

REVISIÓN DE LOS BIOHORIZONTES DE FORAMINÍFEROS EN LOS MATERIALES PLIO-PLEISTOCÉNICOS DE SAN FERNANDO (CÁDIZ)

María de Gracia DÍAZ y Carmen BENOT

Departamento de Geología y Minería,
Facultad de Química. Universidad de Sevilla.
Prof. García González s/n. 41071 Sevilla.

ABSTRACT

The analysis of the Plio-Pleistocene boundary by means of planktonic foraminifera in San Fernando (Cádiz) has been realized. The biostratigraphic record differentiates two foraminiferal biozones —*Globorotalia inflata* Zone and *Globigerina calabra* Zone— which are assigned to the Late Pliocene and the Early Pleistocene respectively. First and last appearance events characterizing the Late Pliocene and the Early Pleistocene are observed in both biozones.

Keywords: Planktonic Foraminifera, Pliocene-Pleistocene Boundary, Biostratigraphy, Cadiz Bay, Spain.

RESUMEN

Se intenta determinar el tránsito Plio-Pleistoceno en San Fernando (Cádiz) mediante foraminíferos planctónicos. Se diferencian dos biozonas: zona de *Globorotalia inflata* y zona de *Globigerina calabra*, asignadas al Plioceno superior y Pleistoceno inferior respectivamente. En dichas zonas se observan niveles de apariciones y extinciones característicos del Plioceno superior y Pleistoceno inferior.

Palabras clave: Foraminíferos planctónicos, Límite Plioceno-Pleistoceno, Bioestratigrafía, Bahía de Cádiz, España.

INTRODUCCIÓN

En los alrededores de la Bahía de Cádiz, al SW de San Fernando (Cádiz), en el Cerro de los Mártires (Fig. 1), se localiza un afloramiento estudiado ya por Viguier (1974) y Zazo (1980). Estos autores asignaron la serie que aflora en el flanco meridional del cerro al Plioceno inferior, medio y superior.

Como ya se indicó anteriormente (Díaz et al., 1988; Benot et al., en prensa), en estos materiales la sedimentación marina ha sido continua durante dicha etapa y existe abundante microfauna del Plioceno superior y Pleistoceno inferior. Por tanto, en este área, se reúnen condiciones idóneas para la determinación del límite Plio-Pleistoceno.

En el presente trabajo se trata de precisar, en estos materiales, los niveles de aparición o extinción de algunas de las especies de foraminíferos planctónicos más próximos al límite Plio-Pleistoceno.

La base de la serie (Fig. 2) se inicia en la Ermita de los Mártires, donde afloran niveles de arcillas versicolores y yesos en facies de "Trias germano-andaluz", presentando la sucesión una dirección media N 65° E y buzamiento de 75° S.

Discordante sobre el Trias reposan unos 98 m de arenas finas en las que se han diferenciado dos tramos: uno basal (Tramo 1) de unos 44 m de espesor, constituido por arenas finas y limos, con intercalaciones margocilosas, y uno superior (Tramo 2) integrado por 54 m de arenas finas, suavemente granocrecientes hacia el techo y con intercalaciones decimétricas de arenas cementadas con carbonato cálcico. En continuidad sedimentaria con las arenas, constituyendo la parte alta de la serie, se encuentran areniscas y conglomerados (Tramo 3) con abundantes restos de ostreidos y pectínidos (Benot et al., 1989).

En esta etapa se ha realizado el estudio de los niveles limo-arenosos basales y los margosos del tramo 1, ya que en las capas arenosas superiores se ha observado la presencia de mezcla de fauna de diferentes edades (probablemente por removilización de materiales de áreas próximas), encontrándose junto a especies pleistocénicas y pliocénicas, otras mesozoicas y lo que es más grave, especies miocénicas que dificultan la interpretación de los datos obtenidos, principalmente en lo que se refiere a su extinción.

Además de los foraminíferos, están presentes otros grupos taxonómicos como ostrácodos, briozoos y abundantes radiolas de equínidos.



Figura 1. Localización geográfica del corte del Cerro de los Mártires.

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS

El estudio se realiza sobre 12 muestras elegidas, fundamentalmente, en los estratos margosos de la se-

rie (Tramo 1) y en los primeros niveles de limos arenosos en los que no parece haber contaminación.

La situación de las muestras, enumeradas a partir de la base de la serie, es la siguiente:

M-1	.....	a 2.6 m (limos arenosos)
M-2	.....	a 7.5 m (limos arenosos)
M-3	.....	a 10 m (margas)
M-4	.....	a 12 m (margas)
M-5	.....	a 17.5 m (margas)
M-6	.....	a 19.8 m (margas)
M-7	.....	a 20.5 m (margas)
M-8	.....	a 21 m (margas)
M-9	.....	a 22 m (margas)
M-10	.....	a 23 m (margas)
M-11	.....	a 35.6 m (margas)
M-12	.....	a 44 m (margas)

Los sedimentos fueron secados previamente, pesándose a continuación la cantidad de 25 g. Posteriormente fueron lavados, tamizados y secados, obteniéndose 3 fracciones: $\gg 420 \mu\text{m}$; $\gg 177 \mu\text{m}$; $\gg 60 \mu\text{m}$. Se seleccionó la fracción $\gg 177 \mu\text{m}$ para el estudio micropaleontológico.

Con anterioridad se había calculado la cantidad de foraminíferos que proporcionan 25 g de sedimentos, obteniéndose un número aproximado de 3.750 individuos. Las muestras se han seleccionado de forma que su contenido oscila entre 300 y 485 ejemplares (Tabla 1).

BIOZONACIÓN

El estudio micropaleontológico de las muestras recogidas en este corte, ha mostrado una amplia variedad específica junto con un elevado número de ejemplares. Esto ha permitido establecer, con cierta fiabili-

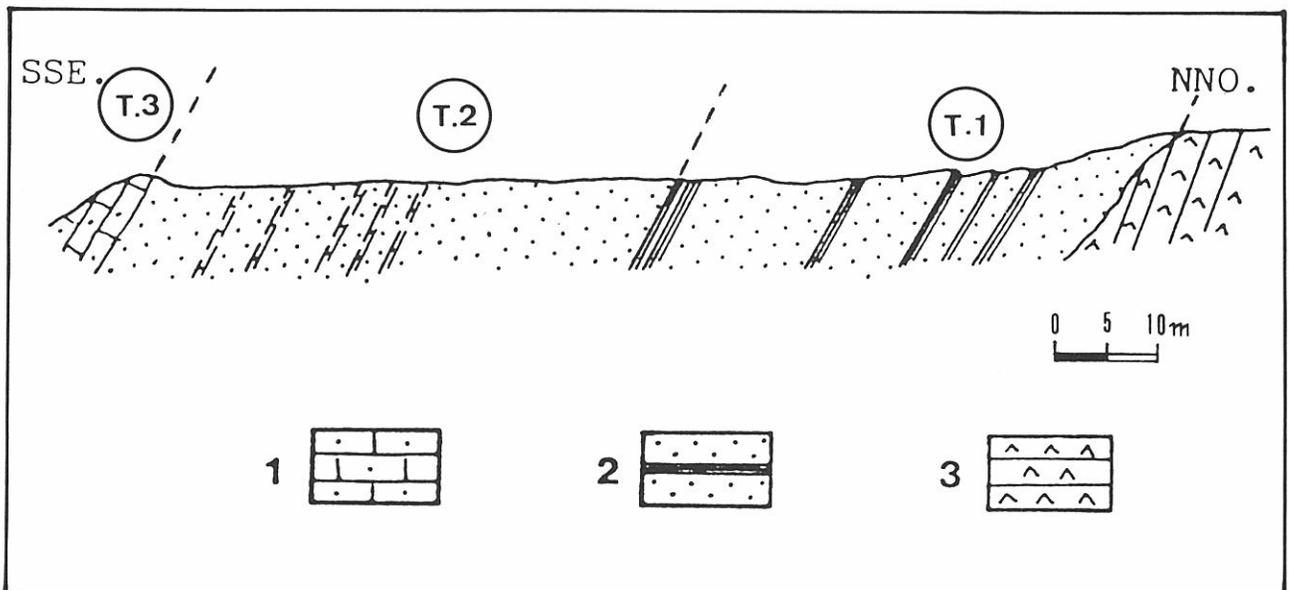


Figura 2. Corte geológico del Cerro de los Mártires. 1.- "Piedra ostionera". 2.- Arenas finas y limos. 3.- Arcillas y yesos del Triás.

MUESTRAS	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<u>Globigerina apertura</u>	1.00	0.00	0.34	0.65	0.00	0.00	0.32	0.33	1.30	0.00	0.00	0.00
<u>G. bulloides</u>	2.99	1.49	0.34	0.00	3.65	2.48	2.58	2.32	2.93	5.52	2.71	4.48
<u>G. aff. calida</u>	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>G. calabra</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>G. decoraperta</u>	1.00	0.89	0.00	0.00	0.33	1.86	0.00	0.66	0.65	1.84	0.60	2.52
<u>G. aff. digitata</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28
<u>G. falconensis</u>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.21	0.32	0.00	0.33	1.53	0.00	0.00
<u>G. parabulloides</u>	0.33	0.00	0.00	0.32	1.00	0.00	0.97	0.33	0.33	1.23	0.00	0.84
<u>G. praecalida</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>G. quadrilatera</u>	0.00	0.00	0.00	0.65	0.66	0.00	0.00	0.66	0.00	0.31	0.00	0.28
<u>G. rubescens</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.33	0.00	0.00	0.00	0.28
<u>G. woodi</u>	1.66	0.60	0.00	0.00	2.99	0.00	0.00	0.66	0.00	1.23	0.00	1.68
<u>Globigerinoides bollii</u>	4.98	0.30	0.68	0.32	0.33	0.41	0.00	0.00	0.33	0.61	0.00	0.84
<u>G. bulloideus</u>	1.66	0.00	0.34	0.32	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.92	0.00	0.00
<u>G. conglobatus</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>G. elongatus</u>	0.66	1.19	0.34	0.32	0.33	0.00	0.00	0.66	1.30	0.00	0.30	1.68
<u>G. gomitulus</u>	1.66	0.60	0.34	0.32	0.00	0.00	0.32	0.66	0.00	0.00	0.30	1.12
<u>G. inmaturus</u>	0.00	0.30	0.00	0.65	0.00	0.21	0.00	1.66	0.98	0.00	0.00	0.00
<u>G. obliquus</u>	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	1.03	0.65	0.00	0.65	0.92	0.30	0.28
<u>G. obliquus extremus</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
<u>G. quadrilobatus</u>	0.00	1.19	2.71	1.29	0.66	2.07	2.26	1.32	2.28	0.92	0.30	0.00
<u>G. ruber</u>	0.66	0.60	0.00	0.00	0.00	0.83	0.32	0.00	0.00	0.61	0.00	0.28
<u>G. sacculifer</u>	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.32	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
<u>G. sacculifer subsacculifer</u>	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.21	0.32	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>G. trilobus</u>	2.33	0.89	1.69	3.87	1.33	1.65	4.84	7.95	4.23	2.45	0.00	0.56
<u>Neogloboquadrina acostaensis</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<u>N. dutertrei</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.98	0.00	0.00	0.00
<u>N. incompta</u>	3.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.33	0.31	0.30	0.28
<u>N. humerosa</u>	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00
<u>N. pachyderma (d)</u>	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.28
<u>N. pachyderma (l)</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
<u>Orbulina bilobata</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
<u>Orbulina universa</u>	1.33	1.19	1.69	1.29	1.33	1.45	1.94	0.66	0.65	0.92	0.60	1.12
<u>Globigerinella siphonifera</u>	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.28
<u>Globorotalia bononiensis</u>	0.00	0.30	0.34	0.65	0.00	0.00	0.32	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00

MUESTRAS	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<i>G. crassaformis</i>	0.00	0.30	0.68	0.97	0.66	0.62	0.97	0.99	0.98	0.31	0.00	0.56
<i>G. crassaformis oceanica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>G. crassaformis ronda</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>G. crassula</i>	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.33	0.33	1.53	0.30	1.68
<i>G. inflata</i>	0.00	0.30	0.34	0.32	0.00	0.21	0.00	0.66	0.65	0.92	0.30	0.00
<i>G. obesa</i>	0.33	0.30	0.34	0.00	0.00	0.21	0.00	0.33	0.33	0.31	1.20	0.00
<i>G. praeheirsuta</i>	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>G. puncticulata</i>	6.31	0.30	0.00	0.32	1.99	0.41	0.97	0.66	0.65	0.61	0.30	0.00
<i>G. tosaensis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>G. truncatulinoides</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.33	0.33	0.31	0.00	0.00
<i>Globigerinita glutinata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00
<i>G. uvula</i>	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Turborotalita quinqueloba</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.30	0.00
Otros foraminíferos planct.	17.94	7.44	13.56	19.35	9.30	12.40	18.71	19.87	23.45	8.90	5.42	5.32
Nº de individuos bentónicos	150	271	220	211	222	348	188	170	158	220	288	269
Nº total de ejemplares	301	336	295	310	301	484	310	302	307	326	332	357
% planctónicos=100xP/(P+B)	50.16	19.34	25.42	31.93	26.24	28.09	39.35	43.70	48.53	32.51	13.25	24.64

Tabla 1. Análisis cuantitativo de los foraminíferos planctónicos determinados.

dad, una biozonación en la serie y por tanto asignarle una cronología. Se han reconocido dos zonas: zona de *G. inflata* y zona de *G. calabra*.

Zona de *G. inflata*

A partir del contacto con los materiales triásicos y a lo largo de los 20.5 m iniciales, se reconoce la zona de *Globorotalia inflata* (Fig. 3), caracterizada por la presencia de este taxon desde la base.

En la sección estudiada se extiende hasta la primera aparición de *Globigerina calabra* Colalongo y Sartoni. En estos niveles, los acontecimientos más destacados a partir de la base del perfil son:

- Presencia esporádica de *G. inflata* y *G. tosaensis* hasta el final de la zona.
- Primera aparición de *G. truncatulinoides* a los 7.5 m, de *G. aff. calida* a los 10 m y de *N. dutertrei*, a los 12 m.
- Decrecimiento en el número de individuos de *G. obliquus extremus*.
- Persistencia de *N. pachyderma* (d) en casi todas las muestras.

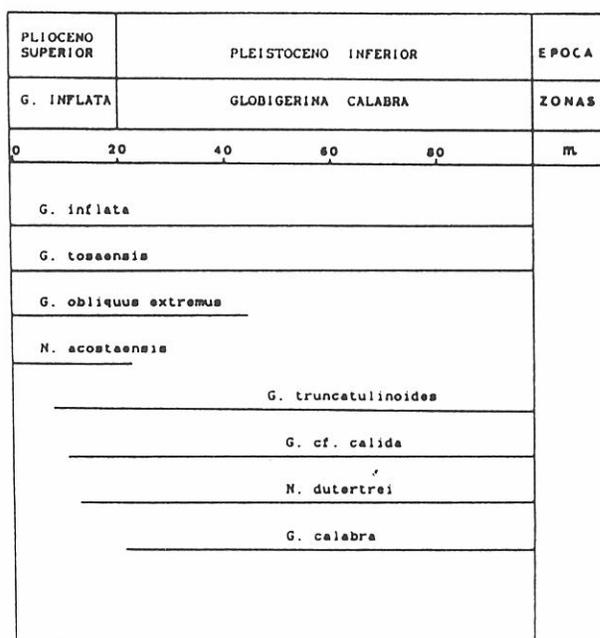


Figura 3. Extensión de las especies de foraminíferos planctónicos con significado cronoestratigráfico.

Esta zona se correlaciona con la zona del mismo nombre establecida por Cita (1972) y corregida en 1975. Además, es utilizada por diversos autores entre los que se destacan: Berggren (1972) y Poor y Berggren (1975), para latitudes templadas del Océano Atlántico (In Berggren, 1982); Rio y Sprovieri (1986), Weaver y Clement (1986), quienes, incluso, especifican que en el área por ellos estudiada (latitudes comprendidas entre 37° N y 52° N, en el Océano Atlántico), el BPA de *G. inflata* es sincrónico.

Cronoestratigráficamente, esta zona de *G. inflata* se atribuye al Plioceno final, de acuerdo con los autores citados. Sin embargo, el problema radica en su límite superior, ya que el biohorizonte elegido sería un evento marcador del límite Plio-Pleistoceno, el cual no ha sido establecido unánimemente por los distintos autores. Se trata, pues, de establecer los taxones que caractericen dicho límite. Esta cuestión será tratada en el apartado siguiente.

Límite Plio-Pleistoceno.

En este trabajo se han seguido las últimas directrices dadas internacionalmente para el reconocimiento de dicho límite, las cuales son expuestas brevemente a continuación.

En 1989 es aprobada la sección de Vrica (Italia) como estratotipo del límite Plio-Pleistoceno por la Comisión de Estratigrafía de INQUA (International Union of Quaternary Research). Esta comisión específica que debe situarse dicho límite al final de una capa sapropélica denominada *e* de dicha sección, por diversas razones:

1.- La capa *e* es fácilmente distinguible en la sección por ser la más gruesa de las capas sapropélicas. Estas resaltan bien entre las otras arcillosas por su estructura finamente laminada y distintiva coloración.

2.- En horizontes próximos a ella, ocurren diversos eventos bioestratigráficos que incluyen apariciones y extinciones de foraminíferos, nanoplancton, ostrácodos y moluscos.

3.- Se reconoce en sus proximidades el final del subcrono Olduvai, dato que facilita las correlaciones entre secuencias marinas y no marinas.

Se hace notar que el límite queda situado en un nivel inferior al propuesto por Colalongo *et al.* (1981).

La comisión acepta la edad de 1.64 m.a. para el límite Plio-Pleistoceno, determinada fundamentalmente por métodos paleomagnéticos (Tauxe *et al.*; 1983). Además reitera que el comienzo del Pleistoceno, en principio, no tiene porqué tener una implicación climática, ya que influye en el clima la latitud y altitud. Habría, pues, que descartar la existencia de un imprescindible deterioro climático para la identificación del comienzo del Pleistoceno (Aguirre y Pasini, 1985).

Considerando los datos bioestratigráficos del estratotipo aceptado se ha reconocido el límite Plio-Pleistoceno en estos materiales mediante la primera aparición de *G. calabra*. Se ha identificado, así mismo, el BPA de *N. dutertrei* que en el estratotipo de Vrica que-

da muy próximo al nivel del límite, pero anterior a él. Este dato podría ser, también, considerado como indicador, o bien situar una zona de transición entre ambos, ya que *G. calabra* aparece algo posterior al límite.

Zona de *G. calabra*.

Esta zona se localiza a lo largo de todo el resto de este tramo, y se considera como zona de extensión parcial de *G. calabra* (fig. 2), cuyo BPA es reconocido a los 20.5 m.

Los acontecimientos bioestratigráficos más destacables en estos materiales son:

- BUA de *N. acostaensis*, a los 23 m.
- BUA de *G. obliquus extremus*, a los 44 m.
- Persistencia de *N. pachyderma* (d) acompañada esporádicamente de ejemplares de la forma levógiara. No se ha observado el predominio de *N. pachyderma* (1), al que se refieren Colalongo *et al.* (1981) cuando estudian el estratotipo del límite Plio-Pleistoceno de la sección de Vrica.

Esta zona se correlaciona con la zona del mismo nombre de Colalongo y Sartoni, 1979, seguida por Barrier *et al.*, 1987 y en parte con la zona de *Globigerina cariacensis* de Cita (1975), emended (In: Rio y Sprovieri, 1986). Se ha aceptado la denominación de zona de *G. calabra* ya que la primera aparición de dicha especie resulta ser, como se dijo anteriormente, el evento bioestratigráfico más significativo para marcar el límite Plio-Pleistoceno, de acuerdo con la distribución bioestratigráfica del estratotipo aceptado por INQUA Commission on Stratigraphy, 1989.

Rio y Sprovieri (1980) atribuyen la zona de *G. cariacensis* al inicio del Pleistoceno, ya que el BPA de este taxon era considerado como el primer evento bioestratigráfico del Pleistoceno (Colalongo *et al.*, 1981). Al ser modificado el límite en 1989, resultaría serlo el BPA de *G. calabra*.

Weaver y Clement (1986) proponen la zona de *N. pachyderma* (1) como primera zona del Cuaternario utilizando como indicador el BPA de *N. pachyderma* (1) de pared "heavily incrustated", en latitudes altas; sin embargo reconoce que en latitudes más bajas, próximas a las de la sección estudiada, no puede aplicarse este criterio debido a la escasez de esta forma.

Ma'alouleh y Moullade (1985) en el N.O. del Atlántico, y para latitudes medias, reconocen el límite Plioceno-Cuaternario con el BPA de *G. truncatulinoi-des*, y lo sitúan a 1.8 m.a. Al ser la edad aceptada para el límite de 1.64 m.a., este biohorizonte sería pliocénico.

DISCUSIÓN SOBRE ALGUNOS DE LOS MORFOTIPOS DETERMINADOS

Globigerina calabra Colalongo y Sartoni.

Esta especie, característica del inicio del Pleistoceno (Aguirre y Pasini, 1985), es la única exclusivamente de edad cuaternaria que se encuentra en las muestras

estudiadas. Se diferencia de *Globigerina calida* Parker por sus cámaras más comprimidas y el más lento desarrollo de la espira.

Globigerina bulloides d'Orbigny

Esta especie presenta gran variabilidad en cuanto a su tamaño. Algunos ejemplares muestran la espira algo elevada por lo que fué tomada por las autoras, Benot *et al.*, (1989), como *G. cariacensis* Rögl y Bolli.

Globigerina cf. digitata Brady

Muy rara. Se observa gran variabilidad en las formas. Algunos ejemplares se asemejan a los de Colalongo (Colalongo *et al.*, 1981) y otros presentan la última cámara de forma algo cónica, si bien no es evidente la elongación radial de la penúltima cámara.

Globigerinoides obliquus extremus Bolli y Bermúdez

Su extinción ocurre en el nivel correspondiente a 44 m. Algunos de los últimos ejemplares reconocidos presentan ciertas desviaciones morfológicas, como son las últimas cámaras más globosas y la abertura en arco más alto. Su extinción no es muy fiable debido a que en algunos niveles superiores existe contaminación miocénica.

Neogloboquadrina pachyderma (Ehrenberg)

Se han reconocido en estas muestras ejemplares dextrógiros y levógiros mostrando algunos de estos el tipo de pared "heavily incrusted".

Globorotalia bononiensis Dondi

Su presencia en algunos niveles está en desacuerdo con los datos sobre su extinción que la sitúan antes del inicio del Pleistoceno (Raffi y Sprovieri, 1984).

Globorotalia crassaformis (Galloway y Wissler)

En el techo de la serie predominan individuos carenados. A ellos se refiere Cifelli (1976) destacando que la especie llega a ser ligeramente carenada en tiempos más recientes. En esta sección se determinan algunos ejemplares con carena "no tan ligera". Pujol y Duprat (1984) advierten que el grupo *G. crassaformis* no está todavía bien diversificado y Hornibrook (1982) señala que estos ejemplares carenados podrían pertenecer a una nueva subespecie.

Globorotalia inflata (d'Orbigny)

Es reconocida desde la base del corte, pero su presencia es esporádica. Los ejemplares no presentan nunca menos de tres cámaras y media. Además de estas formas, existen otras que por sus caracteres podrían pertenecer a *Globorotalia puncticulata* (Deshayes), de acuerdo con la descripción que hace Hornibrook (1981) de la primera población de *G. inflata*.

Globorotalia truncatulinoides (d'Orbigny).

Las formas identificadas son de tamaño medio y pequeño. Su característica principal, en general, es la presencia de carena en las cuatro primeras cámaras de la última vuelta de espira, faltando totalmente en la última. Sólo se han encontrado de manera esporádica algunas formas con carena completa en los niveles más altos. En la descripción del neotipo de esta especie, Blow (1969) la separa de su antecesora *G. tosaensis tenuithecica* Blow, utilizando el criterio de la adquisición de carena imperforada, no importando su posición o extensión en la última vuelta de espira.

CONCLUSIONES

En el tramo 1 de la sección estudiada se han reconocido los siguientes acontecimientos bioestratigráficos:

1. — Presencia de *G. inflata* y de *G. tosaensis* desde la base de la serie, reconociéndose con estas especies la zona de *G. inflata*. Los BPA de estos taxones se atribuyen a la parte más alta del Plioceno superior.
— Primera aparición de *G. truncatulinoides*, de *G. aff. calida* y de *N. dutertrei*, conocidos indicadores del techo del Plioceno superior (Berggren, 1985; Aguirre y Pasini, 1985).

2. — Primera aparición de *G. calabra*, reconociéndose con este evento el inicio de la zona del mismo nombre.
— Probable extinción de *N. acostaensis* y de *G. obliquus extremus*.

Los eventos reseñados en este segundo apartado han sido asignados al Pleistoceno inferior (Aguirre y Pasini, 1985).

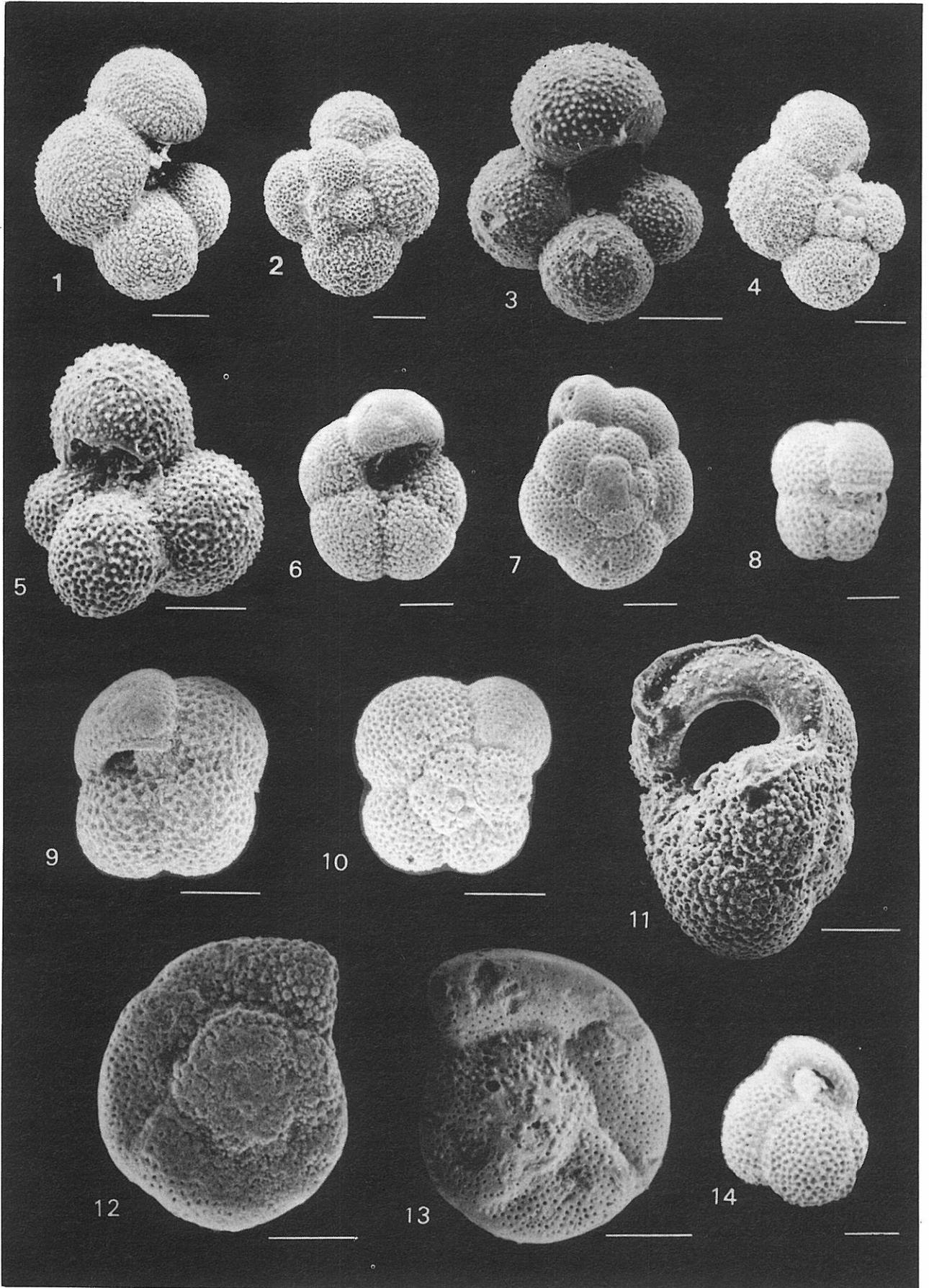
De acuerdo con lo que antecede, los materiales de

Lámina I.

- 1 *Globigerina calabra* Colalongo y Sartoni. 20.5 m. × 100.
- 2 *Globigerina calabra* Colalongo y Sartoni. 28 m. × 100.
- 3 *Globigerina aff. calida* Parker. 12 m. × 100.
- 4 *Globigerina aff. calida* Parker. 16.2 m. × 100.
- 5 *Globigerina aff. digitata* Brady. 28 m. × 150.
- 6 *Neogloboquadrina dutertrei* (d'Orbigny) 16.1 m. × 100.
- 7 *Neogloboquadrina dutertrei* (d'Orbigny) 43.6 m. × 100.
- 8 *Neogloboquadrina pachyderma* (1) (Ehrenberg). 30 m. × 100.
- 9 *Neogloboquadrina pachyderma* (d) (Ehrenberg). 12 m. × 150.

- 10 *Neogloboquadrina pachyderma* (d) (Ehrenberg). 12 m. × 150.
- 11 *Globorotalia inflata* (d'Orbigny). 11 m. × 150.
- 12 *Globorotalia tosaensis* Takayanagi y Saito. 14.4 m. × 150.
- 13 *Globorotalia truncatulinoides* (d'Orbigny). 14.8 m. × 150.
- 14 *Globigerinoides extremus* Bolli y Bermúdez. 22 m. × 100.

Escala gráfica = 100 μ .



la sección estudiada (tramo 1) se pueden atribuir al Plioceno superior y Pleistoceno basal.

El reconocimiento del límite Plio-Pleistoceno se ha basado en la primera aparición de *G. calabra*, especie cuaternaria determinada en este tramo.

AGRADECIMIENTOS

A D. Eduardo Gómez del Instituto de Biología Aplicada y Recursos Naturales (CSIC) por la realización de las fotografías en el MEB.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, E. y Pasini, G. 1985. The Pliocene-Pleistocene boundary. *Episodes*, 8, 116-120.
- Barrier, P.; Casale, V.; Costa, B.; Di Geronimo, I.; Oliveri, O.; Rosso, A. 1987. La sezione plio-pleistocenica di Pavigliana (Reggio Calabria). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 25, 107-144.
- Benot, C.; Díaz, M.G.; Mayoral, E.; Parra, A. y Rodríguez Vidal, J. (en prensa). Nuevas aportaciones para la determinación del límite Neogeno-Cuaternario en la Bahía de Cádiz (SO de España). *Temas Geológicos y Mineros*. Monografía del Instituto Tecnológico Geominero de España.
- Berggren, W.A. 1982. Neogene Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy and Biogeography: Atlantic, Mediterranean, and Indo-Pacific Regions. In: *Pacific Neogene Datum Planes. I.G.C.P. Project 114*, (Ed. R. Tsuchi). Tokyo (Univ. Tokyo Press), 111-161.
- Berggren, W.A.; Kent, D.W. y Van Couvering, J.A. 1985. Neogene Geochronology and Chronostratigraphy. In: *The Chronology of the Geological Record*. (Ed. N.J. Snelling). Blackwell Scientific Publications. 10, 211-260.
- Blow, W.H. 1969. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Bronniman, R. and Renz, H.H. eds., *First International Conference on Planktonic Microfossils, Geneva, Proc.*, 199-421 pp.
- Cifelli, R. 1976. Views and observations on the taxonomy of certain Neogene planktonic foraminiferal species. In: *Progress in Micropaleontology Press*. (Ed. Y. Takayanagi y T. Saito). American Museum of Natural History.
- Colalongo, M.L. y Sartoni, S. 1979. Schema biostratigráfico per il Pliocene e il basso Pleistocene in Italia. Nuovi contributi alla realizzazione della carta Neotettonica d'Italia: *Consiglio Naz. Ric. Prog. Fin. Geodinamica: Sottoproc. Neotettonica, Pubbl.*, 251, 645-654.
- Colalongo, M.L.; Pasini, G. y Sartoni, S. 1981. Remarks on the Neogene-Quaternary boundary and the Vrica Section (Calabria, Italia). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 20, 99-120.
- Díaz, M.G.; Parra, A. y Benot, C. 1988. Datos preliminares sobre materiales plio-pleistocénicos en San Fernando (Cádiz). *IV Jornadas de Paleontología. Resumen de las Comunicaciones. Salamanca*.
- Haq, B.U., Berggren, W.A. y Van Couvering, J.A. 1977. Corrected age of the Pliocene/Pleistocene boundary. *Nature*, 269, 483-488.
- Hornibrook, N.B. 1981. *Globorotalia* (Planktic Foraminiferida) in the Late Pliocene and Early Pleistocene of New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 24, 263-293.
- Hornibrook, N.B. 1982. Late Miocene to Pleistocene *Globorotalia* (Foraminiferida) from DSDP Leg 29, Site 284, Southwest Pacific. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 25, 83-99.
- Ma'alouleh, K. y Moullade, M. 1986. Biostratigraphic and Paleoenvironmental study of Neogene and Quaternary Planktonic Foraminifers from the lower continental rise of the New Jersey margin (Western North Atlantic), Deep Sea Drilling Project, leg 93, Site 603. *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, 93, 481-491.
- Pujol, C. y Duprat, J. 1984. Quaternary and Pliocene Planktonic Foraminifers of the Northeastern Atlantic (Goban Spur), Deep Sea Drilling Project, Leg 80. *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, 80, 683-723.
- Raffi, I. y Sprovieri, R. 1984. Calcareous plankton in the DSDP Hole 125 Leg 13 (Ionian Sea Eastern Mediterranean): a review. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 23, 1, 53-73.
- Rio, D. y Sprovieri, R. 1986. Biostratigrafía integrada del Pliocene-Pleistocene in un'ottica di Stratigrafía Sistemica. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 25, 65-85.
- Viguier, C. 1974. *Le Neogene de l'Andalousie Nord-Occidentale (Espagne)*. Thèse Université de Bordeaux, 1-450.
- Weaver, P.P.E. y Clement, B.M. 1986. Magnetobiostratigraphy of Planktonic Foraminiferal Datums: Deep Sea Drilling Project, Leg 94, North Atlantic. *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, 94, 815-829.
- Zazo, C. 1980. *El Cuaternario marino-continental y el límite Plio-Pleistoceno en el litoral de Cádiz*. Tesis Universidad Complutense de Madrid.