerabilidad y riesgo por movimientos de ladera
- Selección de zonas piloto a pequeña y media escala para aplicación del proyecto, en las que se han desarrollado las siguientes actividades:
- Identificación y valoración de los elementos expuestos al riesgo
- Verificación de los resultados y análisis retrospectivo de las metodologías empleadas en casos

LÍNEA 2: RIESGOS GEOLÓGICOS, PROCESOS ACTIVOS Y CAMBIO GLOBAL

específicos  
– Realización de las cartografías de vulnerabilidad y riesgo mediante técnicas SIG

– Realización de memoria con las metodologías y resultados del proyecto.

**Más información:** [m.ferrer@igme.es](mailto:m.ferrer@igme.es)

### **Peligrosidad de los grandes deslizamientos en masa en la isla de Tenerife. Análisis geológico y modelización geomecánica de los mecanismos de inestabilidad**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Ferrer, M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Ferrer, M.; Seisdedos, J.; González de Vallejo, L., Mateos, R., Coello, J., Tsigé, M., Palomo, C., Herranz, P., Muñoz, A., Martín, C., Ledesma, A.
<i>Colaboraciones:</i>	Navarro, J.M.; Obermeier, S. (USGS); Hurliman, M. (UPC)
<i>Fecha de inicio:</i>	18-06-2005
<i>Final previsto:</i>	18-06-2008
<i>Palabras clave:</i>	Riesgos geológicos, Tenerife, Deslizamientos
<i>Área Geográfica:</i>	Tenerife (Canarias)

#### **Resumen:**

El proyecto, financiado por el IGME y la CICYT (convocatoria de ayudas de Proyectos de Investigación, 2004) está dirigido por el IGME, y participan, en las diversas fases del mismo, las siguientes instituciones: Universidad Complutense de Madrid, el Instituto Español de Oceanografía, el Consejo Insular de Aguas de Tenerife, la Universidad de la Laguna y la Universidad Politécnica de Cataluña.

Sus objetivos principales son:

- la investigación y caracterización geológica y geomecánica de los materiales volcánicos involucrados en los grandes paleo-deslizamientos de Tenerife
- la investigación detallada de las características mecánicas de los procesos
- la definición y análisis de los factores causantes y desencadenantes de los procesos de inestabilidad, y de su grado de influencia y actuación
- la modelización y análisis geomecánico y cinemático de los procesos mediante su modelización geomecánica con modelos numéricos tenso-deformacionales.

A partir de los resultados obtenidos se llevará a cabo la evaluación de la peligrosidad potencial de ocurrencia de grandes deslizamientos en la isla de Tenerife.

**Más información:** m.ferrer@igme.es

Se han realizado hasta ahora las siguientes actividades:

- revisión y estudio de antecedentes y publicaciones científicas a nivel mundial sobre deslizamientos en materiales volcánicos
- caracterización geomecánica de campo y de laboratorio de los materiales volcánicos y las propiedades físicas y geotécnicas de los depósitos de deslizamientos
- trabajos de campo de reconocimiento, caracterización y cartografía de materiales volcánicos
- preparación de cortes y perfiles de las laderas de las zonas de estudio: Güimar y La Orotava
- memorias y documentos que recogen todas las anteriores actividades y los resultados obtenidos
- informe de síntesis sobre el estado del conocimiento a nivel mundial, teorías geológicas propuestas para la ocurrencia y generación de grandes deslizamientos, estado de conocimientos de la geología de la región y su relación con los procesos involucrados en los grandes deslizamientos
- libro: "Caracterización de los materiales volcánicos de Tenerife" (en imprenta, editado por el IGME).



## Estudio sobre riesgos geológicos por erosión, procesos kársticos, aludes y procesos costeros en la provincia de Granada

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Ferrer, M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Ferrer, M.; Rubio, J.C.; García, J C.; Garrote, J.
<i>Colaboraciones:</i>	Diputación de Granada, Prospección y Geotecnia, S.A.
<i>Fecha de inicio:</i>	03-05-2003
<i>Final previsto:</i>	03-05-2006
<i>Palabras clave:</i>	Riesgos, erosión, procesos kársticos, procesos costeros, aludes
<i>Área Geográfica:</i>	Provincia de Granada

### Resumen:

Este proyecto se ha centrado en el estudio y evaluación de los riesgos por erosión, procesos kársticos, aludes y procesos costeros en la provincia de Granada, así como de sus efectos, extensión e importancia, y supone una continuación de un anterior proyecto realizado por el IGME sobre los riesgos por inundaciones, terremotos y movimientos de ladera en la provincia (finalizado en 2004).

El estudio se enmarca dentro del Convenio Específico de Colaboración firmado entre la Diputación Provincial de Granada y el Instituto Geológico y Minero de España (Programa de Actuaciones 2004-2007).

Los objetivos del proyecto han sido el estudio y análisis de la ocurrencia, frecuencia y distribución de los peligros geológicos que afectan a la provincia de Granada debidos a los procesos citados, así como la estimación de la susceptibilidad y/o peligrosidad asociada.

Se han realizado los siguientes trabajos para cada uno de los procesos considerados:

- Recopilación bibliográfica y documental y análisis de información existente sobre riesgos geológicos

- gicos en la provincia de Granada
- Análisis de fotografía aérea
- Reconocimientos de campo
- Inventario documental de procesos geológicos y zonas afectadas, incluyendo procesos actuales e históricos de especial importancia en la provincia de Granada.
- Análisis de los factores que condicionan los procesos
- Evaluación de la susceptibilidad del territorio
- Evaluación del riesgo asociado a los citados procesos.

La finalidad del trabajo es contar con documentos representativos que contribuyan a la mejor utilización del territorio en consideración al equilibrio con el medio geológico y con el medioambiente, especialmente en lo referente a los riesgos geológicos, tan frecuentes y extendidos en la zona de trabajo.

Además, se ha publicado la obra "Atlas de Riesgos Geológicos de la Provincia de Granada". IGME-Diputación de Granada (en prensa; editado por la Diputación de Granada)

**Más información:** m.ferrer@igme.es

## Apoyo técnico al plan PRIGEO para el desarrollo de actividades y trabajos relacionados con los movimientos de ladera

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Ferrer, M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Ferrer, M.; García, J.C.
<i>Colaboraciones:</i>	Laín, L.; Mulas, J.
<i>Fecha de inicio:</i>	05-07-2005
<i>Final previsto:</i>	05-07-2008
<i>Palabras clave:</i>	Movimientos de ladera, Cartografía de peligrosidad, Riesgos
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

La finalidad de este proyecto es apoyar a la Unidad de Riesgos Geológicos en el desarrollo de las actividades y tareas propuestas en los proyectos definidos en el PLAN PRIGEO (Proyectos de definición del ámbito territorial del Plan y de selección de áreas metropolitanas y Proyecto metodológico de definición de normativas y especificaciones cartográficas) en el tema de la peligrosidad por movimientos de ladera.

Estrechamente relacionados con los objetivos principales del Plan Prigeo se pueden citar como objetivos complementarios propios de este proyecto:

- Recopilar y analizar la información existente sobre estudios y cartografías de movimientos de ladera a nivel nacional.
- Recopilar las metodologías cartográficas y criterios de clasificación y representación a nivel internacional.
- Definir el ámbito o alcance geográfico de actuación del Plan en este campo.
- Elaborar las directrices técnicas para los estudios de peligrosidad por movimientos de ladera.
- Diseñar las metodologías de trabajo y los criterios de peligrosidad.
- Fijar las líneas directrices para la cartografía de peligros por movimientos de ladera.
- Diseñar leyendas unificadas para los mapas de susceptibilidad y peligrosidad por movimientos de ladera.
- Seleccionar las áreas piloto y zonas prioritarias de trabajo para la cartografía de peligrosidad

1/50.000 y las áreas metropolitanas a considerar en la cartografía 1:10.000.

La consecución de los diferentes trabajos propuestos con la calidad técnica y el cumplimiento de los plazos previstos en su programación dará lugar a los siguientes resultados:

- Directrices para el estudio de susceptibilidad y peligrosidad por movimientos del terreno.
- Directrices y criterios para la cartografía de susceptibilidad y peligrosidad por movimientos del terreno.
- Directrices técnicas para la aplicación de los SIG en estudios de susceptibilidad y peligrosidad por movimientos del terreno.
- Mapa de peligrosidad geológica a escala 1:50.000 y leyenda unificada de movimientos de ladera en un área piloto seleccionada.
- Mapa de peligrosidad geológica a escala 1:10.000 y leyenda unificada de movimientos de ladera en un área metropolitana piloto seleccionada.

Tareas realizadas o actualmente en ejecución:

- Recopilación y análisis de la información existente sobre cartografías de susceptibilidad y peligrosidad por movimientos de ladera a nivel nacional e internacional, metodologías y criterios de representación.
- Definición del ámbito o alcance geográfico de actuación del Plan Prigeo respecto a la peligrosidad por movimientos de ladera.

**Más información:** [m.ferrer@igme.es](mailto:m.ferrer@igme.es)

## Aplicación de la interferometría radar (InSAR) a los estudios de riesgos geológicos y mineros

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Mulas de la Peña, J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Mulas de la Peña, J.; Laín Huerta, L.; Antón-Pacheco, C.; Herrera González, G.
<i>Colaboraciones:</i>	ETSIM Madrid, Instituto de Geomática, Facultad de Ciencias Geológicas UCM, Altamira Información, BRGM; Universidad de Alicante
<i>Fecha de inicio:</i>	01-12-2004
<i>Final previsto:</i>	30-11-2007
<i>Palabras clave:</i>	Interferometría Radar, InSAR, Riesgos Geológicos y Mineros
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

Este proyecto pretende integrar la Interferometría Radar (InSAR) al estudio de los Riesgos Geológicos y Mineros en el IGME. La Interferometría Radar (InSAR), es una técnica innovadora, que permite detectar deformaciones del terreno con precisión milimétrica a partir de imágenes satélite (SAR). Con este proyecto, el IGME, cumple con una de sus funciones básicas como es el desarrollo, la integración y la aplicación de nuevas, más rápidas y eficaces técnicas en el estudio de los Riesgos Geológicos. Esto es posible aprovechando el impulso de los distintos proyectos europeos en los que participa el IGME financiados por la Agencia Espacial Europea (ESA) y de la Comisión Europea (CE):

Terraforma: este es uno de los diez proyectos promovidos por la Agencia Espacial Europea (ESA) y la Comisión Europea para la Monitorización Global para la Seguridad y el Medio Ambiente (GMES). Su objetivo es crear un Servicio de Información sobre los Riesgos Geológicos que permita identificar, evaluar y monitorizar la subsidencia en el medio urbano. A final de 2005 comenzará la II fase del proyecto donde dos ciudades españolas serán procesadas mediante Ps-InSAR. La función del IGME será validar los resultados obtenidos con sus fuentes de información y modelizar la subsidencia detectada.

Galahad: este proyecto está financiado por la Comisión Europea y empezará en la segunda mitad de 2005. Su objetivo es minimizar el riesgo de avalanchas, glaciares y deslizamientos mediante el desarrollo y aplicación de técnicas de monitorización avanzadas para mejorar los métodos de predicción de riesgos. Las técnicas de monitorización contempladas son: Interferometría Radar Terrestre (GB-SAR) y Laser Escaner Terrestre (TSL). La función del IGME dentro del proyecto es utilizar estas técnicas para el análisis de deslizamientos en el Pirineo.

Los objetivos concretos de este proyecto son los siguientes:

1. Aplicar las técnicas de análisis mediante Interferometría Radar (InSAR) al estudio de los Riesgos Geológicos y Mineros en el IGME, en zonas urbanas afectadas por subsidencia de origen antrópico o natural.
2. Apoyar y responder a las responsabilidades del IGME en los proyectos Europeos en los que participa.
3. Difusión del conocimiento y gestión de proyectos para la aplicación de la Interferometría Radar (InSAR) al estudio de los Riesgos Geológicos y Mineros en distintas zonas de España.

**Más información:** [j.mulas@igme.es](mailto:j.mulas@igme.es)

## Aplicación de la interferometría radar a los riesgos geológicos

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Mulas, J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Herrera García, G.; Ponce de León, D.; Acosta, E.; Mulas, J.; Ferrer, M.; Laín, L.
<i>Colaboraciones:</i>	Comisión Europea, ISMES CESI SpA, UNIFI, ENVEO, BFW, GAMMA, IG, IDS, ESA, Altamira, NPA; UAM, UPC, UPM; UCM
<i>Fecha de inicio:</i>	10-10-2005
<i>Final previsto:</i>	10-10-2008
<i>Palabras clave:</i>	INSAR, Riesgos Geológicos
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

En este proyecto se van a aplicar las técnicas de Interferometría radar al estudio de los riesgos geológicos y mineros. Esto se va a concretar en tres líneas de acción principales: aplicación de la interferometría terrestre GB-SAR al estudio de deslizamientos en Formigal dentro del proyecto Galahad financiado por la Comisión Europea a través del sexto programa marco, prioridad 1.1.6.3 cambio global y ecosistemas y nº contrato: 18409, 2005. Aplicación de la interferometría radar satélite, Ps-InSAR, al área metropolitana de Murcia dentro del proyecto Terrafirma, financiado por la Agencia Espacial Europea dentro del marco GMES para la monitorización global de la sociedad y el medio ambiente. Por último se va a aplicar la interferometría diferencial avanzada, CPT-InSAR al estudio de la subsidencia minera y deslizamientos en la región de Murcia. Hasta la fecha se han cumplido los siguientes hitos:

1. Se han entregado a la Comisión Europea los dos primeros documentos según lo estipulado en el cronograma
2. Se ha comenzado la II fase el proyecto Terrafirma para el análisis Ps-InSAR del área metropolitana de Murcia
3. Se han obtenido resultados preliminares en La Unión mediante la técnica CPT-InSAR.

Además se ha publicado la obra "Mapping ground subsidence induced by aquifer overexploitation using advanced Differential SAR Interferometry: Vega Media of the Segura River (SE Spain) case study", Roberto Tomás, Yolanda Márquez, Juan M. López-Sánchez, José Delgado, Pablo Blanco, Jordi J. Mallorquí, Mónica Martínez, Gerardo Herrera, Joaquín Mulas, en la revista *Remote Sensing of Environment*, vol. 98, No. 2-3, pp. 269-283, Oct. 2005

**Más información:** [j.mulas@igme.es](mailto:j.mulas@igme.es)

## Trabajos de apoyo en cartografía y estudios de peligrosidad y riesgo ante avenidas e inundaciones enmarcados en el plan PRIGEO

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Laín Huerta, L.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Laín Huerta, L.; Díez Herrero, A.; Ortiz Figueroa, G.
<i>Colaboraciones:</i>	A. Jiménez Álvarez (CEDEX); J.A. Vera Aparici (CEDEX); E. García Meléndez (Univ. de León)
<i>Fecha de inicio:</i>	05-07-2005
<i>Final previsto:</i>	05-07-2008
<i>Palabras clave:</i>	Riesgos geológicos, peligrosidad, avenidas, inundaciones, SIG, protección civil, ordenación territorial
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

Según MILLER (1997), las inundaciones son la principal causa de mortandad por catástrofe natural del mundo. Además, son el tipo de desastre que afecta a mayor número de personas después de las sequías, aunque la población total afectada por inundaciones está experimentando un aumento mucho más rápido que el correspondiente a las sequías (WIJKMAN y TIMBERLAKE, 1985). Estos hechos, motivan la aparición de estudios en todo el mundo para conocer el fenómeno que las ocasiona con mayor frecuencia: las avenidas (BOLT y otros, 1975; JIMÉNEZ-SÁNCHEZ, 2003). El IGME, lleva realizando estudios sobre esta materia más de 30 años. Una recopilación documental de las aportaciones realizadas directamente por el IGME en esta materia se puede encontrar en DÍEZ y LAÍN, 1998.

Las investigaciones en materia de avenidas e inundaciones abordan la problemática desde diversos puntos de vista, como son los estudios hidrogeomorfológicos, los hidrológicos y los hidráulicos (BENITO y DÍEZ, 2004), y, atendiendo a las pautas propuestas por el Libro Blanco del Agua (1998) para la realización de cartografía de zonas inundables, tan sólo la Comunidad Valenciana y el País Vasco disponen de una cartografía de riesgos "estandarizada" (FRANCES, et al, 2000), que incluye un análisis hidrogeomorfológico para la caracterización cualitativa de áreas conflictivas, un estudio hidrológico de aportaciones de caudales, un estudio hidráulico para el cálculo de calados y un análisis económico para estimar

posibles pérdidas asociadas al evento (CAMARASA y BESCÓS, 2004). También, se han ensayado y aplicado métodos desde distintas disciplinas técnicas y científicas para llegar al mejor conocimiento y previsión de las avenidas. Las instituciones con competencia en esta materia han acordado normativas, designado grupos de trabajo y aprobado directrices y normas metodológicas de actuación en lo referente a la recopilación de información.

Los objetivos de este proyecto, en base a lo anteriormente indicado, son:

- Aportar infraestructura de conocimiento para el desarrollo del Plan de Cartografía de Peligrosidad Geológica (PRIGEO), en materia de avenidas e inundaciones.
- Aportar infraestructura de conocimiento al Sistema de Información de Riesgos Geológicos del IGME (SIRGE) en materia de avenidas e inundaciones, con la generación de una base de datos espacial sobre avenidas e inundaciones.
- Generar documentos de síntesis metodológicas y de conocimiento en materia de avenidas e inundaciones.
- Potenciar las relaciones e intercambios de información con otros centros expertos en la materia (CEDEX, Universidad de León y todos aquellos que tengan competencias o conocimientos en materia de avenidas e inundaciones), mediante reuniones científicas (p.e. celebración de Jornadas) y publicaciones.

**Más información:** l.lain@igme.es

## Estudio sobre la subsidencia por consolidación del terreno producida por el descenso del nivel freático en España

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Mulas de la Peña, J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Mulas de la Peña, J.; Martínez Corbella, M.; Pardo, J.M.; Herrera, G.; Bardasano, L.
<i>Colaboraciones:</i>	Servicio de "Desarrollo y Difusión de Sistemas de la Información" del IGME
<i>Fecha de inicio:</i>	15-11-2002
<i>Final previsto:</i>	15-11-2006
<i>Palabras clave:</i>	Subsidencia, Consolidación, España
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

Este estudio permitirá disponer de una infraestructura sistematizada de conocimiento sobre el fenómeno de la subsidencia a escala nacional. Las áreas de estudio que parecen ser más propensas a sufrir la subsidencia por esta causa, comprenden aquellas zonas con terrenos cohesivos holocenos de espesores significativos.

Por lo tanto, los criterios de selección aplicados en este proyecto para determinar las zonas con mayor tendencia a experimentar dicho fenómeno, han dividido, en primer lugar, el territorio nacional en sus distintas cuencas hidrográficas. Dentro de las mismas, se han seleccionado aquellos municipios que: 1) están ubicados sobre los materiales cuaternarios (fundamentalmente del holoceno y en algunos casos del pleistoceno) de determinados medios sedimentarios, y que; 2) superan el valor medio nacional de la densidad de población referido al censo 2001 del Instituto Nacional de Estadística (INE).

Para el diseño y la puesta a punto de la base de datos, se ha empezado por la cuenca del Duero, dentro de la cual, 43 municipios cumplen con los criterios mencionados. En la elaboración de esta base de datos, se ha utilizado el programa Access 2000 y los análisis previos realizados por el visualizador ArcMap. La información básica que se ha ido incorporando es de tipo geológico, hidrogeológico y geotécnico, recopilada de diversas fuentes documentales. Se pretende poder consultar toda esta información a través de cada municipio, accediendo, por medio de formularios, a las columnas litológicas, propiedades geotécnicas, puntos de agua, posición de los niveles freáticos,

variaciones piezométricas a lo largo de los años, etc; todo ello, respaldado por sus correspondientes mapas temáticos.

Mediante el adecuado modelo de cálculo (empírico, analítico y numérico) de la subsidencia, se estimará, para cada columna representativa por unidad de suelo en cada municipio, la variación de valores de asentamiento teóricamente posibles.

El resultado final, una vez recabada la información en las demás cuencas hidrográficas, es la de crear una aplicación de todo el conocimiento generado, con el fin de que pueda ser consultada por internet en la web del IGME. Pudiéndose ver, de esta forma, el grado de susceptibilidad del fenómeno en los distintos ambientes geológicos a escala nacional, y tener un valor orientativo del asentamiento por este tipo de subsidencia en cada municipio

En cuanto a la fase inicial de consulta, e interpretación de documentación científica relacionada con este riesgo geotécnico, se ha realizado un extenso y completo dossier que comprende no sólo aquellos aspectos geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos relacionados con la mecánica y física del proceso en sí, sino que además, incluye una recopilación sobre los antecedentes que existen en otras partes del mundo y que han sido muy estudiados desde mediados del siglo XX.

Se ha diseñado y creado una base de datos en formato Access 2000 en una área piloto. Partiendo del listado de municipios potencialmente susceptibles de sufrir este proceso en base a los parámetros descritos anteriormente, se pueden consultar, mediante formu-

larios: columnas litológicas, propiedades geotécnicas, información piezométrica, etc; todo ello respaldado por sus correspondientes mapas temáticos realizados con el visualizador ArcMap. En la actualidad, la base se encuentra en fase de carga de información y validación para aplicar al resto de cuencas hidrográficas.

En cuanto a la estimación de los asentamientos que puedan sufrir los materiales geológicos mediante modelos de elementos finitos, se ha procedido a la contratación de un asistencia técnica destinada a este fin.

**Más información:** [j.mulas@igme.es](mailto:j.mulas@igme.es)

## Estudio del deslizamiento de la ladera del margen izquierdo de Fornalutx

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Mateos Ruiz, R.M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Mateos Ruiz, R.M.; Ferrer Gijón, M.; López García, J.M.
<i>Colaboraciones:</i>	Prospección y Geotecnia
<i>Fecha de inicio:</i>	14-02-2005
<i>Final previsto:</i>	14-02-2006
<i>Palabras clave:</i>	Deslizamientos, Laderas, Mallorca
<i>Área Geográfica:</i>	Isla de Mallorca

### Resumen:

La ladera del margen izquierdo del torrente de Fornalutx ha sufrido diferentes deslizamientos a lo largo del tiempo, destacando el que tuvo lugar el 17 de diciembre de 1924, en el sitio conocido como Els Marroigs. En el año 1954, otro deslizamiento de menores dimensiones, afectó a la ladera, justo enfrente del pueblo de Fornalutx, que estuvo a punto de taponar el torrente a su paso por el pueblo. El factor desencadenante fue en ambos casos la ocurrencia de lluvias intensas y prolongadas durante varios días.

A la vista de la inestabilidad de la ladera y tras el riesgo que puede implicar su avance hacia el torrente de Fornalutx, con el posible taponamiento de éste (tal y como estuvo a punto de ocurrir de nuevo en la primavera del año 2002), la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear propuso al IGME la realización conjunta de este estudio, donde se pretende identificar correctamente los procesos que tienen lugar, las causas y los factores que los controlan, así como el análisis detallado de los movimientos que afectan a esta ladera, con la finalidad de definir posteriormente las medidas de corrección a adoptar.

Para conseguir una detallada caracterización geológica y geomecánica de la ladera se han utilizado métodos geofísicos de Tomografía Eléctrica y Sísmica de Refracción y se han realizado 4 sondeos mecánicos con extracción de testigo continuo, donde se han instalado piezómetros e inclinómetros. De forma paralela se ha llevado a cabo una caracterización geomecánica de los materiales en laboratorio.

Para el análisis de la peligrosidad se va a realizar una predicción de ocurrencia de precipitaciones intensas y un análisis de la estabilidad, mediante los méto-

dos de equilibrio límite.

Hasta el momento se han realizado las siguientes fases de trabajo:

- 1.- Investigación del área inestable
  - Revisión de información y cartografías existentes
  - Interpretación de fotografía aérea
  - Reconocimiento en campo: observaciones y medidas en afloramientos
  - Realización de una topografía de la ladera a detalle
  - Cartografía de los procesos. Identificación del tipo de movimiento
  - Cartografía de los factores desencadenantes
- 2.- Investigación preliminar del subsuelo: Geofísica
  - 2 perfiles de tomografía eléctrica en la ladera
  - 2 perfiles de sísmica de refracción en la ladera
- 3.- Realización de 4 sondeos mecánicos con extracción de testigo continuo, de 20 m de profundidad, donde se han realizado ensayos de SPT a diferentes profundidades y ensayos de permeabilidad Gilg- Gavard. Se han instalado 2 inclinómetros a la profundidad de 20 m.

Se han cumplido los siguientes hitos:

1. Cartografía geológica de la ladera y de los procesos de deslizamiento
2. Modelo geológico de la ladera
3. Modelo hidrogeológico de la ladera
4. Modelo geotécnico de la ladera (con incorporación de los datos de sondeos y ensayos de campo y de laboratorio)

**Más información:** [rm.mateos@igme.es](mailto:rm.mateos@igme.es)



## Trabajos de estabilización de la ladera anexa al Centro Oceanográfico de Canarias y protección del edificio

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Laín Huerta, L.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Laín Huerta, L.
<i>Fecha de inicio:</i>	24-06-2005
<i>Final previsto:</i>	24-06-2009
<i>Palabras clave:</i>	Riesgos geológicos, peligrosidad, desprendimientos, laderas, protección civil, mitigación
<i>Área Geográfica:</i>	Término municipal de Santa Cruz de Tenerife

### Resumen:

El Proyecto se enmarca en las actividades que el IGME viene realizando en el área de Riesgos Geológicos, en concreto sobre análisis de estabilidad de laderas y taludes.

En la zona objeto de este Proyecto, los primeros trabajos comienzan en 1989, y se mantienen de forma discontinua hasta la actualidad, realizándose en ese tiempo diversas actuaciones sobre la ladera objeto de este proyecto, que van desde informes de riesgos geológicos puntuales hasta estudios de detalle y redacción y dirección de proyectos de obra. Los problemas de estabilidad en la ladera objeto de este Proyecto, comienzan a detectarse en la década de los '80, cuando el Instituto Español de Oceanografía (IEO), encomienda al IGME la realización del primer estudio de la zona. Durante los años 1989 y 1990 se ejecutó la primera fase de estabilización. En 1998, el IEO decide completar las obras de corrección de la ladera. Esta tarea, también proyectada y dirigida por el IGME, se realiza en los meses de marzo, abril y mayo de ese mismo año, cubriendo la casi totalidad de la zona de riesgo. En los periodos intermedios se realizan varias visitas para revisión de la ladera. Las últimas acciones se realizan a finales del año 2003 y desde julio del año 2004 hasta la actualidad.

El objetivo principal del Proyecto es el seguimiento de la evolución de la ladera anexa al Centro Oceanográfico de Canarias, del Instituto Español de Oceanografía, a fin de detectar precozmente cualquier inestabilidad que pudiera aparecer en la citada ladera. Este objetivo se alcanzará mediante la realización de las siguientes actividades:

- Identificación de problemas de estabilidad y fenómenos asociados que puedan tener lugar en

la ladera a lo largo de la duración del Proyecto.

- Redacción de los informes correspondientes a las visitas de inspección de la ladera.
- Emisión de un informe final, al término del proyecto, con las conclusiones a que se llegue como consecuencia del resultado de las actividades realizadas.

El día 19 de mayo de 2005, se firmó el Acta de Recepción de las obras de asentamiento de ladera y protección del edificio principal del Centro Oceanográfico de Canarias, perteneciente al Instituto Español de Oceanografía. A fin de alcanzar el objetivo principal de este proyecto, que, como ya se ha dicho, consiste en ver la evolución de la ladera a partir del término de las obras citadas, para prevenir, en lo posible, daños materiales y humanos en el tiempo que resta de ocupación del edificio, que se estima en cuatro años, se realizará un programa de vigilancia de la ladera objeto de este Proyecto. En cada visita de inspección se revisará toda la zona estabilizada, observando especialmente aquellos detalles que se consideren de especial interés: aparición de nuevas grietas; pequeños desprendimientos bajo la malla de triple torsión, producidos desde la anterior inspección; roturas de la malla de triple torsión; acumulaciones de arrastres bajo la malla que pueden tensionar excesivamente la misma; roturas de cables o de elementos tensores de las pantallas dinámicas; abolladuras o roturas en la pantalla rígida; acumulaciones de material tras las pantallas y otros elementos que puedan señalar indicios de inestabilidad y, en general, todo aquello que pueda dañar los elementos de estabilización situados sobre la ladera o que pueda ser indicio de futuros desprendimientos rocosos. Después de

cada una de las visitas se redactará un informe sobre las observaciones realizadas, recomendándose, cuando proceda, las medidas a tomar para mantener la

estabilidad de la ladera en los límites actuales. Al término del Proyecto se emitirá un informe final con las conclusiones a que hubiere lugar.

**Más información:** [l.lain@igme.es](mailto:l.lain@igme.es)

## Incorporación de métodos geológicos al análisis de peligrosidad por avenidas catastróficas

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Díez Herrero, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Laín Huerta, L.; Martín-Serrano, A.; Nozal Martín, F.; Durán Valsero, J.J.; Pérez Cerdán, F.; Díez Herrero, A.
<i>Colaboraciones:</i>	Benito Ferrández, G. (CSIC); Bodoque del Pozo, J.M. (UCLM); Jiménez Álvarez, A. (CEDEX)
<i>Fecha de inicio:</i>	10-10-2005
<i>Final previsto:</i>	10-10-2007
<i>Palabras clave:</i>	Geología, Geomorfología, Avenidas, Riadas
<i>Área Geográfica:</i>	Ávila, Segovia y Toledo

### Resumen:

La simple utilización de métodos hidrológico-hidráulicos para el análisis de la peligrosidad de inundaciones vinculadas a avenidas catastróficas plantea un elevado número de incertidumbres científicas e inconvenientes técnicos, asociados a la representatividad de los datos de partida, la validez de los modelos físico-matemáticos y la no consideración de la peligrosidad asociada a la carga sólida y los cambios geomorfológicos.

Por ello, se hace imprescindible incorporar criterios, métodos, fuentes de información y herramientas del campo de las Ciencias de la Tierra, al análisis de la peligrosidad de inundaciones asociadas a avenidas catastróficas. Estos métodos geológicos servirán de complemento, corrección o incluso sustituirán a los procedentes de la hidrología e hidráulica fluvial, allí donde éstos se manifiesten incompletos o insuficientes. A grandes rasgos, los métodos geológicos se pueden clasificar en cuatro grandes grupos:

- 1) Métodos geomorfo-edáficos para el estudio de la génesis de la escorrentía superficial.
- 2) Métodos geomorfológicos para la modelación de la concentración y propagación del hidrograma de crecida.
- 3) Métodos geológicos-geomorfológicos para el análisis de la frecuencia y magnitud de eventos de avenida.
- 4) Métodos geomorfo-edáficos para la estimación de la carga sólida transportada.

Para la puesta en práctica, calibración y validación de estos métodos, se ha elegido tres cuencas hidrográficas de muy diferentes características y problemática asociada:

- a) Cuenca del arroyo Cabrera en Venero Claro (Cuenca del Tajo, Ávila)
- b) Cuenca del río Duratón hasta el embalse de Burgomillado (Cuenca del Duero, Segovia)
- c) Cuenca del río Tajo hasta la ciudad de Toledo (Cuenca del Tajo, Toledo)

De los resultados de aplicación de esos métodos en estas zonas piloto se pretenden extraer conclusiones sobre la validez y aplicación de los métodos geológicos en el análisis de la peligrosidad de otros casos de estudio, según la problemática, los objetivos, la escala de trabajo y la disponibilidad de datos.

Hasta la fecha, el único producto disponible como resultado del proyecto es el listado de referencias bibliográficas que recoge la Documentación sobre Inundaciones y sus Riesgos en España (DIRE), que en su versión 1.1 se encuentra disponible en formato PDF dentro de la página web [www.riada.es](http://www.riada.es). Con ello se pretende ir completando este listado mediante las aportaciones o correcciones hechas por autores e investigadores de otros organismos. De hecho, entre la versión 1.0 (enero 2006) y la actual 1.1, el incremento las referencias disponibles se han cuadruplicado gracias a envíos de personas relacionadas con la temática.

**Más información:** [andres.diez@igme.es](mailto:andres.diez@igme.es)

## Estimación del riesgo geológico en el parque natural Posets-Maladeta

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Laín Huerta, L.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Laín Huerta, L.; Díez Herrero, A.; Mulas de la Peña, J.; Acosta Arias, E.
<i>Colaboraciones:</i>	Francisco Gutiérrez (Universidad de Zaragoza)
<i>Fecha de inicio:</i>	26-10-2004
<i>Final previsto:</i>	26-10-2007
<i>Palabras clave:</i>	Riesgos geológicos, inundaciones, aludes, terremotos, deslizamientos, cartografía, SIG, peligrosidad
<i>Área Geográfica:</i>	Parque Natural Posets-Maladeta (Huesca)

### Resumen:

El objetivo de este proyecto es la estimación de la peligrosidad geológica, a una escala preliminar de 1/25.000, en relación con determinados procesos geológicos actuales como son los deslizamientos, aludes, flujos de derrubios, caída de rocas, inundaciones torrenciales y seismos. En algunas zonas que se concretarán a la vista de la información obtenida, se zonificará el territorio a escala 1/10.000, en función del tipo de peligros que se identifiquen en la fase precedente.

Todo ello con el fin de que los gestores del Parque Natural de Posets-Maladeta, los municipios afectados y la Sociedad en general, conozcan las amenazas y peligros de orden geológico que pueden afectar a estos territorios de extraordinario valor.

La consecución de los diferentes trabajos propuestos dará lugar a:

Informe del Mapa Geomorfológico, de las Formaciones Superficiales y de los Procesos Geológicos Activos en el Parque Natural Posets-Maladeta y su entorno;

Mapas 1/25.000 y memorias sobre la susceptibilidad del territorio estudiado a los movimientos de ladera: deslizamientos, flujos de derrubios, caídas de bloques y aludes. Delimitación de las áreas o elementos expuestos a esos peligros geológicos;

Mapa 1/25.000 y memoria sobre la peligrosidad del territorio ante las inundaciones extremas. Definición de zonas expuestas;

Mapa y memoria sobre la peligrosidad sísmica del territorio del Parque y su entorno en función de los factores locales.

Definición del territorio a estudiar a escala 1/10.000 y de los riesgos geológicos a estimar a esa misma escala;

Zonificación de ese territorio con diferente umbrales de riesgo frente a diferentes procesos geológicos;

Informe final y difusión general de los resultados obtenidos. Incorporación en la Infraestructura de Datos Espaciales del IGME y publicación en la página web del IGME. Preparación de folletos y carteles divulgativos.

A fecha de hoy se han realizado las tareas de recopilación y estudio de la información necesaria para iniciar las siguientes fases del proyecto. También se ha finalizado el mapa geomorfológico y de formaciones superficiales.

Se encuentra en fase de finalización el mapa de peligrosidad por movimientos de ladera y se están iniciando los trabajos sobre el mapa de peligrosidad por inundaciones extremas.

Productos disponibles: Mapa topográfico continuo a escala 1:5.000 y a escala 1:25.000. Mapa geológico 1:25.000, realizado a partir del MAGNA 1:50.000. Mapa litológico 1:25.000. Mapa geomorfológico y de formaciones superficiales.

**Más información:** l.lain@igme.es

## Microzonación sísmica de las inestabilidades de ladera. Diseño de una metodología y su aplicación a una zona piloto en el Pirineo aragonés (Alto Tena, Huesca)

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Mulas de la Peña, J.;
<i>Equipo de trabajo:</i>	Mulas de la Peña, J.; Ponce de León Gil, D.; Bardasano Picazo, L.
<i>Fecha de inicio:</i>	21-10-2003
<i>Final previsto:</i>	21-10-2006
<i>Palabras clave:</i>	Microzonación Sísmica, Inestabilidades de Ladera
<i>Área Geográfica:</i>	Valle del Tena (Huesca)

### Resumen:

Dentro de las hipótesis de máximo riesgo sísmico para España, que suelen caracterizar la probabilidad de ocurrencia de terremotos de consecuencias destructivas, es razonable pensar que se hayan dado o se puedan dar movimientos de ladera en las zonas de mayor sismicidad, inducidos en mayor o menor grado por eventos sísmicos o, que laderas que no se han movido, queden modificadas en su estado tensional por esta causas, disminuyendo su factor de seguridad

Este proyecto abre una línea de investigación sobre este tipo de fenómenos geológicos inducidos, en los que una vez revisada toda la literatura técnica sobre el tema a nivel mundial y español, se pretende el diseño de una metodología de zonificación del grado de influencia de los posibles movimientos sísmicos sobre la inestabilidad de laderas, y la aplicación de la misma a una zona piloto que incluya un análisis comparativo con otras metodologías aplicadas en otras partes del mundo. Con el resultado de todas estas investigaciones se realizará una guía orientada a este tipo de estudios en España.

El estudio se realizará en una serie de fases, comenzando, en primer lugar por la recopilación de información en dos líneas fundamentales. Por un lado, se analizará toda la información relativa a las metodologías existentes de microzonación sísmica de inestabilidades de ladera y por otra parte, se recopilarán datos referentes a los parámetros que han caracterizado tanto los movimientos de ladera como los eventos sísmicos de aquellas inestabilidades de ladera históricas en España y en el Mundo relacionadas con terremotos. La recopilación de esta información, recogida en una base de datos, ayudará a realizar algunos

análisis fundamentalmente estadístico-geográfico y estadístico-tipológico sobre aspectos del fenómeno (tipología, tamaño, relación temporal y espacial con la sismicidad, etc), con el fin de estudiar la influencia de los factores del terreno que controlan la estabilidad de un talud afectado por terremotos y de las características de los entornos y movimientos sísmicos más proclives a generar inestabilidades de ladera. Esto nos permitirá acotar valores umbral de los distintos parámetros, así como la relación entre los mismos, necesaria para que se produzcan las inestabilidades de ladera desencadenadas por terremotos.

Partiendo del análisis de esta información y de las metodologías existentes se diseñará una metodología de microzonación sísmica de inestabilidades de ladera basada en los parámetros estudiados y en cálculos de estabilidad dinámica de laderas. Esta metodología se aplicará como estudio piloto en una zona del Pirineo, previa recogida, análisis y tratamiento de los datos necesarios, y mediante el uso de un sistema de información geográfica que nos permita integrar toda la información, así como establecer distintas hipótesis de riesgo en función del evento sísmico esperado para diferentes periodos de retorno.

La aplicación a la zona de estudio piloto de otras metodologías existentes de microzonación sísmica de inestabilidad de laderas ayudará a contrastar los resultados del método propuesto, a establecer comparaciones o analogías que puedan resultar de interés y, quizás, a realizar algunos ajustes en el método.

Como resultado de estos trabajos de investigación se elaborará una guía para la realización de este tipo de estudios con especial énfasis en la casuística de Espa-

ña, en la misma se incluirán las recomendaciones a tener en cuenta en los campos de la Ordenación

Urbana y Territorial, construcción, normativa sismorresistente y Protección Civil.

**Más información:** [j.mulas@igme.es](mailto:j.mulas@igme.es)

## Estudio de los humedales y de los usos del suelo en la comarca de Doñana y su entorno mediante técnicas de teledetección

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Antón-Pacheco, C.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Antón-Pacheco, C.; Moreno, M.T.; Gumiel, J.C.; Mediavilla, C.
<i>Colaboraciones:</i>	Fernández-Renau, A.; Gómez, J.A.; Gregorio Rejas, J.; Jiménez, M. (INTA)
<i>Fecha de inicio:</i>	09-04-2003
<i>Final previsto:</i>	31-08-2006
<i>Palabras clave:</i>	Teledetección, Humedales, Usos del Suelo
<i>Área Geográfica:</i>	Parque de Doñana (Huelva)

### Resumen:

Los sistemas acuáticos de Doñana representan uno de los enclaves húmedos con mayor valor ecológico de Europa. Aunque la marisma depende fundamentalmente de las aportaciones del sistema hidrológico superficial, otros importantes ecosistemas, como las lagunas permanentes y temporales, y los ecotonos dependen en gran medida de los aportes de agua subterránea. El IGME esta llevando a cabo en la actualidad diversos estudios con objeto de mejorar el conocimiento de los factores hidrogeológicos que condicionan el funcionamiento del acuífero.

Las imágenes obtenidas por los satélites de recursos naturales proporcionan una información multispectral, multitemporal y digital muy útil en la realización de geoambientales. La periodicidad en el registro de la información que proporcionan estos satélites es una propiedad crítica que posibilita el estudio y cartografía de las variaciones temporales de los cuerpos de agua a lo largo de una secuencia prolongada de condiciones hidrológicas diferentes. El manejo de esta información en un Sistema de Información Geográfico facilita el análisis de los datos de teledetección y su integración con otro tipo de información referenciada.

El análisis de los cambios en las cubiertas y usos del suelo proporcionan una información fundamental en los estudios de gestión y planificación territorial y de impacto ambiental. La cubierta vegetal natural y los cultivos agrícolas son claros indicadores no solo de las variaciones climáticas sino de la acción antrópica. La identificación de los cambios de uso del suelo por teledetección es una técnica fiable y preci-

sa que permite cuantificar las modificaciones del medio natural desde una perspectiva temporal. La comparación de clasificaciones de diferentes fechas producidas independientemente (postclasificación) y el análisis simultáneo de datos multitemporales son técnicas que permiten establecer dichos cambios. Durante los últimos treinta años, el área de Doñana y su entorno ha sido sometida a una profunda modificación con la introducción de bosques de pino y eucalipto, y de arrozales y cultivos de regadío asociados al Plan Almonte-Marismas. La cartografía de los cambios que se han producido a lo largo de este periodo puede aportar una importante información para evaluar la incidencia de las extracciones agrícolas y de abastecimiento en los sistemas lagunares, en los márgenes de arroyo y en las zonas húmedas del ecotono.

En este contexto, este estudio pretende evaluar distintas técnicas de tratamiento digital de imágenes de satélite y de sensores aeroportados con un doble objetivo. Por una parte, se trata de establecer los métodos más adecuados para la cartografía de las lagunas peridunares permanentes, semipermanentes y temporales del parque Nacional de Doñana y de su entorno, así como de las zonas de encharcamiento, zonas húmedas del contacto entre las arenas y la marisma (ecotono), y de la vegetación higrófila asociada a estas áreas durante el periodo 1985 a la actualidad. Como segundo objetivo, se contempla la cartografía de las superficies agrícolas y forestales en el área correspondiente al acuífero Almonte-Marismas así como los cambios que se han producido durante el citado periodo.

Las actividades a realizar para conseguir dichos objetivos son:

– Adquisición y tratamiento de imágenes Landsat, Aster, Ikonos y Quick Bird que permitan completar la serie parcial ya disponible del área de estudio entre los años 1985-2005. Aplicación y evaluación de diversos algoritmos de tratamiento de imágenes para la discriminación de superficies de agua, zonas encharcadas, vegetación higrófila y sustrato.

– Adquisición y tratamiento de datos aeroportados convencionales (Daedalus ATM) y de alta resolución espectral AHS de tipo experimental. Esta información se registrará en dos campañas correspondientes a épocas de máximo y mínimo estiaje con objeto de analizar el estado y evolución de las lagunas y zonas húmedas, y caracterizar el comportamiento espectral de la vegetación y de los suelos asociados a las mismas.

**Más información:** [c.pacheco@igme.es](mailto:c.pacheco@igme.es)



## Modelación estratigráfica y sedimentológica de los depósitos plio-cuaternarios del área de Doñana y su entorno (bajo Guadalquivir)

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Gabaldón, V.; Mediavilla, C.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Gabaldón, V.; Mediavilla, C.; Rebollo, A.; Roldán, F.J.; Hernández, J.R.
<i>Colaboraciones:</i>	Salvany, J.M. (Univ. Politécnica de Catalunya)
<i>Fecha de inicio:</i>	01-09-2004
<i>Final previsto:</i>	30-12-2007
<i>Palabras clave:</i>	Doñana, Sedimentología, Análisis de cuencas, Sondeos
<i>Área Geográfica:</i>	Provincia de Huelva

### Resumen:

El objetivo general de este proyecto es elaborar un modelo de distribución de facies sedimentarias de los depósitos plio-cuaternarios en el subsuelo de Doñana y su entorno, como elemento básico para determinar el funcionamiento hidrogeológico más preciso de los acuíferos de la zona. Objetivos más específicos son la definición de las secuencias de facies que caracterizan el relleno sedimentario de la cuenca, y la definición de la geometría y distribución espacial de cada una de las unidades sedimentarias genéticamente homogéneas, en relación con el ambiente sedimentario generador de las mismas.

Entre las actividades del proyecto, destacan:

- Análisis de facies de los testigos de sondeos de los diferentes ambientes que han participado en la acumulación de sedimentos. Las relaciones entre estas facies y su distribución espacial dependerá, para cada isocrona, de la paleogeografía de detalle correspondiente a ese momento.
- Reinterpretar, a la luz de los ciclos de facies característicos de cada ambiente sedimentario, las columnas estratigráficas ya elaboradas en anteriores proyectos y levantar nuevas series

estratigráficas, con especial atención a la discriminación vertical de aquellas facies sedimentarias que puedan ser atribuidas a diferentes ambientes de sedimentación.

- Caracterizar la respuesta geofísica de las secuencias de facies de cada ambiente sedimentario, que permita la extrapolación a sondeos en los que existiendo registro geofísico, no haya posibilidad de estudio de testigos.
- Correlación de las columnas estratigráficas de los sondeos. En esta correlación se prestará atención no solo a la litoestratigrafía, en sentido estricto, sino muy especialmente a los ciclos de facies identificativos de los diferentes ambientes sedimentarios.
- Establecer isocronas que faciliten la interpretación de la distribución espacial de las diferentes unidades litoestratigráficas
- Definir la geometría en 3D de las diferentes facies o asociaciones de facies, con ayuda de sistemas informáticos, y realización de mapas de isocronas (isobatas e isopacas) de las distintas facies

**Más información:** v.gabaldon@igme.es ; c.mediavilla@igme.es

**Variabilidad climática y ambiental en el centro de la Península Ibérica durante el Cuaternario. Estudio de alta resolución del registro lacustre del sondeo FU-1 (laguna de Fuentillejo, Ciudad Real)**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	García Cortés, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	García Cortés, A.; Vegas, J.; Pérez González, A.; Galán, L.; Martín-Serrano, A.; Ruíz Zapata, B.; Fernández, M.; Martín Rubí, J.A.; de Torres, T.; Ortiz, J.E.; Gallardo-Millán, J.L.; Bernat, A.
<i>Colaboraciones:</i>	Universidades Complutense de Madrid, Politécnica de Madrid, de Alcalá de Henares y de Castilla-La Mancha
<i>Fecha de inicio:</i>	14-10-2004
<i>Final previsto:</i>	14-10-2007
<i>Palabras clave:</i>	Maar, Sondeo, Cuaternario, Paleoclima, Campo de Calatrava (España)
<i>Área Geográfica:</i>	Campo de Calatrava (Ciudad Real)

**Resumen:**

Este proyecto de investigación se fundamenta en el estudio del sondeo mecánico con recuperación de testigo continuo que a finales de 2002 realizó el IGME, a través del Parque de Maquinaria del MIMAM. El sondeo, denominado Fuentillejo-1 (FU-1), alcanzó una profundidad de 142,40 m. Se realizó un sondeo gemelo denominado Fuentillejo-2 (FU-2) que alcanzó los 96 m de profundidad, con objeto de obtener testigos duplicados y completar los escasos segmentos que no habían sido recuperados adecuadamente en FU-1. Todos estos testigos se encuentran preservados de la luz solar en la litoteca del IGME en Peñarroya, en cámara refrigerada a 4° C y exenta de humedad.

Hasta la fecha se han realizado las siguientes actividades:

**Cartografía geológica y geomorfológica:** Se han iniciado los trabajos geológicos y geomorfológicos en el entorno del maar, con el objeto de caracterizar la erupción volcánica originaria de la estructura y las relaciones espacio-temporales de la oleada piroclástica generada por la explosión freatomagmática con las demás unidades geológicas, en especial las calizas datadas mediante vertebrados de los yacimientos Higuieruelas y Valverde II. El resultado de los trabajos se está reflejando en una cartografía geológica y geomorfológica a escala 1:10.000.

**Estudio sedimentológico del sondeo:** Se ha realizado la división de los testigos, el análisis sedimentológico detallado y muestreo de los 30 primeros

metros de sondeo, marcándose con indicadores los puntos de referencia oportunos. Asimismo se han fotografiado los testigos que ya han sido divididos. Por otro lado, se han muestreado seis tipos de microfácies en la unidad 16, que han sido objeto de estudio petrográfico tras liofilización e impregnación con resina. Las seis microfácies estudiadas son: micritas laminadas de color marrón, sapropeles de algas, arenas y limos, micritas con fragmentos de roca, sapropeles con restos carbonosos y sapropeles con granos extracuencales. Se han tomado y analizado 50 muestras por Difracción de RX para análisis mineralógico de la fracción arcillosa.

**Estudio geoquímico:** Se han tomado y analizado hasta los 20 primeros metros de profundidad las siguientes muestras:

- 200 muestras para análisis por Fluorescencia de RX del contenido en SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, TiO<sub>2</sub>, MnO, K<sub>2</sub>O, MgO y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. (una muestra cada 10 cm)
- 200 muestras para análisis por Absorción Atómica de Na<sub>2</sub>O y Sr (una muestra cada 10 cm)
- 50 muestras para análisis de Azufre, Carbono Orgánico e Inorgánico mediante analizador elemental (una muestra cada 40 cm). Los análisis se han realizado en los laboratorios del IGME en Tres Cantos.

**Estudios geocronológicos:** En los primeros 18 metros de testigo del sondeo se han tomado 6 mues-

tras de  $^{14}\text{C}$  AMS, estudiados en Beta Inc. (entre las profundidades de 6,75 m y 18,40 m). Estas muestras han suministrado edades comprendidas entre los  $16.540 \pm 90$  y  $42.620 \pm 1.490$  años B.P.

Para la datación de las erupciones volcánicas del entorno del maar se han realizado dos dataciones radiométricas (métodos K-Ar y Ar-Ar) en dos muestras de basalto (bombas) de la ladera este del maar, que señalan una edad aproximada entre 6,4 y 5,2 Ma.

Este intervalo de edad quedaría enmarcado al final de la primera fase del volcanismo de Campo de Calatrava, por lo que las bombas provendrían de las emisiones circundantes, probablemente del volcán Malos Aires. Finalmente se ha estudiado el espectro polínico hasta una profundidad de 11 m.

Hasta la fecha, se han publicado tres artículos y se han preparado otros dos más que están en espera de revisión.

**Más información:** [garcia.cortes@igme.es](mailto:garcia.cortes@igme.es)

### Mejora del conocimiento del término de Alcalá la Real (Jaén) en materia de aguas subterráneas (años 2004-2007)

<i>Jefe de Proyecto:</i>	González Ramón, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	González Ramón, A.; Murillo, J.M.; Rubio, J.C.
<i>Colaboraciones:</i>	Ayuntamiento de Alcalá la Real; ADALSA
<i>Fecha de inicio:</i>	14-10-2004
<i>Final previsto:</i>	14-10-2007
<i>Palabras clave:</i>	Hidrogeología, recarga artificial, calidad, piezometría, explotaciones, contaminación, modelación matemática
<i>Área Geográfica:</i>	Alto Guadalquivir (Jaén)

#### Resumen:

El objetivo del proyecto es la mejora en la garantía del abastecimiento urbano del término municipal, fundamentalmente del núcleo principal, Alcalá La Real, que posee una población próxima a 14500 habitantes, según el censo de 1991 y cuya demanda mantiene un auge imparable (industrias, turismo, campos de golf, etc.) de especial importancia, en la época estival. Esta mejora en la disponibilidad del recurso puede venir tras el análisis y estudio de diferentes alternativas, bien de forma individualizada o conjunta. En definitiva, la mejora del abastecimiento urbano puede establecerse en base a:

- Un incremento de los recursos con inyección en el acuífero de Los Llanos de agua excedente procedente de Unidades hidrogeológicas limítrofes mediante operaciones de recarga artificial cuya viabilidad y ensayos previos ya se han realizado en investigaciones precedentes demostrándose su idoneidad.
- El análisis de las posibilidades de mejorar la calidad de agua procedente de la fuente actual principal de abastecimiento (subunidad de Frailes) bombeando recursos subterráneos fuera de la influencia del sustrato triásico.
- El análisis de la evolución de la piezometría, explotaciones, calidad e hidrometría con objeto de proponer una explotación sostenible de cara al abastecimiento urbano.
- El establecimiento de medidas de prevención frente a las posibles fuentes de contaminación en el acuífero de Los Llanos.
- El estudio de posibilidades de importar recursos subterráneos procedentes de acuíferos limítrofes

(cerro Marroquí, Albayate y Sierra de San Pedro).

El Proyecto conlleva la realización de una serie de trabajos hidrogeológicos como mejora del abastecimiento urbano que incluyen:

- El diseño de las infraestructuras necesarias para las operaciones de recarga artificial con objeto de incrementar los recursos disponibles para el abastecimiento urbano.
- El seguimiento de las operaciones de recarga artificial en el acuífero durante el trienio 2005-2007.
- Un análisis hidroquímico de las Subunidad de Frailes como mejora del abastecimiento urbano y el establecimiento de medidas correctoras, en su caso.
- La elaboración de informes anuales de seguimiento de la piezometría, explotaciones, calidad e hidrometría, elaboración de planos de isocontenidos químicos y piezométricos en el acuífero de Los Llanos durante el cuatrienio 2004-2007.
- El contraste del inventario de puntos de agua y aprovechamientos, con actualización de explotaciones (unos 40-50 puntos y selección de 8-10 para su seguimiento anual en el acuífero de los Llanos).
- El análisis de la potencial contaminación derivada de actividad dentro de la Urbanización de Los Llanos, y análisis de posibilidades de incrementar la explotación para abastecimiento urbano desde el sector de Frailes.
- El análisis de las posibilidades de explotación de Gracia-Morenita desde el Cerro Marroquí y del acuífero de Albayate.

- El control de la evolución de la explotación-piezometría en la Sierra de San Pedro.
- La elaboración de un modelo matemático Modflow (permanente y transitorio) en el acuífero de Los Llanos.
- Un apoyo al seguimiento de modificaciones en

la infraestructura de recarga (balsa, conducciones, apoyo a partidas de acondicionamiento de manantiales, instalación de sensores, instalación de estación termopluviométrica, campañas de control piezométrico, control de calidad y control de explotaciones, etc.).

**Más información:** [antonio.gonzalez@igme.es](mailto:antonio.gonzalez@igme.es)

## Actualización y mejora del conocimiento hidrogeológico y funcionamiento de los acuíferos de Alicante

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Aragón Rueda, R.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Ballesteros, B.; López, J.; Araguás, L.; López, J.; García, J.L.; Hornero, J.; Rodríguez, T.
<i>Colaboraciones:</i>	Diputación Prov. de Alicante, Univ. Politécnica de Cartagena, Intecsa-Inarsa, Univ. Jaume I de Castellón
<i>Fecha de inicio:</i>	10-09-2003
<i>Final previsto:</i>	10-03-2006
<i>Palabras clave:</i>	Hidrogeología, Alicante, Caracterización geométrica de acuíferos, Funcionamiento Hidrogeológico
<i>Área Geográfica:</i>	Prov. de Alicante

### Resumen:

El objetivo principal del Estudio es la mejora general del conocimiento de las masas de agua subterránea en la provincia de Alicante, según los criterios dimanantes de la Directiva Marco del Agua, que se puede desagregar en los siguientes objetivos parciales: definición geométrica y estructural de las masas de agua subterránea incluidas en las unidades hidrogeológicas; caracterización hidrodinámica; funcionamiento hidrogeológico y balance hídrico; caracterización hidroquímica e isotópica; contribución al desarrollo metodológico y su aplicación al estudio de las masas de agua subterránea en medios carbonatados de regiones mediterráneas; contribución al aprovechamiento racional de los recursos subterráneos y elaboración de una memoria síntesis científico-divulgativa de cada unidad hidrogeológica. Para la definición preliminar del modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico de cada unidad, las actividades a realizar consisten en la actualización del inventario de puntos de agua y explotaciones, definición de la morfología y evolución de la superficie piezométrica, establecimiento de la naturaleza de los límites de cada acuífero, estudio de los parámetros hidráulicos e hidrodinámicos y determinación del funcionamiento hidrogeológico y balance hídrico para cada sector o acuífero definido. Con la ayuda de técnicas hidroquímicas e isotópicas se está en condiciones de adoptar el modelo que mejor represente al sistema acuífero y permita elaborar unas bases para la ordenación de sus recursos hídricos desde el punto de vista de la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente. Este

Proyecto comprende varios Estudios, que se relacionan a continuación.

- Caracterización hidrogeológica y funcionamiento hidráulico de la unidad 08.44 "Barrancones Carrasqueta (2ª fase)". Con una extensión de 427 km<sup>2</sup> de los que alrededor de 200 km<sup>2</sup> corresponden a afloramientos permeables. Los materiales acuíferos están constituidos por calizas y dolomías del Cretácico, Eoceno y Oligoceno, así como también por sedimentos de edad cuaternaria. El espesor de la secuencia sedimentaria, incluyendo las formaciones impermeables que separan los tramos acuíferos, es superior a los 1.000 m. Esta unidad ha sido estudiada en sus aspectos infraestructurales y geológico/geométricos en una 1ª fase anterior (finalizada en 2005).
- Caracterización hidrogeológica y funcionamiento hidráulico de la unidad 08.47 "Peñón-Montgó-Bernia (2ª fase)". Con una extensión de 469,1 km<sup>2</sup> de los que unos 160 km<sup>2</sup> corresponden a afloramientos permeables. Está formada por un conjunto de acuíferos de diferente naturaleza, entre los que predominan los carbonatados de edad cretácica y terciaria con permeabilidad por fisuración y karstificación. Los espesores de su secuencia sedimentaria están en torno a los 600-800 m. Esta unidad ha sido estudiada en sus aspectos infraestructurales y geológico/geométricos en una 1ª fase anterior (finalizada en 2005).

- Caracterización hidrogeológica y funcionamiento hidráulico de la unidad 08.49 Agost-Monnegre (AM), tiene una superficie de 105 km<sup>2</sup>, de los que alrededor de 50 km<sup>2</sup> corresponden a afloramientos permeables. Los materiales acuíferos son de naturaleza carbonatada y calcarenítica y pertenecen al Cretácico y Eoceno. El espesor medio de las formaciones cretácico-eocenas está comprendido entre 150 y 300 metros.
- Caracterización hidrogeológica y funcionamiento hidráulico de la unidad 08.40 Sierra Mariola (SM), cuya superficie poligonal es de 360 km<sup>2</sup>.

de los que alrededor de 210 km<sup>2</sup> corresponden a afloramientos permeables. Está formada por una veintena de acuíferos, de los cuales, los más importantes están constituidos por formaciones carbonatadas y dolomíticas cretácicas y jurásicas, y el resto por materiales detríticos y calcareníticos del Mioceno y Cuaternario. Los espesores medios son del orden de 200-450 m en el caso de los mesozoicos y de 50-150 en el de los terciarios y cuaternarios. También se incluye en esta unidad el acuífero cuaternario de Muro de Alcoy.

**Más información:** [r.aragon@igme.es](mailto:r.aragon@igme.es)

## Investigación y caracterización hidrogeológica de formaciones de baja permeabilidad mediante la aplicación de la unidad móvil de hidrogeología

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Mejías Moreno, M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Mejías Moreno, M.; Ochando Jiménez, R.; Zapatero Menchero, C.
<i>Fecha de inicio:</i>	10-10-2004
<i>Final previsto:</i>	18-10-2006
<i>Palabras clave:</i>	Baja permeabilidad, ensayos hidráulicos, Unidad Móvil de Hidrogeología
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

La UMH tiene como principal campo de aplicación el estudio hidrogeológico de formaciones de baja permeabilidad. Se han realizado varios estudios de caracterización hidrogeológica en rocas sedimentarias, metamórficas y volcánicas, entre los que cabe citar: "Estudio hidrogeológico del vertedero de residuos sólidos urbanos de COGERSA, Asturias" (arcillas); "Informe sobre los ensayos de permeabilidad realizados en el entorno de la balsa de residuos mineros de la mina de Boliden-Apirsa en Aznalcóllar, Sevilla" (margas); "Estudio sobre los ensayos de permeabilidad realizados en el proyecto minero Las Cruces. Gerena, Sevilla" (margas azules); "Ensayos de permeabilidad realizados en dos sondeos de investigación situados respectivamente al sur de las cortas mineras de Aznalcóllar y Los Frailes en la mina de Boliden-Apirsa, Aznalcóllar, Sevilla". Fases I y II (rocas metamórficas y volcánicas).

Posteriormente, con fecha 2 de agosto de 2001 y con una duración de 3 años, se aprobó el proyecto: "DESARROLLO METODOLÓGICO PARA LA CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE FORMACIONES DE BAJA PERMEABILIDAD MEDIANTE ENSAYOS HIDRÁULICOS"

El proyecto presente contempla dos objetivos principales:

- El primero consiste en actualizar, modificar y sustituir la instrumentación y sistemas técnicos que conforman la Unidad, llevar a cabo el mantenimiento de los vehículos (dos camiones todoterreno), el grupo electrógeno y la sonda de perforación modificada y tener vigentes los contratos de mantenimiento del sistema de adquisición de datos, de las aplicaciones informáticas y del alquiler de las bombonas de Nitrógeno indus-

trial.

- El segundo objetivo es realizar periódicamente en campo la calibración, actualización y mantenimiento de los sistemas que componen la Unidad, mejorando el protocolo de actuación en la realización de ensayos hidráulicos, bien previamente a su utilización en trabajos de caracterización hidráulica o bien en un sondeo de calibración para evitar el deterioro que conlleva la falta de uso de la instrumentación.

Desde la fecha de inicio del presente proyecto se ha llevado a cabo una campaña de testificación hidráulica de formaciones de baja permeabilidad en la que se ha verificado el funcionamiento de las actualizaciones y modificaciones llevadas a cabo en la Unidad Móvil en los últimos meses. Esta campaña de testificación se ha llevado a cabo dentro de los trabajos previstos en la operación comercial: REALIZACIÓN DE ENSAYOS HIDRÁULICOS PARA INVESTIGACIÓN DE LAS POSIBILIDADES DE APROVECHAMIENTO DE CBM Y CMM Y SECUESTRO DE CO<sub>2</sub> EN LA CUENCA CENTRAL ASTURIANA.

Por otra parte, se han realizado una serie de actualizaciones y mejoras en el Sistema de Adquisición de Datos que pueden resumirse en los siguientes:

- Actualización del programa Field Point Explorer a la versión 4.0.1 que permite:
  - Instalación de una sonda Pt-100 con salida 4 a 20 mAmps equivalentes a un rango de temperatura entre 0° C y 100 ° C y su conexión al sistema de medida Field Point FP\_AI\_111\_1 (canal 10 del rango de canales 0 al 15).
  - Actualización del lenguaje LookOut a la versión 5.1.
  - Creación de una basa de datos CITADEL con



características ODBC (Open Database Connectivity) que permite realizar consultas SQL para recibir bloques de datos Excel, Access, etc indicando:

–Actualización del programa M&AX (Measure-

ment & Automation Explorer) a la versión 3.1 que permite definir la base de datos CITADEL como origen para el registro visual gráfico y la extracción de datos en archivos de diversos formatos.

**Más información:** [m.mejias@igme.es](mailto:m.mejias@igme.es)

### **Determinación de la relación entre zonas húmedas y acuíferos asociados mediante modelos de flujo de transporte. Aplicación a la gestión sostenible del acuífero Pego-Denia (Alicante)**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Ballesteros Navarro, B.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Heredia, J.; Ballesteros, B.; Rodríguez, T.
<i>Colaboraciones:</i>	Rodríguez, L.; Mejuto, L.; Hernández, J.A. (Diputación Provincial de Alicante)
<i>Fecha de inicio:</i>	02-11-2004
<i>Final previsto:</i>	02-11-2007
<i>Palabras clave:</i>	Hidrogeología, aguas subterráneas, zonas húmedas, modelación
<i>Área Geográfica:</i>	Provincias Alicante-Valencia

#### **Resumen:**

El acuífero de Pego-Denia, situado en el sector oriental de la comarca alicantina de la Marina Alta, se define como de tipo detrítico litoral, y desde un punto de vista medioambiental su principal interés reside en ser el acuífero asociado basal de la zona húmeda litoral de Pego-Oliva (marjalera de Pego-Oliva), que presenta una íntima relación con las variaciones de calidad y cantidad de los recursos del mismo. La proximidad al mar, por otra parte, hace que el humedal pueda ser afectado por procesos de salinización provocados por la intrusión marina, tanto a causa de las extracciones que se llevan a cabo en el propio acuífero, como en los acuíferos asociados laterales que contribuyen con sus aportes al mantenimiento del humedal. Los estudios y trabajos parciales llevados a cabo en este sector y que han contribuido a esbozar el esquema general del funcionamiento hidráulico del acuífero, han puesto también de manifiesto la necesidad de estudiar algunos aspectos de forma más detallada y con herramientas específicas (hidrogeoquímicas, modelación de flujo y de transporte de masa), que permitan resolver las incertidumbres existentes relacionadas con la caracterización hidrogeológica, la recarga del sistema y el fenómeno de la intrusión marina.

Por otra parte, la evidente causa-efecto existente

entre las extracciones practicadas y la calidad de los recursos, unida a la relación hidráulica entre las aguas subterráneas y el humedal, hace imprescindible disponer de un modelo de gestión sostenible del sistema para el óptimo aprovechamiento de los recursos hídricos, en el que quede garantizada la preservación del ecosistema asociado a la marjal de Pego-Oliva, y en el que se contemplen las aportaciones que realizan los acuíferos asociados laterales de Albuerca-Gallinera-Mustalla y Almudaina-Alfaro-Segaria a la zona húmeda.

La utilidad final del Proyecto se concreta en la mejora general del conocimiento sobre de las zonas húmedas dependientes de las aguas subterráneas, en las que existe un gran vacío en cuanto a la identificación de los elementos que intervienen en su balance hídrico y en la cuantificación de los mismos, así como en su funcionamiento y relaciones existentes con las aguas superficiales. De forma específica se pretende avanzar en los temas mencionados en la marjalera de Pego-Oliva, cuyo objetivo es el diseño de un modelo de gestión adecuado que permita la conservación de sus valores naturales y el desarrollo sostenible de su entorno.

**Más información:** [b.ballesteros@igme.es](mailto:b.ballesteros@igme.es)

### Utilización de técnicas hidrogeoquímicas para la determinación del funcionamiento de acuíferos carbonatados litorales. Aplicación al acuífero de la depresión de Benissa (Alicante)

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Ballesteros Navarro, B.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Araguás, L.; Ballesteros, B.; López, J.; Rodríguez, T.
<i>Colaboraciones:</i>	Rodríguez, L.; Mejuto, L.; Hernández, J.A. (Diputación Provincial de Alicante)
<i>Fecha de inicio:</i>	02-11-2004
<i>Final previsto:</i>	02-05-2006
<i>Palabras clave:</i>	Hidrogeología, aguas subterráneas, hidrogeoquímica, Depresión de Benissa, Alicante
<i>Área Geográfica:</i>	Alicante

#### **Resumen:**

El proyecto se centra en los aspectos que permitan abordar la comprensión de los mecanismos de salinización que operan en el acuífero costero de la Depresión de Benissa (perteneciente a la U.H. 08.47 Peñón-Montgó-Bernia), estableciendo los fenómenos relacionados con la dinámica del sistema, así como en identificar el origen y procedencia de los volúmenes de agua que potencialmente puedan ser extraídas del mismo. Para este cometido se aplicarán técnicas hidroquímicas e isotópicas específicas. Entre las primeras adquieren principal importancia relaciones iónicas como:  $rNa/rCl$ ,  $rMg/rCa$ ,  $rHCO_3/rCl$ ,  $rSO_4/rCl$  y  $rBr/rCl$ , mientras que entre las técnicas isotópicas destaca el análisis de isótopos ambientales como oxígeno-18, deuterio, dataciones mediante tritio y/o carbono-14, y azufre-34 y oxígeno-18 en sulfatos. De forma

paralela se profundizará en la definición y caracterización de la línea isotópica meteórica local. La integración de todos estos datos permitirá establecer distintas familias hidrogeoquímicas de aguas subterráneas, así como determinar su procedencia y posibles patrones de mezcla. Estas técnicas se aplicarán tanto en aguas de sondeos como en las principales surgencias submarinas. En este sentido la instrumentación de dichas surgencias permitirá obtener registros continuos multiparamétricos (caudales, conductividad eléctrica, contenido en cloruros...) que, junto con el conocimiento detallado de las fluctuaciones piezométricas y de la determinación de los patrones de flujo del sistema bajo las actuales condiciones de uso, aportarán datos esenciales para la interpretación de funcionamiento del acuífero.

**Más información:** [b.ballesteros@igme.es](mailto:b.ballesteros@igme.es)

### **Análisis y optimización de los modelos matemáticos aplicados al estudio de acuíferos carbonatados. Aplicación a los acuíferos de Crevillente y Quibas (Alicante)**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	de la Orden Gómez, J.A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	de la Orden Gómez, J.A.
<i>Colaboraciones:</i>	Asistencia técnica externa
<i>Fecha de inicio:</i>	02-11-2004
<i>Final previsto:</i>	02-11-2006
<i>Palabras clave:</i>	Modelo de flujo, Crevillente, Quibas, Alicante
<i>Área Geográfica:</i>	Provincia de Alicante

#### **Resumen:**

El proyecto se enmarca dentro de la línea de colaboración que el IGME y la Diputación Provincial de Alicante llevan realizando desde hace más de 20 años, a través de los sucesivos convenios específicos suscritos.

El objetivo del proyecto es el análisis y contraste de los códigos a utilizar para comprobar su adecuación para realizar la configuración del sistema y análisis de resultados en acuíferos carbonatados con permeabilidad por fisuración y fracturación y verificar si los resultados obtenidos son aceptables o no. El código a utilizar será Modflow, en cualquiera de sus versiones comerciales. La elección de un programa u otro se tomará conjuntamente por el IGME y la DPA. Para realizar este análisis, se van a elaborar dos modelos matemáticos de flujo de los acuíferos de Crevillente y Quibas (Alicante), que son sistemas carbonatados. Estos modelos permitirán también disponer de una herramienta de gestión que facilitará a la Diputación de Alicante la simulación de diferentes alternativas de

utilización de estos acuíferos y la evaluación de sus respuestas y evolución en el tiempo ante las mismas.

Para la consecución de este objetivo, se han establecido las siguientes actividades:

ACTIVIDAD 1. Determinación del modelo conceptual del funcionamiento hidrogeológico de los acuíferos a modelar. Modelos geológicos de los acuíferos, estudio espacial de la permeabilidad y su adecuación al código a utilizar en la modelación.

ACTIVIDAD 2. Toma de datos de entrada al modelo. Recarga, parámetros hidrogeológicos, datos de explotaciones, posibles relaciones hidráulicas con otros acuíferos adyacentes y cualquier otro que durante el desarrollo del modelo se presente como necesario.

ACTIVIDAD 3. Elaboración de los modelos.

ACTIVIDAD 4. Estudio y contraste de los resultados obtenidos y determinación de la aplicabilidad de los modelos de simulación del flujo subterráneo en medios porosos saturados a acuíferos carbonatados.

**Más información:** ja.delaorden@igme.es

### **Convenio de colaboración entre la Excm. Diputación de Cuenca y el Instituto Geológico y Minero de España para la mejora del conocimiento hidrogeológico provincial (2005-2007)**

*Jefe de Proyecto:* Martínez Parra, M.  
*Equipo de trabajo:* Martínez Parra, M.; López Gutiérrez, J.  
*Fecha de inicio:* 18-01-2005  
*Final previsto:* 18-01-2008  
*Palabras clave:* Abastecimientos, hidrogeología, provincia de Cuenca  
*Área Geográfica:* Provincia de Cuenca

#### **Resumen:**

Desde 1980 El IGME y la Excm. Diputación Provincial de Cuenca mantienen un Convenio de Asesoramiento Técnico en materia de aguas subterráneas y abastecimiento urbano. Dicho convenio se ha ido renovando sucesivamente.

Las actuaciones realizadas en 2005 se engloban dentro del Convenio firmado para los años 2005 a 2007.

En este año 2005 se han elaborado seis estudios hidrogeológicos para abastecimiento de agua potable para las poblaciones de: Casas de Fernando Alonso,

Mancomunidad del Puerto, Motilla del Palancar, Pina-rejo, Villalba del Rey, Villaverde y Pasaconsol. En ellos se hace un pormenorizado estudio hidrogeológico que contempla tanto aspectos técnicos de las captaciones como científicos sobre los aspectos hidrogeológicos de las principales formaciones acuíferas (hidrodinámica, hidroquímica).

Asimismo se está diseñando una red de control piezométrico y de calidad química para ver la evolución de los acuíferos y la garantía y calidad de los abastecimientos urbanos en la provincia de Cuenca.

**Más información:** [m.martinez@igme.es](mailto:m.martinez@igme.es)

## Background criteria for the identification of groundwater thresholds

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Grima Olmedo, J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Grima Olmedo, J.; Martínez Navarrete, C.; de la Orden Gómez, J.A.
<i>Fecha de inicio:</i>	31-03-2005
<i>Final previsto:</i>	31-03-2008
<i>Palabras clave:</i>	Aspectos sociales y económicos, contaminantes en suelo y agua subterránea, estado químico aguas subterráneas, impacto ambiental, valores límite de contaminantes
<i>Área Geográfica:</i>	Unión Europea más Países candidatos

### Resumen:

Durante el 5º Programa Marco, dentro de las Acciones Clave "Gestión sostenible y calidad del agua" y "La ciudad del mañana", se han desarrollado una serie de actividades relacionadas con la gestión de emplazamientos contaminados y su interacción con el agua superficial y subterránea. Dado que el suelo es un receptor de contaminación de diversos orígenes, y el agua subterránea se encuentra íntimamente relacionada con éste, puede decirse que los suelos contaminados son una fuente importante de contaminación de los recursos hídricos. Las Acciones Concertadas se han establecido con el propósito de apoyar la implementación de los Programas Marco. Entre ellas merecen especial mención las siguientes: CARACAS, NICOLE y CLARINET. Por medio de las dos primeras se han identificado áreas de conocimiento en las que la mejora del conocimiento científico básico supondría una mejora significativa en los costes y disminuiría la incertidumbre asociada con la adecuación de las soluciones seleccionadas en la evaluación de posibles usos futuros del terreno. CLARINET ha sido la red que ha sustituido a CARACAS, enfocado en el área de gestión de riesgos, tanto a nivel general como en los temas individuales desarrollados por los grupos de trabajo. Entre otros resultados, CLARINET ha estimulado la cooperación científica de varios países europeos en temas prioritarios de investigación, como ha sucedido en los proyectos BARGE y ECO-RISK. Como continuación de los trabajos mencionados pueden citarse otras redes de expertos tales como CABERNET, que continúa con la labor de intercambio de información y coordinación de la investigación científica.

Los debates que condujeron a la aprobación defi-

nitiva de la Directiva Marco del Agua son complejos, debido a que abarcaban metodologías diversas en relación con la protección de las aguas subterráneas. Dado que no fue posible alcanzar un consenso sobre medidas específicas de protección de las aguas subterráneas durante el proceso de conciliación, se introdujo el artículo 17, que instaba a la Comisión y al Parlamento Europeos a adoptar medidas específicas para la protección del agua subterránea. El desarrollo de una propuesta de directiva sobre agua subterránea complementa las provisiones de la Directiva Marco del Agua y la Directiva existente de agua subterránea 80/68/EEC (sus efectos dejarán de estar en vigor a partir de 2013). No se ha considerado apropiado elaborar una lista de estándares de calidad que pudieran ser aplicados a todas las masas de agua subterránea en Europa debido a la variabilidad natural en la composición química del agua subterránea así como a la inexistencia de redes de observación y control adecuadas. Por tanto, el Proyecto se centra en el desarrollo de una metodología para el establecimiento de criterios de evaluación del estado químico de los acuíferos y el establecimiento de valores límite de contaminantes en el agua subterránea. Como complemento de lo anterior puede decirse que el Proyecto se centra en la prioridad nº 8 del 6º Programa Marco "Evaluación medioambiental", para lo cual es necesario contribuir al desarrollo del Plan de Acción Medioambiental, Protocolo de Kyoto, Directiva sobre combustibles, Política sobre emisiones sonoras, Estrategia Temática de Protección del Suelo, Política de residuos, Directiva 86/278 sobre vertidos residuales y suelo, Estrategia de implementación de la Directiva Marco del Agua y Directiva de Calidad de las aguas de baño.

**Más información:** [j.grima@igme.es](mailto:j.grima@igme.es)

## Colaboración con la Dirección General de Obras Hidráulicas y de Calidad de las Aguas en la caracterización de los cuerpos o masas de agua subterránea, para la aplicación de la Directiva Marco del Agua

<i>Jefe de Proyecto:</i>	del Pozo Gómez, M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Durán, J.J.; Mejías, M.; Gómez, M.; Martínez Navarrete, C.; Ballesteros, B.; Garrido, E.; García de Domingo, A.
<i>Colaboraciones:</i>	Universidad de Málaga, empresas consultoras
<i>Fecha de inicio:</i>	13-11-2003
<i>Final previsto:</i>	13-11-2006
<i>Palabras clave:</i>	masas de agua subterránea, Directiva Marco del Agua
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

El objetivo principal del proyecto es coadyuvar a la aplicación de la Directiva Marco del Agua en España en los aspectos relativos a las aguas subterráneas, en particular a los que se refieren a identificación, delimitación y caracterización de las masas de agua subterránea. Para ello, se están desarrollando, genéricamente, tres tipos de actividades:

- preparación de documentos guía sobre criterios y metodología de delimitación y de caracterización de masas de agua subterránea;
- realización de estudios piloto de caracterización adicional en masas de agua subterránea concretas, como elemento de contraste y puesta a punto de criterios y metodología;
- colaboración con la DGOHCA en el seguimiento, revisión y homogeneización de la delimitación y caracterización de las masas de agua subterránea por los Organismos de cuenca.

En cuanto a la caracterización adicional de masas de agua subterránea, se tratará de establecer criterios metodológicos –y contrastarlos mediante su aplicación en estudios piloto de unas pocas m.a.s. representativas– para el cumplimiento de los requerimientos de la DMA, que en una síntesis no exhaustiva incluyen a los siguientes aspectos:

- Ubicación y límites de la m.a.s.

- Identificación de las presiones a que está expuesta: fuentes de contaminación, extracciones de agua, recargas artificiales
- Características generales de los estratos supra-yacentes zona alimentación
- Identificación de las masas de agua superficial y ecosistemas terrestres asociados
- Características geológicas e hidrogeológicas del acuífero y de las áreas de recarga
- Estratificación agua en el acuífero
- Cálculo de direcciones y tasas de intercambio de flujos con las masas agua superficial y ecosistemas terrestres asociados
- Datos para el cálculo de la tasa media anual de recarga a largo plazo
- Características de composición química de las aguas subterráneas, con indicación de niveles naturales de referencia y efectos antrópicos
- Ubicación puntos extracción agua subterránea, tasas anuales medias de extracción y composición química del agua extraída
- Ubicación de puntos de recarga artificial, tasa recarga y composición química del agua de recarga
- Uso del suelo en zonas recarga natural, incluida entrada contaminantes y alteración antropogénica cuantitativa de la recarga

**Más información:** m.delpozo@igme.es

**Estado químico masas de agua**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Fernández Ruiz, L.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Gómez, M.; Ruiz, J.M.; Moreno, L.; Nieto, P.
<i>Colaboraciones:</i>	Dirección General del Agua (MIMAM)
<i>Fecha de inicio:</i>	01-06-2004
<i>Final previsto:</i>	30-06-2006
<i>Palabras clave:</i>	DMA, masas de agua subterráneas, caracterización inicial, calidad natural, IMPRESS
<i>Área Geográfica:</i>	España

**Resumen:**

La metodología a aplicar para la evaluación y seguimiento de la calidad química de las masas de agua subterránea se fundamenta en las líneas de actuación que establece la DMA, en las especificaciones descritas en la propuesta de Directiva sobre protección de las aguas subterráneas de la contaminación (DAS), en el último borrador que recoge las conclusiones del proyecto europeo "BaSeLiNe. Natural BaSeLiNe quality in European aquifers: a basis for aquifer management" (finaliza en diciembre 2003), y todo ello adaptado a las peculiaridades de los acuíferos españoles.

El estudio químico de un acuífero debe realizarse utilizando un número suficiente de muestras representativas que permitan describir la variabilidad espacial de su fondo natural, lo que puede suponer que, en ocasiones, la ausencia de datos aconseje la realización de nuevos muestreos. En este proyecto no está prevista la realización de una analítica complementaria, planteándose la caracterización inicial con la información química e isotópica existente, aunque sí la propuesta, a la vista de las carencias que se pongan de manifiesto, de nuevos muestreos y el diseño de redes para el inicio de series temporales de control de la calidad química que permitan observar el fondo natural y detectar cualquier modificación del mismo y que proporcionen información sobre el funcionamiento hidrodinámico del acuífero.

El uso del suelo en la zona de recarga natural de las masas de agua subterránea va a condicionar la existencia o no de alteraciones antropogénicas de sus características naturales, por tanto el análisis y caracterización de las actividades e instalaciones potencial-

mente contaminantes que se desarrollan en estas zonas es primordial para poder cuantificar de forma veraz la presencia de compuestos que alteran la calidad natural y que pueden llegar a impedir el uso de estos recursos para los diferentes usos.

De forma esquemática se recogen las líneas de actuación y metodología a desarrollar para alcanzar los objetivos marcados y que se refieren a:

Determinación de la composición química de las aguas subterráneas en España. Clasificación por tipologías.

Análisis de presiones e impactos de actividad antrópica sobre la calidad de las aguas subterráneas en España.

Propuesta de niveles naturales de referencia para la caracterización adicional de las masas de agua subterránea y de valores umbral de contaminantes.

Establecimiento de criterios para el diseño de redes de seguimiento del estado químico de las masas de agua subterránea, tanto de vigilancia como operativas.

Apoyo en la aplicación de la futura Directiva derivada de la DMA relativa a la protección de las aguas subterráneas.

Se ha finalizado la caracterización química inicial de las masas de agua subterránea, así como el análisis IMPRESS (presiones e impactos), determinando las masas en riesgo y que por tanto necesitan una caracterización adicional, por tanto prácticamente el 50% de los objetivos planteados se han cumplido.

Se ha preparado la publicación "Metodología de evaluación preliminar de presiones e impactos en las masas de agua subterránea". SIAGA (en prensa).

**Más información:** ml.fernández@igme.es



## La acción antrópica en las aguas de la cuenca del río Guadalhorce. Aplicación de la Directiva Marco 2000/60/CEE del Parlamento Europeo a una cuenca piloto del sur de España

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Fernández Ruiz, L.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Martínez Navarrete, C.; Fernández Ruiz, L.
<i>Colaboraciones:</i>	Univ. Málaga, Jaén y Granada
<i>Fecha de inicio:</i>	11-01-2004
<i>Final previsto:</i>	11-01-2007
<i>Palabras clave:</i>	DMA, calidad, presiones, vulnerabilidad, perímetros
<i>Área Geográfica:</i>	Provincia de Málaga

### Resumen:

La cuenca del Guadalhorce, tiene importantes acuíferos carbonatados que se ubican preferentemente en la cabecera de las subcuencas y acuíferos detríticos ubicados en las zonas llanas o vegas, caracterizados estos últimos por el IGME en diversos estudios, aportando información sobre la interfase salina del acuífero y la afección a su calidad natural por actividades potencialmente contaminantes. Se trata de una cuenca que alberga numerosos núcleos de población, entre ellos la ciudad de Málaga, que se abastecen del agua de sus acuíferos y de las aguas superficiales embalsadas, y donde existen dos importantes zonas de regadío, unas 15.000 ha en total, situadas sobre los acuíferos detríticos, regadas con aguas superficiales del río Guadalhorce y aguas subterráneas. La actividad industrial implantada (fundamentalmente de curtidos y oleícola) se establece a lo largo de la cuenca, estas circunstancias junto con el uso turístico de la Costa del Sol, han llevado a considerar que es una buena cuenca piloto para estudiar la acción del hombre en las aguas subterráneas y superficiales y aplicar la Directiva Marco 2000/60/CEE con el fin de contribuir a alcanzar los objetivos medioambientales planteados en la misma.

**Más información:** ml.fernández@igme.es

Ha concluido la caracterización inicial de las aguas subterráneas de la cuenca del Guadalhorce (límites de los acuíferos, inventario de puntos de agua, zonas de recarga y descarga; características físico-químicas de las aguas subterráneas relaciones entre las aguas subterráneas y los ecosistemas de aguas superficiales, inventario de actividades y fuentes de contaminación puntual y difusa, ..), la cartografía básica que incluya los aspectos más destacados del geología, hidrología e hidrogeología, y una cartografía de vulnerabilidad intrínseca y específica de los acuíferos carbonatados y detríticos más amenazados de la cuenca, mediante Sistemas de Información Geográfica, cuya utilización es necesaria por el gran volumen de información que se maneja y por la facilidad para superponer las capas de diferente información.

Está en marcha la realización de los mapas de riesgos a partir de la combinación del mapa de los peligros de contaminación en la que se recogen las principales presiones de la cuenca y el mapa de vulnerabilidad intrínseca.

## Identificación y caracterización de acuíferos y lugares hidrogeológicos de valor ambiental y patrimonial en Andalucía

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Durán, J.J
<i>Equipo de trabajo:</i>	López Geta, J.A.; Durán, J.J.
<i>Colaboraciones:</i>	Universidad de Málaga, Empresa Consultora
<i>Fecha de inicio:</i>	12-01-2003
<i>Final previsto:</i>	31-12-2006
<i>Palabras clave:</i>	Patrimonio Hidrogeológico, Geodiversidad, Andalucía
<i>Área Geográfica:</i>	Andalucía

### Resumen:

Con frecuencia se olvida el importante valor ambiental y patrimonial que desempeñan algunos enclaves hidrogeológicos. No obstante, recientemente se han publicado varios estudios referentes al patrimonio geológico de Andalucía en los que se incluyen ciertos lugares con un alto interés hidrogeológico tales como: humedales cuya alimentación procede de aguas subterráneas (Fuentedepiedra, Zoñar, Medina), marismas y albuferas relacionadas con acuíferos costeros (Doñana, Adra), manantiales que originan ríos importantes (Segura, Guadalquivir), acuíferos con un importante desarrollo kárstico (Torcal, Sierra de las Nieves, Cazorla, Cabras) y otros.

Asimismo, el IGME en coordinación con la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, viene realizando proyectos para el establecimiento de indicadores ambientales relacionados con las aguas subterráneas y los acuíferos en espacios naturales protegidos.

Con este proyecto se persigue, aprovechando los conocimientos adquiridos en trabajos anteriores o en

curso de realización, identificar estos lugares de especial importancia hidrogeológica y detallar su relación con los acuíferos implicados. Los objetivos básicos que se pretende con este proyecto son dos. En primer término, conocer e identificar los lugares relacionados con las aguas subterráneas que poseen un alto valor ambiental y patrimonial y en segundo lugar, ayudar mediante el establecimiento de pautas de conservación y gestión, a su preservación.

El proyecto conlleva las actividades siguientes:

- Identificación y selección previa, a partir de la información disponible de los lugares hidrogeológicos andaluces de valor e importancia ambiental y patrimonial.
- Caracterización hidrogeológica de cada uno de los puntos con descripción de los principales rasgos que definen su valor patrimonial
- Establecimiento de orientaciones para su preservación, gestión, mantenimiento y puesta en valor
- Diseños gráficos adicionales

**Más información:** [jj.duran@igme.es](mailto:jj.duran@igme.es)

## Investigación sobre el comportamiento hidrogeológico de formaciones acuíferas profundas. Aplicación a la unidad hidrogeológica 08.07 (El Maestrazgo). Desarrollo metodológico

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Mejías Moreno, M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Antón-Pacheco, C.; Araguás, L.; Ballesteros, B.; Barnolas, A.; Gil Peña, I.; Gumiel, J.C.; López Gutiérrez, J.; Mejías Moreno, M.; Plata Torres, J.L.; Jiménez, I.; Marina Rojo, M.; Mediato, J.; Núñez Monasterio, I.; Rodríguez Martín, R.
<i>Colaboraciones:</i>	Antonio Casas (Univ. Zaragoza)
<i>Fecha de inicio:</i>	26-11-2003
<i>Final previsto:</i>	26-11-2006
<i>Palabras clave:</i>	Hidrogeología profunda, Maestrazgo
<i>Área Geográfica:</i>	Castellón

### Resumen:

El desarrollo de una metodología relativa a la investigación del comportamiento hidrogeológico de formaciones acuíferas profundas surge, en los primeros meses del año 2003, a propuesta de la Dirección General del IGME y de la Subdirección General de Hidrogeología y Aguas Subterráneas como una nueva línea de investigación a desarrollar dentro del Programa de Hidrogeología y Aguas Subterráneas del IGME. Incluido en esta línea de investigación se propone el desarrollo de un proyecto singular relativo a diversas cuestiones relacionadas con la hidrogeología profunda.

El área de aplicación propuesta como base de este proyecto es la Unidad Hidrogeológica 08.07 (El Maestrazgo), cuya superficie poligonal es de 1.934,53 km<sup>2</sup>, formada por un acuífero regional constituido por calizas, dolomías y margas de edad Cretácico superior-Jurásico, caracterizado por presentar un gran espesor en su secuencia sedimentaria y una zona saturada localizada a gran profundidad. En el área del Maestrazgo han sido realizados diversos trabajos de prospección sísmica (al menos ocho campañas referenciadas), destinados a la detección de áreas favorables para la explotación de hidrocarburos, que fueron completados con la perforación de cinco sondeos de investigación petrolífera (Bobalar 1 y 2, Salsadella, Mirambel 1 y Maestrazgo 2). Desde el punto de vista geológico destaca la tesis de Canerot (1974) que abarca todo el norte de la provincia de Castellón así como la cartografía geológica de la serie MAGNA. La investigación hidrogeológica del área se centra en los

trabajos realizados por el IGME a través del proyecto PIAS y otros informes posteriores que fueron recopilados y sintetizados en el "Estudio hidrogeológico del Maestrazgo" IGME (1989). Paralelamente se han llevado a cabo numerosos estudios locales para abastecimiento a poblaciones. Como resultado de estos estudios se ha realizado un considerable número de sondeos entre los que destacan los perforados por la Generalitat Valenciana (unas 10 perforaciones) y la Diputación Provincial de Castellón (unas 5 perforaciones) con profundidades entre 600 y 1.000 metros.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona propuesta para la aplicación de la metodología, está constituida por materiales predominantemente carbonatados mesozoicos que abarcan desde el Cretácico superior hasta el Jurásico basal. En la zona se definen una serie de acuíferos de edad cretácica y miocuaterna, suprayacentes a un acuífero regional jurásico (Acuífero Jurásico del Maestrazgo Central) cuya zona saturada se sitúa en gran parte del mismo a profundidades superiores a los 300 metros. Dentro de este acuífero se distinguen dos sectores separados por una zona de menor permeabilidad, siguiendo la alineación de la sierra de Valancha Occidental.

Los objetivos básicos del proyecto se pueden resumir en:

Determinación de la estructura geológica, características petrológicas, funcionamiento hidrodinámico, características hidroquímicas, isotópicas y ambientales del acuífero del Maestrazgo. Definición del modelo geológico e hidrogeológico.

Aplicación, validación y utilización simultánea de técnicas de diferentes especialidades científicas (geológicas, geofísicas, hidrogeológicas e hidroquímicas) para la optimización de los trabajos destinados al

estudio de formaciones acuíferas profundas y establecimiento de un desarrollo metodológico para su aplicación al estudio y conocimiento del medio hídrico subterráneo profundo.

**Más información:** [m.mejias@igme.es](mailto:m.mejias@igme.es)

### **Investigaciones hidrogeológicas puntuales como mejora de los abastecimientos urbanos y seguimiento de sondeos de investigación/explotación para el suministro de recursos hídricos al medio urbano (provincias de Granada y Jaén)**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Luque Espinar, J.A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Luque Espinar, J.A.; Rubio Campos, J.C.; Peinado Parra, T.
<i>Colaboraciones:</i>	Diputaciones de Granada y Jaén.
<i>Fecha de inicio:</i>	01-09-2004
<i>Final previsto:</i>	31-12-2006
<i>Palabras clave:</i>	Captaciones de aguas subterráneas, abastecimiento.
<i>Área Geográfica:</i>	Alto Guadalquivir (Granada y Jaén)

#### **Resumen:**

Estas investigaciones se realizan en el marco de los convenios de colaboración suscritos entre el IGME y las Diputaciones Provinciales de Jaén y Granada.

Los objetivos del proyecto se sintetizan en:

- La creación de una infraestructura de conocimiento de los parámetros hidrogeológicos básicos y una actualización del balance hídrico de diferentes acuíferos, algunos escasamente conocidos.
- La creación de infraestructura de cartografía hidrogeológica de diferentes áreas de Jaén y Granada, como base para una adecuada actualización, sistematización y reconocimiento de los acuíferos del territorio.
- La evaluación del potencial hídrico para el suministro de recursos al medio urbano.

-Labores de reconocimiento de columnas y seguimiento de ensayos de bombeo en sondeos de investigación/explotación.

Hasta la fecha se han cumplido los siguientes hitos:

- Entregados estudios de abastecimientos de los siguientes núcleos: Albuñuelas, Atarfe, Cáñar, La Malahá y Puebla de don Fadrique (Granada); Frailes (2 estudios) y Mancha Real-La Guardia (Jaén).
- Se ha realizado el control hidrogeológico de la perforación y ensayo de bombeo realizado en Las Gabias (Granada).
- Se ha realizado el control hidrogeológico del ensayo de bombeo de Zújar (Granada).

**Más información:** [ja.luque@igme.es](mailto:ja.luque@igme.es)

## **Análisis y caracterización de riesgos por contaminación de agua subterránea debida a metales pesados en la Plana de Castellón. Aplicación al caso del mercurio**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	López Gutiérrez, J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	López Gutiérrez, J.; García Menéndez, O.; Ballesteros Navarro, B.; Rodríguez, T.
<i>Colaboraciones:</i>	Laboratorios del IGME
<i>Fecha de inicio:</i>	07-03-2003
<i>Final previsto:</i>	07-03-2006
<i>Palabras clave:</i>	Contaminación, aguas subterráneas, riesgo, vulnerabilidad, metales pesados
<i>Área Geográfica:</i>	Castellón

### **Resumen:**

Diversos estudios sobre la calidad de las aguas subterráneas en el acuífero de la Plana de Castellón, realizados hasta la fecha por diferentes organismos, han constatado la existencia de procesos de alcance variable de contaminación por metales pesados, tanto en la zona no saturada como en las aguas subterráneas. Estos procesos se atribuyen, con gran probabilidad, a la intensa actividad industrial de la zona, aunque no se descarta un posible "fondo" debido a las características litológicas y metalogénicas de algunas de las formaciones que constituyen parcialmente el basamento, el borde e incluso el área fuente del relleno pliocuaternario de la Plana de Castellón.

El intenso uso extractivo de este acuífero, tanto para riego como para abastecimiento, unido a un carácter altamente vulnerable así como la diversidad de procesos contaminantes detectados (metales pesados, compuestos nitrogenados, intrusión marina, pesticidas, etc), aconsejan profundizar en el conocimiento de los procesos hidrogeológicos y físico-químicos que rigen el comportamiento de los metales pesados en los sedimentos y su interacción con la fase acuosa.

Así mismo, la exposición potencial de la población a estos contaminantes, tanto a través del agua de abastecimiento como por el riego de cultivos, hace necesario el estudio detallado de la vulnerabilidad del acuífero frente a la contaminación en general, y fren-

te a metales pesados en particular, así como una evaluación del riesgo en función del contenido de metales pesados movilizables en la zona no saturada y en las aguas subterráneas, y de las posibles rutas de exposición a los mismos.

Por ello, con el proyecto se pretende profundizar en el comportamiento de los metales pesados (movilidad, especiación, etc), hacer una evaluación del estado de las aguas subterráneas y de la zona no saturada del acuífero con respecto a la presencia de metales pesados y abordar la elaboración de una cartografía de vulnerabilidad del acuífero y de riesgo frente a metales pesados.

La metodología que se sigue pasa por los siguientes estadios:

1. Inventario de focos potencialmente contaminantes.
2. Muestreo del agua subterránea y suelos.
3. Cartografía de la vulnerabilidad intrínseca del acuífero mediante los métodos DRASTIC y GOD. Se contempla la modificación de dichos métodos a las características particulares del acuífero de la Plana de Castellón. Se propone la inclusión de dicha cartografía en un SIG Arc View, como estándar aceptado por la Dirección del IGME.
4. Desarrollo de una metodología de análisis de riesgo específica para metales pesados.

**Más información:** [j.lopezgu@igme.es](mailto:j.lopezgu@igme.es)

## Estudio del funcionamiento hidrogeológico y simulación numérica del flujo subterráneo en los acuíferos carbonatados de Solana y Jumilla-Villena (Alicante y Murcia)

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Lambán Jiménez, L.J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Lambán Jiménez, L.J.; Aragón Rueda, R.; Pérez, C.
<i>Colaboraciones:</i>	Dto. Ciclo Hídrico (Diputación Provincial de Alicante) y Laboratorios Cedex
<i>Fecha de inicio:</i>	02-11-2004
<i>Final previsto:</i>	02-11-2007
<i>Palabras clave:</i>	Funcionamiento Hidrogeológico, Hidrogeoquímica e Isótopos, Simulación numérica flujo subterráneo
<i>Área Geográfica:</i>	Alicante y Murcia

### Resumen:

Los acuíferos carbonatados de Solana y Jumilla-Villena se encuentran en la comarca del Alto Vinalopó (provincias de Alicante y Murcia) dentro de las Cordilleras Béticas, las cuales se caracterizan por presentar una estructura geológica muy compleja que condiciona significativamente tanto la extensión como el funcionamiento hidrogeológico de los acuíferos existentes. Por otro lado, la escasez y variabilidad de las precipitaciones unido a la demanda creciente de agua y ausencia de otras fuentes alternativas de suministro, ha llevado a una explotación intensiva de las aguas subterráneas en muchos de estos acuíferos como ocurre en los casos de Solana y Jumilla-Villena. El acuífero Solana constituye uno de los acuíferos más importantes de Alicante, se encuentra situado al NO de la provincia y presenta una superficie de unos 150 km<sup>2</sup>, permitiendo el abastecimiento público de poblaciones como Villena y Alicante. El acuífero Jumilla-Villena es un acuífero intercuenca Júcar-Segura y presenta una superficie de 317 km<sup>2</sup>. Ambos acuíferos se encuentran actualmente sometidos a una explotación intensiva pudiéndose considerarse, sobre todo el de Jumilla-Villena, como sobreexplotados o con riesgo de sobreexplotación. La sobreexplotación se puede definir como una situación en la que durante varios años la extracción media de agua subterránea en un determinado acuífero supera o se aproxima a su recarga media. En la práctica, se suele considerar que hay sobreexplotación cuando se observan ciertos efectos negativos de la explotación: descenso continuado de niveles, deterioro de la calidad, encarecimiento del agua extraída o daños ecológicos y ambientales. Sin embargo, estos efectos no están necesariamente rela-

cionados con el hecho de que la extracción sea mayor que la recarga, siendo muchos de ellos inherentes a la propia naturaleza de los acuíferos y, por tanto, pudiendo conocerse y evaluarse previamente así como afinarse a medida que avanza la explotación. Uno de los objetivos del proyecto consiste en evaluar más adecuadamente la recarga en estos acuíferos ya que es ésta la que define los recursos de agua y caudales explotables bajo unas determinadas circunstancias y condicionantes. Con respecto a los efectos negativos frecuentemente asociados a la explotación de las aguas subterráneas, uno de los más significativos es el deterioro de la calidad por aumento de la salinidad. La salinidad, especialmente en regiones áridas y semiáridas costeras o próximas a la costa, puede tener un origen natural procedente fundamentalmente de la aspersión marina en zonas próximas al litoral, concentración de agua de lluvia por evaporación, disolución de evaporitas y/o enriquecimiento progresivo en sales resultado de la interacción agua-suelo y agua-roca. Dicha salinidad natural, puede verse desplazada y/o incrementada como consecuencia tanto de la explotación de las aguas subterráneas como de otros posibles focos de contaminación tales como la emisión de sales a la atmósfera, infiltración de excedentes de riego y procesos industriales o mineros. Los aspectos de calidad son tan importantes como los de cantidad cuando se trata de evaluar una explotación intensiva. Por tanto, estudiar el origen de la salinidad, su evolución y su relación con la explotación son aspectos esenciales a tener en cuenta con objeto de planificar y gestionar adecuadamente los recursos hídricos subterráneos. De acuerdo con todo

lo anteriormente comentado se considera esencial determinar el funcionamiento hidrogeológico en ambos acuíferos poniendo especial interés en los aspectos previamente mencionados (evaluación de la recarga y de su incertidumbre, determinación de los efectos derivados de la explotación, deterioro de la calidad química del agua subterránea, ...). Todo ello

permitirá establecer un modelo hidrogeológico conceptual esencial para poder elaborar posteriormente un modelo numérico del flujo subterráneo en el que se integre todo el conocimiento adquirido y permita simular diversas alternativas de gestión ante el trasvase Júcar-Vinalopó.

**Más información:** [j.lamban@igme.es](mailto:j.lamban@igme.es)



## Aplicación de técnicas hidrogeológicas para la incorporación a la ordenación del territorio de medidas preventivas de la contaminación y/o de la explotación inadecuada de los acuíferos en las provincias de Granada y Jaén

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Luque Espinar, J.A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Luque Espinar, J.A.; Peinado Parra, T.
<i>Colaboraciones:</i>	Diputaciones Provinciales de Granada y Jaén
<i>Fecha de inicio:</i>	01-09-2004
<i>Final previsto:</i>	31-12-2006
<i>Palabras clave:</i>	normativas, protección de acuíferos, abastecimientos urbanos
<i>Área Geográfica:</i>	Alto Guadalquivir (Provincias de Granada y Jaén)

### Resumen:

La aplicación de estas técnicas se integra en la realización de Planes de Control de recursos (7ª fase en la Provincia de Granada y 1ª fase en la Provincia de Jaén), con el establecimiento de recomendaciones de explotación sostenible de las captaciones subterráneas para abastecimiento urbano. Entre los objetivos propuestos se incluyen:

- El ensayo y experimentación de técnicas de análisis, detección, corrección de problemas de sobreexplotación, así como protección y prevención de potenciales contaminantes en acuíferos.
- El establecimiento de planes o programas para el abastecimiento de sistemas mancomunados así como en aquellos planes que faciliten la integración de los usuarios en la gestión de acuíferos (control de explotaciones, acondicionamiento de manantiales e instalación de tuberías piezométricas para el análisis y seguimiento de áreas con riesgo de sobreexplotación en captaciones para abastecimiento urbano, etc.).
- La realización de propuestas técnicas para la posible delimitación de perímetros de protección de abastecimientos urbanos.

La metodología aplicada para la realización de los Planes de Control puede resumirse en la siguiente:

- Revisión y actualización del inventario de puntos de agua.
- Realización de encuestas para cuantificar volú-

menes de bombeo en captaciones de abastecimiento.

- Análisis de posibles focos de contaminación próximos a los abastecimientos actuales.
- Estimación de volúmenes de extracción de agua en los sectores acuíferos en que se ubican las captaciones de abastecimiento, así como del rendimiento de las explotaciones.
- Establecimiento de recomendaciones sobre la correcta instalación de equipos de bombeo y de control de niveles piezométricos.
- Ubicación de sondeos de explotación preventivos de posibles sequías.
- Recomendaciones de acondicionamiento para control de caudales en manantiales utilizados para abastecimiento.
- La aplicación de los métodos de Wyssling y Rehse señalando zonas de restricciones moderadas, máximas y absolutas para la propuesta preliminar de perímetros de protección.

Se ha realizado el Plan de Control de Granada (7ª fase) de los términos municipales: Beas de Granada, Huétor Santillán y Vélez de Benaudalla. En la provincia de Jaén se ha realizado el inventario parcial de focos potenciales de contaminación, algunas encuestas de cuantificación de volúmenes de bombeo, la actualización parcial del inventario de puntos de agua y de la infraestructura de abastecimiento

**Más información:** ja.luque@igme.es

**Manual de normas de elaboración y explotación de modelos numéricos en hidrogeología**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Murillo Díaz, J.M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Martínez Alfaro, P.E.; Martínez Santos, P.; Llamas Madurga, M.R.; Cruces de Abia, J.; Carrera, J.; Sánchez Vila, X.; Batlle, F.; Sauquillo, A.; Elorza, F.J.; Samper, J.; Montenegro, L.; Gómez, J.; Candela, L.; Muñoz-Carpena, R.; Juanes, J.; Molinero Huguet, J.; Zhang, G.; Dai, Z.; Voss, C.; Kinzelbach, W.; Paredes, J.; Solera, A.; Andreu Álvarez, J.; Capilla Romá, J.; Mangin, A.; Eraso, A.; Paredes, C.; Vela, A.; Nita, R.; Bajos, C.; Mayor, J.C.; De Marsily, G.; Iglesias, A.; Francos, A.; de la Vega, R.; Bidoglio, G.; Baroui, F.; Galbiati, L.; Kjeur, J.; Gens, A.; Araguás, L.; Azcón, A.; Rubio, F.M.; López Bravo, J.; Lambán, J.; Luque, J.A.; Gumiel, J.C.; Gómez, J.D.; Guardiola, C.; Heredia, J.; De la Orden, J.A.; Corral, M.M.; Castaño, S.; Fernández, L.; Fernández Uría, A.; García de Domingo, A.; López Geta, J.A.
<i>Colaboraciones:</i>	Universidad Complutense de Madrid, Universidad de Santander, Universidad Politécnica de Barcelona, Universidad de Berkeley (California), Universidad de Wright (Ohio), USGS, Universidad Politécnica de Valencia, CSN, ENRESA, ETSIMM, Universidad de Tolouse, Universidad de París y CSR
<i>Fecha de inicio:</i>	01-12-2003
<i>Final previsto:</i>	01-12-2006
<i>Palabras clave:</i>	Modelos numéricos

**Resumen:**

El rapidísimo progreso que ha acompañado a las técnicas informáticas en los últimos años ha tenido como consecuencia que herramientas y textos, imprescindibles en un momento dado, al cabo de unos pocos años, aunque siguen siendo útiles, han quedado en gran parte obsoletos. Las técnicas de simulación de los procesos hidrogeológicos no han escapado ni han sido ajenas a esta dinámica. El anterior sistema operativo, que ha puesto la informática al alcance del público en general, también es capaz de poner la herramienta de la modelización al alcance de cualquier hidrogeólogo sin necesidad de que posea una formación específica. Esto mismo puede suceder con otra serie de técnicos con menos especialización en las actividades hidrogeológicas e incluso podría alcanzar a personal meramente dedicado a temas hídricos de índole administrativa y legal o estrictamente especializado en técnicas burocráticas de gestión del agua. El manual que se propone realizar va dirigido tanto a especialistas como a hidrogeólogos de campo, a jóvenes profesionales de la hidrogeología y a estudiantes de Universidades. Realizar un texto que compendie, recopile y sistematice la teoría

y la práctica necesaria para la construcción e incluso diseño y desarrollo de modelos numéricos de agua subterránea. Se concretan como objetivos novedosos que deberá presentar el texto los siguientes:

1. Seleccionar el tipo de modelo más adecuado para cada caso concreto.
2. Valoración económica del coste de realización de un modelo en función del tamaño, área a modelar, objetivos y disponibilidad de datos.
3. Presentar reglas y normas para programar adecuadamente la construcción, diseño, mantenimiento, explotación y actualización de un modelo matemático.
4. Elaborar normas para evaluar la fiabilidad del modelo, así como presentar una metodología para realizar un análisis crítico sobre la credibilidad de los resultados obtenidos en función de los datos y el código informático empleado.

El trabajo constará de seis tomos de entre 300 y 450 páginas cada uno. Cada tomo se acompañará de una serie de ejemplos reales basados en casos prácticos, así como de CD-ROM con versiones educacionales de algunos programas, datos para elaborar mode-

los sencillos, y base de datos con información actualizada de programas existentes, programas complementarios y bibliografía relacionada con el tema. La denominación específica de cada tomo es la siguiente:

TOMO 1: Introducción a la modelización matemática de acuíferos. Teoría y práctica.

TOMO 2. Toma y tratamiento de datos para la construcción, diseño y explotación de modelos matemáticos en hidrogeología.

TOMO 3: Modelos matemáticos de flujo subterráneo.

TOMO 4: Modelos matemáticos de transporte de masas en acuíferos subterráneos.

TOMO 5: Modelos de uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas.

TOMO 6. Aplicaciones especiales de la modelación matemática de acuíferos.

**Más información:** [jm.murillo@igme.es](mailto:jm.murillo@igme.es)

### Estudio de funcionamiento y aplicación de modelos numéricos en acuíferos carbonatados explotados intensivamente: Serral-Salinas (Murcia-Alicante)

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Aragón Rueda, R.
<i>Equipo de trabajo:</i>	García, J.L.; Heredia, J.; Hornero, J.; Molina, J.L.
<i>Colaboraciones:</i>	Diputación Prov. de Alicante, CEDEX, Empresa Contratista
<i>Fecha de inicio:</i>	02-11-2004
<i>Final previsto:</i>	02-11-2007
<i>Palabras clave:</i>	Hidrogeología, Alicante, Modelización numérica de acuíferos, Funcionamiento Hidrogeológico
<i>Área Geográfica:</i>	Murcia y Alicante

#### Resumen:

El acuífero Serral-Salinas, ubicado entre las provincias de Alicante y Murcia e intercuencia Júcar-Segura, fue definido en el Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas, en 1976, bajo la denominación de "Carche-Salinas", al que se asignaba una superficie de unos 295 km<sup>2</sup> y unos recursos comprendidos entre 2,5 y 4 hm<sup>3</sup>/año. La explotación por bombeo ha ido creciendo a lo largo del tiempo de tal manera que fue estimada en 7 hm<sup>3</sup> para el año 1975, pasando a 11 hm<sup>3</sup> en el año 1981 y a 15,5 hm<sup>3</sup> en 1987, considerándose que en años secos anteriores este último valor pudo llegar a ser de 20 hm<sup>3</sup>. Las cotas piezométricas estaban comprendidas entre 365 y 570 m s.n.m. y en 1984 ya se observaban unos descensos continuados de niveles variables entre 1,5 a 7 m/año.

En el año 1989, el IGME emite, a petición de la Confederación Hidrográfica del Segura, un informe para la declaración provisional de sobreexplotación del acuífero, aunque en la actualidad continúa sin ningún tipo de declaración. Según el "Catálogo de acuíferos con problemas de sobreexplotación" (MIMAM, 1998) el acuífero Serral-Salinas ocupa el 9º puesto a nivel nacional, con una problemática especialmente centrada en la disminución de reservas, descenso de niveles, e incidencia significativa en el abastecimiento y agricultura.

En el año 1994, la Confederación Hidrográfica del Júcar lleva a cabo el último estudio hidrogeológico detallado, en el que se distinguen seis sectores hidráulicos en Serral-Salinas, con diferentes grados de conexión hidráulica entre sí, ocasionados por una

compleja estructura interna del acuífero y la existencia de fallas profundas. La explotación para el conjunto de la Unidad es cifrada en 11,8 hm<sup>3</sup> para el año 1989 y de 15,2 hm<sup>3</sup>/año como valor representativo de años de pluviometría media. Los recursos se estiman en 4 hm<sup>3</sup>/año, dato coincidente con el que figura en el Plan Hidrológico del Segura.

Este Proyecto pretende conseguir la mejora del conocimiento del funcionamiento del acuífero Serral-Salinas para aplicar un modelo numérico de flujo subterráneo de parámetros distribuidos que integre y dé coherencia a todos los datos obtenidos, y pueda ser integrado en el modelo de simulación de la gestión de los recursos hídricos actualmente disponible. La consideración de varias características básicas del acuífero como son su naturaleza carbonatada, geometría y funcionamiento complejo y la explotación intensiva de la que es objeto, al menos, desde la década de los años sesenta, puede permitir el establecimiento de patrones de funcionamiento. Son también objetivos prioritarios la mejora del conocimiento de los procesos de recarga natural, su evaluación y la relación con la explotación intensiva, con el objetivo último de plantear diferentes alternativas de gestión racional del acuífero tendentes a su recuperación, plazos de consecución y costes (socioeconómico y ambiental), de acuerdo con la actual política hidráulica de la zona (Trasvase Júcar-Vinalopó) y las directrices que establece la Directiva Marco del Agua.

La investigación planteada distingue una serie de actividades que básicamente pueden agruparse en dos fases: una primera con una componente impor-

tante de investigación para la mejora del conocimiento de la geometría y funcionamiento del acuífero Serral-Salinas, y una segunda fase donde se desarro-

lla el modelo de flujo subterráneo y se simulan diferentes alternativas.

**Más información:** [r.aragon@igme.es](mailto:r.aragon@igme.es)

## Evolución del acuífero Motril-Salobreña en situación de influencia antrópica tras la puesta en funcionamiento de la presa de Rules

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Calvache M.L.; Rubio, J.C.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Calvache M.L.; Rubio, J.C.; González, A.; de la Orden, J.A.; Peinado, T.; Navarro, J.A.; Martín, W.; López Chicano A.; Cerón, J.C.
<i>Colaboraciones:</i>	Dirección General Cuenca Mediterránea Andaluza (Agencia Andaluza del Agua)
<i>Fecha de inicio:</i>	06-03-2003
<i>Final previsto:</i>	06-03-2006
<i>Palabras clave:</i>	Acuíferos costeros, presa de Rules, uso conjunto, hidroquímica, parámetros hidráulicos, trazadores, intrusión marina, explotaciones, piezometría
<i>Área Geográfica:</i>	Cuenca Sur (Provincia de Granada)

### Resumen:

El objetivo principal de este proyecto es el de controlar la evolución de los principales parámetros hidroquímicos e hidrodinámicos del acuífero costero, para poder así determinar el efecto positivo, negativo o neutro que produce la presa sobre dicho acuífero. Además, otro objetivo fundamental en este proyecto, es profundizar en los aspectos que, gracias a los resultados obtenidos en el proyecto previo, se han revelado como fundamentales para la óptima caracterización del acuífero como son: estimación de las pérdidas que se producen en la red de acequias que circulan por toda la superficie del acuífero y que pueden constituir un capítulo importante de la alimentación del acuífero, localización exacta del contacto agua dulce-agua salada, estudio del origen de los sondeos surgentes en las proximidades del borde costero, origen de la charca de Suárez, control de contaminantes agrícolas en las aguas subterráneas, profundización en el conocimiento de los parámetros hidráulicos mediante ensayos de bombeo con apoyo de trazadores, etc.

Como objetivos concretos cabe citar:

1. *Control de la evolución de la hidroquímica e hidrodinámica del acuífero en la nueva situación de explotación y gestión de la presa de Rules.* En concreto, se controlarán los siguientes aspectos:
  - a. Piezometría a nivel mensual y aumento de los puntos de control continuo, fundamentalmente en el sector oriental del acuífero.
  - b. Análisis mensuales de componentes mayo-

ritarios, minoritarios y traza en una red optimizada.

- c. Control de la explotación del acuífero a nivel mensual.
  - d. Perfiles de conductividad eléctrica en los sondeos más próximos al borde costero para controlar los cambios de salinidad que se puedan producir en el sector de contacto agua dulce-agua salada.
  - e. Hidrología que contemplará tanto estudios hidrometeorológicos como el control diferencial del caudal del río Guadalfeo.
  - f. Actualización de los modelos matemáticos elaborados en el seno del proyecto anterior con los nuevos datos y resultados que se vayan obteniendo.
2. Profundizar en el estudio de aspectos concretos del funcionamiento del acuífero
    - a. Evaluación de las pérdidas en la red de distribución de acequias que circulan por toda la superficie de la vega.
    - b. Control de la descarga producida a través del borde permeable que constituye los materiales carbonatados de Escalate.
    - c. Determinar el origen de los sondeos surgentes en el sector próximo al borde costero.
    - d. Localizar la posición actual del contacto agua dulce-agua salada.
    - e. Realizar ensayos con trazadores de dilución puntual para obtener información sobre la

velocidad del flujo subterráneo en distintos puntos del acuífero.

- f. Realizar ensayos de bombeo en distintos sectores del acuífero con apoyo de trazadores que proporcionen datos de parámetros hidráulicos.
- g. Control de sustancias contaminantes específicas de la actividad agrícola que pueden

variar su concentración en relación a la puesta en servicio de la presa y correspondiente Plan de Gestión.

- 3. *Proponer una situación de recarga del acuífero Motril-Salobreña* que permita mantener en óptimas condiciones la calidad del agua subterránea de este acuífero, evitando los procesos de intrusión marina.

**Más información:** [jc.rubio@igme.es](mailto:jc.rubio@igme.es)

### **Caracterización hidrogeológica de los parques naturales de Huétor, Sierra de Castril, Despeñaperros y Andújar**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Rubio Campos, J.C.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Rubio Campos, J.C.; González Ramón, A.
<i>Colaboraciones:</i>	Diputaciones de Jaén y Granada
<i>Fecha de inicio:</i>	01-09-2004
<i>Final previsto:</i>	30-12-2006
<i>Palabras clave:</i>	Parque Natural, Huétor, Castril, Despeñaperros, Andújar
<i>Área Geográfica:</i>	Alto Guadalquivir, Jaén, Granada

#### **Resumen:**

El Proyecto contempla una actualización de información que posibilite la realización de síntesis sobre la caracterización hidrogeológica de los Parques Naturales. Los procesos relacionados con la infiltración e hidrodinámica del agua subterránea, imprimen carácter al paisaje de los Parques, así como la presencia de drenajes naturales en forma de manantiales y las emergencias en forma de zonas ganadoras en los cauces, son elemento fundamental que permite el mantenimiento de especies vegetales y animales de especial relevancia. La importancia de las aguas subterráneas, resalta por sus peculiaridades en relación con el medio biofísico existente y con el desarrollo socioeconómico de los habitantes de su entorno, por lo que el aprovechamiento de sus recursos de agua, debe mantenerse con el mínimo impacto en el equilibrio medioambiental.

El Proyecto conlleva la definición del encuadre territorial de los Parques; definición de características generales del medio biofísico (relieve, contexto geológico, suelos, vegetación, y fauna, en relación con el agua); situación del agua en los Parques (el ciclo hidrológico, climatología e hidrología superficial); formaciones acuíferas y acuíferos; puntos de agua y su relación con la presencia de humedales; especies vegetales y zonas recreativas; relaciones río-acuífero; funcionamiento hidráulico-balance; utilización de los recursos de agua subterránea, importancia en el ámbito de los Parques y en el entorno; características físico-químicas de las aguas subterráneas, contaminación; el karst y su importancia en los Parques; protección de los recursos hídricos; relación de itinerarios de interés, científico-pedagógico y recreativo en relación con las aguas subterráneas).

**Más información:** [jc.rubio@igme.es](mailto:jc.rubio@igme.es)



### Valoración numérica del estado y evolución de los acuíferos. Metodología numérica para definir la evolución de los acuíferos con problemas inducidos por la explotación de los recursos. Aspectos cuantitativos y de calidad

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Pernía Llera, J.M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Pernía Llera, J.M.; Mejías Moreno, M.; Alonso Santos, B.; Lambán Jiménez, J.; Molinero García, A.
<i>Fecha de inicio:</i>	29-04-2002
<i>Final previsto:</i>	29-04-2006
<i>Palabras clave:</i>	Estado, acuífero, indicadores, índices, piezometría, calidad
<i>Área Geográfica:</i>	Comunidades Autónomas de Castilla-La Mancha y de Andalucía

#### Resumen:

La valoración continua de un acuífero con información masiva de los parámetros que definen sus características, precisa de unos esfuerzos elevados que no tienen siempre una justificación técnica. Esta memoria sigue la metodología recogida en la Directiva Marco, que recomienda el estudio de detalle de un acuífero en un instante determinado, definiendo una serie de indicadores que permiten efectuar posteriormente el seguimiento de las características del acuífero en el tiempo. El control y seguimiento de esas características se realiza en años sucesivos en una serie limitada de puntos con los indicadores que se definen en el estudio inicial. La selección de indicadores patrón se hará partiendo de los índices de llenado o estado de los acuíferos que se están utilizando actualmente por el IGME (Situación de las Aguas Subterráneas en España), por el Ministerio de Medio Ambiente (Informe de Coyuntura), por las Confederaciones Hidrográficas (indicadores de sequía). Estos indicadores nos informan sobre la situación actual del acuífero en comparación con eventos máximos y mínimos de un periodo histórico de datos (el periodo recomendado inicialmente es de 10 años, pero se considera actualmente más óptimo el de 15 años). Se efectuará el cálculo de las situaciones mensuales que han existido en los últimos quince años, junto al tratamiento de la evolución de índices, y su análisis de tendencias. El desarrollo de nuevos indicadores nos aportará información sobre la situación de la recarga eficaz del acuífero, la evolución del acuífero en periodos de sequía y su recuperación. También permitirán definir el grado de explotación del acuífero. La selección

de los acuíferos en los que se aplicará la metodología se efectúa en base a la información que existe de ellos, con la finalidad de que la toma de datos previa sea la menor posible, en base a los siguientes criterios:

- Existencia de datos de piezometría, hidrometría y calidad que nos permiten efectuar los cálculos estadísticos de sus series históricas. También es un factor decisivo la existencia de puntos de control adecuados en cuanto a la fiabilidad del dato que se obtiene en él.
- Interés del IGME en mantener unos puntos de toma de datos para validar las conclusiones obtenidas y cuantificar las evoluciones futuras.
- Conocimiento de los parámetros hidrogeológicos, régimen de explotación, pluviometría, etc, que nos permita calcular la recarga del acuífero, y comparar los resultados que obtienen con esta nueva metodología y los cálculos tradicionales.

Se seleccionan las siguientes unidades hidrogeológicas para efectuar el proyecto: UH. 05-43.- Sierra de Estepa y UH. 08-29.- Mancha Oriental.

Las actividades para conseguir los objetivos en cada uno de estos acuíferos, se estructuran en las siguientes fases:

- Definición del estado del acuífero en función de los datos de piezometría y de su evolución histórica.
- Comparación de los resultados que se obtengan del llenado de los acuíferos por medio de los indicadores.

III Fase. Definición de índices de calidad y comparación de sus evoluciones con los de los índices de llenado.

Las actividades del proyecto han aumentado con la aplicación de los indicadores de las aguas subte-

rráneas, definidos por el Groundwater Indicators Working Group (UNESCO,IAEA, IAH, UNECE), a los acuíferos de Sierra Estepa y Mancha Oriental, para incluir en la segunda edición del World Water Development Report ( WWDR-II ).

**Más información:** [jm.pernia@igme.es](mailto:jm.pernia@igme.es)

## Ordenación de los datos históricos de piezometría, hidrometría y calidad. Bases de datos regionales, actualización y nuevas aplicaciones informáticas

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Pernía Llera, J.M.
<b>Equipo de trabajo:</b>	Pernía Llera, J.M.; Abolafia de Llanos, M.; Baeza Rodríguez-Caro, J.; Sánchez Padial, A.J.; Moreno Ortega, M.P.; Gómez-Escalonilla Sánchez, M.D.
<i>Colaboraciones:</i>	Aurensis
<i>Fecha de inicio:</i>	25-06-2003
<i>Final previsto:</i>	25-06-2006
<i>Palabras clave:</i>	base de datos, AGUAS XXI, GESDAGUAS, redes, datos hidrogeológicos, aguas subterráneas, acuífero
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

La Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas tiene la necesidad de mantener actualizada la información hidrogeológica y los programas que tratan los datos. Esta actualización, además de ser necesaria para su trabajo, va a permitir efectuar una correcta gestión con la base de datos institucional (relaciones entre Access y Oracle), ampliando la información con nuevas tablas y mejorando los niveles de calidad en los datos que suministra al público. Se ha efectuado un gran esfuerzo para actualizar las bases de datos relacionadas de AGUAS, adecuándolas a las nuevas herramientas informáticas y a un nuevo sistema operativo, para que sean utilizables la próxima década. La base de datos AGUAS XXI ha sido diseñada en ACCESS para su ejecución en WINDOWS-2000. Su diseño incluye nuevas tablas y mejora las existentes. La aplicación GESDAGUAS que gestiona la citada base de datos se ha programado en VISUAL BASIC y es la que permite efectuar la relación entre las bases AGUAS XXI de las oficinas de proyectos con la base de datos institucional AGUAS. Esta aplicación también permite relacionar las bases de datos con los programas específicos para el tratamiento de los datos hidrogeológicos (ARCVIEW, SURFER, GOLDEN, etc).

El presente proyecto recoge agrupados en tres grupos diferentes una serie de actividades que tienen una continuidad en el tiempo.

1. Actualización de la base de datos  
La estructura de AGUAS XXI (versión 1.0) consiste en: 1 tabla maestra con 68 campos; 7 tablas principales con un total de 210 campos;

35 tablas de codificación; 5 tablas auxiliares y 8 tablas de control. Sobre esta estructura se introducirán modificaciones en algunos campos de las tablas, a las relaciones entre tablas y a la estructura de las tablas auxiliares, se incluirán nuevas tablas auxiliares y se ampliarán las tablas de codificación. Recogiendo estas aportaciones se establecerá una estructura definitiva por el próximo decenio, que nos permitirá programar las aplicaciones a incorporar en GESDAGUAS, que se incorporará simultáneamente en las bases de datos de las oficinas de proyectos y en la institucional del IGME.

2. Ordenación de datos históricos  
Los datos que contiene la base en sus distintas tablas pueden ser puntuales (como es la profundidad, usos del agua, potencia instalada, etc.) o bien ser continuos en un periodo de tiempo, dando lugar a las series históricas más o menos completas. Estos datos deben ser revisados y corregidos por los técnicos antes de su utilización en proyectos o de ponerlos a disposición del público a través de las consultas.
3. Nuevas aplicaciones informáticas de cara a:
  - 3.1. Grupo de apoyo a la gestión de las bases de datos.
  - 3.2. Grupo de tratamiento y explotación de la información.

**Más información:** jm.pernia@igme.es

## Proyecto para la mejora de los parámetros físicos e hidráulicos que rigen el funcionamiento de los acuíferos de la cuenca del Ebro

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Azcón, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Azcón, A.; Garrido Schneider, E.
<i>Colaboraciones:</i>	Oficina de Planificación, Confederación Hidrográfica del Ebro
<i>Fecha de inicio:</i>	16-12-2004
<i>Final previsto:</i>	16-12-2007
<i>Palabras clave:</i>	Parámetros hidrogeológicos, Cuenca Ebro
<i>Área Geográfica:</i>	Cuenca del Ebro

### Resumen:

Este proyecto ampara las actividades a realizar por el IGME en el convenio entre la Confederación Hidrográfica del Ebro y el IGME para la mejora del conocimiento del funcionamiento de los acuíferos de la Cuenca del Ebro (Fase I).

Con el mismo se pretende: 1) Mejora del conocimiento del medio físico subterráneo y los parámetros que rigen el funcionamiento de los acuíferos de la cuenca del Ebro. 2) Asesorar a la C.H.E en su proyecto "Construcción de sondeos e instalación de la red Oficial de Control de las Aguas Subterráneas en la Cuenca del Ebro" con objeto de extraer la máxima información posible de todas las actividades previstas. 3) Enriquecer la base documental del IGME mediante la incorporación a su litoteca de las muestras de

aquellos sondeos que considere de interés, y a sus bases de datos todos aquellos análisis, ensayos y testificaciones que se considere oportunos. 4) Elaborar la información de base de futuras publicaciones divulgativas orientadas a dar a conocer a los usuarios y profesionales de las aguas subterráneas la ubicación y características de los puntos de agua suficientemente documentados desde el punto de sus características físicas y parámetros hidrogeológicos.

En la fase actual del proyecto se está trabajando en la supervisión hidrogeológica de los sondeos de la nueva red Oficial de Control de las Aguas Subterráneas en la Cuenca del Ebro e interpretación de los ensayos de bombeo realizados en los mismos.

**Más información:** a.azcon@igme.es

## Estudio de aplicación de técnicas de electrodiálisis a la descontaminación de suelos

<i>Jefe de Proyecto:</i>	García Delgado, R.A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	del Barrio Martín, S.; Nieto Castillo, A.M.
<i>Colaboraciones:</i>	Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental de la Universidad de Málaga
<i>Fecha de inicio:</i>	08-04-2005
<i>Final previsto:</i>	08-04-2008
<i>Palabras clave:</i>	electrodescontaminación, metales pesados, suelos contaminados

### Resumen:

Se trata de un proyecto de I+D aplicada, que ha sido seleccionado por el Ministerio de Medio Ambiente en su convocatoria de ayudas para la realización de proyectos de investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica contemplados en los Planes Nacionales de residuos y Recuperación de Suelos Contaminados. El proyecto se plantea coordinado por el IGME y en colaboración con la Universidad de Málaga y con una duración máxima de tres años.

El objetivo del presente proyecto de investigación es el análisis de las posibilidades de aplicación y las condiciones de utilización de una técnica considerada de bajo coste, la electrodiálisis, para la recuperación de terrenos contaminados fundamentalmente por metales pesados. Se pretende asimismo la determinación de las condiciones óptimas de operación en función de las características particulares de los suelos y los metales presentes, el estudio de la estabilidad temporal de dicho tratamiento y de la economía del mismo.

La consecución de un tratamiento de movilización y extracción de los contaminantes metálicos presentes en suelos, mediante sencillos tratamientos in situ, en los que además se minimiza o suprime la aplicación y/o mezclado de los mismos con productos químicos representaría una gran alternativa a los tratamientos habituales de suelos contaminados por metales pesados que, por otra parte, sólo vienen realizándose con alguna periodicidad cuando se trata de rentabilizar económicamente antiguos emplazamientos industriales (los denominados Brownfields) mientras que numerosas localizaciones de otro tipo quedan fuera de toda actuación y son foco de extensión de la contaminación.

Electrodescontaminación de suelos – Electrodiálisis

La demanda de técnicas de descontaminación in situ, eficaces y competitivas ha impulsado un importante esfuerzo investigador dirigido a aprovechar la movilidad que experimentan distintas especies químicas en presencia de un campo eléctrico, para la eliminación de contaminantes metálicos presentes en los suelos. La técnica desarrollada a tal efecto, conocida como electrodescontaminación es capaz de movilizar cationes de metales pesados en terrenos de reducida permeabilidad o con importante anisotropía inducida por niveles u horizontes edáficos subhorizontales de conductividad hidráulica relativamente baja, lo cual supone una alternativa frente a los procedimientos basados en la lixiviación más o menos selectiva de contaminantes, cuya eficiencia es muy limitada en este tipo de terrenos. Se emplea para ello una corriente continua de baja densidad, del orden de algunos A/m<sup>2</sup>, producida por una diferencia de potencial eléctrico entre los electrodos de aproximadamente 1 voltio por centímetro de separación.

Frente a la utilización de membranas pasivas como barrera de separación de la electrocinética convencional, se plantea como alternativa el empleo de membranas de cambio iónico para aislar los compartimentos de los electrodos del exterior mientras el suelo es sometido a electrodescontaminación. Está innovación, que supone una importante mejora recibe el nombre de Descontaminación electrodiálítica de suelos o simplemente Electrodiálisis. Como consecuencia de ello, este sistema presenta las siguientes ventajas:

- Minimiza el consumo de energía eléctrica al eliminar el flujo de los componentes de los

electrolitos entre los compartimentos de los electrodos.

- b) El suelo se empobrece paulatinamente en iones de metales pesados, sin precipitar como consecuencia del frente básico.
- c) Una vez que los iones de contaminante están fuera del suelo (en los compartimentos de los

electrodos), las membranas impiden su reentrada en el mismo aunque, debido a la existencia de reacciones en el electrodo o a las condiciones en los compartimentos (sobre todo el pH) se invirtiera su carga (positiva a negativa o viceversa).

**Más información:** [r.garcia@igme.es](mailto:r.garcia@igme.es)

## Colaboración entre la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y el IGME para la realización de trabajos de asistencia técnica en temas de calidad y evaluación ambiental

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Grima Olmedo, J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Grima Olmedo, J.; García Delgado, R.; Callaba de Roa, A.; Vadillo Fernández, L.; Fernández-Canteli Álvarez, P.; Iribarren Campaña, I.; Colomer Marco, J.C.; Díaz López, C.B.; Fernández Arroyo, Y.; Gutiérrez Palacios, A.; Morcillo Alonso, F.; Soriano Cea, J.J.; Rodríguez Gómez, V.
<i>Fecha de inicio:</i>	01-07-2004
<i>Final previsto:</i>	01-07-2007
<i>Palabras clave:</i>	Centro nacional de referencia de suelos, compost, declaración de impacto ambiental, divulgación, estrategia temática de protección de suelos, guías metodológicas, medidas correctoras, normativa, planes de seguimiento de infraestructuras lineales, residuos mineros, suelos contaminados
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

El IGME viene colaborando con el Ministerio de Medio Ambiente, a través de sus diferentes Órganos Administrativos en distintos proyectos y programas de carácter científico técnico. Así mismo presta Asistencia Técnica a dichos Órganos en temas de Normativa relacionados con el Medio Ambiente y participa conjuntamente con los técnicos del Ministerio en Grupos de Trabajo y Reuniones Técnicas de carácter nacional e internacional.

El objeto del Convenio es el establecimiento de la colaboración entre la Dirección General de Evaluación y Calidad Ambiental y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) para la realización de todos aquellos trabajos de Asistencia Técnica y asesoría en temas relacionados con las funciones propias de La Dirección General de Evaluación y Calidad Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente.

En concreto, la elaboración de trabajos técnicos de base para la preparación de Manuales, Reglamentos y Directrices para dar cumplimiento a las Leyes y normas medioambientales o para la redacción de otras futuras.

La colaboración técnica en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental y en las posteriores

labores de recogida de información y seguimiento de las condiciones establecidas en las Declaraciones de Impacto Ambiental.

Apoyo a los estudios que sobre la gestión y recuperación de terrenos contaminados sean propuestos, y en general todos aquellos proyectos concretos que a propuesta de la Dirección General y de mutuo acuerdo se decida abordar.

Se está prestando la asistencia técnica requerida por el Ministerio de Medio Ambiente, especialmente en los temas relacionados con la elaboración y posterior divulgación del Real Decreto 9/2005 de suelos contaminados.

En cuanto a Declaraciones de Impacto Ambiental se están realizando todas aquellas declaraciones que se encontraban pendientes de elaboración correspondientes al año 2004 y las que han sido remitidas en 2005 por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.

El equipo de apoyo al Centro Nacional de Referencia de Suelos continúa elaborando los datos solicitados por EIONET y colaborando con el MIMAM en la base de datos de expertos en temas relacionados con el suelo

**Más información:** [j.grima@igme.es](mailto:j.grima@igme.es)

### Convenio específico entre el Instituto Geológico y Minero de España y el Parque de Maquinaria del Ministerio de Medio Ambiente, para la realización de sondeos de investigación en el año 2006

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Galán de Frutos, L.A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Galán de Frutos, L.A.
<i>Colaboraciones:</i>	Parque de Maquinaria (Ministerio de Medio Ambiente)
<i>Fecha de inicio:</i>	01-06-2006
<i>Final previsto:</i>	31-12-2006
<i>Palabras clave:</i>	sondeos mecánicos, recuperación de testigo, ensayos de bombeo, rotación, rotopercusión
<i>Área Geográfica:</i>	España

#### Resumen:

El objetivo del proyecto es el establecimiento de un convenio con el Parque de Maquinaria del MMA, para la cofinanciación y ejecución de sondeos de investigación y operaciones especiales asociadas a ellos, comprendidos en los proyectos de investigación del IGME. Esto incluye la perforación de sondeos de pequeño diámetro (entre 50 y 200 mm) y eventualmente la realización de algunos sondeos de gran diámetro (superior a 200 mm). Todo lo cual representa una longitud total perforada de 1.200 metros lineales, durante el período de vigencia del Convenio.

Las características de dichos trabajos requieren que sean ejecutados mediante equipos y personal especializado, para la consecución de los fines y objetivos propuestos por el IGME. Al mismo tiempo, el Parque de Maquinaria puede aprovechar la capacidad y las actividades técnicas del IGME para el desarrollo y ensayo de nuevos equipos, utillaje y métodos de perforación para futuras aplicaciones.

Los trabajos comprendidos en el ámbito del presente Convenio son los siguientes:

Sondeos mecánicos de investigación: con recuperación continua de testigo, a rotopercusión, a rotación con circulación inversa de lodos, a rotación con circulación directa de lodos y/o a percusión.

Trabajos complementarios a los sondeos:

- Entubación
- Colocación del macizo filtrante de gravas.
- Cementación de fondo y del espacio anular.
- Colocación de materiales sellantes (tapones de bentonita o similares).
- Desarrollo y limpieza de los sondeos.

- Operaciones de inyección de agua y ácido.
- Otras operaciones de desarrollo y acondicionamiento de sondeos, a propuesta del responsable técnico de cada obra.

Ensayos geotécnicos: SPT y toma de muestras inalteradas.

Ensayos de bombeo.

Ensayos de permeabilidad: Pruebas de Lefranc y Lugeon.

Restauración ambiental de las áreas degradadas por cualquiera de las actividades anteriores.

Se entiende comprendido en estos trabajos:

La asistencia técnica para los trabajos citados.

El aporte de medios de transporte para los equipos y el personal asignado a ellos.

Las operaciones de mantenimiento de los equipos de perforación.

La redacción de informes técnicos finales sobre los trabajos de perforación y demás operaciones efectuadas en los sondeos.

El PM-MMA dará prioridad a todos los trabajos que le sean solicitados por el IGME, poniendo a disposición de este Organismo los siguientes equipos de perforación, con sus correspondientes dotaciones de personal:

- i. Una sonda testiguera para sondeos de pequeño diámetro, con dedicación completa.
- ii. Una máquina de perforación mediante rotopercusión, o bien de rotación con circulación directa o inversa de lodos, para sondeos de gran diámetro, en sustitución de la definida en el punto anterior.

**Más información:** l.galan@igme.es



## Modelización de flujos subterráneos de gases

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Zapatero, M.A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Iglesias, A.; Murillo, J.M.; Delgado, R.; Gómez Casttels, R.
<i>Colaboraciones:</i>	Maarten, M. (UPC Geomodels)
<i>Fecha de inicio:</i>	01-07-2005
<i>Final previsto:</i>	01-07-2008
<i>Palabras clave:</i>	Modelización, CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>

### Resumen:

Este trabajo está motivado por la preocupación sobre el cambio climático causado por gases de efecto invernadero (entre los cuales el CO<sub>2</sub> es el más importante), que ha generado varias iniciativas para su resolución. Además de reducir la emisión de CO<sub>2</sub> antropogénico (protocolo de Kyoto), existe la idea de secuestrar CO<sub>2</sub>, es decir, quitar CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Dentro del secuestro de CO<sub>2</sub> está el secuestro geológico, que consiste de inyectar CO<sub>2</sub> en yacimientos de carbón, formaciones salinas profundas o yacimientos agotados de gas o petróleo. El desarrollo de modelos de comportamiento del CO<sub>2</sub> al ser almacenado en las formaciones geológicas es de suma importancia en el momento actual. En estas formaciones geológicas, existen diversas sustancias que interaccionarán de diferentes maneras con el gas inyectado. De esta manera, es muy probable que si el almacén contemplado es una capa de carbón, ésta contenga gas metano, en cuyo caso, el modelo a desarrollar debe aproximarse a establecer cómo las moléculas de CO<sub>2</sub> desplazarán a las de CH<sub>4</sub> de la formación, según la presión y temperatura a la que ésta se encuentre. En el caso de formaciones salinas profundas, el modelo contemplará tanto la reacción química del gas con los iones presentes en el agua de la formación, como el fenómeno de disolución del gas en el propio agua. Del mismo modo, cualquier otra formación que surja como objetivo, presentará una geoquímica y unos fluidos característicos que deben introducirse en el modelo para predecir el comportamiento del gas al ser inyectado.

El desarrollo del proyecto se centrará en el cumplimiento de los objetivos marcados con un funcionamiento dinámico, que permitirá ir respondiendo a las exigencias planteadas por los proyectos de investiga-

ción sobre almacenes de CO<sub>2</sub> mencionados y que se desarrollarán en paralelo a éste. Las tareas a llevar a cabo durante el proyecto se irán combinando según se presenten las necesidades y serán básicamente las siguientes:

- Una investigación bibliográfica con el objetivo de conocer en detalle las características del secuestro geológico de CO<sub>2</sub> y los procesos relevantes. Se investigará cuáles son los antecedentes a escala mundial en desarrollos de modelos semejantes, con especial atención a los realizados en la Plataforma Sleipner (Noruega).
- Un estudio de modelación. Se hará mediante un modelo sintético, es decir, un modelo que tiene todas las características de un caso de secuestro de CO<sub>2</sub>, pero que no simula un sitio concreto. Los detalles del modelo dependen del resultado de la fase anterior. Se llevará a cabo un análisis de sensibilidad para estudiar el efecto de los procesos, sus parámetros y las dimensiones geométricas y así evaluar los eventuales riesgos. En esta fase el modelo contemplará también las posibilidades de comportamiento del gas al encontrar posibles fracturas y trampas en la formación geológica sintética. Para ayudar al desarrollo del modelo, se han proyectado análisis de laboratorio que facilitarán datos sobre el comportamiento del gas en las formaciones potencialmente interesantes como almacén. Una vez se vayan obteniendo datos reales, procedentes de análisis de laboratorio o, eventualmente, pruebas in situ, se estudiará la precisión y exactitud del modelo frente a los datos con el objetivo de identificar los errores que hayan podido llevar a obtener resultados distintos de los rea-

les. Cuando se haya identificado los errores del primer modelo, se procederá a realizar los cambios que se consideren necesarios para corregir esos fallos previos y desarrollar un nuevo modelo más ajustado a la realidad. La secuencia de

trabajo será repetida tantas veces como se considere necesario para obtener un modelo final satisfactorio.

**Más información:** [ma.zapatero@igme.es](mailto:ma.zapatero@igme.es)

## Estudio de las posibilidades de Metano en Capa de Carbón (CBM) en la Cuenca Central Asturiana, Norte de León y área de Barruelo de Santullán

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Zapatero, M.A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Martínez, R.; Suárez, I.; Laín, L.
<i>Colaboraciones:</i>	ETSI Minas de Oviedo, ETSI Minas de Madrid, Instituto Nacional del Carbón (CSIC)
<i>Fecha de inicio:</i>	29-09-2002
<i>Final previsto:</i>	29-03-2006
<i>Palabras clave:</i>	CBM, Metano, Carbón
<i>Área Geográfica:</i>	Asturias, León y Palencia

### Resumen:

Se ha establecido que el carbón es un depósito no convencional de gas natural, ya que es capaz no sólo de almacenar el metano (gas natural), sino también de generarlo. Es por ello, que se puede considerar los yacimientos de carbón como roca madre y almacén; además, modernamente se le considera también como almacén geológico para el secuestro de CO<sub>2</sub>, con importantes connotaciones al respecto del efecto invernadero. Por tanto, se considera necesario aportar la infraestructura metodológica, de carácter sistemático, necesaria para valorar los recursos de gas natural contenidos en cuencas concretas, como son las del Norte de León y la Central Asturiana, cuyas características más significativas son: tipología límnica (antracitas y hullas antracitosas), importante número de capas con potencias muy variables (0,5m a 30m, capa Pastora, Ciñera-Matallana), buzamientos variables (desde subhorizontal hasta subvertical, flancos invertidos). Todas estas características, junto con el conocimiento de existencia de gas en dichas cuencas, constituyen la base cierta sobre la cual se sustenta la necesaria investigación del potencial económicamente explotable del CBM. Para llevar a cabo dicha investigación infraestructural se llevarán a cabo los siguientes trabajos:

- Recopilación, análisis y estudio de toda la documentación geológico-minera disponible, pública y privada, que tenga relación con las áreas de estudio (Inventario Nacional de Carbones, estudios geológico-mineros realizados por las propias compañías mineras: S.A.HVL, HUNOSA, MSP, etc).
- Estudio de los planos de labores mineras que permita llevar a cabo una visualización espacial

de las capas de carbón explotadas, así como de la localización de zonas vírgenes. La información recopilada y revisada se plasmará en una base de datos y cartografía georreferenciada.

- Estudios geológicos: estratigráficos (medios deposicionales), niveles porosos (arenas y areniscas), geometría de las capas en profundidad, tectónica y estructura (sistemas de fractura, cleats y orientación).
- Estudio hidrogeológico: establecimiento de hipótesis de flujo de agua en profundidad, análisis de los bombeos en las explotaciones, características hidrogeológicas de los posibles acuíferos suprayacentes.
- Reevaluación, a partir de los estudios de las empresas mineras, de los recursos profundos de carbón para precisar la valoración del gas in place existente.
- Toma de muestras en afloramientos y en interior de mina, relativos tanto a los carbones como al gas contenido en ellos (sondeos en capa), que permitan establecer qué factores tienen mayor influencia en la generación y conservación del gas.
- Apoyo a la testificación de un sondeo piloto, prevista iniciar su perforación a finales del año 2003 (participa la Dirección de Aguas Subterráneas realizando las pruebas de permeabilidad in situ mediante el camión - sonda del IGME).
- Estudio y análisis de las muestras: estudio de maduración del carbón (macerales, reflectividad de la vitrinita), estudio de las muestras del sondeo, análisis inmediato (químico-físico), porosidad y microporosidad, análisis del gas (% CO<sub>2</sub>,

NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>, diferentes hidrocarburos del C1 (metano) a C5 (pentano).

- Valoración de recursos de metano y priorización de áreas.
- Elaboración y redacción del informe final con el apoyo de los datos obtenidos, recomendando la

localización más adecuada de sondeos y captaciones de gas en las cuencas estudiadas.

- Redacción de un documento técnico "Guía sistemática para la evaluación de recursos de metano en Cuencas Carboníferas".

**Más información:** [ma.zapatero@igme.es](mailto:ma.zapatero@igme.es)

## Proyecto coordinado de investigación de almacenes geológicos de CO<sub>2</sub> en España

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Zapatero, M.A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Barnolas, A.; Iglesias, A.; García, R.; Martínez, R.; Suárez, I.; Sastre, J.; Ortiz, G.; Arenillas, A.; Perucha, M.A.; Fernández, C.
<i>Colaboraciones:</i>	Ciemat, ETSI Minas Madrid, ETSI Minas Oviedo
<i>Fecha de inicio:</i>	01-12-2005
<i>Final previsto:</i>	01-12-2008
<i>Palabras clave:</i>	Almacenamiento geológico de CO <sub>2</sub>
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

El acuerdo suscrito en el Protocolo de Kyoto implica para la Unión Europea, entonces de 15 países, una reducción del 8% en la emisión de gases de Efecto invernadero para el horizonte 2008-2012 y con respecto al año base, que es 1990. La firma del Protocolo por todos los países de la Unión, dio lugar a un reparto interno, que concede a España la posibilidad de aumentar sus emisiones en un 15% respecto al año base para el horizonte fijado. En 2004, España se encuentra muy por encima de ese objetivo, por lo que el Gobierno Español ha elaborado un Plan Nacional de Asignación de Emisiones, en el que se incluyen cinco sectores industriales, que individualiza para cada instalación las máximas emisiones permitidas para el periodo 2005-2007. En esta situación, surge como una opción muy interesante para el control de emisiones, la posibilidad de capturar el CO<sub>2</sub> producido por estos sectores industriales y almacenarlo en formaciones geológicas profundas, donde quede almacenado a muy largo plazo. En este proyecto, se propone fortalecer la investigación de esta opción mediante la ejecución por parte del IGME de los siguientes paquetes de trabajo:

- 1) Estudio sobre el estado del arte de la captura y almacenamiento geológico a escala internacional, mediante estudio de proyectos de referencia. Se estudiará el desarrollo y los resultados y errores de los grandes proyectos, tales como Weyburn, Recopol, Castor, Nascent, etc...
- 2) Definición de los criterios de selección de cuencas o regiones geológicas de potencial interés para el almacenamiento de CO<sub>2</sub>. Antes de realizar la primera selección de posibles emplaza-

mientos, hay que definir los criterios y parámetros que vayan a determinar qué formaciones tienen posibilidades de llegar a ser almacenes de CO<sub>2</sub>.

- 3) Inventario preliminar de zonas potencialmente favorables para el almacenamiento, por la existencia de prototampas susceptibles de almacenar CO<sub>2</sub>. Una vez definidos los parámetros y criterios correspondientes, se realizará una primera acotación de escala regional.
- 4) Inventario de centros emisores y de sus volúmenes de emisión en territorio español. Uno de los factores que, sin duda, marca el interés de unas determinadas zonas es su cercanía a centros emisores de CO<sub>2</sub>, por lo que se considera imprescindible en este proyecto, realizar un inventario completo de centros de emisión en España, y evaluar los niveles de esa emisión.
- 5) "Mapping" o integración en un Sistema de Información Geográfica de las zonas preseleccionadas, los centros emisores y las posibles infraestructuras de transporte. Una vez se han determinado las zonas y los centros de emisión, junto con la información disponible sobre gaseoductos y otros medios de transporte del gas, resultará de mucha utilidad integrar toda esa información en un SIG, que ayudará a la visualización de las posibilidades de almacenamiento.
- 6) Estudio de las zonas preseleccionadas, a través de los estudios geológicos, geofísicos y de sondeos ya existentes, al menos, ya que no se des-

carta, en caso de tener en su momento capacidad presupuestaria, la realización de nuevas campañas para completar la información o, en su caso, corregirla.

- 7) Estimación de capacidades potenciales de almacenamiento de las zonas estudiadas y clasificación de las prototrampas. A través de fórmulas utilizadas internacionalmente y de los datos disponibles, se efectuarán los cálculos precisos para realizar una primera estimación de los volúmenes de CO<sub>2</sub> que pudieran ser

almacenados por las formaciones de las zonas elegidas, dependiendo en cada caso del tipo de trampa (carbón, formaciones profundas con agua salada, yacimientos de hidrocarburos agotados...)

Este proyecto se encuadra en el Convenio Marco firmado entre el Ciemat y el IGME para la investigación de almacenes geológicos de CO<sub>2</sub>, y cuenta con una subvención del VI Programa Marco de la Unión Europea a través del Proyecto Geocapacity.

**Más información:** [ma.zapatero@igme.es](mailto:ma.zapatero@igme.es)

## Evaluación de las emisiones de metano en minas de carbón para su aprovechamiento energético y reducción del efecto invernadero. Coal Mine Methane (CMM). Aplicación a la Cuenca Central Asturiana y Cuenca de La Pernía

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Zapatero Rodríguez, M.A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Zapatero Rodríguez, M.A.; Laín Huerta, L.; Suárez Díaz, I.
<i>Colaboraciones:</i>	HUNOSA, ENCASUR, E.T.S.I.Minas Oviedo, E.T.S.I.Minas Madrid, INCAR (CSIC), Univ. Oporto (Portugal), Hidrocarburos del Cantábrico
<i>Fecha de inicio:</i>	10-05-2004
<i>Final previsto:</i>	10-05-2007
<i>Palabras clave:</i>	Emisiones de metano
<i>Área Geográfica:</i>	Cuenca Central Asturiana y Cuenca de La Pernía

### Resumen:

Con este proyecto se pretende aplicar y, en su caso, adaptar, la metodología EPA al estudio de las cuencas Central Asturiana y de La Pernía. Se ha establecido que el carbón es un depósito no convencional de gas natural, ya que es capaz no sólo de almacenar el metano (gas natural), sino también de generarlo. Por esta razón, se puede considerar los yacimientos de carbón como roca madre y almacén; además, modernamente se le considera también como almacén geológico para el secuestro de CO<sub>2</sub>, con importantes beneficios respecto al Efecto Invernadero. Por tanto, se considera necesario aportar la infraestructura metodológica, de carácter sistemático, necesaria para valorar los recursos de gas natural que están siendo actualmente emitidos a la atmósfera desde las minas en actividad o abandonadas de las cuencas carboníferas españolas. Para llevar a cabo dicha investigación infraestructural se llevarán a cabo los siguientes trabajos:

1. Recopilación, análisis y estudio de la documentación pública y privada de tipo geológico-minera relativa a minas con antecedentes históricos de emisiones de metano disponible.
2. Realización de una base de datos con toda la información extraída. En ellas se incluirán mapas específicos, valores históricos de las emisiones de gases, superficie minada, profundidad de las labores, grado de inundación, contenido en gas, cercanía a centros de consumo y características hidrológicas (niveles de inundación de las labores). Al final de este proceso, se identificarán las minas potencialmen-

te emisoras, cuáles están abandonadas y cuáles están activas y, en éstas, en cuáles las emisiones están por encima de un valor de corte establecido para distinguir las minas de interés potencial en la producción de gas de las que no lo son.

3. Estudio de los planos de labores mineras que permita llevar a cabo una visualización espacial de las capas de carbón explotadas en las cuencas elegidas, con sus espacios vacíos, así como de las salidas al exterior que el metano pudiera encontrar (chimeneas, pozos, socavones...). Geometría en 3D y cubicación de dichos espacios.
4. Componentes, Ingeniería básica y montaje. En esta fase se procederá a realizar los esquemas de las instalaciones, así como el montaje de los equipos necesarios (metanómetros, anemómetros, barómetros, equipo de monitorización para registro continuo, GPS, etc.). Será necesario realizar obras de sellado en algunas salidas para forzar a los circuitos de ventilación a concentrar en otra salida todo el caudal de las emisiones y así poder realizar las medidas sin interferencia de flujos exteriores incontrolados a la propia explotación.
5. Programa de Registro de datos en campo, toma de muestras de gases emitidos y estanques, ensayos. En esta etapa se determinará la viabilidad futura de captaciones de gas. Para ello, se procederá a realizar registros continuos de emisiones en periodos variables de 3 a 15

días, en aquellas salidas al exterior en las cuales las emisiones alcancen el valor de corte establecido en las medidas iniciales.

6. Evaluación de los resultados y recomendación de continuar con el estudio técnico necesario para el aprovechamiento del gas si las emisiones son importantes, o bien de frenar la investigación de aquellas labores en las que las emisiones no son significativas. La obtención del ritmo medio de emisión, dará una idea bastante precisa del potencial ritmo futuro de producción de gas.
7. Elaboración y redacción del informe final con el

apoyo de los datos obtenidos, adjuntando en ficheros digitales, todos los planos de los circuitos de ventilación, planos de capa, planos de isobatas, donde quede reflejado el volumen de huecos vacíos capaces de drenar gas. Además, quedará modelizado, si es posible en 3D, cada "yacimientos emisor", reflejando el dato objetivo de cual es la emisión de los pozos estudiados; es decir, la composición del gas que emiten y su volumen recomendando la localización más adecuada de captaciones de gas en las cuencas estudiadas.

**Más información:** [ma.zapatero@igme.es](mailto:ma.zapatero@igme.es)



## Investigación y estudios metodológicos sobre las técnicas geoquímicas y sus aplicaciones

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Bel-Ian, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Locutura, J.; Chamorro, M.; Martínez, S.; Martínez, M.
<i>Fecha de inicio:</i>	01-11-2001
<i>Final previsto:</i>	30-10-2006
<i>Palabras clave:</i>	Muestreo geoquímico, Tratamiento de datos geoquímicos, Técnicas analíticas geoquímicas, Técnicas de ión metálico móvil (MMI)
<i>Área Geográfica:</i>	Diversas áreas del territorio nacional

### Resumen:

Las técnicas geoquímicas han adquirido un gran desarrollo y una cada vez mayor aplicación al conocimiento de los materiales superficiales y a la resolución de problemas de diversa índole que en ellos se plantean. Por ello es una línea cada vez más implantada en los Servicios Geológicos del mundo.

Este proyecto pretende la realización de diversos estudios de carácter científico sobre medios y metodologías de muestreo, metodologías de tratamiento e interpretación de datos geoquímicos, chequeo de nuevas técnicas analíticas, y estudio de nuevas aplicaciones de la información geoquímica a problemas específicos, con el fin de mejorar la eficacia de esta herramienta y de verificar su aplicabilidad a nuevos campos de investigación.

Los objetivos específicos son:

- Tratamiento integrado, a escala muy regional, de información geoquímica multielemental, anteriormente estudiada a escala 1:50.000, para analizar la influencia de la escala de tratamiento en la resolución del estudio, la densidad de muestreo óptima, definir metodologías de gestión, manejo e integración de coberturas muy amplias de carácter geoquímico, topográfico, sensores aereoportados, metalogenético, etc... Reconsiderar sus aplicaciones en otros campos anteriormente no considerados.
- Comprobar la aplicabilidad y definir una metodología de uso de las técnicas del ión metálico móvil (MMI) a la detección de mineralizaciones profundas.
- Definición de una metodología de trabajo para el estudio y definición de la contaminación de

aguas y suelos asociada a entornos mineros abandonados, a través de la caracterización en diversos medios de muestreo y en relación con su entorno geológico y las características de la mineralización y de los parámetros de explotación y mineralurgia. Este estudio se efectuará en dos zonas piloto de características muy diferentes.

En el año 2005 se ha aplicado este método en una zona con materiales aluvionares sobre el Complejo Esquisto Grauváquico donde se trataba de encontrar anomalías de oro y los resultados indican la validez del método.

En el año 2005 se han efectuado trabajos de interpretación de los datos obtenidos para las zonas de trabajo previstas y se ha aplicado el método en una zona donde la geoquímica tradicional de superficie no ofrecía resultados satisfactorios.

Se han realizado los siguientes trabajos:

1. Zona de Sinclinal de Santillana (Cantabria)
  - Finalización de la interpretación de resultados resaltando las zonas anómalas en Zn
2. Zonas de Masa Valverde (Huelva)
  - Interpretación de resultados
3. Zona de Casas de D. Pedro (Extremadura)

Se trata de una zona con materiales aluvionares poco potentes que recubren a una serie con esquistos y grauvacas que contienen pepitas de oro. Se ha aplicado una geoquímica multielemental tradicional sin grandes resultados. Debido a las bajas concentraciones de oro, y a la sospecha de una posible estructura mineralizada dentro del C.E.G. se ha diseñado un muestreo en perfiles para aplicar la técnica del MMI y

los resultados indican anomalías en las zonas donde se sitúan algunas de las más importantes pepitas de oro encontradas en superficie.

**Más información:** [a.bel-lan@igme.es](mailto:a.bel-lan@igme.es)

## Exploración regional en la FPE: aplicación del análisis neuronal de datos multidisciplinares a la delimitación de zonas anómalas

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Sánchez, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	García Lobón, J.L.; Baeza-Rojano, L.J.; Morián, G.
<i>Fecha de inicio:</i>	01-04-2001
<i>Final previsto:</i>	31-03-2006
<i>Palabras clave:</i>	Faja Pirítica, exploración, geoquímica, geofísica
<i>Área Geográfica:</i>	Andévalo (Huelva)

### Resumen:

En la FPE la aplicación de las diversas metodologías de exploración en áreas cada vez más extensas y con precisiones mejoradas, ha generado un considerable volumen de datos cuyo potencial sólo se ha aprovechado parcialmente. Su objetivo esencial es el de rentabilizar el considerable volumen de información generado por la aplicación de técnicas diversas de exploración durante los últimos quince años, tanto por parte del IGME como por otras entidades y asimismo analizar la aplicabilidad en la zona de la geoquímica multielemental como herramienta de prospección de carácter estratégico. Los trabajos se desarrollan sobre un sector delimitado, de aproximadamente 500 km<sup>2</sup>, con características geológicas, metalogenéticas y de actividad minera que se pueden considerar como representativas del conjunto.

El tratamiento del conjunto de datos se realiza por la aplicación de un programa neuronal, asociado a un SIG, como herramienta de exploración estratégica y simultáneamente se comprueba la idoneidad de la utilización del algoritmo neuronal en este campo. El proceso se basa en la ponderación objetiva de las variables geológicas y metalogenéticas, ligadas a la exploración de los sulfuros masivos volcanogénicos, según su grado de asociación espacial con los indicios y yacimientos conocidos y en su combinación para obtener probabilidades "a posteriori", derivándose mapas preliminares de favorabilidad para la existencia de este tipo de mineralizaciones. Asimismo, de forma similar se analizan los datos para la aplicación de técnicas de lógica difusa introduciendo criterios más subjetivos.

Las diversas actividades que comporta la elaboración de los datos del proyecto, se han desarrollado

**Más información:** [alejandro@igme.es](mailto:alejandro@igme.es)

conforme a la programación inicial, salvo en el caso de la geoquímica cuyos retrasos han obligado a solicitar tres prórrogas, a pesar de haber reducido en un 30% el número de muestras

Han concluido los trabajos de geofísica. La actividad se ha centrado en la optimización de la interpretación geológica de campañas de geofísica aeroportada de alta resolución, magnéticas y radiométricas, y de gravimetría terrestre, tanto a escala regional como de detalle.

Se han realizado (en todo el período 2001-2004) 715 determinaciones de densidad-susceptibilidad, 185 de magnetización remanente en roca no orientada, y 466 de radiometría gamma natural, expresada como contenidos de los radioelementos naturales K, U y Th. Estos parámetros han suministrado una base firme para el análisis de la expresión geofísica de los contextos a los que se asocian determinados tipos de recursos minerales en la zona de estudio

Se está tratando el conjunto disponible de datos por la aplicación de un programa neuronal, asociado a un SIG, como herramienta de exploración estratégica y simultáneamente se comprueba la idoneidad de la utilización del algoritmo neuronal en este campo. Asimismo, de forma similar se analizan los datos para la aplicación de técnicas de lógica difusa introduciendo criterios más subjetivos.

La exploración geoquímica es la actividad que ha experimentado los mayores retrasos, tanto en la recogida de muestras como en los análisis. De las 4.000 muestras previstas se han recogido, a la fecha del mes de diciembre de 2005, 3.284 muestras y se han analizado 2.017.

**Reconocimiento y estudios metalogenéticos de indicios mineros del borde SO de Castilla y León**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Florido, P.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Florido, P.; Locutura, J.; Barrios, S.
<i>Fecha de inicio:</i>	18-07-2005
<i>Final previsto:</i>	18-10-2007
<i>Palabras clave:</i>	Plasencia, Salamanca, indicios, metalogenético
<i>Área Geográfica:</i>	SO Castilla-León

**Resumen:**

La cobertura actual de la 2ª edición del Mapa Metalogenético de España a escala 1/200.000 cubre gran parte del oeste Peninsular, quedando un pequeño espacio sin cubrir en el sector septentrional del dominio del Complejo Esquisto Grauváquico. El objetivo del presente proyecto es la captura de información de campo en dicho espacio para su integración en la cobertura del mapa geológico continuo (GEODE) a fin de generar el mapa metalogenético de los principales dominios, unidades estructurales, hojas 1/200.000 o de cualquier otro tipo de formato de acuerdo con las necesidades y prioridades estratégicas dentro de los Programas de Cartografía Geocientífica del IGME.

La zona de trabajo, referenciada topográficamente, abarca la hoja 1/200.000 37 (Salamanca) y la parte castellano-leonesa de la hoja 1/200.000 43 (Plasencia).

Se estima que el número de indicios a estudiar será 141 repartidos: 51 en la hoja de Plasencia y 90 en la hoja de Salamanca.

La sistemática de estudio se regirá por las normas actuales para la realización del mapa metalogenético de España a escala 1/200.000. En síntesis:

- Campo
  - Reconocimiento del indicio en campo tomando como guión de referencia mínimo los campos de la ficha de indicios diseñadas para el mapa metalogenético
  - Desmuestre de la mineralización y encajante.
  - Levantamiento esquemático de labores y escombreras.

- Observaciones medioambientales: Valor del indicio como punto geológico singular, impacto visual, contaminación, riesgo etc.

- Laboratorios

- Preparación y estudio de 141 láminas transparentes y probetas pulidas
- Análisis químico (Au + ICP) de aproximadamente 141 muestras

- Gabinete

- Confección de las fichas de indicios con los datos de campo y estudios metalogenéticos, petrográficos y analíticos
- Confección de los esquemas anexados como hipervínculos a las fichas: fotografía, labores, situación y geológico. Las observaciones medioambientales y otras no contempladas en los campos específicos de la ficha se incluirán en el hipervínculo "observaciones".
- Realización del informe final, que consistirá en una descripción del trabajo realizado con una descripción sucinta y clara, por sustancias, de las mineralizaciones reconocidas.
- Los indicios se representaran en formato digital referenciados según las hojas del M..T.N. a escala 1/50.000 de acuerdo con las normas recientemente establecidas por la Dirección de Recursos Minerales y Geoambiente (febrero/2006) para la realización de la cartografía metalogenética.

**Más información:** p.florido@igme.es

## Investigación tecnológica sobre un proceso hidrometalúrgico aplicable a los sulfuros polimetálicos de la Faja Pirítica

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Guijarro, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Ilarri Junquera, A.; del Pozo Panadero, G.
<i>Colaboraciones:</i>	Junta de Andalucía, Universidad de Huelva
<i>Fecha de inicio:</i>	05-07-2005
<i>Final previsto:</i>	31-12-2008
<i>Palabras clave:</i>	sulfato férrico
<i>Área Geográfica:</i>	Faja Pirítica (Andalucía)

### Resumen:

El IGME, en colaboración con la Junta de Andalucía, ha diseñado, construido y operado una planta piloto de lixiviación con sulfato férrico para el Aprovechamiento de los Recursos Minerales de la Faja Pirítica, en las instalaciones de Nueva Tharsis S.A.L. (Huelva). Durante 2005 se ha investigado mineral polimetálico "rico", todo-uno, molido a un D80= 30 micras, habiéndose obtenidos lixivitaciones del 70% del cobre y del 95% del zinc, en discontinuo, a escala de laboratorio. En las últimas fechas el IGME ha recibido varias comunicaciones de empresas mineras implantadas en la Faja Pirítica interesándose en la utilización de la planta piloto para investigar posibles nuevos procesos a distintos tipos de minerales existentes en sus yacimientos.

De acuerdo con lo anterior, la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía junto con el IGME han acordado la firma de un Convenio de Colaboración, por tres años, para realizar

investigaciones, tanto en laboratorio como en planta piloto hidrometalúrgica, aplicables a los minerales de la Faja Pirítica, estando previsto investigar y tratar en planta piloto mineral polimetálico "rico", todo-uno, mediante lixiviación férrica, y mineral aurífero rico en cobalto, mineral aurífero-cobrizo y esteriles auríferos de flotación, mediante una lixiviación férrica para la disolución de la arsenopirita, calcopirita, blenda, etc....para liberar los metales preciosos encapsulados en estas especies mineralógicas, para posteriormente recuperarlos por cianuración u otros procesos alternativos.

El Convenio también prevé incorporar becarios de la Universidad de Huelva, con la doble misión de complementar su formación para la incorporación al mundo industrial y crear un grupo de jóvenes profesionales que conozcan los procesos y sus posibles aplicaciones en la minería de la Faja Pirítica.

**Más información:** a.guijarro@igme.es

**Estudio y modelización geoquímica de las aguas ácidas del lago minero de la corta Aznalcóllar**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	López Pamo, E.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Gómez de las Heras, J.; Martín Rubí, J.A.; Reyes, J.; Santofimia, E.
<i>Colaboraciones:</i>	Centro de Investigaciones Medioambientales de Magdeburgo (Alemania) - UFZ
<i>Fecha de inicio:</i>	27-10-2004
<i>Final previsto:</i>	27-10-2007
<i>Palabras clave:</i>	agua ácida de mina, lago minero
<i>Área Geográfica:</i>	Sevilla-Huelva

**Resumen:**

El proyecto se desarrolla en el marco de un convenio suscrito con la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa (CICE) de la Junta de Andalucía, con fecha de inicio de octubre 2004 y una duración de 3 años.

El objetivo global del convenio suscrito entre el IGME y la CICE es la realización de los trabajos necesarios que permitan determinar la tendencia futura y estado ambiental esperable de la corta Aznalcóllar si cesase el bombeo necesario para mantener la cota impuesta a la lámina de agua.

El estudio de la evolución de la corta bajo la condición supuesta hay que afrontarla desde dos puntos de vista: 1) Evolución hídrica: estimar como variaría el nivel de las aguas con el tiempo y conocer si se llegaría a una cota de equilibrio antes del rebose del agua de la corta. 2) Evolución hidroquímica: evaluar la características del agua que alberga la corta en relación a su posible uso o actuaciones de remediación.

Sin duda alguna la corta de Aznalcóllar presenta una acusada singularidad en relación a las más de 20 cortas inundadas que hay en la Faja Pirítica. La singularidad se debe a los siguientes hechos:

- Es la única corta en la que se viene extrayendo agua mediante bombeo para mantener el nivel del agua por debajo de una cota determinada.
- Es la única corta en la que se han venido y se vienen vertiendo materiales de diversa procedencia (residuos mineros o metalúrgicos, fangos de planta depuradora de agua de mina y suelos contaminados por metales).

Esto hace que la corta de Aznalcóllar esté lejos de alcanzar su equilibrio hidrológico y químico, y desde

luego lejos de ser un buen ejemplo para estudiar las características habituales de las numerosas cortas de la Faja Pirítica.

Por otro lado tiene poco sentido estudiar con detalle lo que ocurre en esta corta y no prestar atención a la evolución de la corta Los Frailes, ya que por su ubicación, a menos de 1 km de la primera, habría que considerar a ambas cortas, a efectos medioambientales, como una sola unidad. Además su estudio es de gran interés al estar en pleno proceso de llenado y ser la única corta de la Faja Pirítica que sus aguas presentan un pH circunneutral.

Por estos motivos el objetivo inicial del convenio se ha visto ampliado al estudio de:

- 1) La corta de Los Frailes.

Si esta corta acaba evolucionando como lo han hecho el resto de las cortas en la Faja Pirítica, el estudio de su evolución permitirá conocer el proceso de acidificación de sus aguas, ya que actualmente son neutras y presentan además cierta cantidad de alcalinidad; lo cual desde el punto de vista científico presenta un gran interés. Además la monitorización del llenado de la corta permite estudiar como influyen los parámetros climáticos e hidrogeológicos en dicho proceso.

- 2) Al resto de las cortas de la Faja Pirítica.

Hay actualmente más de 20 cortas inundadas en la Faja Pirítica, y como es lógico el contexto geológico-minero es semejante en todas ellas, por lo que el estudio de las más antiguas puede aportar información sobre el equilibrio

químico final al que tienden las que están en evolución. Son de alguna manera análogos evolucionados de las cortas objeto de este

estudio y por tanto marco de referencia hidroquímico para su estudio

**Más información:** e.lopez@igme.es

**Estudios y asesorías sobre el fenómeno de las aguas de mina: geoquímica, evolución y procesos**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	López Pamo, E.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Martín Rubí, J.A.; Reyes, J.
<i>Colaboraciones:</i>	Johnson, D.B. (Univ. de Gales); Nordstrom, D.K. (USGS)
<i>Fecha de inicio:</i>	10-10-2005
<i>Final previsto:</i>	10-10-2007
<i>Palabras clave:</i>	aguas ácidas de mina, lagos mineros, especiación redox
<i>Área Geográfica:</i>	España

**Resumen:**

El objetivo principal del proyecto es mantener e intensificar una línea de trabajo en el IGME la cual permitiría:

- 1) Adquirir-ampliar conocimientos de carácter fundamental en materia de aguas ácidas de mina para su valoración y posibles actuaciones de corrección. Dentro de esta temática se diferenciarán: i) Lagos mineros (identificación, caracterización física y química básica, estratificación y evolución estacional, valoración ambiental), y ii) Drenajes de mina (estudio químico de especiación, caracterización microbiana elemental y estudios de procesos redox).
- 2) Dar asesoría técnica -científica a las administraciones y particulares en materia de aguas de mina. En particular esto se concreta en los compromisos adquiridos por el IGME a través de dos convenios vigentes (AZNALCÓLLAR y REOCIN), y los pendientes de adquirir mediante dos convenios de inmediata suscripción (CIEMAT-El Bierzo y HUNOSA).

Durante los últimos años en los que el IGME ha venido desarrollando varios proyectos centrados en aguas ácidas de mina en la Faja Pirítica Ibérica se ha reconocido la absoluta falta de información disponible sobre las características químicas, físicas, hidrológicas, limnológicas y ambientales de las cortas mineras inundadas de la región. Mientras en otras zonas del mundo con numerosos lagos mineros (p.ej. provincia de Lausatia en Alemania, Macizo Central Francés (Blanzey-Montceau-les-Mines), o Nevada en EEUU), existen numerosos estudios y proyectos de investigación por parte de organismos de investigación y Administración, en la Faja Pirítica, a pesar de la

magnitud del problema, no existe ni un inventario de lagos mineros ni se conocen equipos trabajando en la zona. Considerando tanto el número (más de 20), como el volumen de agua implicado (p.ej. 7 millones de m<sup>3</sup> en la corta de Aznalcóllar), o su quimismo (pH 1 y más de 40 gr/L de Fe en Corta Atalaya), se considera conveniente la realización de los trabajos necesarios de cara a identificar y estudiar estas masas de agua de alto potencial contaminante, así como su valoración ambiental. Estos trabajos deberían incluir entre otros aspectos: 1) caracterización física (batimetría y cubicación), 2) caracterización química básica (sulfatos, concentración de metales y acidez), 3) estratificación físico-química y su variación estacional (identificación del epilimnion e hipolimnion y procesos convectivos), 4) valoración ambiental (identificación de reboses, influencia en la red hidrológica superficial).

Por otro lado, en el curso de los proyectos arriba citados se vienen caracterizando física y químicamente los drenajes de mina tanto en su origen como durante su evolución y posterior interacción con cursos de aguas superficiales. No obstante queda gran cantidad de información elemental por adquirirse sobre aspectos tales como por ejemplo: 1) especiación química de los metales disueltos, 2) procesos redox (cinética de oxidación microbiana del Fe(II) y otros metales como As(III), Sb(III) y Mn(II)), 3) procesos de fotoreducción del Fe(III). Estos estudios (estado de oxidación de los metales, cinética de oxidación) son fundamentales tanto desde el punto de vista del diseño de actuaciones correctivas como desde el punto de vista ecotoxicológico.

Además de estos estudios, que se centrarán básicamente



camente en la Faja Pirítica, se contempla simultanear esta actividad con las que se deriven de los compromisos adquiridos por el IGME en otros proyectos que incluyan estudios de aguas de mina (convenios REOCIN, CIEMAT-El Bierzo, HUNOSA). El alcance de esta

actividad de asesoría técnico-científica sería de carácter netamente infraestructural (identificación de puntos generadores, caracterización físico-química, afectación a red hidrológica).

**Más información:** [e.lopez@igme.es](mailto:e.lopez@igme.es)

**Utilización del Plomo como indicador de vulnerabilidad ambiental en la Faja Pirítica Ibérica (Utpia)**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Locutura, J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Bel-Ian, A.; Lopera, E.; Chamorro, M.; Martínez, S.; Martínez, M.; Morián, G.
<i>Colaboraciones:</i>	IGM-Ineti (L. Martins, D. Oliveira, J. Matos, M.J. Batista); Univ. Algarve (M. Abreu, A. Cravo, M.J. Bebiano); Univ. Huelva (J.M. Nieto, G. Ruiz, A. Miguel, A. Valls); Geomedic (T. Shepherd)
<i>Fecha de inicio:</i>	18-07-2005
<i>Final previsto:</i>	18-07-2007
<i>Palabras clave:</i>	Faja Pirítica, Guadiana, Geoquímica, isótopos de Pb, vulnerabilidad, ambiental
<i>Área Geográfica:</i>	Cuenca del Guadiana, Faja Pirítica

**Resumen:**

La Faja Pirítica tiene, como rasgo más definitorio, la extraordinaria densidad de mineralizaciones de sulfuros masivos volcanosedimentarios distribuidos por toda ella y la intensa actividad de extracción minera a que han dado lugar, sobre todo en los siglos XIX y XX. La meteorización natural de las masas de sulfuros y su explotación han dado lugar a dispersiones de metales en diferentes medios naturales, como suelos, sedimentos de corriente, aguas y plantas. El objetivo principal del proyecto es crear una base de conocimiento para poder establecer la vulnerabilidad de los ecosistemas a los aportes y exposición de metales base introducidos por las mineralizaciones de sulfuros y por otras actividades antrópicas. Se pretende, en una perspectiva regional, en la zona correspondiente a la cuenca del Río Guadiana, conocer las concentraciones de elementos metálicos en suelos, sedimentos, aguas y plantas y determinar, esencialmente en el caso del plomo, su origen, que puede radicar en fuentes naturales (yacimientos, con efecto amplificado por la acción minera) o antrópicas (industria, núcleos de población, gasolineras, etc.).

Para poder obtener un conocimiento de los impactos en el medio natural de los metales liberados por los yacimientos de sulfuros y la actividad minera secular que en ellos se ha ejercido, es necesario, en una primera etapa, conocer la distribución de contenidos de una amplia gama de elementos metálicos en los materiales superficiales, concretamente en los sedimentos de corriente, en los suelos, en las aguas (superficiales y de pozo) y en las plantas, quedando la afección a seres vivos para un proyecto futuro. La hidrogeoquímica se realiza en paralelo por otro de los

organismos participantes en el Proyecto (Universidad de Huelva). En los sedimentos y en las plantas se determinarán los contenidos totales de 53 elementos químicos, analizados por técnicas de activación neutrónica y de espectrometría de emisión plasma con acoplamiento inducido. En los suelos, que serán muestreados a dos profundidades (5-20 cm y 20-40 cm), se determinarán los contenidos elementales totales y los contenidos biodisponibles (fracción intercambiable).

En una segunda etapa, y para valorar la influencia de los yacimientos de sulfuros en las concentraciones geoquímicas, se analizarán muestras de los medios citados para establecer la composición isotópica del plomo contenido. La composición isotópica del plomo es muy uniforme en los yacimientos volcanosedimentarios de la FPI. Los isótopos de Pb pueden, por lo tanto, ser un trazador que permita valorar la importancia de los aportes metálicos de los yacimientos en los ecosistemas, discriminándolos de los atribuibles a otras actividades (industria, agricultura, tráfico o núcleos de población).

Las actividades a desarrollar en el proyecto que ejecutará el IGME son las siguientes:

- Preparación de coberturas georreferenciadas topográficas, geológicas, de mineralizaciones. Diseño del muestreo.
- Muestreo, con densidades de toma de muestra de 1m/10 km<sup>2</sup>, de sedimentos de corriente.
- Preparación y análisis multielemental (53 elementos) y análisis de isótopos de Pb de los sedimentos.
- Toma de muestras de suelos, a dos profundida-

- des y con densidad de muestreo 1 m/5 km<sup>2</sup>.
- Determinación de capacidad de intercambio catiónico, contenido de materia orgánica y pH de las muestras de suelos.
  - Análisis multielemental (53 elementos) de contenidos totales y de contenidos biodisponibles en los suelos.
  - Análisis isotópico de las muestras de suelos
  - Toma de muestras de plantas (jara, lavanda) .

Muestras de raíces y de parte aérea.

- Calcinación y análisis multielemental (53 elementos) y de isótopos de Pb de las plantas.

Tratamiento, integración de datos (con datos de aguas, datos de Portugal) e interpretación. Representaciones cartográficas. Constitución de bases de datos e integración en un SIG con los datos generados por los otros componentes del proyecto INTERREG.

**Más información:** [j.locutura@igme.es](mailto:j.locutura@igme.es)

## Desarrollo de la infraestructura del conocimiento de los recursos minerales y sus aplicaciones en la provincia de Jaén (2004-2006)

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Regueiro, M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Regueiro, M.; Rubio Campos, J.C.
<i>Colaboraciones:</i>	Univ. Jaén
<i>Fecha de inicio:</i>	05-10-2004
<i>Final previsto:</i>	05-04-2007
<i>Palabras clave:</i>	Rocas y Minerales Industriales, Jaén
<i>Área Geográfica:</i>	Jaén

### Resumen:

Los trabajos a realizar en el marco del proyecto son:

CARACTERIZACIÓN DE PATOLOGÍAS DE LA PIEDRA EN MONUMENTOS HISTÓRICOS DE LA COMARCA DE LA LOMA DE ÚBEDA. Dicho estudio incluirá una cartografía del deterioro de las fachadas más representativas de los daños detectados, con definición del grado de degradación por las diferentes tipologías utilizadas, el muestreo de las diferentes tipologías y la realización de los correspondientes ensayos de laboratorio que permitan caracterizar físico-químicamente las diferentes afecciones. Una vez definidas las formas de alteración y establecidos los agentes de alteración que intervienen en la degradación de los materiales, se realizará una propuesta de tratamientos o procedimientos de remediación así como un plan de conservación a corto, medio y largo plazo que pudiera ser aplicable al conjunto del patrimonio histórico de la zona. Asimismo, se trabajará en la elaboración de un primer borrador de normativa municipal para el empleo de la Piedra Franca o materiales alternativos en la rehabilitación de edificios del casco histórico de la Comarca de la Loma.

ASISTENCIA TÉCNICA EN TEMAS GEOLÓGICOS-MINEROS (PIEDRA DORADA Y OTROS SECTORES DE INTERÉS). Asistencia técnica en temas relacionados con la Ley de Minas y su Reglamento. Permisos, trámites legales, etc. Trabajos relacionados

con la puesta en explotación del yacimiento de Piedra Dorada de Sabiote. Ferias, congresos, publicidad, marketing, etc. Trabajos de asesoramiento en la puesta en valor del yacimiento de mármol de la Ballestera. Labores de asesoramiento en temas relacionados con el patrimonio histórico minero de Jaén. Asistencia técnica en temas relativos al patrimonio geológico de Jaén.

SONDEOS COMPLEMENTARIOS EN LA ARENISCA DE LA LOMA DE ÚBEDA. Se contempla la realización y testificación de 456m de sondeos en la zona seleccionada de Sabiote.

MAPA DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES DE LA PROVINCIA DE JAÉN. Los trabajos a realizar serán la revisión y síntesis a escala 1:200.000 de las cartografías geológicas existentes, actualización del inventario de explotaciones activas e inactivas, localización de nuevos indicios y baja de los indicios antiguos sin interés, elaboración del Mapa de Situación de Explotaciones e Indicios y del Mapa de Recursos de Rocas y Minerales Industriales. (E. 1:200 000), caracterización tecnológica, mediante ensayos, de las principales sustancias, preparación de la información recopilada en fichas informatizadas normalizadas, integración de la información en la base de datos de Rocas y Minerales Industriales del IGME, elaboración de un mapa donde se sinteticen las investigaciones realizadas en la provincia (Proyectos de investigación, tesis, etc.) (E 1:200.000).

**Más información:** [m.regueiro@igme.es](mailto:m.regueiro@igme.es)

## Apoyo a la participación española en el proyecto "Comparación Global de Sulfuros Masivos" (PICG 502)

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Tornos, F.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Ortiz, G.
<i>Colaboraciones:</i>	Sáez, R. (Universidad Huelva), equipo PICG 502
<i>Fecha de inicio:</i>	20-05-2003
<i>Final previsto:</i>	20-05-2007
<i>Palabras clave:</i>	Cu, Au, Zn, Pb, sulfuros masivos, geoquímica
<i>Área Geográfica:</i>	Huelva, Sevilla

### Resumen:

La participación en el proyecto consiste básicamente en la colaboración en la gestión del proyecto y la participación en los proyectos transnacionales dentro del proyecto 502 del Programa Internacional de Correlación Geológica, Comparación Global de Sulfuros Masivos. En este marco, se coordina la generación, toma y sistematización de datos obtenidos de los otros equipos que trabajan en la Faja Pirítica Ibérica (U.Bilbao, U.Huelva, U.Orleans, U.Lisboa, IGM Portugal, empresas mineras). En una segunda fase se integrarán datos de otras zonas de la Península Ibérica y de una zona de Latinoamérica a determinar.

A escala general los trabajos específicos son:

1. Delimitar las lagunas de conocimiento existentes en las zonas de trabajo, procurando focalizar los proyectos de investigación específicos hacia esas áreas con el fin de crear un grado de conocimiento homogéneo y comparable al de otras provincias.
2. Creación y gestión de bases de datos.
3. Formación de grupos de trabajo sobre los distintos aspectos de los sulfuros masivos, incluyendo su geoquímica (origen de metales/fluidos, mecanismos de precipitación, dataciones, modelos hidrogeoquímicos), relaciones con las rocas volcánicas y sedimentarias, estilos de mineralización, alteración hidrotermal...

El trabajo a desarrollar en el IGME consistiría específicamente en:

1. Participación en la coordinación general del

proyecto y en la coordinación particular del grupo de trabajo de la Faja Pirítica, África y Sudamérica. Están planeadas dos reuniones anuales coincidiendo con los estudios globales en cada una de las provincias a estudiar.

2. Creación y desarrollo de una base de datos para los sulfuros masivos a escala mundial. Compilación y proyección de datos relativos a la Faja Pirítica Ibérica, otras zonas de la Península Ibérica y probablemente zona Chile-Argentina-Bolivia y África (Marruecos, Namibia).
3. Participación en el grupo de trabajo sobre estilos de mineralización y modelación geoquímica. Los trabajos a realizar en la Faja Pirítica se enmarcan en los que se están realizando actualmente en el marco de un proyecto DGI.
4. Organización de reuniones de trabajo en la Faja Pirítica. Está planeada una para 2005.
5. Desarrollo de los modelos regionales y globales en base a los resultados de los distintos proyectos independientes.
6. Difusión de resultados.

Durante el año 2006 se van a celebrar reuniones del proyecto en Rusia y Marruecos y hay planteada una asistencia técnica a Namibia en el marco del proyecto.

Página web <http://www.ltu.se/web/pub/jsp/polo-poly.jsp?d=4349> (provisional)

**Más información:** [f.tornos@igme.es](mailto:f.tornos@igme.es)

## Magmatismo, actividad hidrotermal y mineralización en cinturones transpresivos: el SO de la Península Ibérica

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Tornos, F.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Ortiz, G.; Bellido, F.; Gumiel, P.; Martín Rubí, J.A.; Locutura, J.; Conde, C.; Fernández Leyva, C.; Castillo, M.
<i>Colaboraciones:</i>	Galindo, C.; Casquet, C. (Univ. Complutense Madrid); Velasco, F. (Univ. País Vasco)
<i>Fecha de inicio:</i>	15-04-2004
<i>Final previsto:</i>	15-02-2007
<i>Palabras clave:</i>	Cu, Ni, Au, Zn, Pb, Ossa Morena, Zona Sudportuguesa, hidrotermal, geoquímica
<i>Área Geográfica:</i>	Badajoz, Huelva

### Resumen:

Los orógenos con una componente de desgarre son uno de los lugares preferentes de intrusión ígnea epizonal y desarrollo de actividad hidrotermal asociada. En cinturones transpresivos-transensivos y a favor de estructuras locales de extensión se forman sistemas magmático-hidrotermales que pueden dar lugar a mineralizaciones poco estudiadas y con relaciones mutuas mal conocidas. El contacto entre las Zonas Sudportuguesa (ZSP) y Ossa Morena (ZOM) es probablemente uno de los cinturones donde mejor se observan estos procesos, con algunos ejemplos únicos. La zona incluye sulfuros masivos gigantes en el terreno exótico (ZSP) y yacimientos de Ni-Cu magmático, Feox-Cu-Au en skarns, remplazamientos y venas en el autóctono relativo (ZOM). El objetivo general es el estudio geológico, estructural y geoquímico de la evolución de estos sistemas desde la inmiscibilidad de magmas y fluidos hasta la concentración en los yacimientos. Los objetivos básicos son:

- a) Definir las relaciones entre el magmatismo varíscico y algunas mineralizaciones clave de la ZOM y la ZSP, específicamente las del NE Faja Pirítica, Aguablanca, Sultana y área Burguillos-Brovaes. En cada uno de ellos se pretende estudiar la mineralización, la alteración y la roca ígnea, trazando geológica y geoquímicamente (mediante litogeoquímica y geoquímica isotópica) la evolución de los fluidos hidrotermales;
- b) Estudiar las conexiones y la evolución magmático-hidrotermal entre yacimientos magmáticos de Ni-Cu e hidrotermales de Cu-Au;

- c) Establecer un modelo evolutivo vertical de los sistemas; y,
- d) Proponer un modelo espacio temporal para la formación de los yacimientos de la zona.

La conclusión final del proyecto sería la construcción de un modelo tridimensional para el desarrollo de sistemas magmático-hidrotermales en estos ambientes estructurales. Los trabajos específicos a realizar son:

1. Caracterización del magmatismo metalumínico Varíscico de la zona, estableciendo su cronología, geoquímica y relaciones con la estructura.
2. Estudio focalizado de un grupo seleccionado de mineralizaciones en la Zona de Ossa Morena, para intentar realizar un modelo genético y de exploración común para todas ellas. Los depósitos preferentes a estudiar son Aguablanca (Ni-Cu magmático), Monchi, Colmenar, La Berrona, Las Herrerías y otras mineralizaciones similares (óxidos de hierro), zona de La Sultana (venas con Cu-Au) y otras cercanas. Los trabajos realizados hasta el momento han caracterizado geológicamente estas mineralizaciones, por lo que el trabajo se va a orientar primordialmente a las dataciones y otros estudios geoquímicos.
3. Estudio de los yacimientos de sulfuros masivos de la zona norte de la Faja Pirítica con realización de cartografía de detalle para establecer las relaciones entre el vulcanismo y las mineralizaciones (Lomero-Poyatos, Concepción-San Platón y áreas adyacentes). Estudio de detalle

del Plutón de Campofrío para determinar una posible relación genética con estas mineralizaciones.

4. Realización de un modelo regional involucrando deformación, tectónica, inmiscibilidad de magmas y fluidos y trampas geoquímicas en un modelo tridimensional.
5. Estudiar las conexiones y la evolución magmático-hidrotermal entre yacimientos magmáticos de Ni-Cu e hidrotermales de Cu-Au.
6. Paralelamente se pretende poner a punto los equipos de ICP del IGME para el análisis de tierras raras, elementos traza e isótopos.

**Más información:** [f.tornos@igme.es](mailto:f.tornos@igme.es)

**Estudio geológico, mineralógico y de aplicaciones industriales de las zeolitas de Cabo de Gata**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Regueiro, M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Moreno Merino, M., Lozano Fernández, R.
<i>Colaboraciones:</i>	E. García Romero, R. Oyarzun, M. Suárez Barrios, J. A. López García, M.V. López-Acevedo Cornejo, M.G. Stamatakis
<i>Fecha de inicio:</i>	15-10-2005
<i>Final previsto:</i>	15-10-2008
<i>Palabras clave:</i>	zeolitas, geología, mineralogía, aplicaciones industriales
<i>Área Geográfica:</i>	Cabo de Gata (Almería)

**Resumen:**

Las zeolitas son unos minerales con unas características químicas y estructurales que las hacen poseedoras de unas propiedades fisicoquímicas excepcionales, por lo que se encuentran, posiblemente, entre los minerales con más variadas y numerosas aplicaciones industriales.

En España sólo se conocen indicios de zeolitas en basaltos vacuolares del vulcanismo de las Islas Canarias, pero el único yacimiento económicamente explotable de zeolitas de nuestro país se encuentra en la provincia de Almería, entre Los Escullos y San José (Cabo de Gata) en el la cantera denominada "Los Murcianos", explotada por la empresa murciana Minas Volcan SA. Se asocian a las rocas volcánicas de Cabo de Gata y los materiales que se extraen se destinan por si solos o mezclados con otros minerales a multitud de campos: absorbentes, cargas industriales, filtración o al tratamiento de suelos. Precisamente el yacimiento de zeolitas fue explotado originalmente como un yacimiento de bentonitas y al profundizar en el mismo aparecen las zeolitas. En general las zeolitas tienen un origen similar al de las bentonitas pero a

medida que aumenta el gradiente térmico en lugar de formarse montmorillonitas se generan zeolitas.

Es posible, por lo tanto, que la investigación propuesta pueda servir para localizar nuevos yacimientos de zeolitas en la zona, que en las zonas explotadas no han sido puestos de manifiesto por no haberse alcanzado en las excavaciones la profundidad adecuada o porque se encuentran todavía cubiertos por masas de bentonita sin explotar o incluso por formaciones más recientes.

El objetivo del presente proyecto es por lo tanto, la investigación geológica y minera del único yacimiento conocido español de zeolitas naturales industriales para determinar cuál ha sido la génesis del mismo, establecer el volumen explotable del recurso, estudiar su mineralogía y analizar sus posibles aplicaciones industriales. En este último caso se pretende realizar una serie de pruebas en colaboración con la Universidad de Atenas para posibles nuevas aplicaciones y evaluar el empleo de las zeolitas mordeníticas de Cabo de Gata para el acondicionamiento de aguas salinas para riego.

**Más información:** [m.regueiro@igme.es](mailto:m.regueiro@igme.es)



## Estudio metalogenético y minero de las explotaciones auríferas romanas de la Cuenca Neógena de Coria (Cáceres)

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Florido, P.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Florido, P.; Locutura, J.; Sánchez, A.; Chamorro, M.; Martínez, J.M.
<i>Colaboraciones:</i>	A. Rivas; J.M.Medina
<i>Fecha de inicio:</i>	29-06-2005
<i>Final previsto:</i>	31-12-2006
<i>Palabras clave:</i>	Oro, minería romana, Terciario, Coria
<i>Área Geográfica:</i>	Coria (Cáceres)

### Resumen:

Las actuaciones relacionadas con el patrimonio minero dentro de la Línea Estratégica "Geodiversidad, Patrimonio Geológico-Minero y Cultura Científica" contemplada en el actual plan estratégico 2005-2009 del IGME deben referenciarse en dos vertientes fundamentales: por un lado el inventariado, caracterización y, coyunturalmente, conservación del inmovilizado de explotaciones mineras abandonadas, y por otra la definición de la signatura geológica y metalogenética de labores mineras singulares como aportación científica a la puesta en valor del entorno paisajístico y cultural de una determinada comarca o región.

En esta segunda perspectiva se enmarca el presente proyecto, con la pretensión de ser referente para actuaciones similares en la caracterización de puntos singulares de valor histórico-minero.

Las labores mineras estudiadas en este proyecto presentan un valor añadido por su carácter inédito hasta su identificación por los equipos del IGME durante la realización del Mapa Metalogenético de Extremadura, actualmente en fase de edición, y situarse en un área objeto de "proyecto piloto de dinamización turística" como es el entorno de la calzada romana Vía Dalmacia que atraviesa el término de Coria.

Los trabajos de campo para una primera caracteri-

zación geológica y metalogenética de las explotaciones auríferas romanas de la cuenca Terciaria de Coria se han realizado durante el año 2005.

El reconocimiento general de la zona por tierra, aire y por foto aérea, ha proporcionado nuevos vestigios mineros, además de los conocidos previamente del Sierro de Coria, en el Sierro de Marifranca unos 9 km al NE de Coria, en el término municipal Guijo de Coria.

Se ha realizado la cartografía geológica y de afloramientos de ambas zonas a escala 1/5000, así como desmuestres y estudios mineralométricos de concentrados de bateas procedentes de la red de drenaje y de los niveles litológicos minados.

Actualmente se está digitalizando la información cartográfica y redactando la memoria. Los trabajos están planificados para su conclusión a finales de abril de 2006.

Desde el punto de vista de su caracterización geológica, los horizontes minados corresponden fundamentalmente a fanglomerados procedentes del desmantelamiento de depósitos aluviales, correspondientes a terrazas residuales de un sistema "braided" anterior al actual sistema de terrazas del Río Alagón.

**Más información:** [p.florido@igme.es](mailto:p.florido@igme.es)

## Caracterización de contextos geológicos españoles de relevancia internacional

<i>Jefe de Proyecto:</i>	García Cortés, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Arribas, A.; Barnolas, A.; Barrera, J.L.; Bellido, F.; Boixereu, E.; Durán, J.J.; Jordá, J.; Locutura, J.; Martín-Serrano, A.; Quesada, C.; Rábano, I.; Roldán, F.J.
<i>Colaboraciones:</i>	INTECSA, Fundación Patrimonio Paleontológico (La Rioja), Univ. Complutense Madrid, Univ. Jaén, Univ. Oviedo, Univ. Zaragoza, Univ. Granada, Univ. Autónoma Barcelona, Univ. Almería, Univ. Cádiz, UNED, Instituto de Geología Económica-CSIC
<i>Fecha de inicio:</i>	20-06-2001
<i>Final previsto:</i>	31-07-2006
<i>Palabras clave:</i>	Patrimonio Geológico, Geodiversidad
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

Hace 4 años la IUGS, a través de su grupo de trabajo "Global Geosites" emprendió un ambicioso proyecto para elaborar un listado mundial de puntos de interés geológico, con criterios científicos y rigurosos, que sirviera de base para estudiar e interpretar la historia geológica del planeta y para divulgar en la sociedad la importancia y trascendencia de la Gea y la necesidad de su conservación a través de ulteriores iniciativas.

Para elaborar esta lista mundial se planteó una metodología basada en la definición previa en cada país de "frameworks" o "contextos geológicos" de trascendencia mundial. Una vez definidos estos contextos geológicos internacionalmente relevantes, el paso siguiente consistiría en la selección de los puntos de interés geológico más representativos e ilustrativos de cada uno de ellos. Finalmente, estos puntos de interés geológico definidos en cada contexto serían objeto de revisión por grupos de expertos internacionales para el conjunto de contextos geológicos temáticamente relacionados y, con criterios científicos de intercomparación de méritos, se seleccionarían entre ellos los puntos de interés que finalmente pasarían al listado mundial.

En España, el IGME definió en 2000 y en colaboración con 17 instituciones de todo el país, 20 contextos geológicos de relevancia internacional que fue-

ron presentados en el Congreso Geológico Internacional de Río de Janeiro y dados a conocer en el Boletín Geológico Minero (vol. III, nº 6) y en Episodos (vol. 24 nº 2).

En este proyecto se aborda la 2ª fase de la metodología "Geosites", esto es, la identificación y descripción de los puntos de interés geológico más ilustrativos de estos contextos, mediante la elaboración de la correspondiente memoria para cada uno de los contextos establecidos y la cumplimentación de las fichas soporte de datos de cada uno de los Puntos de Interés Geológicos seleccionados, de acuerdo con los formatos y metodologías del proyecto Global Geosites de la IUGS.

En la actualidad se ha completado la caracterización de 19 contextos geológicos, estando a punto de finalizar los trabajos en el último que falta por completar.

Durante el año en curso se espera completar la elaboración de las memorias descriptivas de los contextos y de las fichas de los puntos de interés seleccionados, delimitar estos puntos con precisión en mapas a escala 1:5.000 a 1:100.000, en función de su superficie y editar una monografía divulgativa sobre los Contextos geológicos españoles de relevancia internacional y sus puntos de interés geológico más espectaculares

**Más información:** [garcia.cortes@igme.es](mailto:garcia.cortes@igme.es)

## Investigación, puesta en valor y mejora de las colecciones petrológicas (histórica y moderna) del Museo Geominero

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Rábano, I.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Lozano, R.; Paradas, A.
<i>Colaboraciones:</i>	Martín Crespo, T. (Universidad Rey Juan Carlos)
<i>Fecha de inicio:</i>	27-02-2003
<i>Final previsto:</i>	27-02-2006
<i>Palabras clave:</i>	Rocas, Museo, catalogación, exposición
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

El proyecto pretende investigar y poner en valor un aspecto del Patrimonio Geológico histórico, apenas tratado hasta el momento, como son las colecciones históricas de rocas del Museo Geominero. El análisis histórico de las colecciones permite soslayar paulatinamente el problema derivado de su contextualización precisa, dado que muchas de estas rocas carecen de datos acerca de su fuente de ingreso u otros detalles complementarios. Los objetivos fundamentales de este proyecto, en lo que respecta a las rocas históricas son:

- 1) Estudio bibliográfico de todas las publicaciones de la Comisión, y en especial de las memorias geológicas provinciales, para evaluar la potencialidad de la colección de rocas históricas del Museo Geominero.
- 2) Análisis comparativo, provincia a provincia, de todas las localidades etiquetadas en estas rocas, con referencia a las mismas localidades provinciales que constan en las publicaciones de la Comisión.
- 3) Catalogación e interpretación histórica de los diferentes elementos que constituyen la colección: etiquetado y rocas.
- 4) Identificación y selección de los elementos patrimoniales históricos más singulares de la colección petrológica, con el fin de implementar su estudio mediante técnicas analíticas y petrográficas, en especial de aquellas muestras procedentes de localidades desaparecidas o bien de fiabilidad histórica o geográfica controvertida.

Por lo que respecta a la colección sistemática, se pretende llevar a cabo lo siguiente:

- 1) Evaluación de los elementos de la colección, con el objetivo de completarla en la medida de lo posible, mediante muestreos de campo y aportaciones de diferentes especialistas, en cada grupo de rocas.
- 2) Caracterización petrográfica o en su caso geoquímica, de los ejemplares existentes, con el fin de establecer criterios únicos de nomenclatura, en función de las actuales clasificaciones petrológicas.

El proyecto se ha beneficiado de una subvención de la Dirección General de Universidades e Investigación de la Comunidad de Madrid.

Dentro del marco de la catalogación de meteoritos que forman parte de la colección de rocas del Museo, se continua con la exhaustiva revisión de los ejemplares con el objetivo de comprobar la fiabilidad de la información que se dispone de cada uno de ellos. En este sentido se ha realizado la revisión bibliográfica de los datos relacionados con el ejemplar de Los Blázquez (Córdoba) donde se menciona a Casiano de Prado como el recolector original del ejemplar. Los resultados analíticos realizados indican que se trata de un acero austenítico al Mn, descubierto en 1882, lo que descarta su origen meteorítico y también la posibilidad de que fuera Casiano de Prado el recolector original.

Con el objetivo de ampliar y completar esta misma colección se han adquirido varios ejemplares de tectitas (variedad moldavita), así como ejemplares de meteoritos acondríticos (eucritas y howarditas), realizándose actualmente la revisión bibliográfica de los mismos. También se ha comenzado el estudio petro-

gráfico de unas rocas peculiares formadas por el impacto de rayos en superficie (fulguritas), obtenidas en Portugal.

Respecto a la recolecta de ejemplares líticos, se han incluido en las colecciones ejemplares graníticos y pegmatíticos de La Cabrera (Madrid). En total, el número de ejemplares incorporados supera los dos millares, de los cuales se ha comenzado el inventaria-

do de aproximadamente un tercio de la colección. También se perfila la creación de un banco de ejemplares para intercambio con el resto de los museos, con la consecuente creación de una base de datos específica.

Se han recogido muestras líticas de la Cuenca de Cameros (La Rioja), sobre todo materiales carbonáticos: calizas, areniscas y conglomerados continentales.

**Más información:** [i.rabano@igme.es](mailto:i.rabano@igme.es)

## Catalogación, puesta en valor y mejora de las colecciones paleontológicas del Museo Geominero

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Rábano, I.
<i>Equipo de trabajo:</i>	de la Fuente, M.
<i>Colaboraciones:</i>	Univ. Complutense Madrid
<i>Fecha de inicio:</i>	11-03-2005
<i>Final previsto:</i>	11-03-2008
<i>Palabras clave:</i>	Fósiles, Museo, catalogación, exposición
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

Los objetivos del proyecto son los de inventario, documentación y catalogación de las colecciones de plantas fósiles pertenecientes a la Colección de Invertebrados y Plantas Fósiles de España del Museo Geominero. Esta colección es la que concentra el mayor tanto por ciento de ejemplares de flora fósil del museo. Las dos actividades fundamentales están enfocadas a la revisión museística y la revisión taxonómica del material. Igualmente, y continuando con la labor desarrollada en etapas anteriores, se pretende investigar, documentar y catalogar la colección de fósiles cenozoicos del Museo Geominero, con el fin de ponerla en valor desde el punto de vista científico y patrimonial.

La investigación y catalogación de las colecciones de invertebrados e icnofósiles paleozoicos procedentes de las investigaciones realizadas por investigadores del museo y del CSIC en el túnel Ordovícico del Fabar (Ribadesella, Asturias) es otro de los objetivos fundamentales del proyecto, con el fin de ponerla a disposición de los investigadores para estudios futuros. Por último, se llevará a cabo el inventariado y catalogación de nuevas entradas de ejemplares a las colecciones paleontológicas del Museo Geominero. El proyecto se ha beneficiado de una subvención de la Dirección General de Universidades e Investigación de la Comunidad de Madrid durante el año 2005.

La revisión de la colección de flora fósil española del Museo Geominero ha permitido alcanzar un control adecuado de la misma, homogeneizando la información, corrigiendo errores y haciéndola más accesible para su puesta a disposición de los investigadores. Esta actividad ha permitido también generar colecciones paleobotánicas didácticas y actividades divulgati-

vas de dicha temática, así como poner en valor colecciones de interés histórico.

La revisión sistemática y taxonómica que se ha efectuado en las colecciones de plantas fósiles de la Cuenca de Cameros y los troncos silicificados depositados en el Museo está comenzando a aportar información novedosa. Son realmente escasos los estudios paleobotánicos efectuados al respecto, lo cual sitúa el material en una posición relevante desde el punto de vista patrimonial y científico.

#### Hitos cumplidos:

- Revisión de un total de 1.242 registros de la colección de flora fósil.
- Identificación de los ejemplares históricos para su asignación a colecciones de autor.
- Revisión sistemática y taxonómica de los taxones paleobotánicos de los registros involucrados en el estudio.
- Inventario y catalogación de las cajas 12 a 28 de la colección "Fósiles del túnel Ordovícico de Ribadesella".
- Divulgación de las colecciones paleontológicas del Museo a través de las cuatro ediciones de 2005 de la exposición itinerante "Tesoros en las rocas"

#### Publicaciones realizadas:

Lozano, R.P., Rodrigo, A., Menéndez, S. y de la Fuente, M. 2005. Catálogo de la colección histórica de fósiles de la provincia de Barcelona conservada en el Museo Geominero (Instituto Geológico y Minero de España). *Boletín Geológico y Minero*, 116 (3), 257-272.

Gutiérrez Marco, J.C. y Rábano, I. 2005. Fósiles ordovícicos del noroeste de España en la obra de

Guillermo Schulz. En: Rábano, I. y Truyols, J. (eds.), Miscelánea Guillermo Schulz (1805-1877). Cua-

deros del Museo Geominero, 5. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 179-190.

**Más información:** [i.rabano@igme.es](mailto:i.rabano@igme.es)

## Caracterización paleontológica del tránsito Plioceno-Pleistoceno en la Formación Guadix (Cuenca de Guadix-Baza, Granada)

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Arribas, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Durán, J.J.; Gumiel, P.; Hernández, R.
<i>Colaboraciones:</i>	Universidades de: Alicante, Autónoma de Madrid, Granada, Murcia, Zaragoza, Florencia; Museo Arqueológico Nacional, Estación Experimental del Zaidín (CSIC)
<i>Fecha de inicio:</i>	25-02-2005
<i>Final previsto:</i>	25-02-2008
<i>Palabras clave:</i>	Macromamíferos, Plioceno-Pleistoceno
<i>Área Geográfica:</i>	Andalucía

### Resumen:

El proyecto tiene dos tipos de objetivos, científicos y divulgativos, cuyo fin último es el conocimiento integral de los singulares registros paleontológicos de Plioceno-Pleistoceno de la Formación Guadix y su incorporación al debate científico en el marco euroasiático.

Los objetivos científicos se centran en dos aspectos, con el fin de integrar toda la información recuperable de los distintos registros, y poder disponer de una lectura fidedigna sobre la evolución geológica y paleobiológica del sur de la Península Ibérica durante un millón de años en el tránsito Plioceno-Pleistoceno:

1) Relacionados con el avance de la investigación del yacimiento de referencia en el proyecto, Fonelas P-1:

- Investigación tafonómica del yacimiento (estratigrafía, sedimentología, bioestratigrafía y fosilología) para establecer y caracterizar el modelo genético (resultados, procesos y agentes tafonómicos).
- Estudio paleoecológico de la asociación de Fonelas P-1 (espectros paleoecológicos y estudios isotópicos para inferir aspectos paleoclimáticos y, si es posible, tróficos en la paleobiocenosis).
- Estudio magnetoestratigráfico detallado de la sucesión de Fonelas P-1.
  - Ampliación de los estudios taxonómicos en función del material aportado por las excavaciones sistemáticas.
  - Relacionados con el inicio de la investigación de los restantes yacimientos localizados en el seno del proyecto (20 localidades), cuya infor-

mación permitirá enmarcar cronológica y evolutivamente los sucesos paleobiológicos y geológicos acontecidos en la cuenca durante el final del Plioceno y el inicio del Pleistoceno (localidades de referencia Fonelas SSC-1 y Fonelas PB-4):

– Investigación taxonómica, bioestratigrafía y paleobiogeográfica de 20 localidades fosilíferas.

- Estudio estratigráfico y sedimentológico de los yacimientos Fonelas SSC-1 y Fonelas PB-4.
- Planteamiento de hipótesis tafonómicas.

Dentro de los objetivos divulgativos se encuentra el desarrollo y la estabilización de las siguientes actividades:

- Mejora de la estructura y diseño de la web del proyecto, actualización permanente de contenidos, ampliación de la dotación científica con el desarrollo del índice "Herramientas anatómicas" e incorporación del índice "Guía de señales tafonómicas macroscópicas en huesos fósiles de mamíferos terrestres".
- Rediseño, en curso, de la exposición específica del proyecto e incorporación de las mismas al circuito de exposiciones itinerantes del Museo Geominero.
- Posible desarrollo, con financiación externa, de un documental específico sobre las dispersiones faunísticas de hace 2 millones de años.

Se pretende obtener resultados científicos de calidad, con la consiguiente difusión de los mismos, según contenidos en las mejores revistas especializadas de las disciplinas involucradas, y resultados didác-

ticos que serán divulgados en revistas de la materia, como en investigaciones anteriores.

Hitos cumplidos:

- Finalización de la primera Tesis doctoral específica del proyecto.
- Prospección paleontológica sistemática durante 2005.

- Publicación de la geología del yacimiento.
- Localización de registro arqueológico en unidades del Plioceno-Pleistoceno.
- Divulgación científica específica en tres conferencias: Madrid (Feria Madrid por la Ciencia), Granada (Centro de Estudios "Pedro Suárez", Guadix) y Ceuta (Instituto de Estudios Ceutíes).

**Más información:** [a.arribas@igme.es](mailto:a.arribas@igme.es)



## Investigaciones metodológicas y normativas del Area de Laboratorios del IGME durante el periodo 2004-2007

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Martín Rubí, J.A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	de la Fuente, P.; del Barrio, S.
<i>Colaboraciones:</i>	Unidades Técnicas del IGME
<i>Fecha de inicio:</i>	29-06-2004
<i>Final previsto:</i>	29-06-2007
<i>Palabras clave:</i>	Laboratorios, Métodos, Análisis
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

Los objetivos del proyecto se encuadran dentro de los siguientes apartados:

1. Puestas a punto metodológicas e incorporación de nuevos equipos analíticos: Contador de centelleo líquido (Tritio), Determinación de Carbono orgánico total. Programa PROTRACE para determinación de trazas por FRX. Mejora del software para análisis mineralógicos por Difracción de Rayos X.
2. Incorporación de parámetros orgánicos para el análisis de contaminantes en aguas.
3. Puesta a punto instrumental y adaptación de Normas para ensayos de piedra ornamental y suelos.

Las actividades a realizar con este Proyecto, se justifican con la necesidad de efectuar puestas a punto de los equipos adquiridos por el Área de Laboratorios en el último año (FRX, Contador de Centelleo para Tritio, TOC, nuevo software para DRX) y en la adaptación de las Normas de Ensayo exigidas por la Entidad Nacional de Acreditación al Laboratorio del IGME. Hay que señalar su naturaleza no estructural, la incorporación de personal que aporte nuevos conocimientos y el aprovechamiento del personal formado en planes de Formación del Organismo (Becarios) y la necesidad de complementar temporalmente la Plantilla actual sin que se resientan las prestaciones de servicios a las Unidades Técnicas del IGME y a otros Organismos y Entidades.

**Más información:** ja.martín@igme.es

### PLAN DE TRABAJO

Las investigaciones metodológicas, que se desarrollarán en los laboratorios de rayos X y Análisis de Aguas, consistirán en:

1. Puesta a punto del contador de centelleo líquido y validación del método para la medida de Tritio en aguas naturales.
2. Puesta a punto del analizador de Carbono orgánico total (TOC) en muestras de aguas naturales.
3. Incorporación del Programa PROTRACE, que permitirá la medida de 39 elementos, a nivel de trazas ( $\mu\text{g/g}$ ) por FRX en muestras geológicas.
4. Incorporación de un nuevo Software de Difracción de Rayos X, que permitirá análisis cuantitativos de fases, previa adaptación del portamuestras del equipo actual y el futuro cambio por uno más preciso.

La adaptación de nuevas normas de ensayo en la Unidad de Ensayos Tecnológicos, se basarán en:

1. Nueva Normativa para ensayos tecnológicos de pizarras ( Laboratorio acreditado por ENAC).
2. Actualización de la normativa para ensayos tecnológicos de suelos.

## Mejora y adaptación de los servicios de análisis y ensayos a las demandas existentes

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Ilarri, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Navarrete, P.; Reyes, J.; Vergara, A.; Gimeno, A.
<i>Colaboraciones:</i>	J. A. Martín; A. Guijarro; P. de la Fuente; S. del Barrio
<i>Fecha de inicio:</i>	31-03-2003
<i>Final previsto:</i>	31-03-2006
<i>Palabras clave:</i>	Calidad, Análisis, Ensayos, Plazos

### Resumen:

Este proyecto, con una duración prevista de 44 meses, tiene como principal objetivo mejorar los servicios analíticos que presta el Laboratorio del IGME. Para lograr este objetivo lo articula en otros tres objetivos parciales: mantenimiento de una línea permanente de I+D+i en el campo de actividades del Organismo, desarrollo de los mecanismos de control necesarios para garantizar la eficacia del sistema de calidad del Laboratorio, atención permanente a las demandas de servicios.

Cuando el proyecto se encuentra en el ecuador de su ejecución se ha constituido y funciona con normalidad una Unidad Asociada entre el Laboratorio del IGME y el Departamento de Estratigrafía Biomolecular de la ETSIMM para el análisis de contaminantes orgánicos en aguas continentales y suelos. El Servicio de análisis de aguas ha renovado y ampliado el alcance de la acreditación de ENAC, extendiéndola a la determinación de más de treinta parámetros en aguas continentales, donde se analizaron 14000 muestras de agua con 340000 determinaciones. El Servicio de análisis geoquímicos que ha tenido una importante renovación de la instrumentación de laboratorio, ha adaptado sus métodos de ensayo a la nueva instrumentación lo que ha permitido mejorar los límites de

detección de muchos elementos y, al mismo tiempo, reducir los plazos de entrega de resultados, lo cual se pone de manifiesto en los controles de calidad internos y en los ensayos interlaboratorios en que participa la unidad, en la cuál, además se ensayaron 10000 muestras con 250000 determinaciones químicas o físico-químicas

Entre las actuaciones en realización actualmente se encuentra el montaje y puesta a punto de una unidad de testificación geofísica de sondeos y el establecimiento de una sala blanca para la preparación de muestras para análisis isotópicos. También se están finalizando las adaptaciones instrumentales necesarias para cumplir la nueva normativa europea en el campo de la caracterización de la piedra natural.

La unidad de preparación de láminas delgadas y probetas pulidas para estudios microscópicos tiene plazos de entrega para pedidos de 50 muestras, de una semana cuando antes de iniciarse el proyecto eran de varios meses.

En los análisis oficiales de aguas minerales naturales, de bebida envasada, el Laboratorio del IGME realiza las determinaciones de todos los parámetros que exige la normativa vigente, cuando antes de iniciarse el proyecto era solo el 70%

**Más información:** a.ilarri@igme.es

## Estudio, tratamiento informático y documental de la documentación del Comité Polar Español (CPE)

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Barragán, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Barragán, A.; Iglesias, A.; Hernandez, J.R.
<i>Fecha de inicio:</i>	01-12-2003
<i>Final previsto:</i>	01-12-2006
<i>Palabras clave:</i>	Encomienda, documentación, CPE, IGME
<i>Área Geográfica:</i>	Antártida, Ártico

### Resumen:

El Instituto Geológico y Minero de España (IGME) tiene como una de sus líneas estratégicas la custodia, gestión y tratamiento de toda la información que genera como consecuencia de su actividad y también de la que es entregada por otras instituciones. Para desarrollar esta línea el Instituto ha creado diversos sistemas que operan con la información y que abarcan desde Sistemas en soporte físico a través de su Biblioteca, Centro de Documentación, Litoteca de Testigos de sondeos, Depósitos de muestras de mano y de geoquímica, Litoteca del MAGNA, etcétera, así como Sistemas de Información en soporte digital a través de sus Bases de Datos referenciales, Bases de Datos factuales, Sistemas de Información Geográfica, etcétera. Por otro lado, la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia, en base al artículo III ( las Partes Contratantes acordaron proceder al intercambio de información sobre proyectos y programas nacionales de investigación antártica, así como al intercambio de observaciones y resultados científicos sobre la Antártida) del Tratado Antártico, suscrito y ratificado por España en 1982, ha contraído responsabilidades en cuanto al archivo, gestión y difusión de los datos generados en las campañas de investigación realizadas por España en la Antártida. En este sentido la Oficina de Ciencia y Tecnología se planteó en el año 1999, a través del Comité Polar Español (CPE) disponer de una estructura estable de apoyo para atender a las obligaciones internacionales derivadas del cumplimiento del Tratado.

En consecuencia el 29 de diciembre de 2003 entra en vigor la "RESOLUCIÓN DE LA SECRETARÍA DE ESTADO DE POLÍTICA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DEL MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (MICYT)

POR LA QUE SE ENCOMIENDA AL INSTITUTO GEO-LÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME) LA GESTIÓN DE DETERMINADAS LABORES DE APOYO AL COMITÉ POLAR ESPAÑOL."

Las actividades desarrolladas por el CNDP durante el año 2005 se han desarrollado en cuatro ámbitos diferentes: metadatos, datos brutos, tecnologías, Año Polar Internacional. Los trabajos abordados se resumen en la integración y concienciación dentro de la comunidad científica sobre la generación de metadatos de sus proyectos de investigación, la creación de un marco de actuación para el Año Polar Internacional (IPY, International Polar Year), la gestión y custodia de los metadatos polares y los datos brutos de los proyectos de investigación, el desarrollo de líneas de trabajo conjunto con los organismos internacionales, Joint Committee on Antarctic Data Management (JCADM), Global Change Master Directory y Antarctic Data Management (AMD), y la actualización tecnológica y documental del Archivo Polar Español con el apoyo del área de Tecnologías y Sistemas de la Información.

El CNDP, como miembro del JCADM, participó activamente en la 9ª Reunión del JCADM, celebrada en la ciudad de Buenos Aires, Argentina, y el 2º Latin American Capacity building workshop for National Antarctic Data Centres.

El CNDP gestionó durante el año 2005 un total de 40 nuevos registros de metadatos procedentes de la revisión y recopilación de información del Archivo Central de la Subdirección de Proyectos de investigación del Ministerio de Educación y Ciencia durante el mes de abril, 3 de ellos correspondientes a investigadores del IGME, completando el volumen de registros de metadatos validados en el AMD en 90.

En conjunto se dispone ya de los siguientes productos:

– Metadatos disponibles en el Antarctic Master

Directory y en la web del CNDP.

– Base de datos del Archivo Polar Español.

– Política de Gestión de Datos Brutos.

**Más información:** [a.barragan@igme.es](mailto:a.barragan@igme.es)

## Sistema de Información del Agua Subterránea en España

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Gómez, M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	de Mera, A.; López, J.; Gómez, M.; Hernández, J.R.; Prieto, A.; Pérez, F.; Iglesias, A.
<i>Fecha de inicio:</i>	01-05-2002
<i>Final previsto:</i>	31-12-2006
<i>Palabras clave:</i>	Sistema de información, sistema de información geográfico, SIAS, web, internet, intranet, sig, hidrogeología, bases de datos, cartografía hidrogeológica, cartografía temática
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

SIAS-ESPAÑA, es el sistema de Información del Agua Subterránea en España para Internet desarrollado por el IGME que pone a disposición de los técnicos especialistas y usuarios en general, fundamentalmente cartografía hidrogeológica a diferentes escalas e información relativa a los puntos acuíferos de la Base de Datos del IGME, independientemente de los soportes institucionales.

Así, SIAS-ESPAÑA integra y pone a disposición de los usuarios tanto las bases de datos de agua subterránea institucionales de carácter puntual y larga trayectoria en la toma de datos, como las bases espaciales hidrogeológicas y temáticas en formato digital, de más reciente creación que se encuentran en soportes y sistemas diversos.

Con la implantación en la web del IGME de SIAS-ESPAÑA, se ha conseguido alcanzar el objetivo de facilitar a técnicos especialistas y usuarios en general, el acceso a la información hidrogeológica que estos requieran, mediante procedimientos simples e independientes de los soportes institucionales del IGME, y sin que se precise ningún otro programa específico para su consulta y explotación.

SIAS-ESPAÑA, se ha desarrollado con una serie de funcionalidades y utilidades integradas que sistematizan y automatizan procesos de consultas, tratamientos y análisis de la información hidrogeológica georeferenciada y bases de datos asociadas. Dentro de las aplicaciones programadas destacan:

- Selección condicionada (espacial y temporal) del inventario de puntos acuíferos incluida en la aplicación.
- Consulta y exportación de capas (formato

shape) de puntos y bases de datos temporales asociadas.

- Generación de gráficos de evolución piezométrica, caudales, parámetros químicos y fisico-químicos, diagramas de caracterización química y de orientación de calidad de las aguas subterráneas.
- Composición e impresión de mapas en formatos A3 / A4. Visualización de la leyenda y simbología de los diferentes temas (capas de información) incorporados en cada ámbito de trabajo: Península / Islas Baleares e Islas Canarias.

SIAS-ESPAÑA, es un sig "on line" sistema abierto, activo y dinámico, por lo que está sujeto a una periódica actualización de los datos de carácter puntual y sus bases asociadas, incorporación de imágenes y documentos ligados a los puntos, así como a la sucesiva incorporación de cartografías hidrogeológicas y temáticas a diferentes de escalas, según estas se vayan produciendo.

Los trabajos a realizar en los próximos meses serán:

- Actualización de la capa de puntos acuíferos y bases asociadas de Península e Islas Baleares.
- Incorporación de la capa de puntos y bases asociadas de las Islas Canarias.
- Incorporación de la cartografía hidrogeológica extendida al territorio nacional a escala 1:200.000.
- Incorporación de las masas de agua subterráneas y su información asociada.
- Finalización e incorporación de los metadatos de la información contenida en SIAS-ESPAÑA.

- Finalización del glosario de términos hidrogeológicos, informática y SIG.
- Incorporación de imágenes ligadas a puntos acuíferos.

- Elaboración de un díptico divulgativo de SIAS-ESPAÑA
- Productos disponibles: SIAS-ESPAÑA en Internet, SIAS-ESPAÑA en intranet

**Más información:** [m.gomez@igme.es](mailto:m.gomez@igme.es)

**Actualización general del fondo cartográfico de la Biblioteca del IGME**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Gutiérrez Gárate, M.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Gutiérrez Gárate, M.; Rubio Andrés, A.
<i>Fecha de inicio:</i>	18-06-2005
<i>Final previsto:</i>	18-06-2008
<i>Palabras clave:</i>	Cartoteca del IGME, Catalogación, Informatización, Base de datos CARTO, Difusión Internet
<i>Área Geográfica:</i>	Nacional e internacional

**Resumen:****CARTOGRAFÍAS GEOLÓGICAS Y OTROS MAPAS**

Dentro de los fondos documentales y formando parte del patrimonio histórico del IGME se conserva su colección de mapas. Estos mapas son fundamentalmente geológicos pero también se conservan de otros tipos, tales como cartas náuticas, mapas geográficos, planos de minas, mapas de recursos mineros, tectónicos, hidrogeológicos.

Todo este fondo se encuentra en proceso de organización, catalogación e informatización. Actualmente ya se pueden consultar en línea más de 15.500 mapas desde el Catálogo de mapas CARTO. La colección está compuesta por:

- Fondo antiguo, anterior al año 1900, formado por los primeros mapas y bosquejos geológicos realizados en España. Corresponde en muchos casos a los ejemplares originales y a manuscritos de gran valor histórico, realizados por nombres tan importantes en la geología española como Ezquerro del Bayo, Casiano de Prado, Guillermo Schulz, Lucas Mallada y otros muchos. También hay cartografía realizada por el IGME en las posesiones españolas de ultramar, con mapas de la Isla de Cuba, Filipinas, Luzón y Norte de África. Este punto de cartografía histórica será tratado con más detalle en otro apartado de esta presentación.
- El fondo moderno de cartografía está constituido por las series cartográficas españolas en sus diferentes escalas, desde mapas a escala 1:1.000.000 a la cartografía de la serie MAGNA, escala 1:50.000, compuesta por 1.115 hojas

geológicas que cubren todo el territorio español. También se encuentra el resto de cartografías generadas por el IGME a escala 1:200.000 correspondientes a los mapas hidrogeológicos, geotécnicos, de rocas industriales y recursos minerales, constituidos por series de 190 hojas cada uno.

Como en el resto de la documentación, la biblioteca también alberga colecciones de mapas geológicos tanto unitarios como series de distintas escalas de otros países del mundo, obtenidas mediante intercambio bibliotecario y en muchos casos de notable antigüedad. La Cartoteca guarda también una colección de 470 cartas nauticas desde de 1786

El objetivo del proyecto consiste en incorporar la infraestructura adecuada para la creación de la Cartoteca del IGME como sección diferenciada de la Biblioteca. Para ello se realiza la ordenación, tratamiento documental e informatización de los fondos cartográficos depositados en la Biblioteca, en un número aproximado de 20.000 ejemplares.

Se ha creado la bae de datos CARTO gestionada en SQL, que es el Catálogo automatizado de la Cartoteca donde ya se encuentran más de 15.500 referencias de mapas que se pueden consultar en la Biblioteca del IGME, y se continuará catalogando hasta completar el fondo existente.

Toda esta información está accesible a través de Intranet e Internet dentro de la página web de la Biblioteca del IGME, en la sección Catálogos y Bases de Datos. Se pueden hacer búsquedas por título, autor, editor, fecha de edición, geografía, descriptores.

**Más información:** [m.gutierrez@igme.es](mailto:m.gutierrez@igme.es)

## Investigación y desarrollo de funcionalidades en el Sistema de Información Documental y digitalización de la Información Geocientífica Histórica del IGME

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Barragán Sanabria, A.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Barragán Sanabria, A.; Gallego García, A.; Hernández Manchado, J.R.
<i>Fecha de inicio:</i>	03-05-2004
<i>Final previsto:</i>	03-05-2007
<i>Palabras clave:</i>	Digitalización, Funcionalidades, SID, IGME
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

Los sistemas de proceso de documentos e imágenes, como herramientas capaces de organizar y compartir información eficazmente, se han convertido en una necesidad imperiosa para grandes organizaciones. Las bases de datos tradicionales han facilitado enormemente la disponibilidad de información. Sin embargo, únicamente han estado capacitadas para manejar un único tipo de datos, siendo estos de longitud fija y totalmente estructurados. Los Sistemas de Almacenamiento Documental basados en la gestión electrónica de los documentos suponen una nueva filosofía en el tratamiento de la documentación y archivos de las organizaciones, combinando la imagen con la información textual asociada a ella. La idea básica consiste en almacenar, recuperar y reproducir los documentos de forma totalmente automatizada y sin desplazamientos físicos, ni de la propia información escrita a lo largo de diversos usuarios, ni de las del personal a los archivos de papel para consultas.

El desarrollo e implantación de estos sistemas, viene dado a partir de la convergencia de un amplio abanico de tecnologías que lo hacen viable como:

- Gran capacidad de procesamiento de los ordenadores personales.
- Reducción progresiva del coste de los mismos.
- Amplio abanico de dispositivos como: scanners, capaces de digitalizar documentos con imágenes, discos ópticos, que permite el almacenamiento compacto de imágenes digitalizadas de alta resolución, etc.
- Crecimiento de la tecnología de tratamiento y procesamiento de la imagen, con algoritmos de reconocimiento de formas, de compresión/descompresión de imágenes para su almacenamien-

to y transmisión soportado por hardware y software.

- Desarrollo de potentes bases de datos relacionales y documentales que permiten una mayor flexibilidad en la consulta de imágenes.
- Expansión de la tecnología de las redes de área local, que permiten la transmisión simultánea de grandes cantidades de datos a múltiples usuarios.

De acuerdo con el desarrollo de estas nuevas tecnologías, en el año 2002 el Área de Tecnologías y Sistemas desarrolla un Sistema de Información Documental (SID) bajo un SGBD único (SQL Server) en el cual se están integrando de forma continuada todas las bases de datos documentales del IGME. Este sistema es modular y escalable, está basado en una arquitectura cliente-servidor con servidores de datos e imágenes Windows 2000 Server y en aplicaciones Intranet- Internet, partiendo del servidor WEB del IGME y utilizando el entorno de desarrollo Microsoft IIE, ASP y JAVA.

Con este proyecto el IGME pretende poner a disposición de los usuarios internos (Intranet) y externos (Internet) del IGME toda la información existente en su Centro de Documentación. Además, la implantación de nuevas funcionalidades permitirá optimizar el tratamiento y la recuperación de la información, integrar documentos provenientes de otros sistemas, y dotar al sistema de herramientas de administración y de estadística. Una vez comprobada la eficiencia del sistema actual, tanto en lo referente a la captura de la información mediante la digitalización de los documentos, como en lo referente a la calidad de las imágenes obtenidas y el acceso a las mismas mediante



interfaces de consulta a través de Internet/Intranet, se plantea la necesidad de abordar la digitalización de toda la información que el IGME custodia.

Se considera como utilidad última del sistema el acceso on-line a toda la información que el Centro de Documentación del IGME puede aportar a los poten-

ciales usuarios tanto internos (Intranet) como externos (Internet). La consecución de este objetivo permitirá también al IGME plantearse con medios propios la digitalización, prácticamente en tiempo real, de la documentación que día a día generen sus Áreas Técnicas.

**Más información:** [a.barragan@igme.es](mailto:a.barragan@igme.es)

## Migración y actualización de Bases de Datos Institucionales

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Navas Madrazo, J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Arias, M.; Portillo, A.
<i>Colaboraciones:</i>	Hernández, J.R.; Prieto, A.
<i>Fecha de inicio:</i>	01-02-2003
<i>Final previsto:</i>	31-01-2006
<i>Palabras clave:</i>	SIG, Bases de datos, muestras
<i>Área Geográfica:</i>	España

### Resumen:

Como consecuencia de los distintos planes cartográficos históricos, el IGME ha ido acumulando conjuntos de información técnica y científica de notable interés. De acuerdo a las posibilidades tecnológicas de cada momento esta información fue conformando distintos sistemas de ficheros y Bases de Datos (BBDD). En la actualidad alguno de estos almacenes presenta un laborioso y complejo acceso a los datos. Con el fin de remediar esta situación, en 2003 se inició el proyecto MABDI.

Este proyecto constituye un entorno para desarrollar los procedimientos de actualización y modernización de diferentes BBDD institucionales del IGME. Las actividades de modernización suponen el siguiente esquema de actividades

- 1º Recuperación de la información desde sus soportes originales, homogeneización y verificación.
- 2º Diseño y estructura y trasvase de los datos a las nuevas BBDD.
- 3º Desarrollo de los sistemas de información para las funciones de explotación de la información
- 4º Desarrollo de las aplicaciones de carga y mantenimiento de las BBDD.
- 5º Implantación de los sistemas de explotación de datos en la WEB del IGME

En la actualidad el proyecto ha finalizado la actualización de la BDD de muestras paleontológicas

PALEO y la BDD de muestras de rocas ígneas y metamórficas RIM.

El proyecto comenzó en Febrero de 2003, y tuvo como primer objetivo el desarrollo un sistema de información para explotar en Internet la información de muestras paleontológicas provenientes de la generación de la cartografía MAGNA (PALEO). Con posterioridad en 2004 se ha efectuado la misma labor para las muestras de Rocas Ígneas y metamórficas (RIM).

Finalizada la aplicación de consulta a la base de datos RIM, en 2005 se ha desarrollado una herramienta de mantenimiento y actualización que permite la incorporación o sustitución de la información de las muestras. Esta aplicación presenta un interface de validación que facilita la carga de la nueva información y evita errores de grabación.

Hitos cumplidos:

- Actualización de las bases de datos PALEO y RIM.
- Implantación de las herramientas de mantenimiento de la base de datos RIM.

Productos disponibles:

- Sistema de información de muestras paleontológicas (WEB del IGME)
- Sistema de información de muestras de rocas ígneas y metamórficas ( WEB del IGME)
- Aplicación de carga y edición de muestras de rocas ígneas y metamórficas.

**Más información:** [j.navas@igme.es](mailto:j.navas@igme.es)

**Incorporación de información geofísica en Sigeof.Sigedat (2004-2007)**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Navas Madrazo, J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Martín, J.
<i>Colaboraciones:</i>	OCSA
<i>Fecha de inicio:</i>	21-07-2004
<i>Final previsto:</i>	21-07-2007
<i>Palabras clave:</i>	SIG, geofísica, datos geofísicos, gravimetría, sísmica, logs, magnetometría, petrofísica, eléctrica, SEV, SEDT
<i>Área Geográfica:</i>	España

**Resumen:**

Como resultado final del proyecto SIGEOF, desde febrero de 2005 el IGME dispone a través de la página WEB ([www.igme.es](http://www.igme.es)) de un servicio público de consulta y distribución de datos geofísicos. Con la intención de potenciar este sistema de Información, en 2005 se inició un nuevo proyecto (SIGEDAT) cuyo objetivo principal contempla la incorporación de datos geofísicos que proceden del Centro de Documentación del IGME y de organismos externos. Por su valiosa información se considera especialmente el procesado e inclusión de un elevado número de secciones sísmicas y diagrfías originadas por las compañías de exploración de hidrocarburos.

La actividad del proyecto comenzó en enero de 2005 centrándose en la recuperación de datos geofísicos de diferentes orígenes para integrarlos en SIGEOF. En este sentido, se ha indagado en el Centro de Documentación del IGME para conocer el conjunto de

informes que aún no se han integrado en SIGEOF. Se trata de un nutrido conjunto de documentos en soporte papel. Tras una selección previa, se han efectuado sobre estos documentos todos los procesos de digitalización, georreferenciación, verificación e integración en el sistema SIGEOF.

Entre la información incorporada al sistema cabe destacar una extensa cobertura de Líneas Sísmicas que supone la práctica totalidad del posicionamiento de las antiguas campañas de exploración de hidrocarburos.

Hitos cumplidos: Se ha procesado un conjunto notable de informes con datos geofísicos provenientes del Centro de Documentación del IGME que están ya disponibles a través de SIGEOF.

Productos disponibles: Sistema de acceso y descarga de datos geofísicos en Internet:  
[www.igme.es/internet/sigeof/INICIOsiGEOF.htm](http://www.igme.es/internet/sigeof/INICIOsiGEOF.htm)

**Más información:** [j.navas@igme.es](mailto:j.navas@igme.es)

**Digitalización de cartografía MAGNA para su tratamiento en el SIG**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Pérez Cerdán, F.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Orozco Cuenca, T.; González, M.I.; Prieto, A.
<i>Fecha de inicio:</i>	13-02-2002
<i>Final previsto:</i>	13-02-2006
<i>Palabras clave:</i>	Cartografía MAGNA, SIG
<i>Área Geográfica:</i>	España

**Resumen:**

La cartografía geológica resulta ser una de las principales fuentes de información a la hora de abordar cualquier proyecto relacionado con el medio físico. Las modernas técnicas digitales permiten el análisis y la explotación de la información espacial de una forma más rápida y extensa siempre que ésta se encuentre disponible.

El objetivo del Proyecto es la digitalización de la cartografía geológica MAGNA y su incorporación a la oferta de información institucional que el IGME mantiene tanto para sus técnicos como para las Administraciones Públicas, Empresas de Servicios y Sociedad en general.

Los trabajos de digitalización se están realizando íntegramente a través de empresas especializadas pues el IGME carece de personal suficiente para realizar esta tarea en un tiempo razonable. Para su correcta ejecución se les facilita, al margen de la documentación cartográfica pertinente, las normas de digitalización en las que se especifica de forma detallada la nomenclatura y codificación de todos los elementos a tratar.

Tras la recepción de la información digital ésta es revisada aplicando una serie de procedimientos ya

establecidos. Una vez que la información ha sido validada se procede a la generación de ficheros simbolizados y mapas en diversos formatos para su explotación inmediata a través de la red interna del Instituto.

La digitalización de la cartografía geológica ha seguido el ritmo continuo y la previsión en la consecución de los objetivos planteados inicialmente en cuanto a cartografía MAGNA.

Las necesidades de las diferentes unidades técnicas ha requerido la digitalización de otros productos cartográficos singulares, pero siempre sobre cartografía geológica, a diversas escalas elaborados por el IGME.

En el apartado siguiente se detallan los trabajos de digitalización realizados:

- 261 hojas a escala 1:50.000
- 5 hojas a escala 1:25.000
- 9 hojas a escala 1:200.000
- El mapa geológico de la Comunidad de Murcia a escala 1:200.000
- El mapa geológico de la Comunidad de Cantabria a escala 1:100.000

**Más información:** [f.perez@igme.es](mailto:f.perez@igme.es)

**Base de Datos y funcionalidades informáticas (BADAFI)**

<i>Jefe de Proyecto</i>	Navas Madrazo, J.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Sánchez García, T.; Martín-Serrano, A.; Pérez Cerdán, F.; Angulo, M.
<i>Colaboraciones:</i>	Implemental Systems
<i>Fecha de inicio:</i>	21-05-2004
<i>Final previsto:</i>	21-11-2007
<i>Palabras clave:</i>	SIG, Cartografía digital, Mapa geológico continuo
<i>Área Geográfica:</i>	España

**Resumen:**

El proyecto BADAFI forma parte del PLAN GEODE de cartografía geológica continua digital a escala 1:50.000, constituye el proyecto para su soporte informático y el objetivo más relevante es la puesta en marcha de un Sistema de Información que permita la explotación de la cartografía generada en el PLAN. En consecuencia este proyecto asume todas las funciones de normalizar e integrar la información proveniente de los denominados Proyectos Regionales, a su finalización ofrecerá un servicio de acceso, consulta y descarga de la cartografía geológica continua vía Internet.

Los objetivos de este proyecto son, en síntesis, los siguientes:

- Elaborar la normativa de formatos, diccionario de datos y simbología para el PLAN GEODE
- Diseñar la estrategia de tecnologías, plataformas, productos comerciales y nuevos desarrollos
- Diseñar, estructurar y generar la Base de Datos que albergue la información geológica y geográfica
- Establecer los procedimientos para la carga de información.
- Implementar las utilidades y procedimientos de explotación de la cartografía en Internet

En la actualidad el proyecto ha finalizado la elaboración de la normativa sobre formatos digitales de intercambio y la adecuación a esta estructura de la información geológica digital de Canarias. Esta región, constituye el área piloto del proyecto e integra 7 zonas, una por cada isla mayor.

En otro ámbito de actuaciones y como tarea fundamental se está confeccionando la base cartográfica

de referencia del plan GEODE. Esta base, que será repartida al comienzo de cada Proyecto Geológico Regional, permitirá garantizar la conformidad de la cobertura geológica continua con la cartografía oficial de referencia seleccionada (MTN 25.000). Para facilitar la generación de las composiciones se han desarrollado 2 aplicaciones: la primera que permite homogenizar la codificación de la información original y filtrar elementos problemáticos (embalses dobles, elementos fuera del mapa, etc) y la segunda que realiza una selección y composición específica de forma que sea compatible con la posterior representación de la cartografía geológica. De forma simultánea a la realización de las composiciones digitales, se está efectuando una copia impresa a escala 50.000 con el propósito de que a la finalización de este proceso, previsto para junio de 2006, se pueda elaborar un informe con la colección completa de mapas derivados de esta base (1150).

Hitos cumplidos:

- Gestión, incorporación e instalación de la estructura de software necesaria para el proyecto
- Elaboración de un documento con la normativa de formato informático para la cartografía geológica
- Procesado de la totalidad de los mapas del IGN de la base Cartográfica 25.000, series formada y restituida
- Desarrollo de las aplicaciones para la generación de la base cartográfica
- Adecuación al formato normalizado de la cartografía de Canarias.

Previsión:

- Adecuación de la cartografía geológica de Cataluña.
- Finalización de la base cartográfica de referencia y elaboración de informe

- Implantación del software de explotación de la información
- Soporte de los Proyectos Regionales

**Más información:** [j.navas@igme.es](mailto:j.navas@igme.es)

**RESPONSABLES DE PROYECTO****A**

Antón-Pacheco, C.....	54
Aragón Rueda, R.....	61, 83
Arribas, A.....	127
Azcón, A. ....	91

**B**

Baeza-Rojano, L.J.....	20
Baltuille Martín, J.M.....	16, 17, 18
Ballesteros Navarro, B. ....	65, 66
Barragán Sanabria, A. ....	131, 136
Bel-lan, A.....	105

**C**

Calvache M.L.....	85
-------------------	----

**D**

de la Orden Gómez, J.A. ....	67
del Pozo Gómez, M.....	70
Díez Herrero, A.....	50
Durán, J.J.....	73

**F**

Fernández Ruiz, L.....	71, 72
Ferrer, M. ....	28, 37, 39, 40, 41
Ferrero, A. ....	16, 17
Florido, P.....	108, 121

**G**

Gabaldón, V. ....	33, 56
Galán de Frutos, L.A.....	95
García Cortés, A. ....	57, 122
García Delgado, R.A.....	92
Gil Peña, I. ....	15

Gómez, M.....	133
González Ramón, A.....	59
Grima Olmedo, J. ....	69, 94
Guijarro, A. ....	109
Gumiel, P. ....	21
Gutiérrez Gárate, M. ....	135

**H**

Heredia Carballo, N.....	14
--------------------------	----

**I**

Ilarri, A. ....	130
-----------------	-----

**L**

Láin Huerta, L. ....	27, 29, 44, 48, 51
Lambán Jiménez, L.J.....	78
Locutura, J. ....	22, 24, 114
López Gutiérrez, J.....	26, 77
López Pamo, E. ....	110, 112
Luque Espinar, J.A. ....	76, 80

**M**

Maestro González, A.....	35
Martín Parra, L.M.....	2, 7, 68
Martín Rubí, J.A. ....	129
Martín-Serrano, A.....	4
Mateos Ruiz, R.M. ....	47
Medialdea Cela, T.....	34
Mediavilla, C.....	56
Mejías Moreno, M.....	63, 74
Montes Santiago, M.....	9
Mulas de La Peña, J. ....	42, 43, 45, 52
Murillo Díaz, J.M.....	81

**N**

Navas Madrazo, J. .... 138, 139, 141  
 Nozal Martín, F. .... 13

**P**

Pérez Cerdán, F. .... 140  
 Pernía Llera, J.M. .... 88, 90

**Q**

Quesada, C. .... 31, 33

**R**

Rábano, I. .... 123, 125  
 Regueiro, M. .... 116, 120

Robador Moreno, A. .... 11  
 Rodríguez Fernández, L.R. .... 1  
 Roldán García, F.J. .... 3, 8, 12  
 Rubio Campos, J.C. .... 87  
 Rubio, F.J. .... 10  
 Ruiz Montes, M. .... 20

**S**

Sánchez, A. .... 107  
 Suárez Rodríguez, M<sup>a</sup> A. .... 5

**T**

Tornos, F. .... 117, 118

**Z**

Zapatero Rodríguez, M.A. .... 97, 99, 101, 103



## RELACIÓN DE ORGANISMOS, INSTITUCIONES Y EMPRESAS COLABORADORAS

<b>A</b>		Diputación Prov. de Granada	40, 76, 80, 87
ADALSA .....	59	Diputación Prov. de Jaén.....	76, 80, 87
Agencia Andaluza del Agua .....	85	Dirección General del Agua. MIMAM ..	71
Altamira Información .....	42, 43	Dirección General de Protección Civil .	27
Aurensis .....	90	Dpto. Ciclo Hídrico (Diputación	
Ayuntamiento de Alcalá la Real .....	59	Provincial de Alicante).....	78
<b>B</b>		<b>E</b>	
BFW .....	43	ENCASUR.....	103
BRGM .....	42	ENRESA.....	81
<b>C</b>		Ente Vasco de la Energía.....	11
Cabildo de Tenerife.....	29	ENVEO .....	43
CEDEX.....	44, 50, 83	ESA .....	43
Centro Inv. Medioambientales		Estación Experimental del Zaidín	
de Magdeburgo .....	110	(CSIC) .....	127
CIEMAT .....	101	ETSIM Madrid.....	42, 81, 99, 101, 103
Comunidad Europea .....	43	ETSIM Oviedo	99, 101, 103
Confederación Hidrográfica del Ebro		<b>F</b>	
(Oficina de Planificación) .....	91	Facultad de Ciencias Geológicas UCM	42
Consejería de Fomento de la Junta de		Fundación Patrimonio Paleontológico	
Castilla y León.....	13	(La Rioja) .....	122
Consejería de Medio Ambiente de la		<b>G</b>	
Comunidad de Madrid.....	27	GAMMA.....	43
Consultores en Recursos Naturales		GEOMEDIC .....	114
(C.R.N.).....	24	<b>H</b>	
Consellería de Innovación, Industria e		Hidrocarburos del Cantábrico.....	103
Comercio de la Xunta Galicia .....	16, 17	HUNOSA .....	103
CSIC .....	50		
CSN.....	81		
CSR.....	81		
<b>D</b>			
Diputación Prov. de Alicante .....	61, 65, 66, 83		

**I**

IDS .....	43
IG.....	43
IGM de Portugal .....	1, 114
Implemental Systems .....	141
INCAR-CSIC.....	33, 99, 103
Institut Cartogràfic de Catalunya.....	11
Instituto de Geología Económica (CSIC).....	122
Instituto de Geomática .....	42
Instituto Español de Oceanografía.....	35
Instituto Hidrográfico de la Marina .....	35
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) .....	54
INTECSA.....	122
INTECSA-INARSA.....	61
ISMES CESI SpA.....	43

**J**

Jardín Botánico de Córdoba.....	33
Junta de Andalucía (varias Consejerías) .....	109
Junta de Castilla y León, Servicio de Información Territorial.....	10

**L**

Laboratorios CEDEX.....	78
-------------------------	----

**M**

Museo Arqueológico Nacional.....	127
----------------------------------	-----

**N**

Natural History Museum, Londres .....	31
NPA.....	43

**O**

OCSA .....	139
------------	-----

**P**

Parque de Maquinaria (MIMAM).....	95
PIGC 502 .....	117
Prospección y Geotecnia, S.A .....	28, 40, 47

**R**

Real Observatorio de la Armada.....	35
-------------------------------------	----

**U**

UFZ .....	110
UNIFI.....	43
Univ. Autónoma de Barcelona.....	122
Univ. Autónoma de Madrid .....	43, 127
Univ. Complutense de Madrid.....	1, 15, 27, 31, 33, 42, 43, 57, 81, 118, 122, 125
Univ. de A Coruña .....	33
Univ. de Alcalá de Henares .....	57
Univ. de Alicante.....	42, 127
Univ. de Almería .....	122
Univ. de Barcelona.....	1
Univ. de Berkeley (California) .....	81
Univ. de Cádiz .....	122
Univ. de Castilla La Mancha.....	1, 50, 57
Univ. Clermont-Ferrand, Francia) .....	31
Univ. de Extremadura.....	2
Univ. de Florencia .....	127
Univ. de Gales. ....	112
Univ. de Granada.....	1, 3, 8, 72, 122, 127
Univ. de Huelva .....	109, 117
Univ. de Jaén .....	72, 116, 122
Univ. del Algarve.....	114
Univ. de La Plata .....	22
Univ. de León .....	33, 44
Univ. del País Vasco .....	2, 11, 118
Univ. de Málaga .....	70, 72, 73, 92
Univ. de Murcia .....	127
Univ. de Oporto .....	103
Univ. de Oviedo .....	1, 5, 14, 15, 122
Univ. de París.....	81
Univ. de Patagonia.....	22
Univ. de Salta .....	22
Univ. de Salamanca .....	1, 14, 18
Univ. de Santander .....	81
Univ. de Toulouse .....	81

Univ. de Zaragoza.....	15, 51, 74, 122, 127	Univ. Politécnica de Cataluña.....	39, 43, 56, 81, 97
Univ. de Wright (Ohio),.....	81	Univ. Politécnica de Madrid.....	22, 43, 57
Univ. Jaime I de Castellón.....	61	Univ. Politécnica de Valencia.....	81
Univ. Nacional de Educación a Distancia.....	122	Univ. Rey Juan Carlos.....	123
Univ. Pablo Olavide de Sevilla.....	12	Univ. SEK, de Segovia.....	33
Univ. Politécnica de Cartagena.....	61	Univ. St. Francis Xavier, Canadá.....	31
		USGS.....	39, 81, 112