

# Sedimentación cuaternaria en la plataforma y el talud continentales del Golfo de León (Mediterráneo nor-occidental). 2ª parte: Orden de ciclicidad de las secuencias sísmicas en alta resolución y cronoestratigrafía isotópica

*Late Quaternary sedimentation on the Gulf of Lions continental shelf and slope (north-western Mediterranean).  
Part 2: Order of cyclicity and isotope chronostratigraphy.*

J. Torres (\*) (\*\*), Savoye (\*\*), L. Droz (\*\*\*), B. y M. Canals (\*)

(\*) U.A. "Geociències Marines", CSIC-UB, GRQ Geociències Marines, Dep. Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia, Universitat de Barcelona, Campus de Pedralbes, E-08071 Barcelona.

(\*\*) DRO/GM, IFREMER, Centre de Brest, 29280 Plouzané, Francia.

(\*\*\*) CNRS URA 1278, Université de Brest, 29200 Brest, Francia.

## ABSTRACT

This study tries to establish the chronostratigraphy of the Late Quaternary high-resolution seismic units off the present Rhône Delta. Previous works have associated the deposition of these seismic units with 5th order glacio-eustatic cycles. We have compared (1) the thickness of the studied series with a multichannel seismic profile, tied with oil-exploration wells drilled near the study area and (2), the stacking pattern of the Rhône shelf seismic units with other Plio-Quaternary deltaic margins in the Mediterranean. Available  $^{14}\text{C}$  dates concerning the youngest seismic units have been also used and plotted on the Late Quaternary high-resolution eustatic curve. Each seismic unit (B-F) has been associated with a 4th order instead 5th order glacio-eustatic cycle. This hypothesis is used to built up the absolute chronostratigraphy of the series, using the SPECMAP record.

**Keywords:** High-resolution sequences, sea-level fluctuations, Late Quaternary, Gulf of Lions, Rhône Delta.

*Geogaceta*, 20 (1) (1996), 135-137  
ISSN: 0213683X

## Introducción

Trabajos recientes han puesto en evidencia una jerarquización de los ciclos de cambio eustático interpretados a partir del análisis de series sedimentarias silicoclásticas (Mitchum y Van Wagoner, 1991). Los ciclos de cambio eustático de 4º y 5º orden han sido asociados con frecuencias de 100-200 ka y 10-20 ka respectivamente, situándose éstas dentro del rango de las frecuencias de Milankovitch. Las secuencias asociadas a estos ciclos de alta frecuencia han sido denominadas secuencias de alta resolución aunque pocos trabajos han demostrado hasta la fecha las diferencias en el registro sedimentario de ambos órdenes de ciclicidad. De la misma manera, la asignación de un orden de ciclicidad u otro (4 o 5) a una secuencia de alta resolución, puede tener consecuencias importantes en el establecimiento de la cronoestratigrafía de una serie sedimentaria.

La plataforma continental del Golfo de León (Fig. 1) es uno de los márgenes continentales deltaicos donde más se han investigado las relaciones en alta resolución entre

secuencias deposicionales y ciclos de cambio eustático. En la primera parte de este estudio se ha demostrado que el recubrimiento sedimentario superficial (Cuaternario Superior) define ciclos sedimentarios en la plataforma continental y en el talud. Basándose en una datación absoluta, los ciclos sedimentarios de la plataforma, representados por deltas de bajo nivel, han sido asociados a ciclos de cambio eustático de orden 5 (~20 ka de duración) por Gensous *et al.* (1993a) y Tesson *et al.* (1993).

El objetivo de esta segunda parte es (1) proponer un orden de ciclicidad para los ciclos sedimentarios de alta resolución, coherente con los resultados obtenidos en la primera parte de este estudio, y (2) establecer la cronoestratigrafía absoluta de la serie sedimentaria, basándose en una correlación con la curva isotópica SPECMAP.

## Orden de ciclicidad de las unidades sísmicas

### Comparación con la curva eustática

Gensous *et al.* (1993a) y Tesson *et al.* (1993), han asociado la deposición de los

prismas de bajo nivel colgados sobre la plataforma, presentados en el perfil GL19 en la primera parte de este estudio, con fluctuaciones glacio-eustáticas de alta frecuencia, con un ciclo de ~20 ka de duración (orden 5 en el sentido de Mitchum y Van Wagoner, 1991) dentro del Würm. El conjunto de prismas de bajo nivel identificados (unidades B a F) correspondería, según Gensous *et al.* (1993a), al Würm.

Esta interpretación está basada en una sola datación de un reflector (reflector 43 ka BP) del prisma B, aflorante cerca del borde de la plataforma. Gensous *et al.* (1993a) y Tesson *et al.* (1993) consideraron que este reflector constituía el techo del prisma B y que había un importante hiato sedimentario entre el prisma B y la unidad A cuya base se dató en ~16 ka BP (Méar, 1984). La proyección del reflector de 43 ka BP sobre el perfil GL19 muestra que la edad de 43 ka BP no marca el fin de deposición del prisma B sobre la plataforma como han sugerido estos autores. El reflector de 43 ka BP demuestra solamente que una gran parte del prisma B se depositó so-

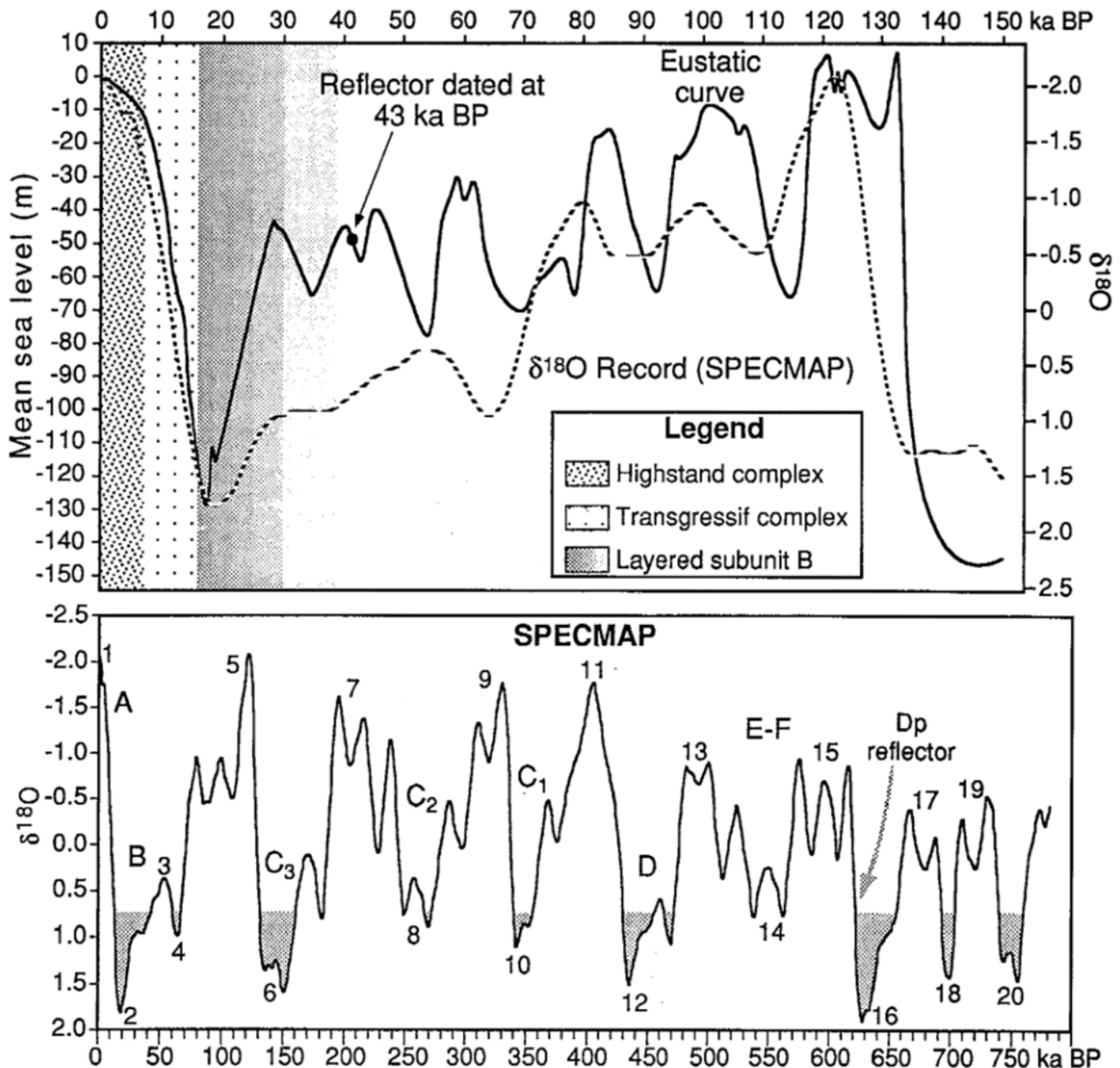


Fig. 4.- Fluctuaciones eustáticas y climáticas durante el Cuaternario. Arriba (a): Curva de las fluctuaciones eustáticas durante el Cuaternario terminal (compilada a partir de diversas fuentes). Se han proyectado las dataciones absolutas disponibles y el período de deposición de las unidades sísmicas más recientes. Abajo (b): Curva de las variaciones de  $\delta^{18}O$  durante los últimos 800 ka y cronoestratigrafía isotópica SPECMAP (Martinson *et al.*, 1984). Se han correlacionado los mínimos de esta curva con los períodos de deposición de las unidades sísmicas B-F.

Fig. 4.- Eustatic and climatic fluctuations during the Quaternary. Above (a): High-resolution Late Quaternary sea-level curve (from various sources). Below (b): SPECMAP curve showing the correlation with the studied sedimentary series (A-F).

bre la plataforma antes de esa edad y que la sedimentación se desplazó hacia el borde de la plataforma y el talud entre 43 y 16 ka BP. En el talud, la sub-unidad estratificada B ha sido depositada en un intervalo de tiempo relativamente largo, comprendido entre 16 y 43 ka BP.

La proyección de las dataciones disponibles sobre la curva eustática (Fig. 4a) indica

que las relaciones entre la deposición de los prismas de bajo nivel y las fluctuaciones eustáticas no son muy claras. El periodo de tiempo comprendido entre 43 y 16 ka BP comprende un ciclo y medio de cambio eustático con dos máximos (-45 y -42) a 40 y 28 ka BP. La deposición de dos tercios de la sub-unidad transparente de B y la totalidad de la sub-unidad estratificada en el talud está asociada con

dos caídas eustáticas consecutivas, de 40 a 35 ka BP y de 28 a 18 ka BP correspondiendo a los estadios isotópicos 2 y 3 (Fig. 4b). El punto mínimo de la curva eustática (-125 m) se alcanzó al final de la segunda caída eustática (Fig. 4a).

Si las hipótesis de Gensous *et al.* (1993a) y Tesson *et al.* (1993) fuesen válidas, debería haber en la plataforma, por en-

cima del reflector 43 ka BP, un prisma de bajo nivel colgado asociado con la caída eustática de 28 a 18 ka BP. Sin embargo, la geometría y las facies sísmicas de la unidad B (tanto en la plataforma como en el talud; Fig. 3) sugieren un solo ciclo sedimentario. La deposición de dos tercios de la sub-unidad transparente y la totalidad de la sub-unidad estratificada en el talud ha sido contemporánea, no de uno, sino varios ciclos de alta frecuencia (de orden 5), como muestra la Figura 4a. La deposición de la sub-unidad estratificada puede haber ocurrido en un periodo de tiempo muy reducido, con una duración mínima de 6 ka hasta un máximo de 9 ka para un espesor acumulado de ~110 m en el talud. Este periodo de tiempo (de 25 ka BP a 16 ka BP) ha sido asociado con la caída eustática de gran amplitud (-125 m) asociada con el estadio isotópico 2. Las sub-unidades estratificadas en el talud, podrían ser el registro de las caídas eustáticas de gran amplitud, similares a la caída asociada con el Estadio Isotópico 2.

#### Comparación con la potencia total del Cuaternario

La comparación de la potencia de las unidades sísmicas (A-F) identificadas en el perfil GL19 con la potencia total del Cuaternario puede ser un argumento decisivo para atribuir a dichas unidades un orden de ciclicidad 4 ó 5. Si estas unidades representan una parte ínfima de la potencia total del Cuaternario, se podrá admitir que el lapso de tiempo representado por cada unidad será pequeño (20 ka?). En cambio, si la potencia de las unidades A-F es importante con respecto a la potencia total del Cuaternario, se podrá poner en duda el hecho de que cada unidad represente un lapso de tiempo de 20 ka de duración.

Se han proyectado los límites de las unidades sísmicas B-F sobre el corte interpretativo del perfil HR (Fig. 2) en la primera parte de este estudio. Se ha demostrado que las unidades B-F del perfil GL19 equivalen a las unidades  $S_9$  y  $S_{10}$  del perfil HR (Fig. 2b). La potencia total de las unidades sísmicas B-F (~400 m) corresponde, sobre el perfil HR, a una gran parte de la potencia total del Cuaternario. Si estas unidades (B-F) fuesen el Würm, como han sugerido Gensous *et al.* (1993a) y Tesson *et al.* (1993), tendríamos una potencia de ~400 m de sedimentos depositados en menos de 100 ka y durante el resto del Cuaternario, 1.5 Ma, sólo se habrían depositado ~350 m de sedimentos, lo cual parece ilógico. Esta comparación sugiere que asociar cada unidad a un ciclo de 20 ka de duración no es correcto y que lo más lógico sería asociarlas a ciclos de orden 4 (~100 ka de duración).

Este orden de ciclicidad ha sido observado en otras plataformas continentales en el Mediterráneo, que muestran una arquitectura estratigráfica similar y donde se disponía de dataciones absolutas. Podemos citar por ejemplo los trabajos realizados por Milli (1994) frente al Delta del Tiber o los trabajos realizados por Lykousis (1991) en el Sur de Grecia.

#### Cronoestratigrafía isotópica de la serie estudiada

Las unidades sísmicas identificadas en la plataforma y en el talud continental del Golfo de León han sido correlacionados con los mínimos de la curva SPECMAP. Esta curva no es una curva eustática *sensu stricto* pero tiene la propiedad de reflejar las grandes tendencias. La correlación con esta curva se ha podido establecer utilizando dos criterios:

El orden de ciclicidad de las unidades sísmicas (~100 ka BP).

Las sub-unidades estratificadas en el talud (en B, C, D y bajo Dp) que marcan las caídas eustáticas de gran amplitud.

La correlación ha permitido asignar una edad de deposición para cada una de las unidades sísmicas (Fig. 4). La edad de deposición de la unidad A (16-18 ka BP a Presente) se conoce relativamente bien gracias a las dataciones por  $^{14}C$ .

La deposición de la unidad B ha sido correlacionada con los estadios isotópicos 2 a 4 (16 a 80 ka BP), durante el Würm. La sub-unidad  $C_3$  ha sido correlacionada con el Estadio Isotópico 6 (130 a 190 ka BP; glaciación del Riss). La deposición de la sub-unidad  $C_2$  ha sido correlacionada con el estadio isotópico 8 (250 a 310 ka BP; interglaciación Riss-Mindel). La sub-unidad  $C_1$  ha sido correlacionada con el estadio isotópico 10 (340 a 390 ka BP; glaciación del Mindel). La unidad D ha sido correlacionada con el Estadio Isotópico 12 (430 a 480 ka BP), y su deposición ha tenido lugar también dentro de la glaciación del Mindel. La deposición de las unidades E y F ha sido correlacionado con los estadios isotópicos 14 y 15 (510 a 610 ka BP), que corresponden al periodo interglaciación Mindel-Günz. En fin, el reflector Dp ha sido asociado con la transición entre los estadios isotópicos 15 y 16 (615-625 ka BP).

#### Conclusión

Los datos de sísmica reflexión de alta resolución han permitido identificar seis unidades sísmicas mayores (A-F) en la plataforma y el talud continentales del Golfo de León. Las unidades sísmicas B-F están constituidas por dos sub-unidades con facies y geometrías diferentes. Cada unidad

ha sido asociada a un ciclo de cambio eustático de orden 4 (100 ka de duración). Esta atribución está basada en algunas dataciones absolutas de las unidades sísmicas más recientes (A y F), y en la comparación de la potencia total de la serie estudiada con la potencia total del Cuaternario en la zona de estudio.

El orden de ciclicidad así como la presencia o no de una sub-unidad estratificada en el talud han sido utilizados como elementos de correlación con la curva isotópica SPECMAP. Esta correlación ha permitido atribuir una edad absoluta a cada una de las unidades sísmicas y la datación del reflector Dp, situado en la base de la serie (615-625 ka BP). Estas interpretaciones deberían ser comprobadas en un futuro próximo con la realización en la zona del Golfo de León de una misión de sondeos del programa ODP.

#### Agradecimientos

El primer autor se benefició de una beca del MEC en el Centro IFREMER de Brest (Francia). El trabajo se inscribe en el proyecto MAS2-CT93-0053 del Programa MAST II de la Unión Europea. El GRQ de la Universidad de Barcelona ha recibido asimismo el apoyo de la CIRIT de la Generalitat de Catalunya (ref. GRQ94/95-1026). Se agradecen a Lluís Pomar y al Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universitat de les Illes Balears los medios y facilidades puestas a disposición de J. Torres durante la preparación de esta comunicación.

#### Referencias

- Gensous, B., Tesson, M. and Arnold, M. (1993a) *C. R. Acad. Sci. Paris, Série II*, 317: 803-810.
- Lykousis, V. (1991) En Macdonald, D.I.M. (ed.), «*Sedimentation, tectonics and eustasy — Sea-level changes at active margins*». Inter. Assoc. Sed., Sp. Pub., 12: 123-131.
- Martinson, D.G., Pisias, N.G., Hays, J.D., Imbrie, J., Moore, T.C. and Shackleton, N.J. (1987) *Quater. Res.*, 27: 1-29.
- Milli, S. (1994) *Second high-resolution Sequence Stratigraphy Conference*, Tremp, Actas: p. 125-129.
- Méar, Y. (1984) *Thèse Doct.*, Univ. de Perpignan, 223 pp.
- Mitchum Jr., R.M. and Van Wagoner, J.C. (1991) *Sed. Geol.*, 70: 131-160.
- Tesson, M., Allen, G.P. and Ravnne, C. (1993) En: Posamentier, H.W., Summerhayes, C.P., Haq, B.U. y Allen, G.P. (eds.), «*Sequence Stratigraphy and facies associations*». Inter. Assoc. Sed., Sp. Pub., 18: 183-196.