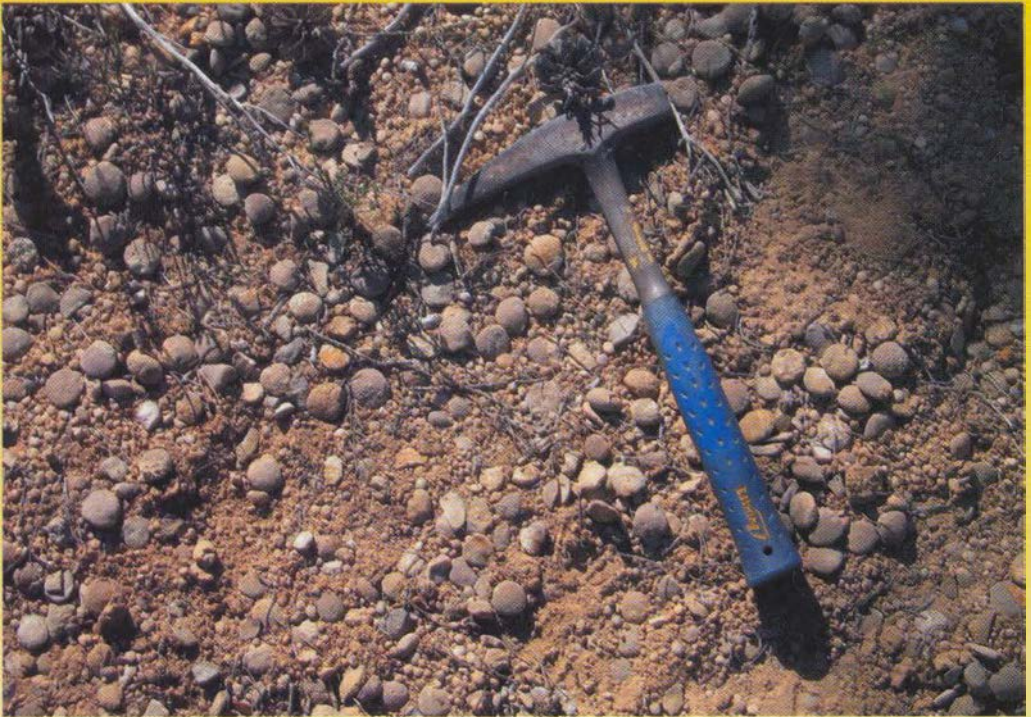


Geociencias, recursos y patrimonio geológicos



Marcos A. Lamolda (Ed.)

Nacional
Comité 1975 2005
Español
UNESCO
30º Aniversario



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

Serie: GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA Nº 3

Geociencias, recursos y patrimonio geológicos. 30º Aniversario del Comité Nacional Español, PICG 1975-2005. Caravaca de la Cruz, 22 al 24 de septiembre de 2005/ M. A. Lamolda ed.- Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2005.

210 pgs, ils, 24 cm.-(Geología y Geofísica; 3)

ISBN: 84-7840-592-5

Programa Internacional de Geociencias (PICG/IGCP)

1.Patrimonio geológico. 2 Recurso geológico. 3 Programa PICG. I Lamolda, A., ed. II Instituto Geológico y Minero de España, ed. III Serie

551(460)

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotografías, grabación o por cualquier sistema de almacenar información sin el previo permiso escrito del autor y editor.

Explicación foto de portada: Ejemplares de nummulítidos del Paleoceno Superior-Eoceno Inferior de la zona de Malvariche en Sierra Espuña.

©INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid

www.igme.es

NIPO: 657-05-027-4

ISBN: 84-7840-592-5

Depósito Legal: M - 36086 - 2005

Fotocomposición: Inforama, S.A. Príncipe de Vergara, 210. 28002 MADRID

Imprime: Ibergraphi 2002, S.L.L. Mar Tirreno, 7 bis. 28830 SAN FERNANDO DE HENARES (Madrid)

Cambios del nivel del mar y el clima durante el Cuaternario: respuesta de los litorales

Quaternary sea level and climatic changes: coastal responses

Teresa Bardají¹, Ana Blázquez², Francisco Borja³, Ana Cabero⁴, Luís Miguel Cáceres⁵, Cristiano José Dabrio⁶, Fernando Díaz del Olmo⁷, José Luis Goy⁸, Javier Gracia⁹, Jorge Guillem², Javier Lario^{*10}, Joaquín Rodríguez Vidal⁵, Juan Usera² y Cari Zazo⁴

¹ Dpto. Geología, Fac.de Ciencias. Universidad de Alcalá. 28871-Alcalá de Henares (Madrid)

² Dpto. Geología; Fac.CC. Biológicas, Universidad de Valencia. Dr. Moliner, 50, 46100 Burjassot (Valencia)

³ Área de Geografía Física; Fac. de Humanidades, Universidad de Huelva. 21007-Huelva.

⁴ Dpto. Geología, Mus.Nac.Cienc.Naturales, CSIC; José Gutiérrez Abascal, 2, 28006-Madrid

⁵ Dpto. Geodinámica y Paleontología, Facultad de Ciencias Experimentales. Campus del Carmen, Universidad de Huelva. 21071 - Huelva (España)

⁶ Dpto Estratigrafía. Fac. CC. Geológicas. Universidad Complutense, 28040 Madrid

⁷ Dpto. Geografía Física y Anal. Geog. Regional; Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Sevilla, María de Padilla s/n. 41004 Sevilla.

⁸ Dpto. Geología, Fac. de Ciencias, Universidad de Salamanca. 37008-Salamanca, España

⁹ Dpto.Geología. Fac.Ciencias del Mar - Universidad de Cádiz. 11510-Puerto Real (Cádiz)

¹⁰ Area de Geodinámica Externa; Facultad de Ciencias del Medio Ambiente. Universidad de Castilla-La Mancha, Campus Tecnológico Real Fábrica de Armas. 45071-Toledo

* Correspondencia: Javier Lario E-mail: Javier.Lario@udcm.es

Abstract

The most interesting results are due to the more extensive use of dating techniques (radiocarbon, U-series, Aminoacid Racemization) some of them applied for the first time in marine deposits from our littoral, such as OSL (Optically Stimulated Luminescence). Regarding to the mainly focused highstands, the main results are:

- OIS 11 (400-340 Kyr): The marine terraces from this Interglacial have been analysed in Mallorca, Almería, Gibraltar and the Canary Is. The first entry of the warm fauna ("Senegalese fauna") in the Mediterranean is probably recorded during this stage in Mallorca, with an extensive development of the corresponding marine terraces. These features lead to assume a long lasting interglacial with a warmer than present sea surface temperature (SST).
- Last Interglacial, OIS 5 (135-117kyr): Important sea-level and climatic changes are recorded even in the OIS 5e peak, with a number of highstands that varies from three (Betic coast, Mallorca) to two (Canary Islands). More than one highstand are also recorded during the OIS 5c (Almería, Gibraltar, and possibly western Galicia).
- Present Interglacial, OIS 1 (last 11.5 kyr): Relative rapid sea-level changes, never higher than 1m, recorded in the coasts of Almería and Huelva, of millennial, centennial and decadal scales, seem to

be related with variations in the NAO (North Atlantic Oscillation) Index and Sun Spot Cycle. These periodic features are also responsible of regional changes in prevailing winds lastly related to aridity-humidity cycles. At a Northern Hemisphere scale, these changes coincide with Bond Events referred to cold atmospheric and oceanographic events.

- Littoral Management, Coastal Changes and Hazards: Major advances in the knowledge about sediment source/sink areas in our littorals have been achieved, particularly in the Atlantic coast (Cádiz Gulf, Cantabric coast). Geographic location, mapping and monitoring have become an essential tool in the littoral management and hazard assessment (storm surges, tsunamis, etc.).

A new IGCP project no. 495 Project partially consists on a continuation of the former IGCP project no. 437, and among its main aims are the study of vertical sea-level changes and lateral displacement of the coastline. The "spatial" range includes local/regional and global scales within a chronological scales ranging from years to thousands of years. In spite of the early stage of this project, several works have been presented both in National and International Congresses, some of them also organized by members of the Spanish Working Group.

Keywords: Quaternary, sea level changes, interglaciales, land-sea interactions, coastal management

Resumen

Se exponen a continuación los principales resultados obtenidos:

- 1) durante el desarrollo (Feb. 1999-Feb. 2003) del proyecto PICG 437 ("Cambios ambientales durante las altas paradas del nivel del mar"), no incluidos en la Monografía del 25º Aniversario del Comité Español del PICG (Zazo, 2000); y
- 2) del reciente Proyecto (Abril 2004-Abril 2009) PICG 495 ("Interacciones Tierra-Océano; Mecanismos causantes y respuestas de la costa"). Coordinador español: C. Zazo, Secretario: J. Lario.

Proyecto nº 437: "Cambios ambientales durante las altas paradas del nivel del mar", Leader: C. Murray-Wallace (Australia). Entre los logros del GTE destacamos un mayor uso de las técnicas de datación (Radiocarbono, Series del Uranio, Luminiscencia). Racemización de Aminoácidos), algunos de ellas como OSL (*Optically stimulate Luminiscence*) aplicados en nuestros litorales por primera vez en depósitos marinos.

- OIS (Oxygen Isotopic Stage) 11 (400-340 kyr): Las terrazas marinas correspondientes a dicho Interglacial han sido analizadas en Mallorca, Almería, Gibraltar y Canarias. La entrada de la fauna cálida ("Fauna senegalesa") en el Mediterráneo, probablemente la primera durante el Cuaternario, se registra en Mallorca. Por otra parte las terrazas marinas correspondientes al OIS 11 alcanzan un gran desarrollo. Todo ello induce a pensar que su duración fue larga y el clima, al menos la temperatura superficial del agua del mar (SST), muy cálido.
- Último Interglacial (OIS 5 135-117 Ka): se registran, en todas las costas analizadas, cambios del nivel del mar importantes y cambios climáticos incluso durante el máximo del mismo (OIS 5e). El número de *highstands* (altas paradas del nivel del mar), varía de tres (costas béticas, Mallorca) a dos (Canarias). En el caso del OIS 5c, también se han recorrido más de un highstand (Almería, Gibraltar, y probablemente Galicia occidental).
- Presente Interglacial (OIS 1, últimos 11,5 Ka): Se han registrado variaciones del nivel relativo del mar,

no superiores a 1 m, en las costas de Huelva y Almería, las causas que han provocado estos cambios rápidos de orden milenario, centenario y decenal, parecen estar en relación con variaciones del índice NAO (*North Atlantic Oscillation*), ciclo de manchas solares, que a su vez influyen a nivel regional en el predominio-intensidad de los vientos, responsables finalmente de los ciclos de aridez/humedad. Algunos de estos cambios bruscos coinciden a nivel de Hemisferio con los eventos Bond, referidos a eventos fríos atmosféricos y oceanográficos.

- Usos del litoral, Cambios de la línea de costa, Riesgos: se han obtenido avances en cuanto al conocimiento en nuestros litorales (particularmente el Atlántico: Golfo de Cádiz, Costa Cantábrica) de las áreas fuente/sumidero de sedimentos. Su localización geográfica, su cartografía y seguimiento, es esencial en el tema del uso de la Costa y Riesgos naturales (tormentas, tsunamis, etc.).

Proyecto nº 495: "Interacciones Tierra-Océano: Mecanismos causantes y respuestas de la costa". Leaders: A. Long (Reino Unido); S. Is, Islam (Bangladesh). El objetivo fundamental de este Proyecto, que parcialmente es una continuación del PICG-437, va dirigido fundamentalmente al estudio de los cambios verticales del nivel del mar y a los desplazamientos laterales de la línea de costa. El rango "espacial" comprende escalas locales, regionales, y globales dentro de un rango "temporal" que va desde años a miles de años. Dentro de los 7 grupos de trabajo establecidos, los miembros del GTE, investigan fundamentalmente en: 1) Evolución costera y actividad fluvial, nivel del mar y circulación oceánica, y cambios relativos del nivel del mar durante los últimos 1000 años; y 2) sedimentación en la zona costera (sedimentos continentales vs marinos), Impacto humano en la evolución costera y cambio del nivel relativo del mar, tsunamis y temporales. A pesar del escaso tiempo transcurrido, se han presentado en congresos Nacionales e Internacionales varios trabajos relativos a este nuevo Proyecto; algunos de los congresos han sido organizados por miembros del GTE (ver más abajo).

Palabras clave: Cuaternario, variaciones del nivel del mar, interglaciares, relación tierra-mar, gestión del litoral

Agradecimientos

A todos los miembros del GTE de los Proyectos del PICG 437 y 495. Proyectos de Investigación BTE2002-1065 y 1691.

Acknowledgements

Collaboration of all members of the Spanish Working Groups, IGCP projects nos. 437 and 495 has made possible this contribution. Financial support is acknowledged to Research Projects BTE2002-1065 y 1691.

Apéndice

Actividades y resultados más relevantes

Congresos con intervención de miembros del Grupo de Trabajo Español indicado (comité de organización, responsables de excursiones de campo):

- Proyecto 437. Internacionales.
V Reunión del Cuaternario Ibérico-1er Congreso de Cuaternario de Lenguas Ibéricas (Lisboa, julio 2001). T. Bardají, Díaz del Olmo, C. Zazo.
Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean Region (Alcalá-Madrid, Julio 2002). T. Bardají.
- Proyecto 495.
 - Nacionales: *III Jornadas de Geomorfología litoral* (Gran Canaria, Mayo 2005). I. Alonso.
 - Internacionales: *6th International Conference on Geomorphology* (Zaragoza-Septiembre 2005). T. Bardají, F. Borja, A. Cabero, C.J. Dabrio, J. Fornós, J.L. Goy, J. Gracia, J. Lario, J. Rodríguez-Vidal, A. Rodríguez Ramírez, C. Zazo.
 - *VI Reunión del Cuaternario Ibérico* (Gibraltar, Septiembre-2005). T. Bardají, F. Borja, A. Cabero, L. Cáceres, C.J. Dabrio, J.L. Goy, J. Gracia, J. Lario, J. Rodríguez-Vidal, C. Zazo.

International Annual Meeting (participación española).

- Proyecto 437: 2nd Int. Meeting – Patagonia (Argentina-Octubre, 2000): J.L. Goy, C. Zazo; 3rd Int. Meeting – Durham (UK) – Septiembre 2001: J. Lario; 4th Int. Meeting – Barbados (Noviembre 2002): T. Bardají, J.L. Goy; Final Meeting – Puglia (Italia-Septiembre 2003): T. Bardají, L.M. Cáceres, C.J. Dabrio, V. Díaz del Río, J.J. Fornós, J.L. Goy, J. Gracia, J. Serra, J. Rodríguez-Vidal, C. Zazo
- Proyecto 495: 1st Int. Meeting – Maine (USA, Octubre 2004): T. Bardají, F. Borja, A. Cabero, C.J. Dabrio, J.L. Goy, C. Zazo

Bibliografía seleccionada

- Benavente, J., Del Río, L., Anfuso, G., Gracia, F.J. and Reyes, J.L. 2002. Utility of Morphodynamic Characterisation in the Prediction of Beach Damage by Storms. *Journal of Coastal Research* 36, 56-64.
- Dabrio, C.J., Zazo, C., Lario, J., Goy, J.L., Sierro, F.J., Borja, F., González, J.A., Flores, J.A. 2000. Depositional history of estuarine infill during the last postglacial transgression (Gulf of Cádiz, Southern Spain). *Marine Geology* 162, 381-404.
- Goy, J.L., Zazo, C. and Dabrio, C.J. 2003. A beach-ridge progradation complex reflecting periodical sea-level and climate variability during the Holocene (Gulf of Almería, western Mediterranean). *Geomorphology* 50, 251-268.
- Lario, J., Zazo, C., Plater, J., Goy, J.L., Dabrio, C.J., Borja, F., Sierro, F.J. and Luque, L. 2001. Particle size and magnetic properties of Holocene estuarine deposits from the Doñana National Park (SW Iberia): evidence of gradual and abrupt coastal sedimentation. *Zeitschrift für Geomorphologie* 45, 33-54.
- Lario, J., Zazo, C., Goy, J.L., Dabrio, C.J., Borja, F., Silva, P.G., Sierro, F., González, A., Soler, V. and Yll, E. 2002. Changes in sedimentation trend in SW Iberia Holocene estuaries (Spain). *Quaternary International* 93-94, 171-176.
- Luque, L., Lario, J., Civis, J., Silva, P.G., Zazo, C., Goy, J.L. and Dabrio, C.J. 2002. Sedimentary record of a tsunami during Roman times, Bay of Cadiz, Spain. *Journal of Quaternary Science* 17, 623-631.
- Rodríguez-Vidal, J., Cáceres, L.M., Finlayson, J.C., Gracia, F.J. and Martínez-Aguirre, A. 2004. Neotectonics and shoreline history of the Rock of Gibraltar, southern Iberia. *Quaternary Science Review* 23, 2017-2029.
- Ruiz, F., Rodríguez-Ramírez, A., Cáceres, L.M., Rodríguez-Vidal, J., Carretero, M.I., Clemente, L., Muñoz, J.M., Yapez, C. and Abad, M. 2003. Late Holocene evolution of the southwestern Doñana National Park (Guadalquivir Estuary, SW Spain): a multivariate approach. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 204, 47-64.
- Usera, J., Blázquez, A.M., Guillem, J. and Alberola, C. 2002. Biochronological and paleoenvironmental interest of Foraminifera lived in restricted environments: application to the study of the western Mediterranean Holocene. *Quaternary International* 93-94, 139-147.

- Usera, J., Guillem, J. and Alberola, C. 2003. Biotic crisis in benthic Foraminifera during the Quaternary. Evidence on the western Mediterranean coast. In: *Quaternary climate changes and environmental crises in the Mediterranean Region* (Ruiz, B. et al, ed.). Universidad de Alcalá, pp. 117-121.
- Zazo, C. 2000. Síntesis sobre los cambios del nivel del mar en la costa española durante el Cuaternario. In: *Programa Internacional de Correlación Geológica: Desarrollo y perspectivas en España. 25º Aniversario del Comité Español* (Lamolda, M.A., ed.). *Temas geológico-Mineros* 30, 199-205.
- Zazo, C., Goy, J.L., Hillaire-Marcel, C., Gillot, P.Y., Soler, V., González, J.A., Dabrio, C.J. and Ghaleb, B. 2002. Raised marine sequences of Lanzarote and Fuerteventura revisited –a reappraisal of relative sea-level changes and vertical movements in the eastern Canary Islands during the Quaternary. *Quaternary Science Reviews* 21, 2019-2046.
- Zazo, C., Goy, J.L., Dabrio, C.J., Bardají, T., Hillaire-Marcel, C., Ghaleb, B., González-Delgado, J.A. and Soler, V. 2003. Pleistocene raised marine terraces of the Spanish Mediterranean and Atlantic coasts: records of coastal uplift, sea-level highstands and climate changes. *Marine Geology* 194, 103-133.

Informe-evaluación de Impactos en España-Cambio Climático

Versión española e inglesa, Febrero 2005, Ministerio de Medio Ambiente – Universidad de Castilla – La Mancha).
Tema Costas: Autor principal: C. Zazo; Contribuyentes: T. Bardají, C.J. Dabrio, J.L. Goy. Revisor: J. Rodríguez-Vidal.