



V JORNADAS DE INVESTIGADORES

en Formación en Ciencias de la Tierra

DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

FECHA:
VIERNES, 16 DE NOVIEMBRE DE 2012

LUGAR:
SALÓN DE ACTOS DE LA E.T.S. DE INGENIEROS DE MINAS
c/ RÍOS ROSAS, 21 ~ 28003 MADRID

PROGRAMA Y RESÚMENES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



Instituto Geológico
y Minero de España



**V JORNADAS DE
INVESTIGADORES EN FORMACIÓN
EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

Viernes, 16 de noviembre de 2012
Madrid



Instituto Geológico
y Minero de España

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, IGME

www.igme.es

c/ Ríos Rosas, 23 ~ 28003 Madrid

Teléfono: +34 91 349 5700. Fax: +34 91 442 6216

ÍNDICE

PROGRAMA	5
RESÚMENES PRESENTACIONES	7
RESÚMENES POSTERS.....	23

PROGRAMA

- 09.30-10.30 h **Acto inaugural** de las V Jornadas de Investigadores en Formación en Ciencias de la Tierra.
Jorge Civis Llovera, Director del IGME
- 10.30-10.45 h **Elena Fierro Enrique**. "Últimos bosques del sureste ibérico semiárido: nuevos datos para el litoral de la Región de Murcia".
- 10.45-11.00 h **Aída Mínguez Menéndez**. "Estudio de las superficies de erosión en el entorno montañoso de El Bierzo y análisis de su red de drenaje".
- 11.00-11.15 h **Ignacio López Cilla**. "Diagénesis en las plataformas carbonatadas del cretácico inferior del noroeste de Cantabria: un ejemplo de dolomitización y cementación calcítica multifase".
- 11.15-11.30 h Preguntas.
- 11.30-12.00 h Descanso: café.
- Posters: **Carmen Falagán Rodríguez**. "Composición microbiológica de dos lagos mineros en la Faja Pirítica".
- Mª de las Nieves Gómez Miguelez**. "Estudio de isótopos de cobre en el depósito de Las Cruces que apoya un nuevo estilo de mineralización en la Faja Pirítica Ibérica".
- Manoel Valcárcel Rodríguez**. "Caracterización de un cinturón de pliegues-falla oblicuo mediante paleomagnetismo y ASM; las estructuras de la Sierra de Altomira y la Cuenca de Loranca".
- Virginia Ruiz Villanueva**. "Influencia del transporte de detritos leñosos (Woody debris) en la peligrosidad por avenidas torrenciales".
- Ana Isabel López Barrera**. "Caracterización petrofísica de sondeos de petróleo en la Península Ibérica y su correlación con sondeos actuales para almacenamiento potencial de CO₂".
- 12.00-12.15 h **Eduardo Pozo Martín**. "La interacción entre materiales arcillosos y aguas minerales, análisis y evaluación de sus efectos en la salud humana".
- 12.15-12.30 h **Jorge Buzzi Marcos**. "Detección de cambios en los sedimentos de un río afectado por drenaje ácido mediante datos hiperespectrales Hymap (río Odiel, Huelva)".
- 12.30-12.45 h Preguntas.
- 12.45-13.00 h **Francisco Javier Montalván Toala**. "Modelo preliminar de flujo en densidad variable del sistema hidrogeológico hipersalino de la laguna de Fuente de Piedra (Málaga, España)".
- 13.00-13.15 h **Daniel Merchán Elena**. "Salinización y contaminación por nitrógeno de las aguas en una pequeña cuenca en regadío (Cuenca de Lerma, Zaragoza): caracterización hidroquímica e isotópica".
- 13.15-13.30 h **María Perla Piña Varas**. "Desarrollo metodológico de modelación 3D con Magnetotelúrica".
- 13.30-13.45 h Preguntas.
- 13.45 h **Acto de clausura**.
Vicente Fabregat Ventura, Coordinador Personal Investigador en Formación.
Daniel Merchán Elena, Representante del Personal Investigador en Formación.
Carlos Martínez Navarrete, Jefe del Gabinete Técnico del IGME.

RESÚMENES
PRESENTACIONES



Fierro, E.^{1,2}

(1) Instituto Geológico y Minero de España, Madrid; (2) Universidad de Murcia
e.fierro@igme.es

Últimos bosques del sureste ibérico semiárido: nuevos datos para el litoral de la Región de Murcia

Aportamos una nueva secuencia paleoecológica procedente de un sistema paleolagunar situado en la costa de Mazarrón (Murcia). Este nuevo registro paleopalínológico constituye los primeros datos de esta índole para el litoral de Murcia y al igual que otras secuencias regionales del sureste peninsular puede situarse en un contexto de aumento progresivo de la aridez durante el Holoceno superior con pérdida de biodiversidad vegetal, regresión, fragmentación e incluso extinción local de poblaciones de árboles, mayoritariamente mesófitos, cuyos efectos más acusados acontecen en períodos relativamente recientes y dibujan el actual grado de deforestación de esta región. Se detecta una alta variabilidad en las dinámicas internas subyacentes a este proceso de deforestación en función de la localización geográfica así como una gran diversidad en el marco de influencias que las rodean, lo que genera asincronías entre territorios próximos. Además del doble condicionamiento, climático y antrópico, destacar la importancia de las interacciones bióticas, los procesos estocásticos y los condicionantes históricos en la configuración actual del paisaje vegetal de esta región.

Palabras clave: Holoceno, paleoecología, palinología, biogeografía histórica.

The last forests of semi-arid southeastern Iberia: new data for the Murcian coastal region

Here we present a new palaeoecological sequence of a palaeolagoonal system which lies in the Mazarrón littoral, Murcia. This new palaeopalynological record constitutes the first data of this kind for the Murcian littoral and just like the other regional sequences of southeastern Spain it can be placed in a context of a progressive increase of the aridity during the late Holocene with loss of plant biodiversity, retreat, fragmentation and even local extinction of tree populations, mainly mesophytes, whose effects more noticeable take place in relatively recent times and draw the current degree of deforestation of this region. It is noticeable a high variability in the underlying internal dynamics of this deforestation process according to geographical location as well as a great diversity of involved influences around this dynamics which generates asynchronies between nearby territories. Together with climatic change and anthropogenic disturbance the importance of biotic interactions, stochastic processes and historical factors in the current vegetal landscape configuration of this region are emphasized.

Keywords: *Holocene, palaeoecology, palynology, historical biogeography.*

Mínguez, A.¹, Martín-Serrano, Á.¹, García-Meléndez, E.² y Martín-Alfageme, S.¹

(1) Instituto Geológico y Minero de España; (2) Universidad de León
a.minguez@igme.es

Estudio de las superficies de erosión en el entorno montañoso de El Bierzo y análisis de su red de drenaje

En el presente trabajo se muestra una cartografía preliminar de superficies de erosión y su organización morfológica. El estudio se llevó a cabo en los relieves que circundan la Cuenca de El Bierzo, área enmarcada en la transición de los relieves que bordean el noroeste de la Cuenca del Duero, pertenecientes al Macizo Ibérico e incluidos en la macroestructura de las Montañas Galaico-Leonesas, producto de una tectónica de bloques sobre materiales paleozoicos

Se generó un inventario de superficies de aplanamiento a partir del estudio de los perfiles topográficos de los sistemas montañosos de la zona, dando lugar a 23 superficies ordenadas en siete clases de alturas desde los 1.000 a los 2.000 m. Como complemento se realizó un análisis semiautomático de valores de altitud mediante interpolación matemática que generó una superficie teórica del terreno previa a la erosión fluvial. Esto permitió hacer una comparación con la cartografía de superficies observándose una gran coincidencia de los elementos, tanto en altura como en forma.

La red de drenaje, especialmente sensible a los procesos tectónicos, se analizó mediante el cálculo del factor de asimetría de cuencas (AF), de la incisión fluvial con respecto a las superficies de erosión y a través de la observación de anomalías en los perfiles longitudinales de los principales ríos que atraviesan las distintas superficies. De esta forma se observa que en nueve de las dieciséis cuencas analizadas existe algún grado de asimetría destacable, incisiones medias por encima de los 400 m y numerosas anomalías en los perfiles de los ríos, algunas, presumiblemente en relación con la organización tectónica regional.

Palabras clave: superficies de erosión, tectónica activa, red de drenaje, noroeste Península Ibérica.

Study of the erosion surfaces in the mountainous surroundings of El Bierzo and analysis of their drainage network

The present work shows a preliminar erosion-surfaces mapping and its morphological organization. The study was conducted in the surrounding reliefs of El Bierzo basin. This region is located in the transition area of the reliefs that make up the northwestern border of the Duero Basin. This belongs to the Iberian Massif and it is included into the Galaico-Leonesas Mountains, as a derived product from a tectonic block in Paleozoic materials.

A flatter surfaces inventory was generated from the study of the topographic profiles of the mountainous areas. This resulted in 23 surfaces divided in seven classes of height, ranging from 1.000 to 2.000 m. As a complement study, the zone was analyzed by means of a mathematical interpolation of the height values. This generated a theoretical surface prior to fluvial-erosion processes. This allowed us to establish a direct comparison with the erosion surfaces, showing a correlation of the elements, by shape and height.

Drainage network is known to be particularly sensitive to tectonic processes. In the present study the drainage network has been analyzed through the calculation of the watersheds Asymmetry Factor, the river incision and the observation of anomalies included in the longitudinal profiles of rivers crossing the main surfaces. Nine of the sixteen analyzed watersheds showed a significant asymmetry degree. It is also important to highlight that the mean engagement of the drainage network is above 400 m. Besides, several anomalies were detected in the river profiles, some of them could be correlated with the regional tectonical organization.

Keywords: *erosion surfaces, active tectonics, drainage network, Northwest Iberian Peninsula.*

Diagénesis en las plataformas carbonatadas del cretácico inferior del noroeste de Cantabria: un ejemplo de dolomitización y cementación calcítica multifase

El estudio petrográfico y geoquímico de los carbonatos del Aptiense Superior del noroeste de Cantabria ha permitido caracterizar múltiples fases de dolomitización y precipitación de cementos de calcita y dolomita. El objetivo de este trabajo es ayudar a reconstruir la evolución de los fluidos diagenéticos durante el enterramiento y posterior levantamiento tectónico. Los estudios de microscopio petrográfico, de microscopio de fluorescencia, de catodoluminiscencia, y los estudios de isótopos estables y de isótopos de Sr, han revelado la presencia de al menos cuatro fases de cementación de calcita (C1-C4) y cinco fases de cementación y recristalización de dolomita (D1-D5). La primera fase de dolomita (D1), de cristales idiotópicos y fluorescentes de pequeño tamaño, es volumétricamente menor y probablemente ocurrió durante el enterramiento superficial. Las dolomías D2 a D5 así como la calcita C3 se caracterizan por mostrar valores progresivamente más negativos para el $\delta^{18}\text{O}$ y valores positivos para el $\delta^{13}\text{C}$, habiendo cementado y recristalizado a partir de una gama de fluidos desde meteóricos profundos. Por último, la calcita y la dedolomita C4, con valores negativos para el $\delta^{18}\text{O}$ y para el $\delta^{13}\text{C}$, precipitó a partir de fluidos meteóricos durante la inversión tectónica de la cuenca.

Palabras clave: Cretácico Inferior, dolomitización hidrotermal, isótopos estables, isótopos de estroncio.

Diagenesis in early cretaceous platform carbonates of northwestern Cantabria: an example of multistage dolomitization and calcite cementation

A petrographic and geochemical study of Upper Aptian carbonates of northwestern Cantabria allowed to characterize multiple phases of dolomitization and precipitation of calcite and dolomite cements. The aim is help to reconstruct the evolution of pore fluids during burial and subsequent tectonic uplift. Petrographic microscope, UV-light fluorescence microscope, cathodoluminescence, stable isotope and Sr-isotope analyses have revealed the presence of at least four phases of calcite cementation (C1–C4) and five phases of dolomite formation and recrystallization (D1–D5). The first dolomite phase (D1), of very small idiopic and fluorescent crystals, is volumetrically minor and probably occurred during shallow burial. The C3 calcite and D2–D5 dolomite phases are characterized by progressively more negative $\delta^{18}\text{O}$ values and positive $\delta^{13}\text{C}$ values, and precipitated from a range of meteoric to deep burial fluids. Finally, C4 calcite and dedolomite, with negative $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values, precipitated from meteoric fluids during basin tectonic inversion.

Keywords: *Lower Cretaceous, Hydrothermal dolomitization, Stable isotopes, Strontium isotopes.*

Pozo Martín, E.

Instituto Geológico y Minero de España. Área de Laboratorios y Servicios
e.pozo@igme.es

La interacción entre materiales arcillosos y aguas minerales, análisis y evaluación de sus efectos en la salud humana

Este proyecto de tesis doctoral estudia el efecto en la salud humana, de la interacción entre materiales arcillosos y aguas minerales cuando se emplean como peloides termales. En una primera fase, se han seleccionado materias primas arcillosas en función de su composición, incluyéndose bentonitas, caolín, arcillas fibrosas y arcillas comunes. Paralelamente se han seleccionado aguas minerales de composición química contrastada, en las que las variables a tener en cuenta son pH, salinidad y composición. El análisis químico completo de arcillas y aguas, ha servido para elaborar una base de datos del contenido en elementos potencialmente tóxicos por ingestión o vía tópica. La interpretación de las reacciones que conducen a la liberación, movilidad y fijación de elementos trazas nocivos, constituye uno de los objetivos principales de la investigación. En una segunda fase se han realizado experimentos con una duración de 4 días entre aguas sintéticas y materiales arcillosos (ambas seleccionadas en la primera fase). Para una misma muestra se ha realizado el ensayo en distintos ambientes de pH con el fin de establecer la importancia real del pH y otras variables en el procedimiento de maduración. La tercera fase de la investigación ha implicado la realización de ensayos largos (con una duración estimada de 3 meses) que servirán para analizar e interpretar los cambios composicionales y físico-químicos originados. El cuarto punto ha implicado ensayos de 48 horas variando la temperatura y la relación sólido – líquido entre dos tipos de arcilla (común y bentonita) y los distintos tipos de aguas naturales seleccionados.

Finalmente, en aquellos peloides termales en los que se detecte una concentración anómala de elementos nocivos, se realizarán ensayos de lixiviación en un medio sintético que simule la composición del sudor humano, para evaluar la movilidad de los elementos y el riesgo de su empleo para la salud humana.

Palabras clave: arcilla, agua mineral, maduración, peloide termal.

Clay materials and spring waters interaction, analysis and evaluation of human health effects.

In this Doctoral Thesis project, the effect on human health of the interaction between clay materials and thermal water is studied when they are applied as thermal peloids. In a first stage, raw material was selected in base of composition, including bentonites, kaolinite, fibrous clays and common clays. Parallel to that, spring water with contrasted hydrochemistry have been selected, which important variables were pH, salinity and composition. Full Chemical analysis of clays and waters, has been useful for developing a database of the content in potentially toxic elements by ingestion or topic use. Interpretation of reactions that leads to the release, mobility and fixation of harmful trace elements, is one of the main target of the research. In a second stage, 4-days essays between synthetic waters and clay minerals (both selected in first stage) were carried out. For each sample, different pH ambiances have been recreated for the purpose of establishing the real importance of pH and other variables in maturation process. Third stage implied long essays (estimated duration about 3 months) in order to analyze and interpret compositional and physical-chemical changes originated. Fourth stage implied 48 hours essays changing temperature and solid-water ratio between two kinds of clays (common and bentonite) and different selected thermal waters.

Finally, In order to evaluate mobility of elements and risks of applying for the human health, lixiviation essays will be carry out in a synthetic environment simulating human sweat composition to those thermal peloids that anomalous nocive element concentration were detected.

Keywords: *pelotherapy, peloid, maturation, sweat, spas*

Detección de cambios en un río afectado por drenaje ácido de mina mediante datos hiperespectrales Hymap (Río Odiel, Huelva)

El río Odiel fluye atravesando la Faja Pirítica Ibérica, rica en yacimientos de sulfuros masivos que han sido explotados a lo largo de 5000 años. Las escombreras de las minas son ricas en pirita y otros sulfuros metálicos, que al quedar expuestos a la atmósfera se meteorizan químicamente, provocando la acidificación de las aguas superficiales y la dispersión de metales pesados en el medio ambiente. Los productos de la meteorización de la pirita son transportados en disolución por las aguas ácidas, y precipitan sobre los sedimentos fluviales como costras y eflorescencias efímeras de sulfatos de hierro bajo determinadas condiciones de pH. Estos procesos de disolución y re-precipitación dependen de la disponibilidad de agua y de la geomorfología. En este estudio se ha empleado la espectroscopía de imágenes del visible e infrarrojo, que ha demostrado ser una herramienta útil para la detección de cambios en ambientes geológicos rápidamente cambiantes. El sensor Hymap proporciona datos de alta resolución espacial y temporal. Los datos tomados por este sensor en las campañas de 2005, 2008 y 2009 fueron procesadas usando secuencias de algoritmos diseñadas para detectar patrones en la distribución espacial y evolución temporal de los productos de la meteorización de la pirita. El clima ejerce un fuerte control sobre la evolución geoquímica de los productos de la meteorización de la pirita; esto se hace evidente en la aparición de procesos de oxidación generalizada en las costras precipitadas sobre los sedimentos fluviales, tras años calurosos y secos, mientras que las condiciones frías, con fuertes lluvias y episodios de inundación, hacen que disminuya su extensión. La geomorfología del río controla el desarrollo de minerales oxidados o hidratados. La espectroscopía de imágenes pone de relieve las relaciones existentes entre la secuencia de oxidación de los productos de la meteorización de la pirita, el clima y la geomorfología.

Palabras clave: Detección de cambios, drenaje ácido, espectroscopía de imágenes.

Change detection in sediments of a river affected by acid mine drainage using Hymap hyperspectral data (river Odiel, Huelva, SW Spain)

The river Odiel runs through the Iberian Pyrite Belt (SW Spain), hosting numerous massive sulphide ore deposits, which have been mined for 5000 years. Extensive mine waste exposed to the atmosphere includes pyrite and other metallic sulphide, releasing sulphuric acid to running water, lowering its pH, and spreading heavy metals to the environment. The pyrite weathering products flow dissolved in running acid waters and precipitate over the river sediments as ephemeral iron-bearing sulphate crusts and efflorescences under restricted water pH ranges. Dissolution and reprecipitation events rely on water availability in the atmosphere in locations controlled by river geomorphology. Visible and near infrared imaging spectroscopy are used in this study as an efficient tool to study temporal changes in rapidly changing geological environments. Hymap data provides high spatial and spectral resolution data. Hymap airborne hyperspectral data flown in 2005, 2008 and 2009 are mapped using a sequence of algorithms to display spatial, temporal and chemical changes in the patterns of pyrite weathering products. The climate control in the geochemical evolution of pyrite weathering products is shown by the extensive oxidation of coatings over riverbars after dry and warm years, receding after heavy rainfalls and flooding episodes. Minor river geomorphology is the main control in the development of oxidized or hydrated minerals in the riverpath. The clear relationship between the sequence of oxidation of pyrite weathering products, geomorphology and climate through time using hyperspectral data, provides valuable information in regional water quality monitoring.

Keywords: *Change detection, acid mine drainage, imaging spectroscopy*

Montalván Toala, F. J.^{1,2,3}, Heredia Díaz, J.¹ y Elorza Tenreiro, F.J.²

(1) Instituto Geológico y Minero de España; (2) Universidad Politécnica de Madrid; (3) Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra – Escuela Superior Politécnica del Litoral
fj.montalvan@igme.es

Modelo preliminar de flujo en densidad variable del sistema hidrogeológico hipersalino de la laguna de Fuente de Piedra (Málaga, España)

El sistema hidrogeológico de la laguna de Fuente de Piedra presenta complejidad debido a la alta variabilidad de la densidad de los fluidos circulantes en la cuenca (dulce, salobre y salmuera). La cuenca y la laguna poseen una superficie de 150 Km² y de 13.5 Km² respectivamente. En el año período 1995/96-2006/07, la precipitación media fue 430 mm/a, la evapotranspiración potencial media fue 830 mm/a y la evaporación a lámina libre media fue 1500 mm/a, aproximadamente.

Tradicionalmente, según el modelo clásico de cuencas endorreicas en climas semiáridos, la salmuera se la sitúa en la zona de descarga (laguna) y de origen evaporativo. Estudios posteriores reforzaron la hipótesis en la cual se vincula al sistema hidrogeológico de la cuenca de la laguna a un sistema kárstico hipersalino regional.

Los modelos numéricos de densidad variable consideran al agua dulce y al agua salada como un único fluido -miscible- con concentraciones distintas de total de sólidos disueltos, representan una simulación más apegada a la realidad, también necesitan una serie de requerimientos y restricciones debido a la inestabilidad numérica que podría presentarse.

En el presente trabajo se modelizó un perfil N-S de la cuenca con el objetivo reforzar numéricamente la hipótesis del vínculo entre el sistema acuífero somero de la laguna y un sistema regional kárstico hipersalino desarrollado por disolución de halita. Parte de la recarga de este sistema regional se produciría en los olistolitos calizos y a través de la matriz margo-yesífera (olistostroma) y tendría una de sus descargas locales en la laguna. Este modelo sentaría las bases para el desarrollo futuro de un modelo numérico tridimensional.

Palabras clave: salmuera, densidad variable, sistema kárstico profundo.

Preliminary variable density flow model of the hypersaline hydrogeological system of Fuente de Piedra lagoon (Málaga, Spain)

The hydrogeological system of the Fuente de Piedra lagoon presents complexity because of to the high variability of the density of the fluids circulating in the basin (fresh, brackish and brine). The lagoon area is 13.5 km² and its basin is 150 km². In 1995/96-2006/07 period, the average precipitation was 430 mm/y, potential evapotranspiration was 830 mm/y and the free surface evaporation was 1500 mm/y.

Historically, in semiarid climates the classic conceptual model of closed basins, the brine is placed in the discharge area (lagoon) and evaporative source. Further studies reinforced the hypothesis which links the shallow hydrogeological system of the lagoon basin to a regional hypersaline karstic system.

The numerical models of variable density, consider fresh water and salt water as a single-fluid-miscible with different concentrations of total dissolved solids, representing a simulation very similar to reality. This kind of numerical models also need a set of requirements and restrictions due to numerical instability that could arise.

This paper presents the model of a NS basin profile in order to numerically reinforce the hypothesis of a link between the lagoon shallow aquifer system and the hypersaline deep karstic regional system. Part of this regional system recharge would occur in the olistolites limestone and through the marly-gypsum matrix and one of the local discharges would be in the lagoon. This model will allow the development of a future three-dimensional model.

Keys words: Brine, variable density, deep karstic system.

Salinización y contaminación por nitrógeno de las aguas en una pequeña cuenca en regadío (Cuenca de Lerma, Zaragoza): Caracterización hidroquímica e isotópica

Entre los problemas ambientales relacionados con la agricultura de regadío, la salinización de las aguas y la contaminación por nitratos son los principales aspectos de interés en grandes zonas de regadío de la cuenca del Ebro. La cuenca del barranco de Lerma (7,38 km²) tiene un 49 % de su superficie bajo riego presurizado y unas condiciones hidrológicas y agronómicas que la hacen representativa de una gran área de regadíos modernizados en la región. Para su caracterización, se recogieron muestras de agua del acuífero, manantiales y barrancos en distintas situaciones hidrológicas (julio de 2011 y enero de 2012) y se analizaron los componentes mayoritarios del agua así como las especies del nitrógeno). Así mismo, se seleccionó un subconjunto de muestras para realizar análisis isotópicos (δD , $\delta^{18}O$ -[H₂O], $\delta^{15}N$, $\delta^{18}O$ -[NO₃⁻], $\delta^{34}S$ and $\delta^{18}O$ -[SO₄²⁻]).

Los resultados han puesto de manifiesto que la composición química del agua, tanto superficial como subterránea está influenciada por la recirculación del agua de riego y el empleo de fertilizantes nitrogenados usados en las actividades agrícolas. La salinidad del agua es mayor en las aguas superficiales ($2,5 \pm 1,2$ mS/cm) que en las aguas subterráneas ($1,8 \pm 0,7$ mS/cm), mientras que la concentración de nitrato es superior en las aguas subterráneas (128 ± 48 mg/l) que en las superficiales (47 ± 34 mg/l).

A pesar de que la señal isotópica del sulfato disuelto ($\delta^{34}S$ and $\delta^{18}O$ -[SO₄²⁻]) indica un principal origen antropogénico para este soluto a partir de los fertilizantes agrícolas, el resto de la información hidroquímica apunta en sentido contrario. Por ello, se propone caracterizar la señal isotópica de los yesos presentes en niveles tableados y en la matriz de los materiales que constituyen el sustrato de la zona de estudio.

Por su parte, la composición isotópica del nitrato ($\delta^{15}N$, $\delta^{18}O$ -[NO₃⁻]) revela que el origen del nitrato proviene de los fertilizantes inorgánicos usados en las actividades agrícolas. La composición isotópica del $\delta^{18}O$ -[NO₃⁻], pone de manifiesto la participación de nitrato procedente de fertilizantes amoniacales y de fertilizantes tipo NO₃⁻. En las aguas superficiales, alimentadas por las aguas subterráneas a través de una red de manantiales, el nitrato muestra los valores más elevados de $\delta^{15}N$ y $\delta^{18}O$ -[NO₃⁻] sugiriendo la existencia de procesos de atenuación natural (desnitrificación) de la contaminación por nitrato.

Palabras clave: Cuenca del Ebro, calidad del agua, fertilizantes, desnitrificación.

Water salinization and nitrogen pollution in an irrigated small catchment (Lerma basin, Zaragoza): Hydrochemical and Isotopic characterization

Among the environmental problems related to irrigated agriculture, water salinization and nitrate pollution are the main points of concern in large irrigation areas of the Ebro River Basin. The Lerma gully basin (7.38 km²) has 49% of its surface under pressurized irrigation and its hydrological and agronomical characteristics make it representative of a large surface of modern irrigated areas within the region. For its characterization, water samples were collected from ground, spring and surface waters in different hydrological situations (July 2011 and January 2012) and analyzed for main constituents and nitrogen species. In addition, a subset of samples was selected for isotopic analysis (δD , $\delta^{18}O$ -[H₂O], $\delta^{15}N$, $\delta^{18}O$ -[NO₃⁻], $\delta^{34}S$ and $\delta^{18}O$ -[SO₄²⁻]).

Results revealed that water chemistry was influenced by irrigation water recirculation and the usage of nitrogen fertilizers in agriculture. Water salinity was higher in surface water (2.5 ± 1.2 mS/cm) than in groundwater (1.8 ± 0.7 mS/cm), whereas nitrate concentration was higher in groundwater (128 ± 48 mg/l) than in surface water (47 ± 34 mg/l).

Despite dissolved sulphate isotopic signature ($\delta^{34}S$ and $\delta^{18}O$ -[SO₄²⁻]) indicates an anthropogenic fertilizer origin for this solute, the remaining hydrochemical information pointed on the contrary sense. Thus, it is proposed to characterize the isotopic signature of gypsum present in the study zone in order to derermine its influence in isotopic results.

On the other hand, nitrate isotopic composition ($\delta^{15}N$, $\delta^{18}O$ -[NO₃⁻]) revealed an inorganic fertilizer origin of nitrogen. The isotopic composition of $\delta^{18}O$ -[NO₃⁻] shows the role of ammonia and nitric fertilizers. In surface water, feeded from groundwater through a network of springs, nitrate had the highest values for $\delta^{15}N$ y $\delta^{18}O$ -[NO₃⁻], suggesting the existence of natural attenuation process (denitrification) for nitrate pollution.

Keywords: Ebro basin, water quality, fertilizers, denitrification.

Desarrollo metodológico de modelación 3D con Magnetotelúrica

La integración de los diferentes métodos geofísicos, geológicos y geoquímicos juega un papel clave para la caracterización de reservorios profundos: almacenes geológicos de CO₂, acuíferos, yacimientos geotérmicos, etc.

En esta tesis se incluye la caracterización de la isla de Tenerife (Islas Canarias) a partir de datos magnetotelúricos (MT) con el fin de contribuir a la búsqueda de recursos geotérmicos. Para ello se realizará un modelo de resistividades 3D de la parte central de la isla.

En la isla de Tenerife (Islas Canarias, España) se han llevado a cabo varias campañas de MT con el fin de investigar el sistema geotérmico de la isla. La campaña más reciente fue realizada por la Universitat de Barcelona en marzo de 2012, adquiriéndose un total de 23 sondeos de MT. El objetivo de esta campaña era completar el modelo 3D de resistividades obtenido tras el estudio realizado por Petratherm en 2009. Además, en 1987 y 1991, se habían realizado dos campañas a cargo del IGME cuyos datos se han recuperado y digitalizado con el fin de incorporarlos al nuevo modelo 3D de resistividades que se está realizando en base a toda esta información.

La presencia de un mar conductor rodando a la zona de estudio (50 x 50 km de superficie) y de una acusada topografía (de 3720 msnm en el Teide se pasa a -3600 msnm a menos de 40 km de la costa) pueden afectar a los datos de MT para periodos largos. Así, antes de realizar el nuevo modelo 3D de resistividades, se llevaron a cabo una serie de pruebas para estudiar el efecto que la topografía y el mar pueden tener sobre los datos de MT.

En general, la estructura eléctrica de la isla se puede simplificar en un modelo de 3 capas: una primera capa de 1 km de espesor y 1000 Ohm.m de resistividad; una segunda capa de igual espesor y 5 Ohm.m de resistividad; y una tercera capa de 200 Ohm.m de resistividad. En base a este modelo y teniendo en cuenta 150 sondeos de MT, se calculó la respuesta sintética para dos casos: con mar y sin mar. En el primer caso se estudia la respuesta conjunta del mar y la topografía; mientras que en el segundo se obtiene el efecto de la topografía. Como resultado de estas pruebas se observa que el efecto del mar es mucho mayor que el de la topografía, apareciendo su efecto a periodos entorno a 1 s en los sondeos más cercanos a la costa.

Una vez determinado el efecto del mar, se procede a la realización del nuevo modelo de resistividades en 3D. Para su realización se está utilizando el código denominado ModEM, utilizándose 150 sondeos de los 233 disponibles (Petratherm utilizó el programa comercial WinGlink y 81 sondeos de MT). Las inversiones se están realizando con una malla de 94x65x133 celdas, utilizando las antidiagonales del tensor de impedancia y 16 periodos (entre 1000 a 0.01 Hz). El error floor establecido para las componentes del tensor de impedancias es de 5% y el RMS para la última iteración obtenida hasta el momento de 1.5. El objetivo principal en un futuro es incluir los 233 sondeos de MT disponibles en el proceso de inversión y obtener así un modelo de resistividades 3D más detallado.

Palabras clave: Geotermia, Magnetotelúrica, Islas Canarias.

Methodological Development of 3D magnetotelluric modeling

Integration of different geophysical, geological and geochemical methods will play a key role for the characterization of underground deep reservoirs: CO₂ storage sites, aquifers, geothermal reservoirs, etc.

This thesis includes the characterization of the island of Tenerife (Canary Islands) from magnetotelluric data (MT) to contribute to the search for geothermal resources. To this end, a 3D resistivity model of the central part of the island will be performed.

Several Magnetotelluric (MT) surveys were carried out to investigate the geothermal system in Tenerife Island in the Canary Islands, Spain. Broadband magnetotelluric (BBMT) data were collected at different times. The most recent survey was carried out in March 2012 by the University of Barcelona and 23 MT sites were recorded, these data complement the data collected by Petratherm in 2009 with 81 sites. The result of this survey was a 3D resistivity model of the island.

Previously, in 1987 and 1991, two MT surveys were carried out by the Spanish Geological Survey. These data (129 MT sites in total) were collected and digitized to be incorporated in a new 3D resistivity model.

Taking into account all this information, a new 3D model will be performed. Previously, several tests were performed to identify the sea and topography effect on the results.

The existence of the sea around the survey area (50 x 50 km of area) and a steep topography (from 3720 m.a.s.l in Teide to -3600 m.a.s.l within 40 km from the island) can affect to the MT data. Synthetic forward models have been performed to understand the influence of the topography and the conductive ocean on the MT data.

In general, the electrical structure of the island can be simplified as a 3 layered model with 1000 Ohm.m-1000 m, 5 Ohm.m-1000 m, and 200 Ohm.m from top to bottom. Two simplified 3D models have been computed, one with the ocean to investigate combined topography and sea effects, another without the ocean (the sea value of 0.33 Ohm.m is replaced by 1000 Ohm.m), thus providing topography effects alone. The effect of the ocean is observed at periods of 1 s in the phase pseudosections for the sites closest to the coast.

A 3D electrical resistivity model was computed by Petratherm using the commercial code WinGlink (Mackie and Madden, 1993). This model was performed taking into account the 81 MT sites recorded in 2009.

Now, a new 3D model is being computed with modEM code (Egbert and Kelbert, 2012) taking into account 150 MT sites from the different field surveys. The model is discretized on 94x65x133-layer grid and the inversions are undertaken using the antidiagonal components of the impedance tensor for 16 periods in the frequency range from 1000 to 0.01 Hz. The error floor is 5% in the impedance components, final RMS is 1.5. Future plans include adding the 233 sites for the inversion.

Keywords: *Geothermal, Magnetotellurics, Canary Islands.*

RESÚMENES
POSTERS



Composición microbiológica de dos lagos ácidos mineros de la FPI

Existen más de veinte lagos ácidos de mina formados durante el siglo pasado en la Faja Pirítica Ibérica (FPI). Varios de estos lagos han sido estudiados desde el punto de vista hidrogeoquímico, habiendo investigaciones en curso en alguno de ellos (ej., Sánchez-España et al., 2008, 2009, 2010). Desde el punto de vista biológico, aunque hay innumerables estudios sobre microorganismos acidófilos en el mundo, como por ejemplo en río Tinto (Gonzalez-Toril et al 2009, Souza-Egypsy et al., 2008), aunque se han realizado algunos trabajos en lagos mineros españoles (Sánchez-España et al., 2007, Wendt-Potthoff et al., 2012), hasta la fecha no se ha realizado ningún estudio en profundidad sobre la composición microbiológica. Por este motivo, se han elegido los lagos de Cueva de la Mora y Herrerías, debido a sus características hidroquímicas. Ambos lagos tienen un patrón de estratificación similar, los dos son meromíticos, con un mixolimnion (capa superior) y un monimolimnion (capa inferior) separados por una quimioclina. La diferencia entre ambos reside en la estructura del monimolimnion, que en Cueva de la Mora está sub-estratificado debido a las conexiones con pozos de la antigua mina, mientras que en Herrerías es homogéneo y presenta una elevada concentración de CO₂ (g). En ambos lagos, la concentración de metales incrementa con la profundidad al igual que ocurre con el carbono orgánico disuelto y el sulfato (Sanchez-España et al., 2009). Durante el año 2012 se ha estudiado la composición microbiológica de estos dos lagos. Los resultados obtenidos muestran una estrecha correlación entre el patrón de estratificación físico-químico de la columna de agua y la distribución de microorganismos. En la quimioclina se han encontrado bacterias acidófilas oxidadoras o reductoras de hierro, entre ellas *Leptospirillum ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrivorans*, *Alicyclobacillus ferrooxidans* y una especie recientemente descrita, *Metallibacterium scheffleri*, además de otros microorganismos no descritos hasta la fecha. Entre estos últimos, uno de ellos, aislado de sedimentos de Cueva de la Mora, pertenece a la familia de los *Firmicutes*, siendo una nueva especie y probablemente un género nuevo. Otro organismo aislado de la quimioclina de Herrerías, y que probablemente sea una especie y género nuevos es una gamma proteobacteria capaz de reducir hierro. Otras bacterias también aisladas de Herrerías pertenecen a la familia de las Acidobacterias. Aunque estas bacterias se han aislado previamente, hasta la fecha no se han descrito en profundidad. Se conoce que son capaces de reducir hierro y al estar presentes en toda la columna de agua de ambos lagos tendrían una gran influencia en su hidrogeoquímica.

Palabras clave: FPI, acidófilos, estratificación, Cueva de la Mora, Herrerías, bacterias.

Microbiological composition of two mine pit lakes in the IPB

In the Iberian Pyritic Belt (IPB), a world-class massive sulfide mine district in SW Spain, more than twenty acidic mine pit lakes were formed in the last century. Some of these pit lakes have been studied in detail during the last years (e.g., Sánchez-España et al., 2008, 2009, 2010), and a number of hydrogeochemical and microbiological investigations are currently in progress. There are many studies about acidophilic microorganisms around the world and also in Spain but not too many works are done in Spanish acid mine pit lakes, these studies are mainly done in rivers as Río Tinto (González-Toril et al., 2009, Souza-Egipsy et al., 2008), although there are studies in some Spanish mine pit lakes (Sánchez-España et al., 2007, Wendt-Potthoff et al., 2012). Among all pit lakes present in the IPB two of them were chosen because of their features. These two lakes are Cueva de la Mora and Herrerías. Both lakes have similar stratification patterns; they are meromictic lakes, the upper layer called mixolimnion and the bottom layer called monimolimnion. The difference between these lakes lies in the monimolimnion, Cueva de la Mora has a sub-stratified monimolimnion caused by the presence of shafts of the mine (unpublished data), whereas in Herrerías the monimolimnion is not stratified but there is a high gas concentration which is near the saturation. Metal concentrations increase with depth as it happens with dissolve organic carbon or sulfate (Sanchez-España et al., 2009). During 2012 it has been studied the microbiological compositions of both lake mentioned before. The results obtained show that in both lakes there is a correlation between the stratification pattern of physic-chemist parameters of the water column and the distribution of microorganism. In the chemioclinal region acidophilic iron-oxidizing and iron-reducing bacteria are the most abundant microorganisms present, and include *Leptospirillum ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrivorans*, mixotrophic *Alicyclobacillus ferrooxidans* and a newly described iron-reducing isolate called *Metallibacterium scheffleri*. Other microorganisms, not described in the literature, have been isolated from these pit lakes. One of them (isolated from sediments from Cueva de la Mora) is a Firmicute, and represents a new species and probably a new bacterial genus. Another microorganism not previously described is a gamma-proteobacterium, and again is also a new species and probably a new genus. It was isolated from the oxic layer of the water column of Herrerías, and has been shown to be an extreme acidophile that can rapidly reduce ferric iron. Other bacteria have been isolated from the chemioclinal region in Herrerías. Some of these belong to Acidobacteriaceae family, but although some similar bacteria have been isolated previously, none has been characterized in the literature. These acidobacteria (which also reduce ferric iron) are present along the water column of both lakes, so they are very important for the hydrogeochemistry of these lakes.

Keywords: IPB, acidophile, stratification, Cueva de la Mora, Herrerías, bacteria.

Estudio de isótopos de cobre en el depósito de Las Cruces que apoya un nuevo estilo de mineralización en la Faja Pirítica Ibérica

En este estudio mostramos por primera vez la distribución isotópica del cobre en tres yacimientos de la Faja Pirítica Ibérica (FPI), la mayor concentración de sulfuros del mundo, prestando especial atención al depósito de Las Cruces. Los resultados obtenidos para los yacimientos de Tharsis y Río Tinto son consistentes con las publicaciones sobre otros yacimientos del mundo, mientras que los obtenidos para Las Cruces muestran una distribución singular, nunca descrita anteriormente.

La FPI alberga gran cantidad de depósitos de sulfuros masivos volcanogénicos (VMS) de edad Devónico superior-Carbonífero medio. Tras su formación, los VMS sufrieron levantamiento y erosión, quedando varios de ellos expuestos a condiciones subaéreas y sufriendo meteorización. Un gran número de gossans maduros, ricos en goetita y hematites, afloran en la FPI, pero en cambio, la presencia de zonas de cementación es muy escasa (Tornos, 2006 y referencias). En este aspecto, el yacimiento de Las Cruces es una excepción ya que presenta entre el VMS primario y el gossan una zona bien desarrollada de enriquecimiento secundario en cobre. Esta zona de enriquecimiento secundario está formada por calcocita granular que reemplaza al VMS primario, afectada por venas y brechas de sulfuros, carbonatos y cuarzo. Además, aparecen cristales de calcocita creciendo en huecos abiertos. Se ha interpretado que este evento mineralizador está estrechamente relacionado con la reactivación de antiguas fallas durante la Orogenia Alpina (Miguélez et al., 2010).

Para este estudio se han tomado muestras del VMS primario y gossan de los tres depósitos, de la zona de cementación de Río Tinto y de la mineralización secundaria en Las Cruces. Los resultados obtenidos para las muestras del VMS primario de los tres yacimientos ($\delta^{65}\text{Cu} = -1 \pm 3.6\%$) presentan variaciones con respecto a los descritos en mineralizaciones primarias de otros yacimientos del mundo ($\delta^{65}\text{Cu} = 0 \pm 1\%$); interpretamos que esta pequeña variación isotópica está relacionada con el proceso metamórfico que sufrió la FPI durante la Orogenia Hercínica. Los resultados obtenidos para las rocas alteradas de Río Tinto y Tharsis son consistentes con los datos publicados por otros autores anteriormente (Rouxel, 2004; Mason et al., 2005; Mathur et al., 2005; Markel et al., 2006): las muestras de gossan presentan enriquecimiento en el isótopo ligero ($\delta^{65}\text{Cu} = -0.87 \pm 1.72\%$), mientras que las muestras de la zona de cementación lo muestran en el pesado ($\delta^{65}\text{Cu} = 1.28 \pm 1.65\%$). En cambio, los valores obtenidos para las muestras de enriquecimiento secundario en Las Cruces son muy diferentes; la calcocita secundaria presenta siempre valores de $\delta^{65}\text{Cu}$ negativos, con un valor medio de $\delta^{65}\text{Cu} = -2.76\%$ y un valor mínimo de $\delta^{65}\text{Cu} = -8.99\%$. Los datos de las muestras del gossan ($\delta^{65}\text{Cu} = -1.46 \pm 6.1\%$) tienen una dispersión muy amplia. Interpretamos los valores isotópicos ligeros de las muestras de enriquecimiento secundario como un fraccionamiento preferencial del cobre durante el proceso mineralizador, debido a que éste se produjo a temperaturas relativamente altas ($>80^\circ\text{C}$).

Palabras clave: el yacimiento de Las Cruces, isótopos de cobre, mineralizaciones por enriquecimiento secundario, Faja Pirítica Ibérica.

A copper isotope study in the rich Las Cruces ore deposit to trace a new mineralization style in the Iberian Pyrite Belt

In this study we report for the first time the copper isotope distribution in three different ore deposits of the Iberian Pyrite Belt (IPB), the largest sulfide concentration worldwide, with a focus on the Las Cruces ore deposit. The Tharsis and Rio Tinto data are consistent with the studies done in deposits elsewhere, whereas the Las Cruces copper isotope signatures present a singular pattern not described before.

The IPB includes abundant volcanogenic massive sulfide (VMS) deposits of Late Devonian to middle Carboniferous age. Subsequent to their formation, there was major uplift and erosion, exposing some of these deposits to subaerial conditions and subsequent weathering. Thus, there are abundant and well-exposed goethite-hematite-rich gossans, but enrichment cementation zones are small or absent (Tornos, 2006, and references therein). The Las Cruces deposit is an exception because there is a large secondary chalcocite-rich blanket present between the primary VMS and the gossan. The secondary enrichment zone includes an early granular replacement chalcocite followed by chalcocite in veins, breccias, and open space filling. This secondary Cu mineralization is interpreted as being closely related to normal faults activated during the Alpine Orogeny (Miguélez et al., 2010).

The rocks sampled include primary VMS and gossan of the three ore deposits, the cementation zone of Rio Tinto, and several types from the secondary mineralization zone in Las Cruces. The VMS samples in the three deposits present variations in the copper isotope values ($\delta^{65}\text{Cu} = -1 \pm 3.6\%$) when compared with different types of primary mineralization worldwide ($\delta^{65}\text{Cu} = 0 \pm 1\%$), which is interpreted as due to the isotopic fractionation during the low-grade Variscan metamorphism and deformation. The samples with supergene alteration from Rio Tinto and Tharsis show patterns similar to those described in the literature (Rouxel, 2004; Mason et al., 2005; Mathur et al, 2005; Markel et al., 2006)—that is, a significant enrichment in ^{65}Cu in the cementation zone ($\delta^{65}\text{Cu} = 1.28 \pm 1.65\%$) and a depletion in ^{65}Cu ($\delta^{65}\text{Cu} = -0.87 \pm 1.72\%$) in the gossans. However, the Las Cruces secondary mineralization shows major differences from the previous ones. All types of chalcocite have depleted $\delta^{65}\text{Cu}$ values when compared to primary mineralization, with a mean value of $\delta^{65}\text{Cu} = -2.76\%$ and a minimum of $\delta^{65}\text{Cu} = -8.99\%$. The gossan samples at Las Cruces also show an ample dispersion ($\delta^{65}\text{Cu} = -1.46 \pm 6.05\%$). We interpret this unusual depletion as due to the preferential fractionation of ^{65}Cu during the secondary enrichment, which took place at rather high temperatures ($>80^\circ\text{C}$).

Keywords: *Las Cruces ore deposit, Copper isotopes, Secondary enrichment mineralization, Iberian Pyrite Belt.*

Caracterización de un cinturón de pliegues-falla oblicuo mediante paleomagnetismo y ASM; las estructuras de la Sierra de Altomira y la Cuenca de Loranca

La Sierra de Altomira es un conjunto de pliegues y cabalgamientos alpinos orientados N-S que constituyen el límite sur-occidental de la Cordillera Ibérica, siendo oblicuos con respecto a las estructuras NW-SE de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. El crecimiento de la Sierra de Altomira dio lugar a la cuenca de piggy-back de Loranca, con pliegues y cabalgamientos en su subsuelo paralelos a la dirección de Altomira. Algunas de las características de estas estructuras como potenciales reservorios para el almacenamiento de CO₂, como es su fracturación, están condicionadas fuertemente por su historia deformacional y cinemática. Para contribuir a su caracterización, se ha estudiado, por una parte, si la oblicuidad de Loranca y Altomira es de origen primario o secundario, mediante análisis de rotaciones de eje vertical por paleomagnetismo. Por otra parte, para conocer su historia deformacional se ha realizado un análisis de fábricas magnéticas (ASM) en rocas pre y sin-tectónicas. Los datos procedentes de la desmagnetización térmica progresiva estaciones situadas en el sector Norte de Altomira y Loranca han permitido obtener una orientación dec/inc=023/33. Teniendo en cuenta la dirección de referencia en Iberia estable para el Terciario, estos datos indican que las estructuras de la zona de estudio se formaron con una orientación oblicua en 35° a la dirección N130-140E ibérica (componente primaria de su oblicuidad), y posteriormente rotaron en sentido horario 23° hasta alcanzar su orientación actual (componente secundaria). En cuanto al análisis de ASM, los resultados muestran que las rocas Terciarias pre-tectónicas de la cuenca de Loranca, originariamente cuenca de antepaís de la Rama Castellana y posteriormente involucrada en la Cordillera Ibérica como cuenca de piggy-back, adquirieron una lineación magnética N-S en coordenadas actuales de origen tectónico previa al crecimiento de las estructuras N-S de Altomira y Loranca. Por tanto, la lineación magnética encontrada en los materiales pre- y sin-tectónicos es paralela, indicando que las condiciones compresivas gobernantes en la zona de estudio se mantuvieron constantes desde su etapa de antepaís hasta la de cuenca de piggy-back.

Palabras clave: paleomagnetismo, ASM, estructuras oblicuas, rotación, Altomira, Loranca

Characterizing an oblique fold-and-thrust belt by paleomagnetism and AMS; the Altomira Range and Loranca subsurface structures (Central Spain)

The Altomira Range is a N-S trending Alpine thrust-fold belt that represents the south-western boundary of the Iberian Chain. Its orientation is oblique to the general trend of structures of the Castilian Branch (NW-SE) of the Iberian Chain. The emplacement of the Altomira Range structures caused the formation of the piggy-back Loranca basin, which presents subsurface thrust-related folds parallel to the Altomira trend. Some important characteristics of these structures as potential reservoirs for CO₂ storing, i.e. fracturation, are highly conditioned by its deformational and kinematical history. To improve the knowledge about it, a paleomagnetic analysis has been conducted to identify the origin of the obliquity as primary or secondary. To better understand the deformational history of the structures a magnetic fabric analysis (AMS) for pre- and syn-tectonic rocks has been developed. Data from thermal demagnetization of samples from the northern part of Altomira and Loranca show a primary characteristic component oriented dec/inc=23/33. Taking into account the Tertiary reference direction for stable Iberia, these results point out that the structures of the studied area were formed oblique in 35° with respect to the N130-140E direction of the Iberian Chain (primary component of their obliquity), and subsequently they rotated 23° around a vertical axis until their present orientation (secondary component). With regard to the ASM analysis, data show that Tertiary pre-tectonic rocks from the Loranca Basin, which originally constituted the foreland basin of the Castilian Branch afterwards incorporated into the Iberian Chain, acquired a N-S magnetic lineation (in present-day coordinates) of tectonic origin before the growth of the N-S structures located at the Loranca and/or Altomira fold-thrust belts. These results confirm that the compressive conditions governing at the Loranca basin have been constant since its foreland basin stage (Tertiary pre-tectonic rocks) to its piggy-back basin stage.

Keywords: *paleomagnetism, AMS, oblique structures, rotation, Altomira, Loranca.*

Influencia del transporte de detritos leñosos (*woody debris*) en la peligrosidad por avenidas torrenciales

En cuencas de montaña las interacciones entre la vegetación y los procesos geomorfológicos se acentúan por la abundancia de madera disponible, la alta energía de la corriente y las elevadas tasas de transporte de sedimento. Por lo tanto, un evento torrencial puede dar lugar a respuestas hidrológicas complejas, cambios bruscos en la morfología y/o reducción de la capacidad hidráulica del canal debido al transporte de materiales como detritos leñosos (*woody debris*). Este es el caso de la cuenca del arroyo Cabrera (Venero Claro, Gredos), donde en 1997 tuvo lugar una avenida torrencial que, entre otros efectos, originó el bloqueo parcial de varios puentes debido al abundante transporte de material leñoso. El efecto más importante de estas obstrucciones fue un aumento del nivel del agua aguas arriba y, como resultado, un aumento en la magnitud de la inundación.

El objetivo principal de este trabajo es reconstruir la avenida de 1997, analizando la influencia del transporte de *woody debris* en el patrón de la peligrosidad. Para reconstruir el proceso de obstrucción se ha llevado a cabo simulación hidráulica unidimensional, que mediante un proceso iterativo ha permitido definir las curvas de obstrucción (*clogging curves*). Estas curvas representan la relación entre el porcentaje de obstrucción del puente y el nivel del agua alcanzado para diversos valores de caudal. Además, con ellas se ha inferido el rango porcentual de obstrucción que se produjo durante el evento de 1997. Dicho rango se ha correlacionado con las observaciones post-evento y los caudales estimados aguas arriba. También se ha observado un umbral crítico en el que una pequeña variación en la obstrucción del puente provoca un gran aumento en los niveles aguas arriba, incrementándose como consecuencia la peligrosidad. A este respecto, se ha observado que las áreas inundadas son diferentes de aquéllas otras definidas en ausencia de madera. Esta conclusión ha permitido definir el concepto de *periodo de retorno equivalente*, como el intervalo de recurrencia de un evento de cierta magnitud que en presencia de una obstrucción debida al transporte de *woody debris* es equivalente en calado y extensión a un evento en ausencia de obstrucción pero de mayor magnitud.

Palabras clave: avenida torrencial, detritos leñosos, *woody debris*, peligrosidad, inundación.

Effects of woody debris transport on the flash flood hazard analysis

The reconstruction of past flash floods in mountain ungauged basins leads to a high level of uncertainty, which increases if other processes are involved such as the transport of large wood material. An important flash flood occurred in 1997 in Venero Claro (Central Spain) causing significant economic losses. The wood material clogged bridge sections, raising the water level upstream. The aim of this study was to reconstruct this event, analysing the influence of woody debris transport on the flood hazard pattern. Since the reach in question was affected by backwater effects due to bridge clogging, using only HWM or PSI may overestimate discharges, and so other methods are required to estimate peak flows. Therefore, the peak discharge was estimated ($123 \pm 18 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) using indirect methods; but 1D-hydraulic simulation was also used to validate these indirect estimates through an iterative process ($127 \pm 33 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$), and reconstruct the bridge obstruction to obtain the blockage ratio during the 1997 event (~48%) and the bridge clogging curves.

Rainfall-runoff modelling with stochastic simulation of different rainfall field configurations also helped to confirm that a peak discharge greater than $150 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ is very unlikely to occur, and that the estimated discharge range is consistent with the estimated rainfall amount ($233 \pm 27 \text{ mm}$). It was observed that the backwater effect due to the obstruction (water level ~7 m) made the 1997 flood (~35-year return period) equivalent to the 50-year flood. This allowed the equivalent return period to be defined as the recurrence interval of an event of specified magnitude which, where LWD is present, is equivalent in water depth and extent of flooded area to a more extreme event of greater magnitude. These results highlight the need to include obstruction phenomena in flood hazard analysis.

Keywords: *flood hazard analysis, large wood material, ungauged basin, clogging curves, equivalent return period.*

López Barrera, A.I.

Instituto Geológico y Minero de España, Madrid
ai.lopez@igme.es

Caracterización petrofísica de sondeos de petróleo en la Península Ibérica y su correlación con sondeos actuales para almacenamiento potencial de CO₂

Se han analizado e interpretado las diagráfias obtenidas a partir de la testificación geofísica llevada a cabo en diferentes sondeos en la Península Ibérica. Estos registros se han procesado, analizado e interpretado para obtener una valoración cualitativa de las formaciones potenciales como sello y almacén de CO₂. El estudio de la porosidad y de las estructuras sobre registros acústicos de imagen y el cálculo de la velocidad de llegada de las ondas P en dichas formaciones a partir del registro acústico de onda completa, nos ha permitido hacer una valoración inicial de la calidad de las formaciones geológicas a nivel de almacén y sello.

Se ha establecido una correlación estratigráfica y de registros entre estos sondeos actuales y sondeos antiguos y profundos de petróleo próximos, estableciendo una relación que nos permite obtener una primera valoración de la extensión en la cuenca y de las formaciones geológicas a efectos de su capacidad como formaciones potenciales sello y almacén de CO₂. También se han podido definir las características del relleno de la cuenca, y deducir las propiedades petrofísicas de las facies de interés a partir de su correlación con las facies del sondeo superficial testificado. La correlación se ha establecido en base a la respuesta de las diagráfias (registro de Rayos Gamma y registro sísmico), y la descripción litológica de los testigos así como a la información cronoestratigráfica disponible. El estudio petrofísico se ha completado con el análisis de láminas delgadas y muestras.

Palabras clave: CO₂, diagráfias, caracterización, petrofísica, sondeo.

Petrophysical characterization of old oil boreholes in Península Ibérica and their correlation with current boreholes for potential CO₂ storage

Well logs obtained from the logging measurements in different parts of Península Ibérica have been analyzed. They have been processed and interpreted to obtain a qualitative assessment of the potential CO₂ storage and seal. The porosity and structural study from acoustic borehole image, and the study of P wave velocity in geological formations from the full wave sonic logs, have allowed an initial assessment of quality of the geological formations, and achieve an improved lithological interpretation.

A stratigraphic and well log correlation has been obtained between the current boreholes and the nearest old oil boreholes; the established relation allows a development of a stratigraphic framework which can be used for mapping and an initial prediction of reservoir intervals in order to determine the CO₂ storage capacity.

Furthermore, the characteristics of the basin fill and the petrophysical properties of the facies have been inferred from the correlation with facies of subsurface boreholes. This correlation has been established from Gamma Ray Log and Sonic Log, and the lithological description has been obtained from cores. The available chronostratigraphic information has also been used. The petrophysical study has been completed with the analysis of samples and thin sections.

Keywords: CO₂, well logging, characterization, petrophysic, borehole.