

# Los sedimentos del límite Cretácico/Terciario en El Tecolote (México): evidencias de aloctonía

*Cretaceous/Tertiary boundary sediments at El Tecolote (México) evidence for allochthony*

L. Alegret, A. R. Soria y A. Meléndez

Dpto. Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. 50009-Zaragoza (Spain)

## ABSTRACT

Sediments from the Cretaceous-Tertiary interval were studied at the El Tecolote area (northeastern México). The composite section consists of Maastrichtian marls belonging to the Méndez Formation, and a clastic unit with a spherulitic layer (considered as impact ejecta) toward its basal part. The uppermost Méndez Formation, as well as the spherulitic layer, were affected by slumping processes at El Tecolote. Benthic foraminifera found into the K/T sediments allowed us to infer the paleobathymetry of these deposits, and indicate that spherules and marls from outer shelf or upper slope environments slid toward middle slope environments (700 m depth). The clastic unit, containing shallow foraminifera from the platform, formed a gravity flow and was deposited in middle slope depths.

Sedimentologic features of the K/T deposits at El Tecolote are consistent with a meteoritic impact that caused destabilization of the continental margin around the Gulf of México just at the K/T boundary.

**Key words:** K/T boundary, México, sedimentology, paleobathymetry, benthic foraminifera.

*Geogaceta*, 30 (2001), 15-18  
ISSN:0213683X

## Introducción

En los cortes del límite Cretácico/Terciario (K/T) del Golfo de México afloran una serie de depósitos siliciclásticos que han sido objeto de numerosos estudios (ej., Bohor, 1996; Smit *et al.*, 1996; Soria *et al.*, 2001). Se trata de una unidad siliciclástica de 1 a 7 metros de espesor que se halla emplazada entre dos unidades margosas, las formaciones Méndez y Velasco, de edades Maastrichtiense y Daniense respectivamente. En torno a esta unidad siliciclástica se ha desencadenado una interesante controversia científica que hace referencia a su origen, procesos de sedimentación y profundidad a la cual se depositó. El interés que han despertado estos depósitos se debe en gran parte a su contenido en lo que se han considerado como evidencias de un impacto meteorítico. Un gran número de autores (Bourgeois *et al.*, 1988; Smit *et al.*, 1992, 1996; Bohor y Berterton, 1993; Bohor, 1996; Bralower *et al.*, 1998; Soria *et al.*, 2001) han interpretado estas improntas (brechas, microtectitas) como parte de la eyecta proximal generada por un impacto ocurrido al Norte de la península de Yucatán en coincidencia con el límite K/T. Estos autores abogan por un origen geológicamente instantáneo para explicar la

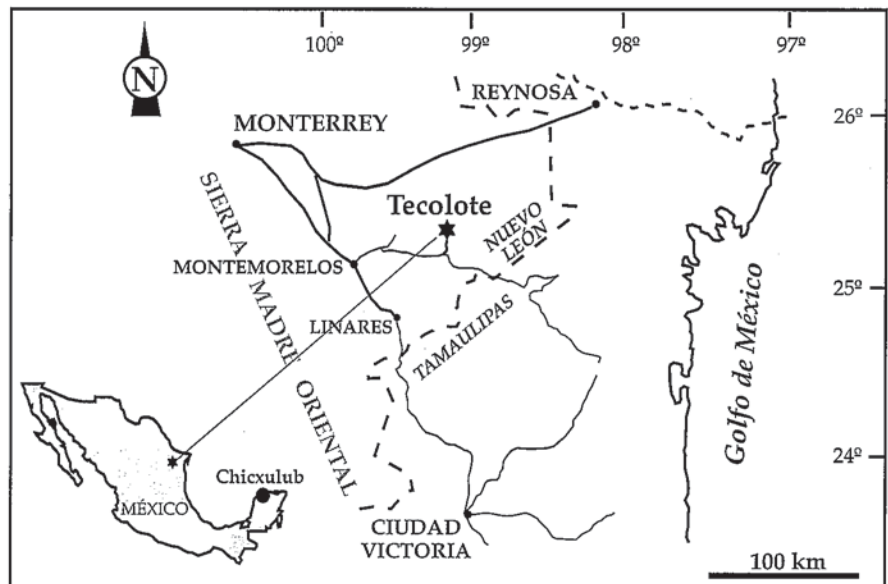


Fig. 1.- Localización geográfica del sector de El Tecolote.

Fig. 1.- Geographic situation of El Tecolote sector.

formación de la unidad siliciclástica, y están de acuerdo en que dicha unidad está directamente relacionada con un impacto meteorítico. Sin embargo dentro de este grupo de autores hay algunos (Bourgeois *et al.*, 1988; Smit *et al.*, 1992, 1996) que interpretan los sedimentos clásticos como correspondientes al depósito de tsunamis,

mientras que otro grupo (Bohor y Berterton, 1993; Bohor, 1996) interpreta esta unidad como generada por flujos o corrientes gravitacionales (depósitos turbidíticos). En este sentido, Soria *et al.* (2001) realizaron recientemente un detallado estudio sedimentológico de la unidad clástica del límite K/T en el área de

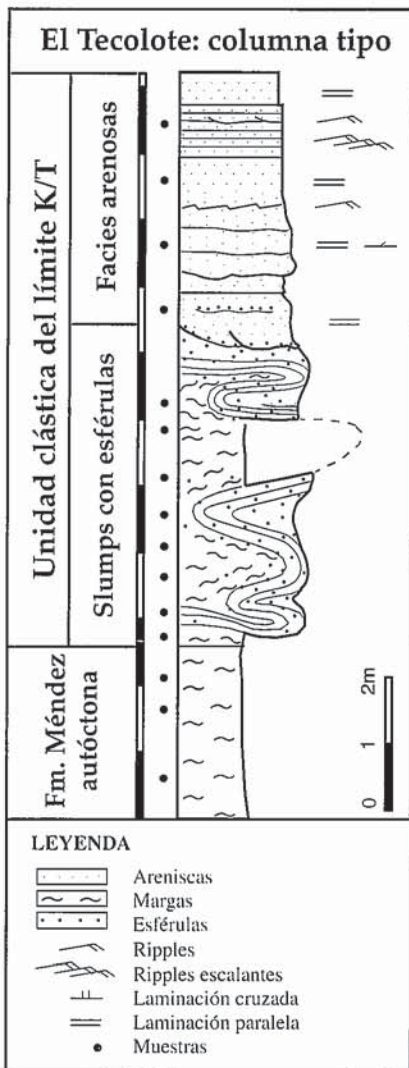


Fig. 2.- Columna estratigráfica tipo de los sedimentos del tránsito Cretácico/Terciario en El Tecolote.

Fig. 2.- Composite stratigraphic column including Cretaceous and Tertiary sediments at El Tecolote.

El Tecolote. Estos autores describen un paquete margoso con niveles ricos en esférulas situado sobre la Fm. Méndez, en el que llegan a identificar pliegues recumbentes definidos por el nivel de esférulas; esta unidad ha sido interpretada como una unidad slumpizada que contiene materiales depositados en medios relativamente someros y transportados posteriormente hacia ambientes más distales (Soria *et al.*, 2001). Así mismo estos autores interpretan la unidad siliciclástica suprayacente como resedimentada y transportada hacia zonas profundas en forma de corrientes turbidíticas.

En el presente trabajo se aportan datos sobre la paleobatimetría de estos depósitos en función de su contenido en foraminíferos bentónicos, y se demuestra cómo materiales procedentes de medios someros fueron desplazados hasta

la parte media del talud. De este modo, se trata de corroborar el modelo de sedimentación establecido por Soria *et al.* (2001) en El Tecolote, y que estos autores relacionan con la desestabilización del margen continental como consecuencia de un impacto meteorítico ocurrido en el límite K/T.

**Localización y estratigrafía**

El área de estudio se sitúa en el Noroeste de México, en el estado de Nuevo León (Fig. 1), a unos 80 kilómetros al Sureste de Monterrey. En el sector de El Tecolote, la unidad siliciclástica del límite K/T aflora coronando las colinas, sobre la Fm. Méndez. Sobre la unidad clástica se hallan conglomerados cuaternarios en discordancia angular, de modo que en este área no se ha encontrado la Fm. Velasco.

A partir de tres columnas estratigráficas del límite K/T correlacionables físicamente entre sí, así como varios afloramientos parciales, se ha reconstruido una columna tipo para el sector de El Tecolote (Fig. 2). En la base de cada afloramiento aparecen los sedimentos margosos de la Fm. Méndez. A continuación se dispone una unidad de unos 4 m de espesor con margas grises, niveles ricos en esférulas y margas con esférulas; esta unidad aparece afectada por slumps, y sobre ella se dispone un complejo siliciclástico de espesor variable (2 a 8 metros de potencia). La unidad clástica presenta un primer tramo con areniscas de grano medio a grueso, con esférulas hacia la base. Estas areniscas se disponen en estratos de geometrías canaliformes con superficies de erosión interna; hacia techo se observa estratificación cruzada, laminación paralela y superficies de ripples. La serie continúa con areniscas de grano fino a medio en estratos tabulares y ocasionalmente canaliformes. Muestran laminación paralela y cruzada de bajo ángulo, laminación cruzada y ripples escalantes.

**Paleobatimetría**

Para realizar el estudio paleobatimétrico de los sedimentos de El Tecolote, se han analizado los foraminíferos bentónicos contenidos en la Fm. Méndez y en la unidad slumpizada suprayacente. La estrecha relación existente entre los foraminíferos bentónicos y el substrato marino nos permite establecer con gran precisión la profundidad a la cual habitaban (Nyong y Olsson, 1984; van Morkhoven *et al.*, 1986). El estudio

micropaleontológico se realizó mediante la técnica del levigado. Para ello se empleó la fracción mayor de 63 micras y se separaron 300 ejemplares de cada muestra, que permitieron realizar estudios cuantitativos y cualitativos de las asociaciones.

Las margas de la Fm. Méndez se han considerado autóctonas, dado que no contienen evidencias de haber sufrido procesos de removilización, y los foraminíferos que incluyen presentan buenos estados de conservación. Contienen escasos foraminíferos bentónicos frente a más de un 88% de foraminíferos planctónicos, y las conchas son fundamentalmente calcáreas, características propias de medios batiales. En el corte de El Tecolote destaca un elevado porcentaje de especies cuyo límite superior se sitúa a 500 metros de profundidad, como *Bulimina velascoensis*, *Spiroplectammmina spectabilis* o *Sten-siöina beccariiformis*, así como otras especies típicas de la parte batial media, como *Eouvirgerina subsculptura* o *Sitella cushmani* (Widmark, 2000). Por otro lado, se han identificado componentes de dos tipos de faunas de foraminíferos bentónicos descritas por Berggren y Aubert (1975): la Fauna Midway es característica de medios neríticos, mientras que la Fauna Velasco procede de ambientes batiales más profundos. Los foraminíferos bentónicos en El Tecolote contienen representantes de ambas faunas; así, en las margas de la Fm. Méndez, que han sido consideradas como autóctonas, se han hallado miembros de la Fauna Midway (*Anomalinoides acutus*, *Cibicidoides howelli*, *C. proprius*) y de la Fauna Velasco (*Clavulinoides trilatera*, *Gyroidinoides*, *Marssonella oxycona*, *S. beccariiformis*), indicando una zona de transición entre medios someros y la cuenca profunda. Los datos aportados, especialmente los límites superiores de algunas especies y la distribución paleobatimétrica de otras, nos permiten concluir que el depósito de la Fm. Méndez tuvo lugar en la parte superior del talud medio, a unos 700 metros de profundidad. Sin embargo, las muestras analizadas en la unidad slumpizada contienen asociaciones diferentes. Dominan los representantes de la Fauna Midway (ej., *Cibicidoides pseudoacutus*), mientras que no se han hallado especies que habitaran en medios profundos. Estos criterios indican que los foraminíferos contenidos en la unidad con slumps proceden de medios más someros, de plataforma externa o talud superior. Así mismo, los foraminíferos bentónicos de la unidad siliciclástica suprayacente indican que ésta procede igualmente de áreas so-

meras.

Los datos paleobatimétricos aportados encajan dentro del modelo de sedimentación establecido por Soria *et al.* (2001) para los depósitos del límite K/T en El Tecolote, y corroboran la presencia de materiales procedentes de áreas someras de plataforma externa o talud superior emplazados en zonas más profundas de la cuenca, en la parte media del talud. Así mismo, este modelo implica la existencia de una única capa de esférulas, que fue deformada por un pliegue recumbente durante el deslizamiento de los sedimentos hacia partes más profundas de la cuenca; y no de varias capas, como se ha citado puntualmente en la bibliografía (Stinnesbeck *et al.*, 1999).

### Reconstrucción paleoambiental mediante foraminíferos bentónicos

La relación existente entre la morfología de los foraminíferos bentónicos y su microhábitat nos permite deducir las condiciones paleoambientales del fondo marino (Jones y Charnock, 1985; Corliss y Chen, 1988). Las asociaciones halladas en las margas autóctonas de la Fm. Méndez reflejan flujos relativamente ricos en nutrientes: las partículas alimenticias eran abundantes y capaces de penetrar, por bioturbación, dentro del sedimento (Jorissen *et al.*, 1995). Durante el Maastrichtiense terminal, en El Tecolote dominaban los foraminíferos de hábitos alimenticios detritívoros, de lo que se deduce que estos organismos dependían en gran medida del aporte de sedimento de grano fino y rico en materia orgánica procedente de zonas costeras; dicho aporte se vio drásticamente alterado en el límite K/T, con la llegada de materiales clásticos no consolidados y pobres en materia orgánica, procedentes de la plataforma. Este hecho constata la aloctonía de la unidad clástica del límite K/T en El Tecolote.

### Conclusiones

En el área de El Tecolote, los sedimentos del límite K/T presentan claras evidencias de aloctonía. En la base de los afloramientos se reconoce la Fm. Méndez, de edad Maastrichtiense, y una unidad clástica que presenta una capa de esférulas en la base. Entre ambos paquetes se sitúa una unidad con slumps en su base que afectan a la parte superior de la Fm. Méndez y a la capa de esférulas, pero no a la parte media ni superior de la unidad

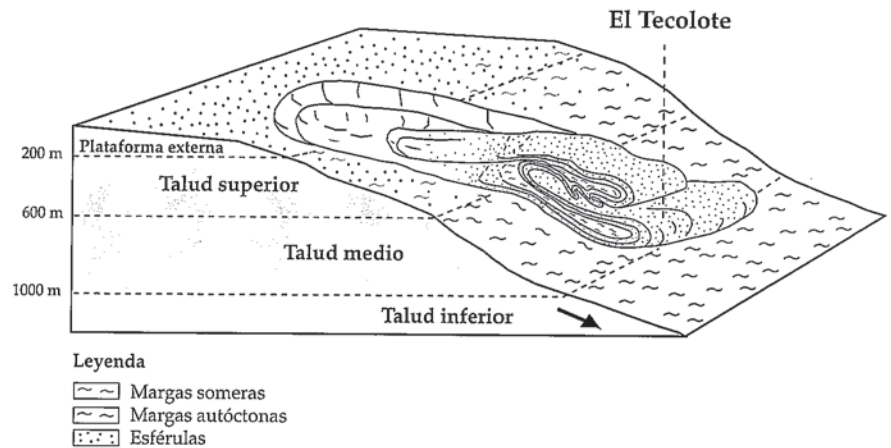


Fig. 3.- Desestabilización de la plataforma externa-talud superior y formación de slumps en el límite K/T.

Fig. 3.- Collapse of the outer shelf-upper slope and slumping processes at the K/T boundary.

clástica. Esta disposición de los sedimentos sugiere que el slump se produjo durante el depósito de las esférulas, y antes de que se depositara el resto de la unidad siliciclástica. Los datos paleobatimétricos que proporcionan los foraminíferos bentónicos indican una sedimentación primera de las esférulas en medios someros, de plataforma externa o talud superior, y su posterior removilización hacia la parte media del talud (Fig. 3). Estos criterios de aloctonía, y la presencia de una única capa de esférulas que fue plegada y repetida por slumps, apoyan la hipótesis propuesta por Soria *et al.* (2001), que sugiere la existencia de un único impacto meteorítico que despidió la eyecta alrededor del Golfo de México; el impacto fue también el responsable de la desestabilización del margen continental, generando slumps que se deslizaron hacia el talud y la cuenca. La unidad clástica suprayacente también contiene sedimentos procedentes de medios someros, que se emplazaron sobre el talud y la cuenca profunda en forma de corrientes turbidíticas.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a I. Arenillas y J. A. Arz su colaboración en los muestreos. L. Alegret disfruta de una beca de F.P.I. del Ministerio de Educación y Cultura, n° ref: FP98. Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto DGES PB97-1016.

### Referencias

- Berggren, W.A., y Aubert, J., (1975): *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **18**, 73-192.
- Bohor, B. F., (1996): *Geol. Soc. Amer., Spec. Pub.* **307**, 183-196.
- Bohor, B. F. y Bertterton, W. J., (1993): *XXIV Lunar and Planetary Science Conf.*, Houston, Texas, 143-144.
- Bourgeois, J., Hansen, T. A., Wilberg, P. L. y Kauffman, E. G., (1988): *Science*, **247**, 567-570.
- Bralower, T.J., Paull, C.K., y Leckie, R.M., (1998): *Geology*, **26**, 331-334.
- Corliss, B. H. y Chen, C. (1988): *Geology*, **16**, 716-719.
- Jones, R. W. y Charnock, M. A. (1985): *Rev. Paléobiologie*, **4**, 311-320.
- Jorissen, F. J., Stifter, H. C. y Widmark, J. G. V. (1995): *Marine Micropaleontology*, **26**, 3-15.
- Nyong, E. N. y Olsson, R. K. (1984): *Marine Micropaleontology*, **8**, 437-477.
- Smit, J. y 8 mas, (1992): *Geology*, **20**, 99-103.
- Smit, J., Roep, Th. B., Álvarez, W., Montanari, A., Claeys, P., Grajales-Nishimura, J. M. y Bermudez, J., (1996): *Geol. Soc. Amer., Spec. Pub.*, **307**, 151-182.
- Soria, A. R., Liesa, C. L., Mata, M. P., Arz, J. A., Alegret, L., Arenillas, I. y Meléndez, A. (2001): *Geology*, **29**, 231-234.
- Stinnesbeck, W., Keller, G., Adatte, T., Stüben, D., Kramar, U., Berner, Z., Desreumeaux, C. y Molière, E., (1999): *Terra Nova*, **11**, 303-310.
- Van Morkhoven, F.P.C.M., Berggren, W.A. y Edwards, A.S., (1986): *Bull. Centr. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquit.*, **11**, 421 pp.
- Widmark, J.G.V., (2000): *Cretaceous Research*, **21**, 367-379.