

# Actividad tectónica en el Noroeste Peninsular, en base a los registros de los depósitos costeros de los últimos 130.000 años (Rías Arosa-Pontevedra, Galicia)

A. Martínez-Graña<sup>1</sup>, J.L. Goy<sup>1</sup> y C. Zazo<sup>2</sup>

1 Dpto. Geología, Facultad de Ciencias, Universidad Salamanca, 37008 Salamanca.

2 Dpto. Geología, Museo Nacional Ciencias Naturales, CSIC, 28006 Madrid.

## ABSTRACT

*Marine deposits located between 0 and 5 m topographic elevation (above mean high tide level) outcropping along the Ría de Arosa-Ría de Pontevedra coast recorded paleosea-levels development during the Last and Present Interglacials periods (OIS 5, OIS 1).*

*A normal fault system with N160°E orientation was the main control on topographic elevation of the Last Interglacial marine deposits and aeolian.*

*Colluvial accumulation during the Last Glacial Period. Sedimentary structures observed in colluvial deposits suggest a paleoseismic origin.*

**Key words:** Quaternary, Geomorphology, Last Interglacial, Last Glacial, Neotectonics.

## INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre los depósitos marinos del litoral de Galicia, son muy escasos y puntuales, particularmente en lo que se refiere a los cambios del nivel del mar durante el Pleistoceno Superior.

Tan sólo un reciente trabajo (Alonso y Pagés, 2000) sintetiza las relaciones estratigráficas existentes entre los diferentes depósitos marinos y continentales del Pleistoceno Superior-Holoceno en el tramo costero entre Ribadeo (Lugo) y Caamaño (Coruña) (Fig. 1). Según dichos autores, en general tres formaciones diferentes afloran de forma puntual a lo largo de la costa: La Formación de Fazouro, correspondiente a paleoplayas del Último Interglacial (U.I.), la Formación de Arnela-Nois, constituida por depósitos de ladera, con una secuencia máxima de tres aportes, separados por paleosuelos, que se desarrollan entre los > 38.000 a.BP y los ca. 25.000 a.BP; y la Formación Moreiras caracterizada por depósitos fluviales, datada entre 24.410 a.BP y 15.950 a.BP. La secuencia holocena está caracterizada por el desarrollo de turberas a partir de los 4.300 a.BP en la costa atlántica.

En la sección de Caamaño (Trenhaile *et al.*, 1999), sobre un corte de unos 8 m de potencia, describen sobre unos conglomerados marinos cementados por óxidos de hierro "correspondientes probablemente al U.I.", varios niveles continentales separados por niveles de tipo periglacial, que comenzarían a desarrollarse a partir de los 36.050<sup>+1430</sup><sub>-1210</sub> a.BP.

No hay estudios sobre neotectónica en relación con los depósitos cuaternarios, en general se asume que la costa

gallega ha permanecido estable durante la mayor parte del Cuaternario (Pérez Alberti *et al.* 1998).

El objetivo de este trabajo consiste en señalar la existencia de depósitos marinos y continentales correspondientes al Pleistoceno Superior afectados por procesos neotectónicos que implican la inestabilidad de la costa gallega al menos durante el Cuaternario reciente.

## SECUENCIAS COSTERAS EN LAS RÍAS DE AROSA-PONTEVEDRA

De las secciones estudiadas a lo largo del litoral, las más completas y significativas para el objetivo de este trabajo, se sitúan en el sector costero, que separa las Rías de Arosa y Pontevedra.

A lo largo del acantilado se observan depósitos dunares, D, constituidos por tres secuencias (D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>) separados por niveles de paleosuelos siendo el más desarrollado el que separa las unidades D<sub>2</sub> y D<sub>3</sub>. Se trata de dunas rampantes migrando hacia el WNW. Estos depósitos arenosos son erosionados parcialmente por depósitos de ladera de poco espesor.

Hacia el Sur, se observa cómo las secuencias dunares descansan sobre un conglomerado marino azoico muy cementado, por óxidos de hierro, afectado por una falla normal de dirección N160°E cuyo juego en la vertical es el responsable de la diferente altura a la que se sitúa el máximo transgresivo del episodio marino, a +3 m en el bloque levantado y a +0.5 m en el bloque hundido, en el que como consecuencia del movimiento de la falla, se generan zonas

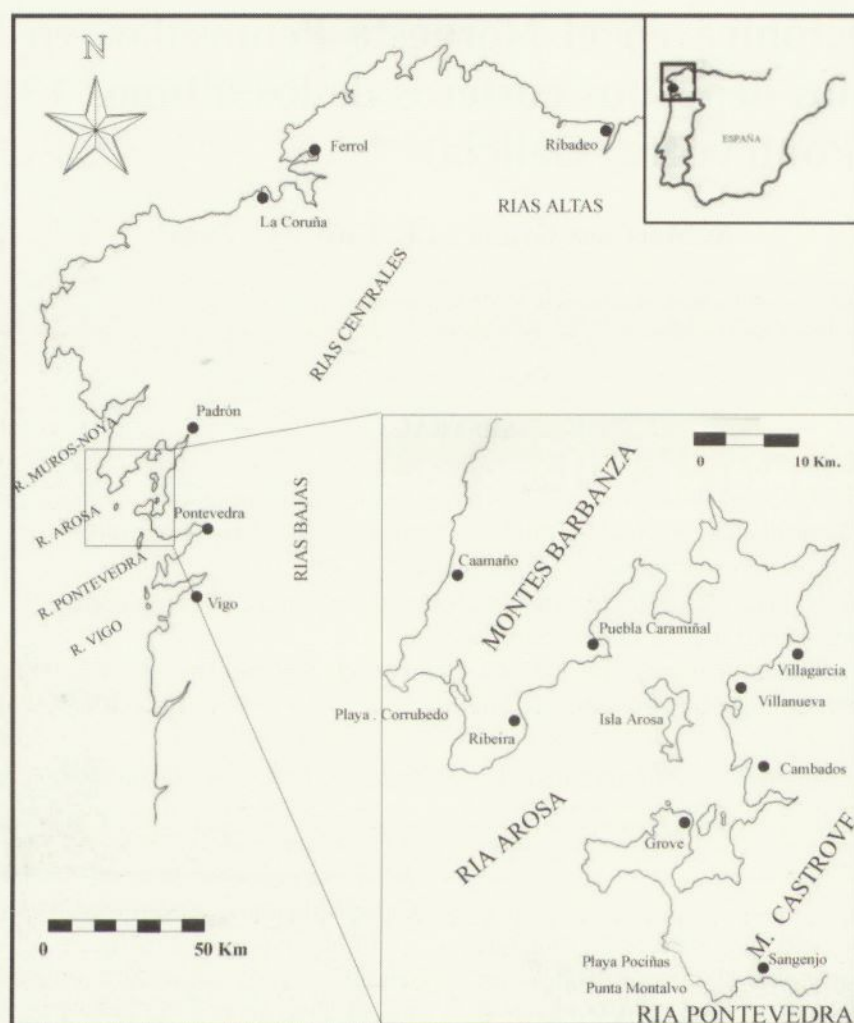


FIGURA 1: Situación del Área de estudio.

de encharcamiento, y una mayor acumulación de secuencias eólicas. En la zona Sur de la Playa de Pociñas, se observan las relaciones entre el nivel marino y el abanico aluvial pre-episodio marino. Restos de una pequeña rasa situada a +1 m labrada sobre los materiales metamórficos, y encajada en los conglomerados marinos ferruginizados corresponden probablemente, al máximo de la transgresión Flandriense.

En este caso y también sobre sustrato metamórfico, se asientan unos conglomerados que a techo pasan a niveles arenosos, correspondientes a una paleoplaya que rellena socaves, cuyo máximo transgresivo se sitúa a los +3.5m. Cuatro sistemas de coluviones (C1, C2, C3 y C4) fosilizan el nivel marino.

Pasado un pequeño entrante costero (Fig. 3), sobre los materiales metamórficos se observan restos del depósito marino a unos +5.5 m, recubiertos también por la secuencia de coluviones, pero en este caso tan sólo los correspondientes a las unidades C3 y C4. Este dispositivo anómalo es consecuencia del rejuego de una falla con dirección N160°E cuyo plano y estrías verticales son actualmente visibles en el bloque levantado de la misma.

## CRONOLOGÍA DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS

No existen dataciones sobre los depósitos marinos ferruginizados dada la ausencia de fauna; no obstante su posición estratigráfica con relación a los depósitos continentales suprayacentes, que si bien no han sido datadas en las secuencias analizadas, si lo han sido en costas muy próximas (Caamaño Fig. 1) y con edades de *ca.* 36.000 a.BP (Trenhaile *et al.* 1999) y > 38.000, Alonso y Pagés, 2000) en otras partes del litoral atlántico, para el inicio de la sedimentación de los mismos, sugiere una edad del Último Interglacial, estadio isotópico 5, para los conglomerados marinos foraminizados; en cualquier caso se trataría de una paleoplaya Pre-Última Glaciación, como límite temporal superior.

A nivel Peninsular y a nivel global, un nivel marino superior al actual, durante el Cuaternario se registraría durante el Subestadio isotópico 5e (135-117.000 años) y el estadio isotópico 11 (420-380.000 años), para el primero con una media global de 2-3 m, y para el segundo se apunta hoy en día la idea de unos 20 m por encima del nivel del mar actual (Hearty, 1999).

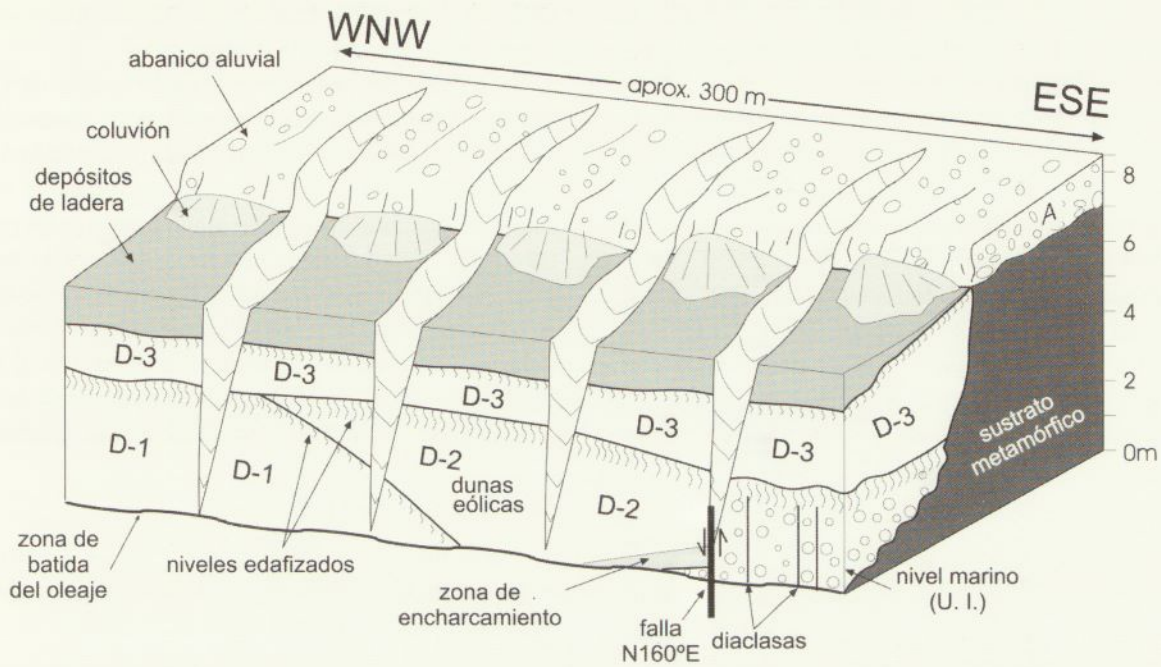


FIGURA 2: Playa de Pociñas. Depósitos aflorantes a lo largo del Sector Norte de la Playa. Conglomerados marinos correspondientes a una paleoplaya del Último Interglacial (U.I.) afectados por una falla normal de dirección N160°E. Sistemas dunares (D) del Pleistoceno superior-Holoceno?

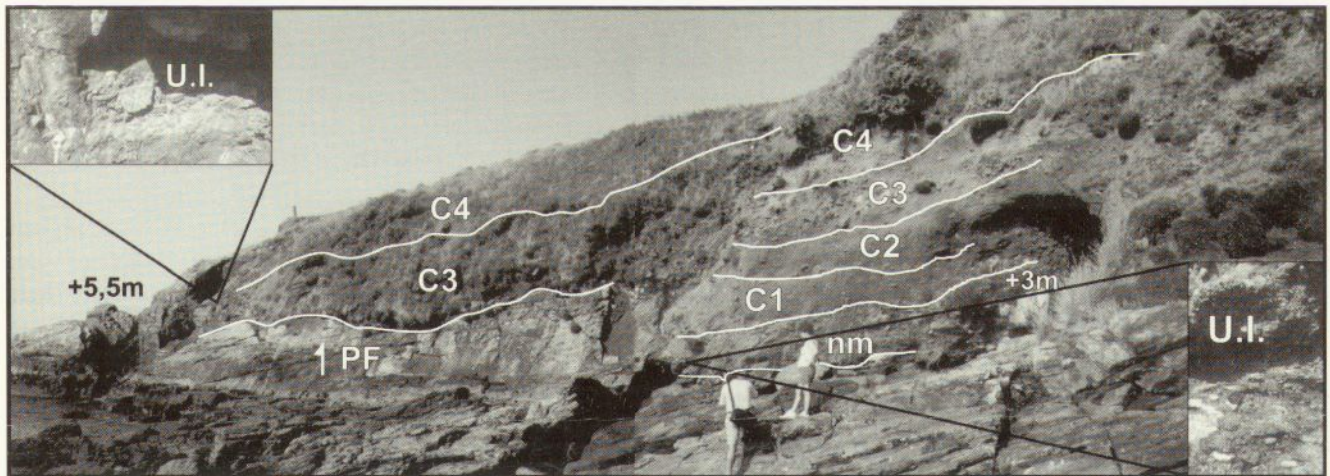


FIGURA 3: Desplazamiento de materiales marinos en Punta de Montalvo. A la derecha, en el bloque hundido, sobre los materiales metamórficos del sustrato se desarrolla una plataforma marina, superficie erosiva, asociada a los conglomerados marinos (n.m.) del Último Interglacial (U.I.) cuya altura máxima es de +3,5 m. Dichos materiales son recubiertos por depósitos coluvionares (C). A la izquierda, se observa el plano de falla (P.F.) responsable del desplazamiento con dirección N160°E (paralela al plano de la foto). Esta afecta a los depósitos marinos del U.I. que se sitúan a +5,5 m, la secuencia de coluviones que las fosiliza es menor en número.

Dadas las características geodinámicas del área de estudio, asimilamos los depósitos conglomeráticos marinos al 5e. Rasas y socaves encajados en los anteriores depósitos corresponderían a la transgresión holocena.

Los depósitos continentales, dunas y coluviones que suprayacen directamente a los conglomerados marinos, debieron generarse durante el último período Glacial, teniendo en cuenta que las dataciones de C-14, por el método convencional, con edades de ca. 35.000 años están fuera del método o en el límite, lo que hace suponer que en realidad correspondan a edades más antiguas pero dentro del Würm.

## ACTIVIDAD NEOTECTÓNICA

Los indicadores más significativos de actividad neotectónica en el NO de Portugal han sido reconocidos (Granja *et al.*, 1999) en depósitos de edad Pleistoceno Superior de menos de 30.000 años y holocenos, que han sido datados por OSL (Optically Stimulated Luminescence) y por C-14. Dichos indicadores son el resultado de la reactivación de fallas de dirección N-S, NE-SO a ENE-OSO y N75°E.

Por otra parte una serie de estructuras sedimentarias, tales como "micro-diapiros" y "micro-cabalgamientos" afec-

tando a depósitos de edad  $1140 \pm 45$  a.BP, en el Valle de Cavado (Penida, Oeste de Braga), y que en principio habían sido interpretados como debidas a fenómenos periglaciares (Soares de Carvalho, 1983), son hoy en día asimilados a estructuras de paleosismicidad (Granja *et al.*, 1999).

En la costa sur atlántica española, litoral de Huelva, una actividad tectónica importante se registra, durante el Pleistoceno superior-Holoceno (Zazo *et al.*, 1999). Fallas con dirección general E-O y con movimientos en la vertical, afectan a los depósitos marinos del Último Interglacial y a los depósitos dunares que se desarrollan durante el Último período Glaciar e inicio del Holoceno.

En el caso de la costa gallega, próximo a la frontera con Portugal (Figs. 1, 2, 3) en la Punta de Montalvo y en Playa Pociñas, una falla con dirección N160°E, con movimiento en la vertical, desplaza unos 2 metros los depósitos marinos correspondientes al U.I., estadio isotópico 5e.

En la Punta de Montalvo (Fig. 3), el plano de falla labrado sobre micaesquistos conserva algunas estrías que sugieren el desplazamiento en la vertical en época reciente, de tal forma que la playa marina del U.I. se sitúa en el bloque hundido a +3.5 m estando recubierta por cuatro secuencias de depósitos coluvionares (C1, C2, C3 y C4), mientras que en el bloque levantado, la playa se localiza a +5.5 m y solo es fosilizada por las dos últimas secuencias de coluviones. Por consiguiente, el desplazamiento en la vertical a lo largo del plano de falla, parece haberse "detenido" al inicio del desarrollo del coluvión C3.

No obstante estructuras sedimentarias observadas en los depósitos del coluvión C3, tales como "micro-diapiros" resultantes de la inyección de materiales finos en los sedimentos groseros, arenas y cantos suprayacentes; "micro-cabalgamientos" en direcciones oblicuas a la dirección de la pendiente deposicional del coluvión en los niveles de cantos y arenas; así como verticalización de cantos, podrían corresponder a estructuras de paleosismicidad; si tal es el caso, la actividad neotectónica se mantendría como mínimo durante el depósito del coluvión C3.

En Playa Pociñas (Fig. 2), la actividad de la falla N160° no solamente controla la altura actual de los depósitos marinos del U.I. sino también el número de secuencias dunares a un lado y otro de la misma.

La alteración que afecta al techo de la unidad eólica D<sub>2</sub>, separándola de la D<sub>3</sub>, se desarrolla también sobre el nivel marino del U.I., por consiguiente el movimiento vertical de la falla parece haberse detenido durante el desarrollo de dicha alteración, es decir entre las unidades eólicas D<sub>2</sub> y D<sub>3</sub>.

## CONCLUSIONES

La posición altimétrica actual de los depósitos marinos correspondientes al Último y Presente Interglacial que en general no superan los 2 m (OIS 5) y los 0.5 m (OIS 1), sobre el nivel del mar; excepto en los sectores afectados por fallas, sugiere una tendencia tectónica general de hun-

dimiento, en relación con otras costas del litoral español, durante los últimos 130.000 años.

La actividad tectónica reciente posterior a los ca. 130.000 años que se observa claramente en el sector costero entre la Ría de Arosa y Pontevedra, se debe a la reactivación de fallas de dirección N160°E con componente vertical y salto de unos 2 m, que funcionan como mínimo durante las primeras etapas del Último Período Glaciar; esa actividad tectónica podría ser incluso más reciente, si las estructuras sedimentarias: "micro-diapiros", "micro-cabalgamientos" etc. observadas en los coluviones de la playa de Montalvo, al lado de la falla, corresponden a estructuras de paleosismicidad como se sugiere en este trabajo, y no a procesos periglaciares.

## AGRADECIMIENTOS

Proyectos DGES PB98-265, PB98-514. Contribución al Proyecto PICG-437, INQUA Sea-level changes and Neotectonics Commissions.

## REFERENCIAS

- Alonso, A. y Pages, J.L. (2000): El registro sedimentario del final del Cuaternario en el litoral Noroeste de la Península Ibérica. Márgenes Cantábrico y Atlántico. Rev. Soc. Geol. de España.
- Granja, H.M., Ribeiro, I.C., Soares de Carvalho, G. y Senos Matías, M. (1999): Some neotectonic indicators in Quaternary Formations of the Northwest coastal zone of Portugal. *Phys. Chem. Earth (A)*, 24, 4: 323-336.
- Hearty P. (1999): Warm interglaciations, abrupt environmental change, and the Antarctic "Wil Card". En: Fletcher CH. y Mathews (eds.). *The Non-Steady State of the Inner Shelf and Shorelines: Coastal Change on the Time Scale of Decades to Millennia*, Univ. Hawaii, Honolulu USA: 99-100.
- Pérez Alberti, A., Blanco Chao, R., Costa Casais, M. y Vázquez Paz, M. (1998): Formas litorales heredadas en costas rocosas de Galicia. En: A. Gómez Ortiz y F. Salvador Francha (edit.). *Investigaciones recientes de la Geomorfología española*. Barcelona: 333-340.
- Rodríguez, A., Díaz, J.M.A. y Ribeiro, A. (1992): First appraisal of active faults in the North Portuguese continental shelf. *GAIA*, 4: 25-30.
- Soares de Carvalho, G. (1983): Consecuencias do frío durante o quaternario na faixa litoral do Minho (Portugal). *Cuadernos del Lab. Xeolóxico de Laxe*, 5: 365-379.
- Trenhaile, A.S., Pérez Alberti, A., Martínez Cortizas, A., Costa Casais, M. y Blanco Chao, R. (1999): Rock coast inheritance: An example from Galicia, Northwestern Spain. *Earth Surface Processes and Landforms*, 24: 605-621.
- Zazo, C., Dabrio, C.J., Borja, F., Goy, J.L., Lezine, A.M., Lario, J., Pole, M.D., Hoyos, M. y Boersma, J.R. (1999): Pleistocene and Holocene aeolian facies along the Huelva coast (Southern Spain): climatic and neotectonic implications. *Geologie en Mijnbouw*, 77: 209-224.