

Sedimentación lacustre y ciclicidad: las sucesiones fluvio-lacustres del Oligoceno superior del sector SE de la cuenca del Ebro

Lacustrine sedimentation and cyclicity: Late Oligocene fluvio-lacustrine sequences in the SE Ebro basin.

X. Barberà (*), L. Cabrera (*), M. Marzo (*) y M. Ripepe (**)

(*) Grupo de Geodinámica y Análisis de Cuencas. Dep. Geología Dinámica, Geofísica i Paleontología. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. Zona universitària de Pedralbes. 08071-Barcelona.

(**) Dip. Scienze della Terra. Univ. di Firenze. Via G. La Pira, 4. I-50121. Firenze (Italia)

ABSTRACT

A cyclostratigraphic study of Late Oligocene fluvio-lacustrine and lacustrine sequences was carried out in the Ebro basin. Fourier spectral analysis was used to analyze four stratigraphic and sedimentological parameters (thickness, colour, lithology and an estimative depth index) and was proved the appearance of periodicities of 39 and 16 to 18 ky which approximately fit the 41 ky (obliquity cycle) and 19 ky (short precession cycle). In all spectra, the obliquity cycle is a strong signal in the lacustrine intervals, but in fluvial intervals the cyclicity was concealed, likely as a consequence of overprinting of tectonic influence.

Key words: cyclostratigraphy, lacustrine sedimentation, Paleogene, Ebro basin, Spain.

Geogaceta, 20 (5) (1996), 1072-1073

ISSN:0213683X

Introducción

Durante las últimas dos décadas se ha utilizado una nueva aproximación técnica y conceptual para establecer la cronología de sucesiones rítmicas y cíclicas: la cicloestratigrafía. Esta se basa, entre otras, en la teoría de los ciclos astronómicos de Milankovitch (1941) (citado en Erba *et al.*, 1992), la cual explica la fluctuación periódica de diversos parámetros geológicos (como la potencia de los estratos, el contenido en carbonato, propiedades físicas, rasgos geoquímicos o contenido paleontológico), como debidos a fluctuaciones climáticas que actúan directamente sobre la sedimentación. Los ciclos astronómicos de Milankovitch están controlados por la precesión del eje de giro de la Tierra, así como por las variaciones en su inclinación y en la excentricidad de la órbita de la Tierra alrededor del Sol. Estos ciclos presentan unas periodicidades de 100.000-413.000 años (excentricidad), 41.000 (oblicuidad) y 23.000-19.000 (precesión).

Metodología

La elección de la sucesión a estudiar recayó sobre la de Mina Pilar (Cabrera, 1983; Agustí *et al.*, 1988) situada en el valle del Ebro, concretamente en el barranco del Aiguamoll, cerca de Mequinzenza, donde aparecen tramos predominantemente lacustres, susceptibles de presentar una mayor sensibilidad a la influencia climática, además de tramos eminentemente fluviales donde la influencia tectónica podría ser superior a la climá-

tica. Se escogió esta sección por diversos condicionantes: a) la buena exposición de los materiales que permitió el levantamiento de una serie a escala 1:100; b) la notable accesibilidad de la sucesión para su muestreo paleomagnético y c) la existencia de varios yacimientos de micromamíferos (Agustí *et al.*, 1988), que permitía una correlación entre la magnetoestratigrafía y la biozonación establecida (Barberà *et al.*, 1994; Agustí *et al.*, 1994 y trabajos en curso). Estableciéndose la magnetoestratigrafía (Gomis *et al.*, trabajos en curso), ha sido posible el cálculo de la tasa de sedimentación, elemento indispensable en el análisis cicloestratigráfico. Un factor a tener en cuenta es el de la resolución o intervalo de muestreo, el cual debe ser inferior a la periodicidad que se desea reconocer. En nuestro caso la resolución es de 0,1 m. y con una tasa de sedimentación de 175 m/My (metros por millón de años), la periodicidad mínima que se puede reconocer es de unos 550 años, perfectamente válido ya que se intentan reconocer periodicidades mínimas del orden de 10.000 años.

El paso siguiente fue la discusión de los parámetros a analizar. De entre las posibles opciones se escogieron tres (espesor de los estratos, litología y color) que han dado resultados fiables en diversos trabajos (Fischer *et al.*, 1991; Erba *et al.*, 1992) y un cuarto parámetro: un índice indicativo de la profundidad supuesta para cada facies lacustre según sus características sedimentológicas, también utilizado por otros autores (Olson, 1994). Este índice no pretende una cuantificación absoluta de la profundidad, sino

establecer una ordenación cualitativa de las facies para poder establecer curvas de tendencias. Seguidamente se pasó a la introducción de los parámetros escogidos sobre una base de datos y su posterior tratamiento con el programa Stratabase (Ripepe, 1988). Este programa de análisis espectral utiliza principalmente el análisis de Fourier para obtener las fluctuaciones de la ritmicidad caracterizadas por altas frecuencias. En último término todos los parámetros se reducen a una cifra según una escala definida con anterioridad. Así, por ejemplo, a cada litología le corresponde un número (arenisca = 10, caliza margosa = 20, caliza micrítica = 30, etc), siguiendo siempre un criterio objetivo (en este caso, contenido en carbonato cálcico). De esta manera se expresa cada uno de los parámetros en forma numérica y pueden ser tratados mediante el análisis espectral.

Discusión.

Los resultados del análisis espectral de los cuatro parámetros, muestran una similitud notable. Sobre una total de 180 m. que corresponden aproximadamente a unos 1.1 My, se ha escogido el tramo (55 m.) correspondiente a las facies lacustres que suponen unos 0.35 My. La distribución de los picos de alta frecuencia (39.000 y 16-18.000 años) son correlacionables con los ciclos de oblicuidad (41.000 años) y precesión corto (19.000 años). Estos resultados son válidos en los tramos esencialmente lacustres, mientras que si se analiza la sección en su totalidad aparecen otros picos no correlacionables con los ciclos de

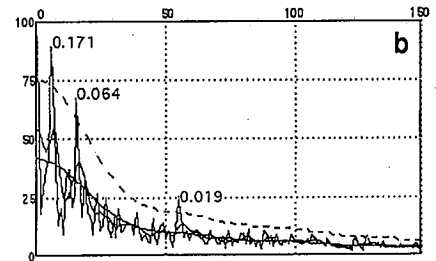
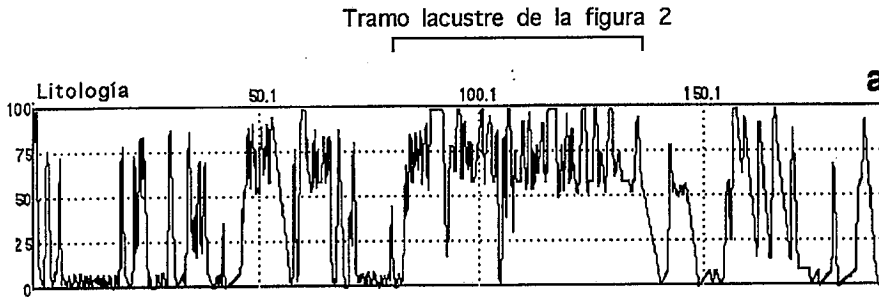


Fig. 1.- a) Curva filtrada correspondiente a toda la sucesión de Mina Pilar. b) Espectro de la curva con indicación de las frecuencias en los picos de mayor intensidad expresada en millones de años.

Milankovitch (figura 1). Esta situación se debe a la aparición de las facies fluviales, cuya organización secuencial puede estar también sujeta a la influencia tectónica y por lo tanto no se rigen únicamente por factores climáticos. Así pues, parece probable la influencia de los ciclos orbitales sobre la sedimentación lacustre oligocénica superior en este sector de la cuenca del Ebro, ya que los cuatro parámetros analizados muestran una periodicidad muy similar correlacionable con los ciclos de Milankovitch (figura 2).

Sin embargo, se puede constatar que los resultados numéricos no son exactamente iguales. Esta circunstancia se debe a los diversos factores de distorsión que afectan el análisis de la sedimentación cíclica. Entre estos factores cabe citar los errores en la medida o observación de las características de los materiales, de los cambios en la tasa de sedimentación, de la compactación diferencial, la presencia de hiatos o la evidencia de fenómenos tectónicos. Evidentemente, estos resultados son solamente una aproximación ya que, por ejemplo, se ha supuesto una tasa de sedimentación constante a lo largo de la sucesión y se ha supuesto una compactación no sustancial.

Conclusiones

El análisis cicloestratigráfico de una sucesión fluvio-lacustre y lacustre del sector oriental de la cuenca del Ebro ha dado como resultado, el reconocimiento de periodicidades asimilables a algunos de los ciclos orbitales definidos por Milankovitch. Estos ciclos se hacen especialmente patentes en los intervalos lacustres, donde la influencia climática no se ve distorsionada por factores tectónicos. De esta manera, se reconocen periodicidades de 41.000 años correspondientes al ciclo de oblicuidad y de 19.000 años correspondientes al ciclo de precesión corto. La práctica totalidad de los parámetros analizados siguen el mismo comportamiento por lo que se deduce que la organización secuencial de los materiales estudiados se ha configurado como consecuencia de la influencia de cambios climáticos inducidos por factores orbitales. Los resultados preliminares aquí expuestos, indicarían que el análisis multiespectral de sucesiones lacustres como la estudiada, contrastado con otros tipos de registro (paleobiológico, geoquímico), podrían aportar infor-

mación sobre los cambios climáticos que afectaron el NE de la Península Ibérica durante el Oligoceno superior. Estos cambios estarían relacionados con los cambios paleoclimáticos globales que se darían durante este periodo de tiempo (Williams *et al.*, 1988).

Agradecimientos

Este trabajo se encuadra en el proyecto de la CICYT nº PB94-0826 del Ministerio de Educación y Ciencia. X. Barberà ha disfrutado de una beca de estancia en el extranjero en el «Dip. di Geologia e Paleontologia» de la «Università degli Studio di Milano» en el marco de las becas doctorales FPI del Ministerio de Educación y Ciencia.

Referencias

Agustí, J.; Cabrera, L.; Anadón, P. y Arbiol, S. (1988): *Newsl. Stratigr.*, 18 (2):81-97.
 Agustí, J.; Barberà, X.; Cabrera, L.; Parés, J.M. y Llenas, M. (1994): *Münchener Geowiss. Abh. (A)*, 26: 161-172.
 Barberà, X.; Parés, J.M.; Cabrera, L. y Anadón, P. (1994): *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 85, n. 1-2: 181-193.
 Cabrera, L. (1983): *Tesis doctoral*, Univ. de Barcelona, 443 pp.
 Erba, E.; Castratorì, D.; Guasti, G. y Ripepe, M. (1992): *Paleo., Paleo., Paleo.*, 93: 47-69.
 Fischer, A.G.; Herbert, T.D.; Napoleone, G.; Premoli-Silva, I. y Ripepe, M. (1991): *Journal of Sedimentary Petrology*, 61 (7): 1164-1172.
 Milankovitch, M. (1941): *Akad. R. Serbe*, 133: 633 pp.
 Olsen, H. (1994): *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.*, 19: 429-438.
 Ripepe, M. (1988): *Comput. Geosci.*, 14: 369-375.
 Williams, D.F.; Lerche, I. y Full, W.E. (eds) (1988): *Isotope Chronostratigraphy: Theory and Methods*. Academic Press, Inc.

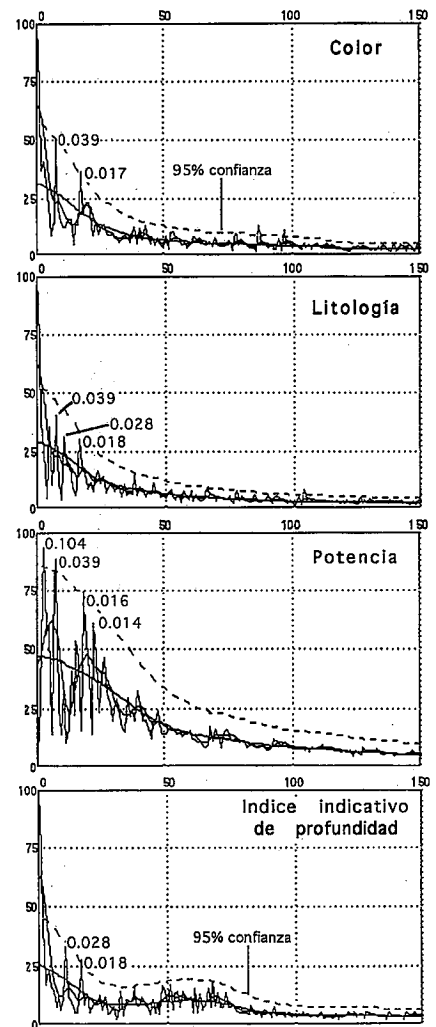


Fig. 2.- Análisis espectral de los cuatro parámetros seleccionando segmentos de curva correspondientes a tramos esencialmente lacustres señalados en la figura 1. Para cada espectro, en los picos de mayor intensidad, se ha indicado la frecuencia expresada en millones de años.

Fig. 2.- Spectral analysis of the four parameters selecting curve segments corresponding to lacustrine bits showed on figure 1. For every spectrum, high intensity peaks was indicated the frequency in My.