

# CAMBIOS DEL NIVEL DEL MAR Y CLIMA DURANTE EL CUATERNARIO: respuesta de los litorales

Teresa Bardaji,<sup>1</sup> Ana Blázquez,<sup>2</sup> Francisco Borja,<sup>3</sup> Ana Cabero,<sup>4</sup> Luis Miguel Cáceres,<sup>5</sup> Cristino José Dabrio,<sup>6</sup> Fernando Díaz del Olmo,<sup>7</sup> José Luis Goy,<sup>8</sup> Javier Gracia,<sup>8</sup> Jorge Guillém,<sup>1</sup> Javier Lario,<sup>1</sup> Joaquín Rodríguez Vidal,<sup>1</sup> Juan Llorens,<sup>1</sup> Carl Zazo,<sup>1</sup> <sup>1</sup>Dpto. Geología, Fac. de Ciencias, Universidad de Alacá, 28071-Alacá de Henares (Madrid) <sup>2</sup>Dpto. Geología, Fac. C. Biológicas, Universidad de Valencia, Dr. Moliner, 50, 46100-Burjassot (Valencia) <sup>3</sup>Área de Geografía Física, Fac. de Humanidades, Universidad de Huelva, 21007-Huelva. <sup>4</sup>Dpto. Geología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, C.S.I.C., José Gutiérrez Abascal, 2, 28002-Madrid <sup>5</sup>Dpto. Geodinámica y Paleontología, Facultad de Ciencias Experimentales, Campus del Carmen, Universidad de Huelva, 21071-Huelva (España) <sup>6</sup>Dpto. Estratigrafía, Fac. CC. Geológicas, Universidad Complutense, 28040-Madrid <sup>7</sup>Dpto. Geografía Física y Anal. Geog. Regional, Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Sevilla, María de Padilla s/n, 41004-Sevilla. <sup>8</sup>Dpto. Geología, Fac. de Ciencias, Universidad de Salamanca, 37008-Salamanca, España

**30 Aniversario del Comité Español del PICG - Caravaca (Murcia) Septiembre de 2005**

## Proyecto PICG 437 Cambios ambientales costeros durante los altos del nivel del mar

El objetivo fundamental del Proyecto consistía en llegar a un mayor conocimiento de las respuestas de los litorales durante las altas paradadas del nivel del mar en el curso de los Interglaciales, en particular en el referente al subestadio isotópico 5e, máximo del Último Interglacial, ya que éste representa el más reciente y completo Interglacial, con el fin de compararlo y predecir los cambios costeros tanto en el caso en el presente Interglacial Holoceno. El Grupo de Trabajo Español se centró en evaluar la duración y número de altos niveles del mar durante el pico del Último Interglacial (5e). La duración del mismo es controvertida según los datos que se deducen de los sondos oceánicos (SPECMAP-10ka) y los de hielos (GRIP), y en tierra: polen (Grand Pile, Francia, y Devils Hole, d' (O Nevada-USA) cuya estimación es de alrededor de 20 ka. En la costa española por los datos que se tienen (Balears) la duración de 5e sería de unos 18-20 ka. Un mayor esfuerzo será dirigido a otras áreas del Sur de la Península y Canarias. Con relación al número de altos niveles del mar, en la costa española se ha detectado en algunos litorales (Almería, Cádiz, Canarias y Baleares) la existencia de la menos 2 altos niveles del mar durante el subestadio 5e en contraposición con lo deducido a partir de los sondos oceánicos (SPECMAP-1 alto nivel del mar ca. 125 ka). Igualmente, la evaluación de los procesos de erosión y sedimentación costera, de gran interés para la gestión de los litorales, está siendo activamente estudiada en el litoral Atlántico, principalmente a partir del estudio de sedimentos del Holoceno (últimos 10 kyr), apoyados en la utilización de datos arqueológicos e históricos, independientemente de los dataciones isotópicas, tanto en el estudio de las unidades morfo-sedimentarias expuestas como con la realización de sondos de diferente profundidad en deltas y estuarios. También se ha intentado correlacionar los cambios ambientales reconocidos en el litoral con los obtenidos en plataforma por medio de estudios de estratigrafía secuencial y de sondos oceánicos profundos realizados ambos principalmente en el Golfo de Cádiz y el Mediterráneo.

Entre los logros del GTE destacamos un mayor uso de las técnicas de datación (Radiocarbono, Series del Uranio, Luminescencia, Racemización de Aminoácidos), algunos de ellas como OSL (Optically Stimulated Luminescence) 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 "pico" del mismo (OIS 5e). El número de highstands (altas paradadas del nivel del mar), varía de tres (costas béticas, Mallorca) a dos (Canarias). En el caso del OIS 5c, también se han registrado más de un highstand (Almería, Gibraltar, y probablemente Galicia occidental).

Presente Interglacial (OIS 1, últimos 11,5 Ka). Variaciones del nivel relativo del mar, no superiores a 1 m, se han registrado en las costas de Huelva y Almería, las causas que han provocado estos cambios rápidos de orden milenario, de centurias y decadal, parecen estar en relación con variaciones del índice NAO (North Atlantic Oscillation), ciclo de manchas solares, que a su vez influyen a nivel regional con 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, cartografía y monitoreo, es esencial en el tema de uso de la Costa y Riesgos (tormentas, tsunamis, etc.).



Áreas de trabajo de los equipos españoles

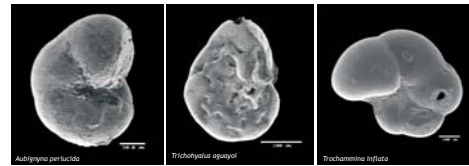
## Proyecto 495 Interacciones Tierra-Océano: Mecanismos causantes y respuestas de la costa

Responsable: Anthony Luque  
Responsable GTE: Carl Zazo, Secretario GTE: Javier Lario

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: **Dentro de la componente vertical:** Evolución costera y actividad fluvial, nivel del mar y circulación oceánica, y cambios relativos del nivel del mar durante los últimos 1000 años. **Dentro de la componente lateral:** 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, trabajos referentes a los objetivos de este nuevo Proyecto han sido presentados en los congresos Nacionales e Internacionales, que miembros del GTE han organizado (ver más abajo): Canarias, Zaragoza, Gibraltar.



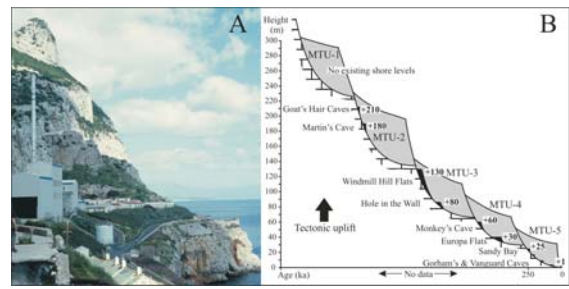
Temporal en la playa de Fuenteventura (Cádiz)



Durante el Cuaternario y como consecuencia de los cambios en el nivel del mar provocados por el glaciocismo o procesos tectónicos, las aguas costeras han sido colonizadas por una variable asociación de Foraminíferos bentónicos. El establecimiento de lagunas litorales por la formación de barras arenosas, favorece el desarrollo de comunidades de foraminíferos de ambientes restringidos cuya composición varía conforme lo hacen las características ambientales del medio. Esto ha permitido determinar en muchos casos las paleotemperaturas y paleosalinidades de estas cuasas, basándose en la autoecología de las especies. Algunas de ellas, como *Trochocyclus guyoyi* (Bernardez), *Trochammina inflata* (Montagu), *Auligobius perlucidus* (Heron Allen & Earland), etc. son exclusivas del Cuaternario



Costal Cuadocora carpentera. Depósitos del OIS 7 (ca.200ka). Sistemas de barrier-lagoon, en el Pirot (La Marín-Alcántara)



Niveles marinos y niveles erosivos de Gibraltar.



Acantilado de Barbate (Cádiz). Depósitos marinos del UI-1, y depósitos aluviales del UI-0G, Dunas Holocenas. Se han utilizado dataciones OSL, Th/U.



Laguna del Hondón. Localizada en el contacto entre la marisma del Guadaluquivir y el frente de los sistemas dunares asociados a la flecha litoral de Doñana.



Terrazas marinas del último Interglacial (TU/Racemización de Aminoácidos). Aeropuerto de Fuenteventura.



Secuencia de terrazas marinas de los OIS 5.7 y 9/11. La importancia de este afloramiento es la presencia de fauna cálida Senegalesa durante el Último y Antepenúltimo Interglacial. (Cala Blava, Mallorca)

### ACTIVIDADES Y RESULTADOS MÁS RELEVANTES

CONGRESOS (Miembros del GTE): Comité de Organización, Responsables Excursión de Campo

- Proyecto 437. Internacionales: V Reunión del Cuaternario Ibérico-1º Congreso de Cuaternario de Lengas Ibéricas (Lisboa, Julio 2001). T. Bardaji, Díaz del Olmo, C. Zazo; *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean Region* (Alcalá-Madrid, Julio 2002). T. Bardaji.

- Proyecto 495. Nacionales: III Jornada de Geomorfología Litoral (Gran Canaria, Mayo 2005). I. Alonso. Internacionales: 6º Internat. Conference on Geomorphology (Zaragoza-Septiembre 2005). T. Bardaji, F. Borja, A. Cabero, C. J. Dabrio, J. Fornos, J.L. Goy, J. Gracia, J. Lario, J. Rodríguez-Vidal, A. Rodríguez-Ramirez, C. Zazo. VI Reunión del Cuaternario Ibérico (Gibraltar, Septiembre-2005). T. Bardaji, F. Borja, A. Cabero, L. Cáceres, C. J. Dabrio, J.L. Goy, J. Gracia, J. Lario, J. Rodríguez-Vidal, C. Zazo.

ANNUAL MEETINGS (participación española)

- Proyecto 437: 2º Int. Meeting Patagonia (Argentina-Octubre 2000); J.L. Goy, C. Zazo; 3º Int. Meeting Durham (UK) Septiembre 2001; J. Lario; 4º Int. Meeting Barbados (Noviembre 2002); T. Bardaji, J.L. Goy; Final Meeting Puglia (Italia-Septiembre 2003); T. Bardaji, L.M. Cáceres, C.J. Dabrio, V. Díaz del Río, J.L. Fornos, J.L. Goy, J. Gracia, J. Serra, J. Rodríguez-Vidal, C. Zazo

- Proyecto 495: 1st Int. Meeting Maine (USA, Octubre 2004); T. Bardaji, F. Borja, A. Cabero, C. J. Dabrio, J.L. Goy, C. Zazo

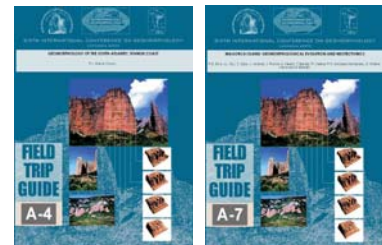
CONTRIBUCIONES MÁS RELEVANTES

Benavente, J., Del Río, L., Anfuso, G., Gracia, F.J., Reyes, J.L. 2002. Utility of Morphodynamic Characterization 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., Siero, 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). Mar. Geol. 162, 381-404.  
Goy, J.L., Zazo, C., 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., Goy, J.L., Dabrio, C.J., Borja, F., Silva, P.G., Siero, F., González, A., Soler, V., Yll, E. 2002. Changes in sedimentation trends in SW Iberian Holocene estuaries (Spain). Quaternary International, 95, 94, 171-176.  
Luque, L., Lario, J., Clivis, J., Silva, P.G., Zazo, C., Goy, J.L., Dabrio, C.J. 2002. Sedimentary record of a tsunami during Roman times, Bay of Cádiz, Spain. Journal of Quaternary Science, 17 (5-6), 623-631.  
Rodríguez-Vidal, J., Cáceres, L.M., Finlayson, J.C., Gracia, F.J., Martínez-Aguirre, A. 2004. Neotectonic and shoreline history of the Rock of Gibraltar, southern Iberia. Quaternary Science Review, 23, 2017-2029.  
Ruiz, F., Rodríguez-Ramirez, A., Cáceres, L.M., Rodríguez-Vidal, J., Carretero, M.I., Clemente, L., Muñoz, J.M., Yáñez, C., Abad, M. 2003. Late Holocene evolution of the southwestern Doñana National Park (Guadaluquivir Estuary, SW Spain): a multivariate approach. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 324, 6, 1-18.  
Uers, J., Guillém, J., Alberola, C. 2003. Isotic crisis in benthic Foraminifera during the Quaternary. Evidence on the western Mediterranean coast. Ruiz, B. et al. Evolution of the southwestern Doñana environmental crises in the Mediterranean Region. Universidad de Alacá, 117-121.  
Uers, J., Blázquez, A.M., Guillém, J., 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.  
Zazo, C., Goy, J.L., Hillaire-Marcel, C., Gillot, P.Y., Soler, V., González, J.A., Dabrio, C.J., Ghalab, 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., Bardaji, T., Hillaire-Marcel, C., Ghalab, B., González-Delgado, J.A., 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: EVALUACION DE IMPACTOS EN ESPAÑA CAMBIO CLIMATICO. (versión española e inglesa, Febrero 2005, Mº Medio Ambiente Universidad de Castilla-La Mancha). Tema Costas: Autores principales: C. Zazo; Contribuyentes: T. Bardaji, C. J. Dabrio, J.L. Goy; Revisores: J. Rodríguez Vidal.

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



Acumulación de rodolitos y Strombolus subulnus. P. de Leme Weltho-P. Jalanga, Isla de Sal, Cabo Verde



### VI reunión de cuaternario ibérico

La Península Ibérica y el Poblamiento de Homínidos  
26-28 de Septiembre de 2005, Gibraltar

Organización 2005

- Fernando Díaz del Olmo
- José Antonio Díaz Vela
- José María Llorens
- Luca Carota, Genova
- Ana Romera, Lisboa
- Clara Prados, Gibraltar
- Ornella F. Gilaberto
- Chris Stringer, Londres
- Henrietta Cole, Princeton, Puerto de San Roque
- José Rodríguez Vidal, Huelva
- José Manuel Martín, Almería
- Mónica de la Hoz, Oviedo
- José María Yáñez, Almería
- Carl Zazo, Madrid
- Gilberto Roque, Madrid