

# Cambios ambientales cretácicos en Asia oriental y meridional: El paso Cenomaniense-Turonense en el Tibet meridional

*Cretaceous environmental change in E & S. Asia: The Cenomanian-Turonian transition in Southern Tibet*

M. A. Lamolda (\*) y X. Wan (\*\*)

(\*) Facultad de Ciencias-UPV, Campus de Lejona. E-48940 Lejona. España. c/e <gpplapam@lg.ehu.es>

(\*\*) Dept. of Geology, China University of Geosciences, Xueyuan Lu 29, Beijing, 100083. China

## ABSTRACT

*Fossil assemblages consist on foraminifera and rare ostracodes; all samples have been quantitatively studied. Planktonic foraminifera allow us to characterise the Rotalipora cushmani Whiteinella archaeocretacea and Helvetoglobotruncana helvetica zones. Dominant species belong to genera Rotalipora and Dorothisia. Planispiral rounded and tapered rounded morphotypes are dominant in benthic assemblages from the upper part of the Rotalipora cushmani Zone, which shows an oxygen deficiency in the bottom waters. The scenery is completely different during the W. archaeocretacea Zone. All species of the genus Rotalipora became extinguished and other species temporally disappeared; both diversity and abundance are very low in these samples. The keeled/non-keeled planktonic foraminifera ratio fell from 100% to a mere 2%, then increasing until similar figures at the top of this zone. Genus Ammodiscus and other agglutinant foraminifera species are the most frequent specimens. This is probably caused by very low oxygen bottom waters. During the H. helvetica Zone, biotic recovery is well settled with the appearance of Helvetoglobotruncana helvetica (Bolli) and Marginotruncana spp. in the plankton, but it is not so clear in the benthos, which remains poor and with low diversity assemblages.*

**Key words:** Biostratigraphy, Foraminifera, CTBE, South Tibet.

Geogaceta, 20 (7) (1996), 1657-1660

ISSN: 0213683X

## Introducción

El proyecto PICG n° 350 "Cambios ambientales cretácicos en el Este y Sur de Asia" es continuación del proyecto n° 245 «Correlaciones del Cretácico no marino/Nonmarine Cretaceous Correlations». Como objetivo principal se estableció un mejor conocimiento de los cambios biológicos y ambientales durante el Cretácico en Asia oriental y meridional, por medio de investigaciones multidisciplinarias. Se trata de establecer la simultaneidad de acontecimientos paleoambientales mediante técnicas bio-, lito-, magneto- y quimioestratigráficas sobre una escala de referencia global. También el relacionar la Región Pacífica con el Tethys y la Provincia Boreal.

La zona del Himalaya, comprendida entre el Tibet y el Subcontinente Indio, pertenece a la parte oriental del Dominio Tectónico del Tethys. Al sur del río Yarlung Tsangpo los materiales cretácicos corresponden a depósitos de plataforma continental que se acumularon en el borde del talud del margen pasivo septentrional (actual) de la Placa Indica, de acuerdo con la división de los

depósitos marinos cretácicos realizada por Sun y Zhang (1983) (Fig. 1). Nuestro estudio se ha centrado sobre materiales tibetanos de la región de Gamba; esta investigación gira sobre la respuesta de las asociaciones de foraminíferos al evento global del límite Cenomaniense-Turonense.

## Materiales y Métodos

Se han muestreado un total de 180 m de la secuencia Cenomaniense superior-Turonense inferior de la sección de Gamba. Dicho muestreo abarca la parte superior de la Fm. Lengqingre, tomándose en ella las muestras cada metro, mientras que en el resto de la sección se hizo cada 3 a 5 m; en total se han estudiado 61 muestras. Las asociaciones fósiles están formadas por foraminíferos y algunos ostracodos. Todas las muestras se estudiaron cuantitativamente, tomándose 500 ejemplares al azar en la fracción de tamaños comprendidos entre 0,5 mm y 0,16 mm. La abundancia se calculó sobre la cantidad de muestra tamizada, refiriéndola al número de especímenes por 10 g de sedimento tratado.

## Estratigrafía

En la región de Gamba existen excelentes afloramientos de los Sistemas Cretácico y Paleógeno. Particularmente, hemos incidido sobre una secuencia que comprende el Cenomaniense superior y el Turonense inferior de los alrededores de el pueblo de Gamba, no lejos de la ladera norte del Qomolangma (Mt. Everest), hacia el este. Dicha secuencia presenta características litológicas, geoquímicas y fosilíferas que la hacen potencialmente de gran interés para el estudio del evento del Cenomaniense terminal. La investigación está basada sobre la sección de Gamba Zongshan (Castillo de Gamba) en el Tibet meridional, a unos 250 m al SE del pueblo de Gamba (Wen, 1974), perteneciente al Cinturón Sedimentario Meridional del Himalaya tethysiano (Fig. 1).

En el Tibet meridional los estratos del Cenomaniense y del Turonense constituyen las Formaciones Lengqingre y Xiawucubo (Wan, 1985; 1991). La Formación Lengqingre está formada por argilolitas y pizarras grises con intercalaciones, en oca-

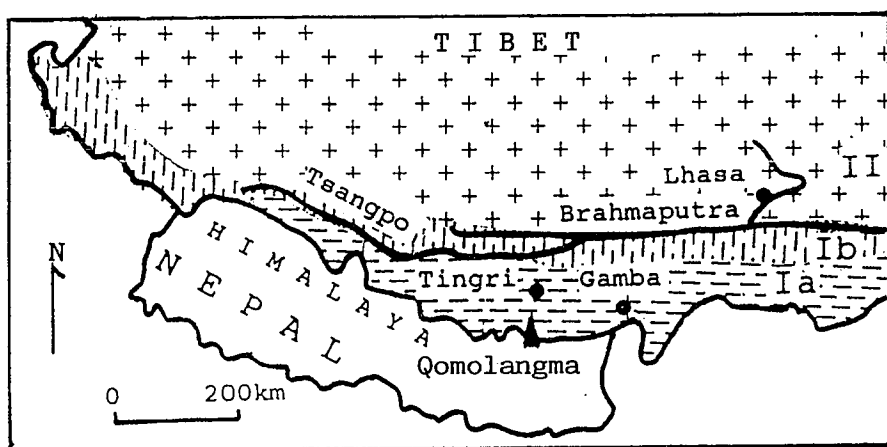


Fig. 1.- Situación del área estudiada en el Tíbet meridional. Placa Indica: Ia, Cinturón Sedimentario meridional del Tethys-Himalaya; Ib, Cinturón Sedimentario septentrional del Tethys-Himalaya. Placa Asiática: II, Cinturón Sedimentario del Karakorum-Lhasa.

Fig. 1.- Location of the studied area in southern Tibet. Indian Plate: Ia, Tethys-Himalayan southern sedimentary belt; Ib, Tethys-Himalayan northern sedimentary belt. Asian Plate: II, Karakorum-Lhasa sedimentary belt.

siones irregulares, de margocalizas grises laminadas y de calizas nodulosas; con una potencia total entre 215 y 245 m contiene alguna macrofauna, principalmente ammonídeos y bivalvos. La Formación Xiawucubo, que la sobreyace, está constituida por alternancias de calizas margosas grises y pizarras verde amarillentas, por meteorización, ya que frescas son más oscuras; su potencia varía entre los 100 y 106 m, siendo los bivalvos la macrofauna más usual. Ambas formaciones son ricas en microfauna, principalmente foraminíferos planctónicos (Herm *et al.*, 1985). Otros datos sobre microfácies y sedimentología pueden encontrarse en Willems y Zhang (1993).

En los estudios previos no se habían encontrado fósiles en los 20 m terminales de la Fm. Lengqingre, constituidos por pizarras grises oscuras, por lo que el límite Cenomaniense-Turonense se situó cercano pero por debajo del contacto entre dicha formación y la Fm. Xiawucubo, con la desaparición de *Rotalipora cushmani* (Morrow Wan 1985; 1991). Tampoco los resultados de la nanoflora calcárea permitieron delimitar ambos pisos, en parte por el excesivo espaciado del muestreo; así Xu y Mao (1992) establecieron una edad Cenomaniense medio a Turoniense inferior para la Fm. Lengqingre (zonas CC10-CC11, de Sissingh, 1977) y del Turoniense superior al Santoniense inferior para la Fm. Xiawucubo (zonas CC12-CC15) y, por su parte, Wan *et al.*, (1993) dataron el límite entre las formaciones Lengqingre y Xiawucubo como del Cenomaniense superior (Zona CC 10A-B, de Sissingh, 1977).

En el presente estudio se han encontra-

do microfósiles en el intervalo citado, lo que ha permitido una mejor discriminación en el problema planteado. El límite Cenomaniense-Turonense se sitúa dentro de la Zona de *Whiteinella archaeocretacea*, la cual se extiende entre los 90,6 y 125,2 m de la columna estratigráfica (Fig. 2). Su límite inferior viene definido por el último registro de *Rotalipora cushmani* (Morrow) y su límite superior por el primero de *Helvetoglobotruncana helvetica* (Bolli); este último coincide con el límite entre las formaciones Lengqingre y Xiawucubo en la sección estudiada (Fig. 2). Se han encontrado cambios importantes en las asociaciones de foraminíferos en la citada zona así mientras los foraminíferos son raros en la parte basal (entre los 90 y 101 m), con cuatro muestras estériles, en la parte media y superior se va incrementando su abundancia a partir del nivel de 103,2 m (muestra GZ 12-35; Fig. 2). El primer registro de *Helvetoglobotruncana praehelvetica* (Trujillo) se encuentra justo por encima de dicho evento. De forma que situamos, en la sección de Gamba Zongshan, el límite Cenomaniense-Turonense muy próximo al primer registro de *Helvetoglobotruncana praehelvetica*.

#### El evento del Cenomaniense terminal en la sección de Gamba Zongshan

Comúnmente los foraminíferos planctónicos dominan las asociaciones mientras que los bentónicos son raros e irregularmente repartidos. La riqueza y la abundancia de los microfósiles en la parte inferior de la sección (hasta el nivel de

90,6 m; Fig. 2) es alta y va decreciendo hacia techo. Las especies dominantes pertenecen a los géneros *Rotalipora*, entre los foraminíferos planctónicos, y *Dorothia* entre los bentónicos. Se aprecian importantes cambios en las asociaciones conforme nos acercamos a los niveles terminales del Cenomaniense. Las especies del género planctónico *Rotalipora*, que es el dominante en esta parte basal, van desapareciendo sucesivamente, primero *Rotalipora appenninica* (Brotzen), luego *Rotalipora greenhornensis* (Morrow) y *Rotalipora cushmani* (Morrow)

Las asociaciones de foraminíferos bentónicos en la parte inferior de la sección de Gamba Zongshan, en general, están caracterizadas por su alta riqueza y predominio. Los géneros *Dorothia*, *Anomalina* y *Lenticulina* son comunes, entre ellos *Dorothia* es dominante, hasta el 76 % de la microfauna bentónica, con una media entre el 40 y el 50 %. Corliss (1985) encontró que las morfologías más comunes en los foraminíferos infaunales profundos tenían una alta relación entre superficie y volumen. En condiciones disaeróbicas un género infaunal como *Dorothia*, con una morfología cónica redondeada, podría tener ventajas, ya que podría moverse fácilmente hacia la interfase agua/sedimento donde había suficiente cantidad de oxígeno disuelto para que sobreviviese. Por el contrario, bajo condiciones similares, las especies epifaunales de los foraminíferos podrían ser eliminadas de sus nichos. Las especies *Gavelinella intermedia* (Berthelin), *Anomalina solis* Nauss, *Dorothia sphaeroidalis* Wan y *Dentalinoides* sp. van desapareciendo una tras otra hacia techo.

Los cambios más evidentes en las asociaciones de foraminíferos se registran en el límite entre las zonas de *Rotalipora cushmani* y *Whiteinella archaeocretacea*; así desaparecen todas las especies de *Rotalipora* y otras no tienen registro temporalmente. Algunos *Heterohelix* se encuentran en la parte basal de la Zona de *Whiteinella archaeocretacea*, mientras que algunos ejemplares de *Whiteinella* y *Dicarinella* se encuentran en el conjunto de dicha zona. En general los foraminíferos son raros y hay cuatro horizontes estériles (Fig. 2). Este bioevento está remarcado por el porcentaje de los foraminíferos planctónicos carenados en el total de los planctónicos; así dicho índice cae desde casi el 100 % en la Zona de *Rotalipora cushmani* a un mero 2 %, aunque luego se recupere hacia la parte superior de la Zona de *Whiteinella archaeocretacea*. Muy pocas especies carenadas tienen registro por encima de la extinción de *Rotalipora cushmani* y sus presencias son siempre más escasas que las especies de *Whiteinella* (sin carena). Estas asociaciones son similares a

las que se encuentran globalmente. Según Hart (1980), este hecho ilustra que las aguas profundas estuvieron en ocasiones desprovistas de oxígeno y tuvieron una importante incidencia sobre la evolución de esos tipos de fauna planetónica. Por el contrario, las faunas sin carena dominadas por *Whiteinella* spp. que se registran regularmente, aunque no de forma abundante, podrían indicar aguas más o menos oxigenadas cerca de la superficie marina.

Sólo se han encontrado en unas pocas muestras algunos foraminíferos bentónicos. Las asociaciones están dominadas por especímenes aglutinantes pequeños del género *Ammodiscus*, con conchas generalmente menores de 0,25 mm de diámetro. Esto puede reducir el consumo de oxígeno e incrementar la eficiencia del intercambio al aumentar la relación superficie/volumen (Bradshaw, 1961). Este tipo de foraminíferos aglutinantes de pequeño tamaño están circunscritos a algunos horizontes en la Zona de *Whiteinella archaeocretacea*. También algunos raros ejemplares de las especies *Lenticulina franki* Marie y *Lenticulina warre goensis* Crespín sobrevivieron en estas condiciones. Por el contrario aumentan su presencia varias especies de ostracodos. Ello fue posible porque algunos ostracodos hacen circular grandes cantidades de agua por el interior de su caparazón para alimentarse por filtración, de esta forma están preadaptados a sobrevivir en aguas con bajo contenido en oxígeno (Leary y Peryt, 1991; Whatley, 1991). El empobrecimiento del conjunto de los biota en la parte inferior de la Zona de *Whiteinella archaeocretacea* podría haber sido originada por la expansión hacia la superficie de aguas pobres en oxígeno. Este panorama es similar al de otros niveles anóxicos relacionados con el evento del Cenomaniense terminal (Coccioni *et al.*, 1995), aunque no tan extremo.

Por encima del límite Cenomaniense-Turonense hay una apreciable recuperación de las faunas de foraminíferos. Los planctónicos incrementan su riqueza de 2 a 15 especies, con varias especies carenadas (p. ej.; *Helvetoglobotruncana helvetica*, *Marginotruncana* spp.). Los foraminíferos bentónicos son aún raros, lo que podría explicarse por una reoxigenación parcial de la columna de agua que dejaría la parte del fondo en condiciones disaeróbicas durante cierto tiempo. La recolonización de los nichos que quedaron vacantes sería lenta en comparación con el microplankton, en parte debida a los menores índices de migración del microbentos. Algunas especies de nueva aparición como *Spiroloculina* sp. se registran junto a supervivientes que ya estaban presentes en la Zona de *Whiteinella archaeocretacea*

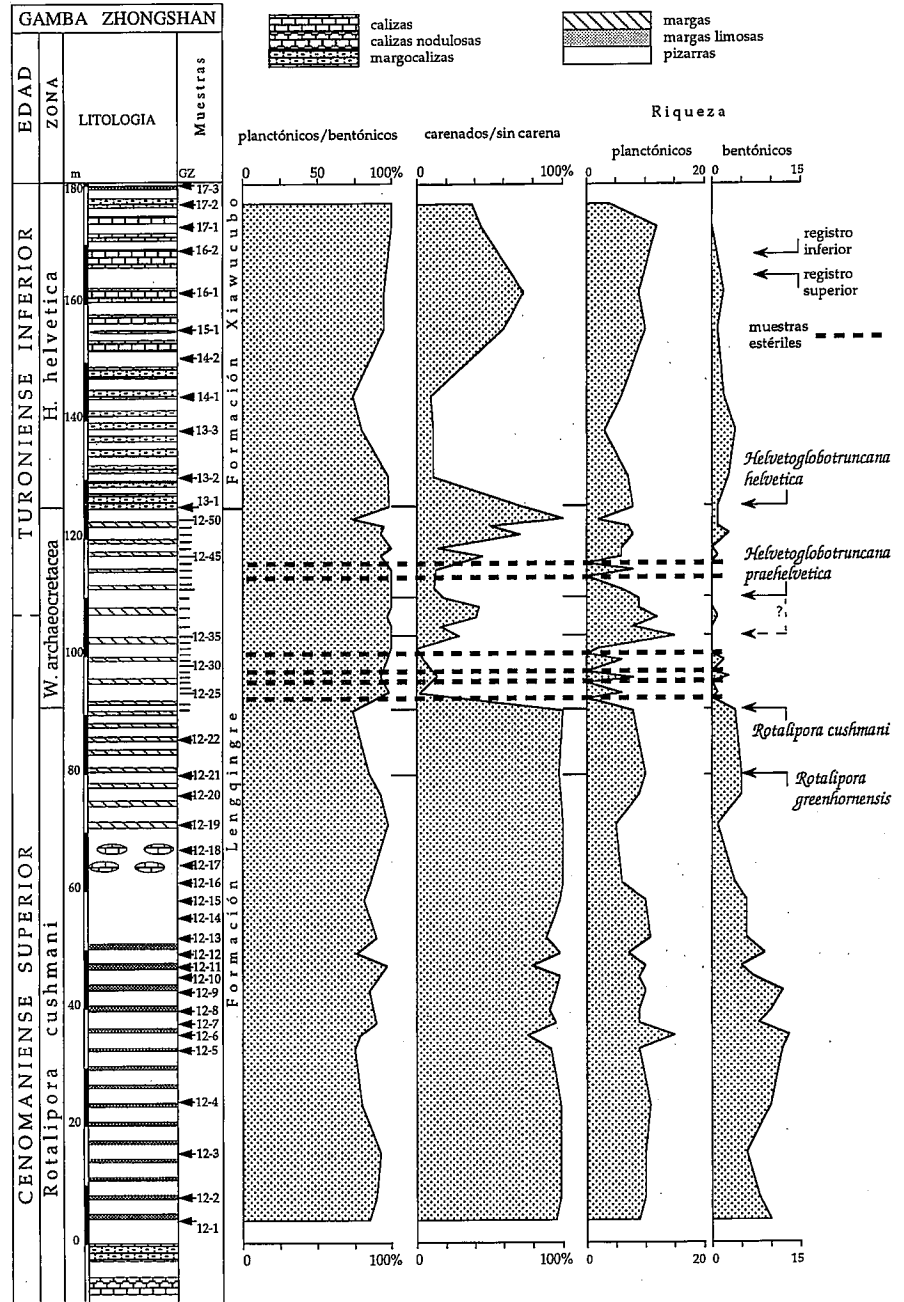


Fig. 2.- Proporciones de los foraminíferos planetónicos/bentónicos y de los foraminíferos planetónicos carenados/sin carena; e índice de riqueza (número de especies de foraminíferos por muestra)

Fig. 2.-Planktonic/Benthic foraminifera, keeled/non-keeled planktonic foraminiferatios and simple diversity index (number of foraminifera species per sample).

Las asociaciones bentónicas de la sección de Gamba Zongshan muestran en cierto modo unas características intermedias entre las localidades de aguas profundas anóxicas, p. ej.; el «Livello Bonarelli» en la sección de Bottaccione (Coccioni *et al.*, 1995) y las facies disaeróbicas de la sección de Ganuza, en el Norte de España (Lamolda y Peryt, 1995). Las asociaciones de foraminíferos planctónicos son bastante diferentes, ya

que mientras en la sección de Gamba Zongshan las especies carenadas de *Praeglobotruncana* y *Dicarinella* desaparecen temporalmente del registro, no lo hacen en el norte de España. Tal parece que la hipótesis de Hart (1980) es válida en algunas áreas, pero más bien excluyendo algunos taxones (tipo «Lazarus») que como elemento principal en la evolución y extinción de los foraminíferos planctónicos. De forma alternativa ó

adicionalmente, las disminuciones en la abundancia del fitoplancton (productividad primaria) durante el evento del Cenomaniense terminal (Lamolda *et al.*, 1994; Paul *et al.*, 1994) debió haber tenido efecto en la cadena trófica, sobre cada especie de acuerdo con su posición relativa en dicha cadena.

#### Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto n.º SAB94/0028, como parte del proyecto n.º PS 90/91, ambos de la DGI-CYT. Los trabajos de campo se financiaron parcialmente por el proyecto UPV 121.310-EC200/94.

#### Referencias

Bradshaw, J.S. (1961): *Contr. Cushman-Found. Foram. Res.*, 12, 87-106.

- Coccioni, R., Galeotti, S. and Gravili, M. (1995): *Rev. esp. Paleontol.*, n.º Homenaje al Dr. Guillermo Colom (Marcos A. Lamolda, ed.), 135-152.
- Corliss, B.H. (1985): *Nature*, 314, 435-438.
- Hart, M.B. (1980): *Nature*, 286, 252-254.
- Herm, D., Weidich, K.F., Willems, H., Ye, C., Zhang, B. and Zhong, S. (1985): *Terra Cognita*, 5, 264.
- Lamolda, M.A., Gorostidi, A. and Paul, C.R.C. (1994): *Cretaceous Research*, 14, 143-164.
- Lamolda, M.A. and Peryt, D. (1995): *Rev. esp. Paleontol.*, n.º Homenaje al Dr. Guillermo Colom (Marcos A. Lamolda, ed.), 101-118.
- Leary, P.N. and Peryt, D. (1991): *Hist. Biol.*, 5, 321-335.
- Paul, C.R.C., Mitchell, S., Lamolda, M.A. and Gorostidi, A. (1994): *Geol. Mag.*, 131, 801-817.
- Sissingh, W. (1977): *Geol. Mijnbouw*, 56, 37-65.
- Sun, D. and Zhang, B. (1983): *Cretaceous Research*, 4, 145-158.
- Wan, X. (1985): *Contribution Geology Qinghai-Xizang Tibet Plateau*, 16, 203-223.
- Wan, X. (1991): *Stratigraphy and Paleontology of China*, 1, 165-181.
- Wan, X., Burnett, J. and Gallagher, L. (1993): *Rev. esp. Micropaleontol.*, XXV, 41-56.
- Wen, S. (1974): in Scientific investigation to the Qomolangma Region. Geology, 148-183. *Scientific Publishing House*. Beijing.
- Whately, R. (1991): *Jour. Micropalaeontol.*, 10, 181-185.
- Xu, Y. and Mao, S. (1992): *Acta Micropalaeontol. Sinica*, 9, 331-347.