UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE ESTRATIGRAFÍA Y PALEONTOLOGÍA

ESTUDIO PALEONTOLÓGICO Y ESTRATIGRÁFICO DEL OLIGO-MIOCENO DE LA FORMACIÓN QOM (IRÁN CENTRAL)

TESIS DOCTORAL

Keyvan Khaksar

GRANADA 1996

KHAKSAR, KEYVAN
CURSO 95-96

Biblioteca Universitaria de Granada
01533880

T-prov-16/39

UNIVERSIDAD DE GRANADA
Facultad de Ciencias
Fecha 22-2-96
ENTRADA NUM. 407

UNIVERSIDAD DE GRANADA
16 FEB. 1996
COMISION DE DOCTORADO

T
15
96

DEPARTAMENTO DE ESTRATIGRAFÍA Y PALEONTOLOGÍA

ESTUDIO PALEONTOLÓGICO Y ESTRATIGRÁFICO DEL OLIGO-MIOCENO DE LA FORMACIÓN QOM (IRÁN CENTRAL)

Tesis Doctoral que presenta Keyvan Khaksar para optar el grado de Doctor en Ciencias Geológicas por la Universidad de Granada.

Fdo: Keyvan Khaksar

Directores: Dr. ANTONIO CHECA GONZALEZ

Dr. ANTONIO PABLO JIMENEZ JIMENEZ

Dr. JORGE MARTINEZ GALLEGO

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
GRANADA
Nº Documento 1967952
Nº Copia 21277469

Universidad de Granada
1996

INDICE

INTRODUCCIÓN..... 1

AGRADECIMIENTOS..... 3

OBJETIVOS..... 4

ANTECEDENTES..... 5

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA..... 7

MÉTODOS DE TRABAJO..... 8

LA ESTRUCTURA DE LA MEMORIA..... 9

SIMBOLOGÍA..... 11

DESCRIPCIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS PERFILES..... 13

INTRODUCCIÓN..... 15

PERFIL DE DOCHAH..... 17

PERFIL DE KAMAR KUH..... 29

PERFIL DE EIDAJTI..... 43

PERFIL DE DO BARADAR..... 54

PERFIL DE NARDAGHI..... 68

PERFIL DE JORABAD..... 76

PERFIL DE SHURAB..... 83

PERFIL DE BICHAREH..... 92

PERFIL DE NAVAB..... 99

MODELO SEDIMENTARIO PARA LOS DISTINTOS MIEMBROS EN LOS PERFILES ESTUDIADOS..... 107

INTRODUCCIÓN..... 109

MIEMBRO A..... 111

MIEMBRO B..... 117

MIEMBRO C..... 119

SUBMIEMBRO C_1..... 119

SUBMIEMBRO C_2..... 123

SUBMIEMBRO C_3..... 127

SUBMIEMBRO C_4..... 129

MIEMBRO D..... 129

MIEMBRO E..... 130

CONCLUSIONES..... 134

RECONSTRUCCIÓN DE LA PALEOGEOGRAFÍA DE IRÁN EN RELACIÓN CON LA DISTRIBUCIÓN DE LAS CUENCAS OLIGO-MIOCENAS DEL ESTE DEL TETHYS..... 137

RECONSTRUCCIÓN PALEOGEOGRÁFICA DE IRÁN CENTRAL..... 139
RECONSTRUCCIÓN PALEOGEOGRÁFICA DE ORIENTE MEDIO y EURASIA EN EL OLIGO-MIOCENO..... 145
ESTUDIO PALEOCLIMATOLÓGICO DE LA FORMACIÓN QOM..... 149
PALEOCLIMATOLOGÍA DE LA FORMACIÓN QOM..... 151
PALEOCLIMATOLOGÍA DEL MEDITERRÁNEO y GLOBAL EN EL OLIGO-MIOCENO..... 153
ESTUDIO DE LA RITMICIDAD CALIZO-MARGOSA..... 155
INTRODUCCIÓN..... 157
LA RITMITA CALIZO-MARGOSA DE LA FORMACIÓN QOM..... 159
ANÁLISIS SECUENCIAL..... 161
INTRODUCCIÓN..... 163
UNIDAD 1..... 165
UNIDAD 2..... 166
UNIDAD 3..... 168
UNIDAD 4..... 171
UNIDAD 5..... 172
CONCLUSIONES..... 173
PALEONTOLOGÍA..... 177
SISTEMÁTICA..... 179
INTRODUCCIÓN..... 179
CLASE BIVALVIA..... 181
CLASE GASTROPODA..... 214
CLASE CEPHALOPODA..... 228
CLASE ECHINODERMATA..... 229
CRONOBIOESTRATIGRAFÍA DE LOS DEPÓSITOS DE LA FORMACIÓN QOM..... 240
DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE LAS FAUNAS Y BIOZONACIÓN PROPUESTA..... 240
PALEOBIOGEOGRAFÍA DE LOS BIVALVOS DE LA FORMACIÓN QOM..... 248
CONCLUSIONES..... 253
BIBLIOGRAFÍA..... 259
LAMINAS..... 291

A mi familia

INTRODUCCIÓN

AGRADECIMIENTOS

Resulta difícil agradecer adecuadamente a todas y cada una de las numerosas personas que de una u otra forma me han prestado ayuda, contribuyendo así a la realización de este trabajo.

En primer lugar, quiero expresar mi sincera gratitud a los directores de mi Tesis, Antonio Checa, Antonio Jiménez y Jorge Martínez, Sus generosa ayuda en estos últimos años ha sido sin duda un factor determinante en la realización de esta memoria.

Agradezco a José Rodríguez Fernández y a Francisco Rodríguez Tovar la revisión crítica de algunos capítulos de este trabajo. Sus sugerencias fueron de gran ayuda y buena parte de ellas quedan reflejadas en estas páginas.

A Isabel Sánchez por la gran amistad y ayuda en diversos cuestiones relacionados con la tesis.

A Manuel García Hernández y Juan Carlos Braga, por las diferentes ocasiones en que han contribuido a solucionar mis dudas relacionadas con el estudio de las microfacies mediante lámina delgada.

A Socorro Aranda, y Serafín y Alberto Montes, por su disposición y colaboración en todo momento.

Quiero agradecer con respeto y afecto al director y a todos los miembros del departamento de Estratigrafía y Paleontología, su actitud abierta y comprensiva. Asimismo agradezco a este Departamento, al Grupo de Investigación "Estudio de los Márgenes Mesozoicos de Iberia" (nº 4064 de la junta de Andalucía) y al Proyecto de Investigación PB90-0854 de la DGICYT (Ministerio de Educación y ciencia), la puesta a disposición de sus medios materiales.

Por lo que se refiere a Irán, en primer lugar quiero agradecer a mi familia su gran dedicación en estos años, especialmente a mi hermano, por su apoyo constante.

A mis amigos Hossein Ali Partoazar y Mariamnaz Bahrammanesh, del Servicio Geológico Iraní, que han contribuido en la búsqueda de la información bibliográfica y en la preparación de las muestras. Sin duda sus apoyos incondicionales me fueron de gran utilidad.

A mi amigo Mohamad Musavi Ruhbakhsh, de la Compañía Petrolífera Iraní, por sus valiosas sugerencias, cuyo orientaciones han sido muy importantes para mí.

A mis buenos amigos y compañeros Bahram Ghadiri y Ali Monibi que para acompañarme han tenido en numerosas ocasiones que aguantar el calor de julio y agosto de uno de los desiertos más secos y cálidos del mundo.

OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto de investigación que constituye mi tesis de doctorado es el estudio paleontológico y estratigráfico de la formación Qom, en Irán central. En este trabajo se realizará el análisis sedimentario, paleontológico y tafonómico junto al reconocimiento integral de bio- y litofacies de los diferentes miembros que constituyen esta formación. Este análisis permitirá llevar a cabo una reconstrucción paleoambiental y paleogeográfica para distintos planos de tiempo con el objeto de establecer la evolución de la cuenca sedimentaria durante el Oligo-Mioceno. Finalmente se efectuará un análisis comparativo con otras cuencas de dominios próximos.

ANTECEDENTES

Los estudios de los sedimentos del Oligo-Mioceno de Irán central se iniciaron cuando LOFTUS (1855) estudió por primera vez los *Nummulites* de los alrededores del lago de Urmyye. A partir de aquí no se realizaron estudios sobre materiales de la formación Qom, hasta que STAHL (1911) llevó a cabo estudios sobre las calizas del Oligo-Mioceno en diferentes zonas de Irán. El primer estudio exclusivamente paleontológico se debe a DOUGLAS (1927).

KUHN (1931) tras estudiar los sedimentos del Mioceno de Irán, correlacionó estos depósitos, desde punto de vista estratigráfico, con sedimentos alemanes de la misma edad. Este autor además investigó la taxonomía de los corales del Mioceno de Saiid Abad (Esfahan). SHAW (1934) realizó los primeros estudios de interés petrolífero en los campos de Alborz y Seraje situados alrededor de Qom; en SAJADI (1990). Posteriormente por estos mismos intereses JAFARI (1950), STOCKLIN (1951) y HUBER (1953) realizaron, respectivamente, estudios de perfiles estratigráficos de los montes de Qom, de la zona de Kavir en la parte NE de la línea ferroviaria Qom-Kashan y de la geología de la zona de Esfahan-Kashan-Naiin.

No obstante, los primeros estudios concretos sobre la formación Qom fueron realizados por FURRER y SODER (1955), quienes analizaron los sedimentos marinos Oligo-Miocenos de Qom; por primera vez distinguieron diferentes miembros dentro de la formación Qom. STOCKLIN (1954) estudió los relieves de los alrededores de Qom y de las montañas de Qom-Ravand, Kashan-Esfahan y Ardestan. GANSSER (1955) llevó a cabo un nuevo estudio geológico de interés petrolífero en Irán central y en este mismo año la compañía petrolífera Iraní publicó el mapa de Irán a escala 1:2.500.000. Posteriormente BALAVOINE (1959), estudió los briozoos de la región de Qom.

A lo largo de los años 1960-1970 los intereses petrolíferos han sido una de las causas del estudio de los sedimentos marinos en los campos de Alborz y Saraje, situados respectivamente 8 km al N y 30 km al S de la ciudad de Qom; estos estudios contribuyeron a aumentar la información geológica de la formación

Qom en esta zona (ABAIE et al. 1964).

BOZORGNIA y KALANTARI (1965) estudiaron los *Nummulites* del área central de Irán. BOZORGNIA (1965) atribuyó los *Nummulites* del límite entre la Formación Roja Inferior y la formación Qom en el Sur de Kashan al Rupeliense (Oligoceno inferior). En 1965 realizó investigaciones biocronoestratigráficas sobre la base de unos 8000 muestras recogidas en la zona entre Hamedan, al Oeste, y Semnan, al Este, y desde Surak, al Norte, hasta Kashan, al Sur de la cuenca. Sus resultados indican que esta zona estuvo formada por diferentes cuencas interconectadas. Desde el punto de vista cronológico este autor delimitó la formación Qom entre la zona de *Globorotalia opima opima* BOLLI (Oligoceno superior) y la zona de *Globigerinatella insueta* CUSHMAN y STAINFORTH (Burdigaliense superior), este autor correlacionó la formación Qom con los depósitos pertenecientes a otras formaciones de diferentes partes del mundo (Fig.24).

Posteriormente, MEHRNUSH y HAJIAN (1969) han realizado estudios paleontológicos y estratigráficos en los alrededores de Kashan. Entre los años 1970 y 1972, HAJIAN, ZAHEDI y ALAVI-NAINI efectuaron sus tesis de doctorado, respectivamente, en la regiones de Tafresh (Noroeste de Irán central), Soh (Oeste de Irán central) y Djam (Norte de Irán central).

Posteriormente, STEININGER et al. (1977) estudiaron la paleontología del Oligo-Mioceno de la zona de Abegarm Zofreh (Esfahan). Tiene un interés especial el trabajo de KALANTARI (1981) consistente en un atlas de los fósiles hasta entonces reconocidos en Irán.

MEISSAMI (1978) estudió la especie *Amusium cristatum* (BRONN) en la formación Qom. KALANTARI (1986) publicó el estudio de las microfacies de las rocas carbonatadas de Irán y en 1989, NAYEBI, estudió la paleontología de los montes de Qom. VAZIRI (1987) y SAJADI (1990) en sus tesis de licenciatura realizaron respectivamente un estudios petrológico y paleontológico en la zona de Natanz y Ardestan y investigaciones sobre la geología, estratigrafía y paleontología del Sur de Kashan.

Finalmente ATARPUR (1991) ha llevado a cabo en su tesina un

estudio sobre la petrología y paleoambiente del miembro A en tres perfiles situados en la proximidad de la ciudad de Qom.

A partir de estos antecedentes está claro que no existen estudios de la reconstrucción espacio temporal de la formación Qom, de estilo del que aquí se propone.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La cuenca de Qom (que lleva el mismo nombre de la ciudad Iraní situada a 156 km al Sur de Teherán) es una cuenca sedimentaria con dirección NO-SE y se sitúa entre dos cadenas montañosas, la de Alborz y la de Zagros (Fig.27).

En general, los grandes relieves de la zona son el resultado de una intensa tectónica, siendo frecuentes estructuras como fallas y pliegues. Estos últimos son, en muchos casos, isoclinales, lo que da como consecuencia buzamientos casi verticales.

Las coordenadas geográficas (Fig.27) que delimitan el área estudiada son las siguientes:

50º 40′ 00′′ a 51º 40′ 00′′

Y

33º 50′ 00′′ a 34º 45′ 00′′

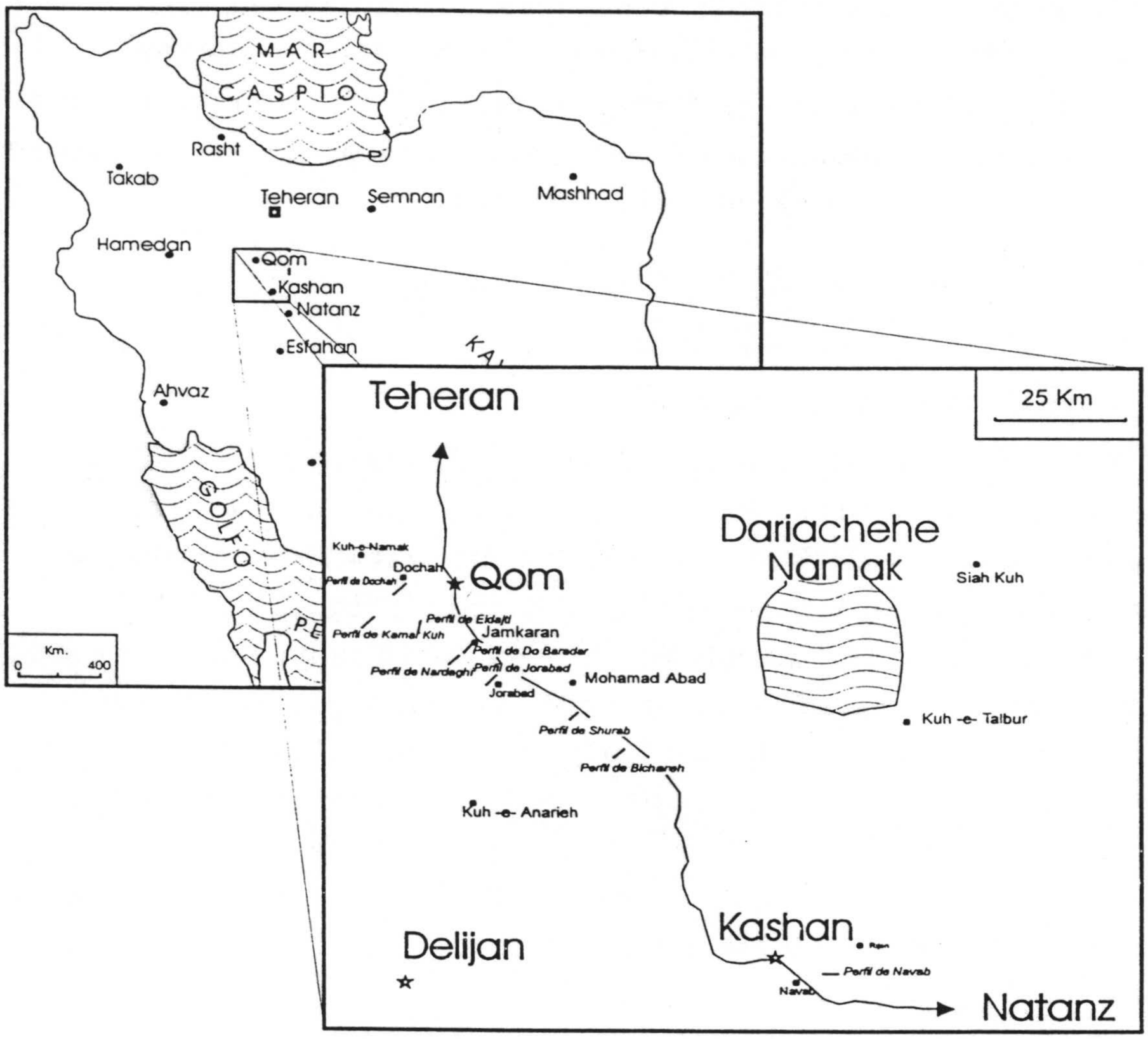


Figura 1- Localización geográfica del área de estudio y de los perfiles estudiados.

MÉTODOS DE TRABAJO

Los métodos utilizados para realizar este trabajo son los siguientes:

Métodos de campo

El trabajo de campo se realizó mediante la observación

directa de los materiales y levantamiento de series estratigráficas. El muestreo detallado de dichas series se ha llevado a cabo para macro- y microfauna, así como para láminas delgadas. Se ha procurado recoger un número elevado de muestras, con vistas a un completo estudio paleontológico y de microfacies.

Métodos de laboratorio

En el caso de las margas el trabajo de laboratorio ha consistido en la disgregación de las muestras con agua y posterior levigado, por sistema de lavado a través de tamices, utilizando fracciones entre 0.16 mm y 1 mm. El residuo obtenido ha sido tratado con un aparato de ultrasonido para conseguir la mayor limpieza posible de los ejemplares. Para el estudio de las muestras se ha utilizado una lupa binocular y las ilustraciones se realizaron con el microscopio electrónico de barrido (SEM).

El estudio de las calizas y areniscas (después de la preparación de láminas delgadas) se ha llevado a cabo mediante lupa binocular y microscopio de polarización.

Los ejemplares de macroinvertebrados recogidos en el campo, han sido limpiados con los instrumentos disponibles en el Departamento de Paleontología previamente a su estudio sistemático.

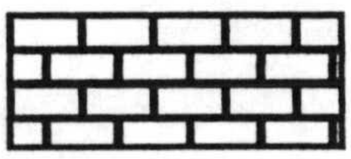
LA ESTRUCTURA DE ESTA MEMORIA

Por lo que se refiere a la estructuración y ordenamiento de de esta memoria, se procede en primer lugar a la descripción estratigráfica y paleontológica y a una interpretación paleoambiental inicial de los perfiles y sus distintos miembros. La reconstrucción de la cuenca se lleva a cabo a continuación, a partir de las relaciones genéticas entre los distintos perfiles, que sirven como base del subsiguiente modelo sedimentario, miembro a miembro, de la formación. Sigue la reconstrucción paleogeográfica de la cuenca y su relación con el contexto general del Medio Oriente y Eurasia, teniendo también

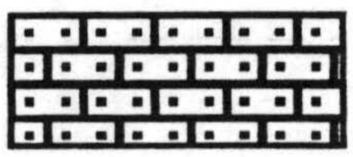
en consideración los estudios anteriormente efectuados en esta área. Los siguientes apartados incluyen el estudio de la ritmicidad y el análisis secuencial, a partir de los aspectos sedimentológicos y paleontológicos de los distintos miembros de la formación.

A pesar de la clara relación entre paleontología y análisis de cuencas, se ha preferido, por una cuestión de orden, tratar los aspectos paleontológicos separadamente. De acuerdo con éste, el siguiente capítulo se inicia con el estudio sistemático a nivel de especie, que incluye un completo atlas fotográfico. Finalmente, se han tratado los distintos aspectos de la distribución espacio-temporal de las especies reconocidas en el Irán Central y en el contexto global, en sendos apartados, (1) de cronobioestratigrafía de invertebrados, y (2) de paleobiogeografía de bivalvos, como grupo fósil más representativo.

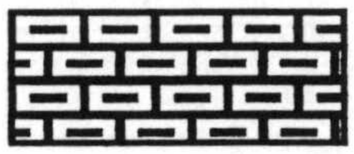
SIMBOLOGÍA USADA



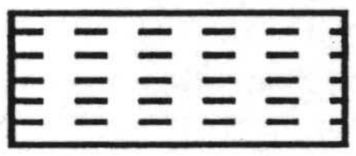
Caliza



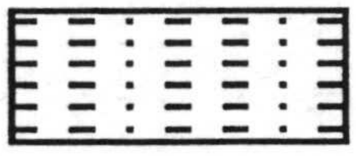
Caliza arenosa



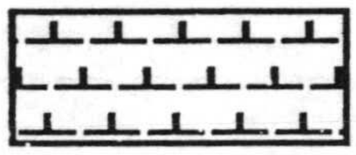
Caliza margosa



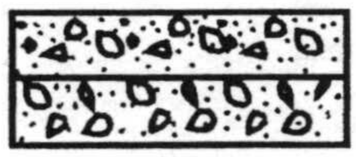
Margas



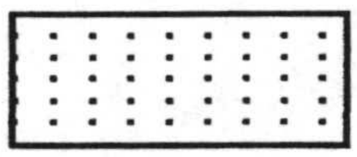
Margas arenosas



Margas calcáreas

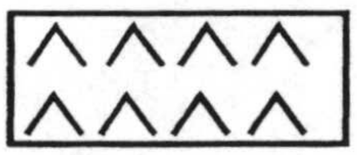


Conglomerado

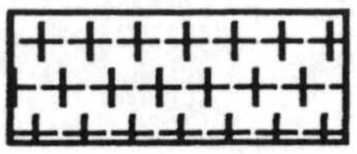


Areniscas

Arcillas



Yesos



Rocas volcánicas

Algas rojas

Bioclastos

Bivalvos

Briozoos

Crustáceos

Corales coloniales

Equinodermos

Estratificación cruzada

Estromatolitos

Foraminíferos

Foraminíferos planctónicos

Fósiles en general

Gasterópodos

Laminación cruzada

Miliólidos

Oolitos

Ostrácodos

Ostreidos

Pectínidos

Ripples de corriente

Rodolitos

DESCRIPCIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS PERFILES

INTRODUCCIÓN

Los sedimentos marinos depositados durante el Oligo-Mioceno en la cuenca de Qom, en la zona central de Irán, constituyen la llamada Formación Qom; esta cuenca es el resultado de movimientos orogénicos relativamente fuertes ocurridos en el Cretacico superior (TEHRANI 1989).

Los depósitos pertenecientes al Eoceno son volcánicos y sedimentarios (TEHRANI 1989); los depósitos del Eoceno superior y Oligoceno inferior (denominados Formación Roja Inferior, abreviado FRI, por los geólogos de la Compañía Petrolífera Iraní) en ocasiones alcanzan 1000 m de espesor (FURRER y SODER 1955) y están representados por sedimentos continentales y evaporíticos de color rojo. Esta formación contiene abundantes yesos que, en ocasiones, dan lugar a estructuras diapíricas (domos) presentes por ejemplo en Shurab y en Kuhe Namak (de 300 m de altura y 3 km de diámetro) situados respectivamente a 20 km al SE y a 20 Km al NO de la ciudad de Qom. La presencia fundamentalmente de *Nummulites intermedius* D'ARCHIAC en la parte superior de esta formación permiten atribuirla al Oligoceno inferior (BOZORGNIA 1965).

En el Eoceno superior se produjo un levantamiento de Alborz, en sentido S-N, lo que originó una regresión en la zona del Alborz central y el depósito de sedimentos continentales Oligo-Miocenos en los flancos de esta cadena montañosa. Posteriormente, durante el Oligoceno medio-superior el mar invadió una gran parte de Irán central (la cuenca de Qom). Esta transgresión se inició desde el Sur en el Rupeliense (BOZORGNIA 1965). Los sedimentos producto de esta transgresión marina presentan una discordancia angular generalizada con los depósitos de la FRI. Esta discordancia se puede observar en el contacto entre materiales de las dos formaciones junto a la carretera de Esfahan y cerca Hastidyan. Dentro de los distintos miembros que constituyen la formación Qom (A-E), por lo menos en la parte central de la cuenca se pueden distinguir tres ciclos sedimentarios ($A-C_2-D-E$). El submiembro C_2 (miembro C) y el miembro D constituyen los techos de dos ciclos sedimentarios y se relacionan

fundamentalmente con los movimientos verticales del substrato (BOZORGNIA 1965; TEHRANI 1989 y ATARPUR 1991).

En el límite superior de la formación Qom los sedimentos marinos están cubiertos por depósitos muy parecidos a los de la FRI, de la cual difieren por el color más claro y un mayor espesor (aproximadamente 3000 m). Estos sedimentos constituyen la denominada Formación Roja Superior (FRS) y son resultados de la erosión de los relieves previos y, en realidad, representan depósitos post-orogenéticos. Aparentemente esta formación se constituyó en condiciones de repetida y continuada subsidencia de la cuenca sedimentaria, responsables de su gran espesor. Estos sedimentos son continentales y están compuestos esencialmente por depósitos evaporíticos, areniscas y conglomerados.

Por lo que se refiere a los sedimentos de la formación Qom, en el sentido NO, cubren una gran parte de Irán central, hasta las montañas Ararat en Turquía. Mientras en la dirección N-S son muy limitada (Fig.25) y se extiende desde Moreh Kuh (NE de Qom) hasta Meimeh (NO de Esfahan), en sentido Este los límites de los sedimentos Oligo-Miocenos alcanzan el desierto de Dasht-e-Kavir y hacia el Sur se extienden hasta el Pantano de Gavjuni (Fig.27) y la depresión de Dyazmurian en Baluchistan.

Para este trabajo se han seleccionado los perfiles con mejor continuidad estratigráfica. Usualmente los afloramientos estudiados se encuentran en uno de los flancos de pliegues.

Situación geográfica de los perfiles

Los perfiles estudiados se sitúan alrededor de las ciudades de Qom y Kashan y en el camino entre estas dos ciudades y geográficamente cubren una amplia zona de aproximadamente 160 km en dirección NO-SE y 100 km en dirección N-S (Fig.1).

PERFIL DE DOCHAH

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El perfil esta situado a 2 km al Este de un pueblo deshabitado que lleva el mismo nombre y a 16 km al Oeste de la ciudad de Qom (Fig.1). Tiene un espesor de 1100 m. El buzamiento general de los estratos es de 80º al S; las montañas de Dochah presentan una altitud máxima de 1000 m.

Sus coordenadas geográficas son:

Long. : E 50º 44′ 40"

Lat. : N 34º 41′ 24"

Esta zona ha sufrido una compleja historia tectónica. El perfil se ha realizado a través de un transecto S-N situado en el flanco invertido de un anticlinal cuyo eje presenta dirección E-W.

ESRATIGRAFÍA

El límite inferior de la formación está marcado por un contacto concordante con margas yesíferas pertenecientes a la Formación Roja Inferior (FRI).

El perfil de Dochah (Fig.2) ha sido considerado sección tipo dada la presencia de todos los miembros constituyentes de la formación Qom (FURER y SODER 1955 y GANSSER 1955). Para el estudio de este perfil se tomaron 26 muestras para láminas delgadas y 34 muestras para levigados.

De Sur a Norte y de más antiguo a más reciente, los 8 miembros diferenciados son los siguientes:

MIEMBRO A

Se pueden distinguir dos tramos:

1er TRAMO

[Muestras 1 a 3]

Está compuesto por 50 m de calizas de color marrón en bancos de 10 a 80 cm. Son de textura packstone con fragmentos de bivalvos, gasterópodos, briozoos (en la parte intermedia del tramo), foraminíferos y una cantidad variable de granos de cuarzo

angulosos.

Paleontología

Los primeros 10 m están caracterizados por el dominio de miliólidos dentro de la asociación existente, seguidos por otros foraminíferos como *Peneroplis thomasi* HENSON y *Austrotrillina howchini* (SCHLUMBERGER). En el resto del tramo, además, se han reconocido foraminíferos (*Lepidocyclina* sp. y *Cornospira* sp.), escasos fragmentos de bivalvos indeterminados, un pectínido (*Pecten arcuata* BROCCHI), equinodermos (*Echinodiscus balestrai* OPPENH, *Scutella* sp. y *Clipeaster folium* MICHELIN) y briozoos (*Smittinella* sp y *Cellepora* sp.).

En estos niveles se han recogido sólo 4 ejemplares de *Pecten arcuata* BROCCHI de tamaño medio. Estos individuos se encuentran desarticulados, suspensos en la matriz y sin orientación concreta. Se ha encontrado también un individuo de *Clipeaster folium* MICHELIN y un *Echinodiscus balestrai* OPPENH. El macrofósil más abundante y más significativo de este tramo es *Scutella* sp. que está presente en número variable a lo largo del tramo aunque su

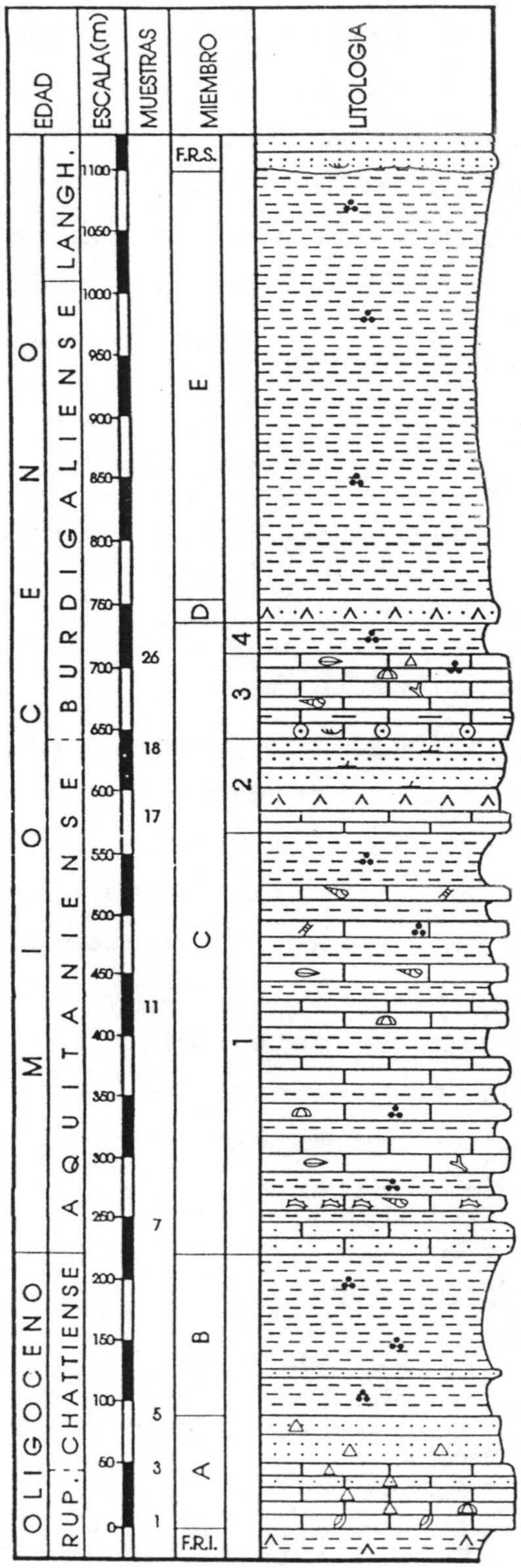


Figura 2- Perfil de Dochah

mayor densidad se presenta en los primeros 30 metros, con un máximo de 12 individuos que en el 60% de los casos se encuentran en posición de vida y ocupan hasta el 40% de la superficie del substrato.

Interpretación

Los sedimentos del primer tramo representan una transgresión sobre depósitos de la Formación Roja Inferior. La presencia de granos de cuarzo angulosos indica una corta distancia de transporte desde el área continental hasta un mar poco profundo.

En este tramo se puede distinguir dos medios diferentes:

1er medio: En los primeros 10 m, la presencia de una matriz totalmente micrítica indica un medio tranquilo. Además la abundancia de miliólidos y los peneróplidos supone un medio de lagoon (PURSER 1973).

2º medio: En el resto del miembro (muestras 2 y 3), la abundancia de bioclastos evidencia un medio más energético que el anterior. Además la presencia de *Lepidocyclina* sugiere un medio marino poco profundo y con aguas cálidas, asimismo los equinodermos y briozoos indican un ambiente marino abierto. El aumento de miliólidos hacia la parte superior del tramo sugiere una disminución de la profundidad del medio.

2º TRAMO

[Muestras 4 y 5]

Este tramo está formado por 30 m de areniscas de color oscuro, en bancos de 20 a 100 cm. Están caracterizadas principalmente por granos angulosos de cuarzo y, con menor abundancia, se encuentran fragmentos de rocas de la FRI y del primer tramo, briozoos, algas rojas y bivalvos. A veces, en el techo de estas areniscas se encuentran perforaciones producidas por bivalvos litófagos, posteriormente rellenas por materiales de grano más fino y de color diferente.

Interpretación

Los granos de cuarzo, de procedencia continental, ya están presentes, en menor medida, en niveles anteriores. Este tramo supone una culminación en la tendencia al relleno terrígeno de la cuenca.

EDAD: La edad de este miembro es Oligoceno medio-superior.

MIEMBRO B

Presenta un espesor de 140 m y está formado por margas arenosas de color verde con una intercalación de areniscas de 4 m de potencia, que está dividida en bancos de 5 a 15 cm y presenta laminaciones paralelas. Hacia el techo del miembro disminuye el tamaño medio de granos de arena.

El miembro B es fácil de reconocer en el campo porque está más erosionado que los miembros adyacentes (A y C).

La microfauna presente en este miembro es la siguiente: *Globorotalia opima opima* BOLLI, *Globigerinella obesa* (BOLLI), *Globigerina ouachitaensis ciperoensis* BOLLI, *Rotalia dutemplei* D'ORBIGNY, *Textularia* aff. *agglutinatas* D'ORBIGNY, *Cibicidoides pseudoungerianus* (CUSHMAN), *Melonis soldanii* (D'ORBIGNY), *Lagena asperoides* GALLOWAY y MORREY, *Gyroidina soldanii* (D'ORBIGNY), *Anomalina pompilioides* GALL. y HEMIN., *Globobulimina pyrula* (D'ORBIGNY), *Planulina renzi* CUSHMAN y STAINRORTH, *Lenticulina cultrata* (DE MONTFORT).

Interpretación

La fracción arenosa de estas margas junto a la intercalación de areniscas, no permite suponer que se hayan formado a gran profundidad. Este viene confirmado por la prevalencia numérica de foraminíferos bentónicos en comparación con los planctónicos (alrededor de 75% bentónicos), que apuntan hacia un medio no muy profundo. Actualmente, la proporción de especies bentónicas frente a planctónicas, disminuye con el aumento de profundidad, y a 200 m de profundidad el porcentaje de los bentónicos es menor de 50% (en DODD et al. 1981). Además, a algunos ejemplares de

esta asociación de foraminíferos como *Rotalia dutemplei* D'ORBIGNY, se las atribuye una profundidad en torno a los 100 m en el Neógeno de la Cuenca de Viena (VAN MORIKHOVEN, BERGGREN y EDWARDS 1986). Los estudios realizados por PUJOS (1972) en la plataforma continental del Golfo de Vizcaya, demuestran que en las arenas de tamaño medio y grande, los ejemplares de *Textularia agglutinata* D'ORBIGNY y *Cibicidoides pseudoungerianus* (CUSHMAN) se encuentran a una profundidad en torno a 100 m.

EDAD: La edad de este miembro es Chattiense, biozona de *Globorotalia opima opima*.

MIEMBRO C

El miembro C está formado por 4 submiembros: (C_1, C_2, C_3, C_4)

Submiembro C_1

Se trata de 345 m de alternancia de calizas y margas, se pueden distinguir dos tramos:

1er TRAMO

[Muestras 6 y 7]

Corresponde a 25 m de calizas de color rojo en bancos de 20 a 80 cm de espesor, con alto contenido de granos de cuarzo angulosos y sin presencia fósil.

Interpretación

El color rojo de las calizas se debe a la presencia de los materiales resedimentados de la Formación Roja Inferior en estos niveles.

2º TRAMO

[Muestras 8 a 16]

Se trata de 320 m de una alternancia de margas y calizas de color verde. Las calizas tienen un espesor que varia entre 7 y 25 m y están divididos en bancos de 20 a 120 cm; la potencia de los niveles margosos se sitúa entre 15 y 55 m. Las calizas de

este tramo son packstones y contienen bivalvos, gasterópodos, briozoos, algas rojas y foraminíferos.

A los 220 m de altura se puede encontrar un nivel de calizas con un pequeño hardground de escasa extensión horizontal, que sólo ha sido observado en este perfil. Aparece a techo de un banco de un metro de espesor que se caracteriza por un gran número de perforaciones de bivalvos litófagos. La superficie del hardground estudiada no está erosionada y presenta un alto contenido en óxidos de hierro. Esta superficie está cubierta lateralmente.

Paleontología

Mientras en la parte basal (90 m) las calizas se caracterizan por la presencia de bivalvos, gasterópodos, briozoos y foraminíferos (rotálidos, textuláridos y fragmentos de miogypsínidos), en el resto del tramo las calizas contienen los siguientes fósiles dominantes: gasterópodos, algas *(Sporolithon* sp., *Mesophyllum* sp. y *Lithophyllum* sp.) así como los foraminíferos: *Miogypsina* sp., *Miogypsinoides* sp., *Operculina complanata* (DEFRANCE), *Operculina* sp., *Spiroclypeus* sp., *Globigerina* sp., *Textularia* sp., *Bulivinella rugosa* HOWE, *Cibicides* sp, *Rotalia viennotti* GREIG.

En los primeros 14 m se encuentra una capa construida por conchas de ostreas (de tamaño entre 5 y 15 cm) que mide aproximadamente 1 m. En general los ejemplares se encuentran completos y con las valvas articuladas y su número varía de 14 a 18 por medio metro cuadrado (40-50% de este superficie). Los individuos del muro del banco son independientes entre sí y están cementados al techo del banco inferior, mientras que sucesivas generaciones se cementan directamente sobre los individuos previos.

4 m más arriba se presenta una capa de margas con un alto contenido de *Lepidocyclina (Eulepidina) elephantina* (LEMOINE y DOUVILLE), ya observada por VATAN (1965).

Las calizas de este tramo contiene los siguientes especies de macrofósiles: equinodermos *(Clipeaster* aff. scillae DESMOULINS, *Scutella subrotunda* (LESKE)), pectínidos

(*Flabellipecten burdigalensis* (LAMARCK), *Oopecten (Oopecten) rotundatus* (LAMARCK), *Chlamys* aff. *submalvina* (BLANCKENHORN), *Pecten (Gigantop.) tournali* DE SERRES, *Pecten josselingi* SMITH, *Pecten* sp. y *Pecten tietzi* FUCHS), el gasterópodo *Conus* sp. y fragmentos de briozoos (*Smittinella* sp. y *Cellepora* sp.). Los ejemplares de pectínidos y equinodermos aparecen en posición de vida, y con una frecuencia de 5 individuos/m^2, que ocupan el 10% de la superficie.

En el superficie del hardground se encuentra la siguiente asociación fósil de bivalvos: *Amusium* sp., *Lithophaga* sp., *Cardium* sp. y *Pecten* sp., los fósiles presentes no presentan ningún orientación dominante.

A los 240 m de potencia en el tramo, aparece un banco de calizas con 90 cm de potencia que contiene individuos de *Oopecten (Oopecten) rotundatus* (LAMARCK). Se encuentran en posición de vida y articulados. Los individuos son adultos y aparecen de 2 a 3 ejemplares/m^2, ocupando el 5-10% de esta superficie.

Las margas del submiembro C_1 presentan los siguientes foraminíferos: *Globigerina praebulloides* BLOW, *Globoquadrina globularis* BERMUDES, *Ammodiscus cretaceus* (REUSS), *Lagena striata* (D'ORBIGNY), *Sphaeroidina bulloides* D'ORBIGNY, *Eggerella bradyi* (CUSHMAN), *Textularia acuta* REUSS, *Textularia lateralis* LALICKER, *Cibicidoides pseudoungerianus* (CUSHMAN), *Cibicides lobatulus* (WALKER y JACOB), *Nonion commune* (D'ORBIGNY), *Guttulina comunis* (D'ORBIGNY) y *Sigmoilopsis celata* (COSTA).

El último banco de margas de este submiembro es el más potente (27 m), y su color es amarillo. En él se ha encontrado la siguiente microfauna:
Globigerinopsis guhai RAJU, *Globigerina praebulloides* BLOW, *Globigerina angustiumblicata* BOLLI, *Globigerinoides triloba* (REUSS), *Globulina gibba* (D'ORBIGNY), *Guttulina communis* (D'ORBIGNY), *Guttulina austriaca* D'ORBIGNY, *Nonion commune* (D'ORBIGNY), *Melonis soldanii* (D'ORBIGNY), *Textularia lateralis* LALICKER, *Textularia mexicana* CUSHMAN, *Pyrgo subsphaericos* D'ORBIGNY, *Pyrgo simplex* D'ORBIGNY, *Cibicidoides dutemplei* D'ORBIGNY, *Lagena striata* (D'ORBIGNY), *Sigmoilinita tenuis* (CZJZEK), *Saracenaria arcuata* D'ORBIGNY y *Ammonia beccarii*

(LINNÉ).

Interpretación

En los primeros 90 m las calizas, por su contenido fósil, representan aguas de escasa profundidad. Los rotálidos caracterizan medios muy cercanos a la costa (TEIXELL y SERRA-KIEL 1988). Además la presencia de matriz micrítica y los restos fósiles en posición de vida indican un medio tranquilo.

La parte basal del tramo se caracteriza por la presencia de un banco de ostreas propias de hábitats de lagoons o aguas someras. El desarrollo de una valva izquierda gruesa y pesada proporciona una alta estabilidad al individuo en el seno del sedimento (recliners de SEILACHER 1984). Según DE PORTA (1987) este tipo de morfología es propia de formas que habitan en zonas permanentemente sumergidas y con sedimentación lenta.

La capa de *Lepidocyclina (Eulepidina) elephantina* (LEMOINE y DOUVILLE) indica un medio marino de escasa profundidad, ya que estos foraminíferos bentónicos aparecen en zona litorales de aguas calientes (ALLASINAZ 1983). En general la asociación de grandes foraminíferos bentónicos existente en el tramo sugiere una zona litoral a sublitoral con aguas calientes.

La superficie del hardground que aparece en las calizas de este tramo puede considerarse de extensión local de acuerdo con PURSER (1975). Los estudios de HALLAM (1969) demuestran que la piritización del hardground ocurre después de su enterramiento; su color rojo se debe al alto contenido en óxidos de hierro.

En este tramo, la presencia de equinodermos (*Clypeaster* y *Scutella*) en posición de vida, indica que en el fondo del mar no se produjo ningún tipo de erosión.

El nivel de *Oopecten (Oopecten) rotundatus* (LAMARCK) con las valvas articuladas indica unos bajos o moderados niveles de energía en el medio sedimentario (JOHNSON 1960; FAGERSTROM 1964; PARSONS y BRETT 1991). Asimismo, la ausencia de epibiontes sobre la superficie de las conchas y la excelente preservación de estos pone en evidencia un enterramiento rápido (PETERSON 1985; ALEXANDER 1986; KIDWELL y BOSENCE 1991).

Los niveles margosos del submiembro suministran una

asociación de foraminíferos con mayor presencia de planctónicos que en el miembro anterior (22%). El color más claro probablemente indica un medio con niveles de oxígeno más altos. Una asociación parecida a ésta ha sido estudiada por CULVER (1988) en el Golfo de México, y según este mismo autor, los resultados pueden ser aplicables a los foraminíferos de todo el Cenozoico. Las faunas estudiadas por este autor corresponden a una profundidad de 100 a 150 m. En concreto, especies como *Sphaeroidina bulloides* D'ORBIGNY están presentes exclusivamente a profundidades de alrededor de 100 m (VAN MORIKHOVEN, BERGGREN y EDWARDS 1986).

EDAD: La asociación fósil de este submiembro indica una edad Aquitaniense.

Submiembro C_2

[Muestras 17 y 18]

Está compuesto por 20 m de calizas porosas y laminadas de color oscuro y caracterizadas por texturas fenestrales. Son mudstones sin presencia fósil (muestra 17). Los siguientes 15 m están formados por yeso, seguidos por 40 m de areniscas de color rojo (muestra 18). La estructura más frecuente en las areniscas es la laminación cruzada producida por la migración de ripples de corriente que indican un paleocorriente con sentido N-S.

Interpretación

Las calizas basales, por el color oscuro y la ausencia de fósiles, sugieren un medio tranquilo y poco oxigenado. En los últimos niveles margosos del submiembro C_1 la presencia de microfaunas como *Ammonia beccarii* (LINNÉ) indican el inicio de una somerización del medio. Esta tendencia continuó en la parte basal de este submiembro, causando finalmente la formación del banco de yeso. Con la aparición de los yesos en este submiembro finalizó un ciclo sedimentario en la formación Qom.

Submiembro C_3

[Muestras 19 a 26]

El submiembro está compuesto por 70 m de calizas de color marrón e intercalaciones de calizas margosas de color verde, que se dividen en bancos de 5 a 25 cm. Son de textura grainstone y en la parte basal (20 m) son oolíticas con estratificaciones cruzadas planares que buzan hacia el NO. Los oolitos son concéntricos, con cubiertas micríticas y un núcleo formado por cuarzo, fragmentos de conchas o micríta, y con una morfología generalmente elipsoidal. El resto de calizas contienen briozoos, bivalvos, gasterópodos, espiculas de equinodermos, ostrácodos y foraminíferos.

Paleontología:

En este submiembro se han encontrado los siguientes fósiles: briozoos (*Smittinella* sp., *Tubucellaria* sp. y *Cellepora* sp.), equinodermos (*Clypeaster* aff. *scillae* DESMOULINS) y bivalvos (*Pecten (Gigantopecten) tournali* DE SERRES, Pecten horniensis DEPÉRET y ROMAN, *Pecten josslingi* SMITH, *Pecten paulensis* FONTANNES y *Pinna* sp.). La microfauna se caracteriza por foraminíferos: miliólidos, rotálidos, textuláridos, *Uvigerina* sp., *Austrotrillina howchini* (SCHLUMBERGER) y *Globigerina* sp..

Los restos de macrofósiles, ocupan el 10% de la superficie total con un máximo de 16 a 18 ejemplares/m^2. En caso de bivalvos, aparecen con las valvas fracturadas o desarticuladas y con la parte convexa hacia arriba.

Interpretación

La parte basal de este tramo se caracteriza por el dominio de oolitos. Los oolitos se forman en aguas cálidas, someras y turbulentas (HECKEL 1972; HARRIS 1985).

Resumiendo, se puede atribuir este submiembro a un medio poco profundo, con clima árido, y de aguas cálidas y turbulentas.

Submiembro C_4

Está compuesto por 22 m de margas de color verde y amarillo que han suministrado la siguiente microfauna: *Catapsydrax*

dissimilis (CUSHMAN y BERMUDEZ), *Globorotalia praescitula* BLOW, *Globigerinoides triloba* (REUSS), *Globigerinoides obliquus* BOLLI, *Globigerinoides sacculifer* (BRADY), *Bulimina ovata* D'ORBIGNY, *Bulimina pupoides* D'ORBIGNY, *Hanzawaia boueana* (D'ORBIGNY), *Textularia* aff. *abbreviata* D'ORBIGNY, *Quinqueloculina triangularis* D'ORBIGNY, *Rotalina partshiana* D'ORBIGNY, *Spiroloculina canaliculata* D'ORBIGNY, *Sphaeroidina bulloides* D'ORBIGNY, *Rotalina kalembergensis* D'ORBIGNY, *Rotalia* sp. Y *Cibicidoides pseudoungrianus* (CUSHMAN).

EDAD: La asociación de foraminíferos indica una edad Burdigaliense.

MIEMBRO D

Está formado por 18 m de yeso, con intercalaciones de láminas finas de arenas producto de la erosión de los sedimentos pertenecientes a los anteriores miembros y la Formación Roja Inferior.

Interpretación

Los yesos de este miembro indican el fin de un ciclo sedimentario en la formación Qom.

MIEMBRO E

Está constituido por 350 m de margas de color gris a verde. En estos se han encontrado los siguientes foraminíferos: *Globorotalia siakensis* LEROY, *Globorotalia* aff. *archaeomenardi* BOLLI, *Globorotalia barisaensis LEROY*, *Globigerinella obesa* (BOLLI), *Globigerina angustiumblicata* BOLLI, *Globigerina bulloides* D'ORBIGNY, *Globigerina praebulloides* BLOW, *Globigerinoides obliquus* BOLLI, *Globigerinoides trilobus trilobus* (REUSS), *Textularia dolfussi* LALICKER, *Textularia carinata* D'ORBIGNY, *Textularia abbreviada* D'ORBIGNY, *Dorothia* aff. *gibbosa* (D'ORBIGNY), *Uvigerina rutila* (CUSHMAN y TODD), *Uvigerina striatissima* PERCONIG, *Uvigerina gallowayi* CUSHMAN var. *basicordata* CUSHMAN y RENZ, *Bulimina costata* D'ORBIGNY, *Bulimina pupoide* D'ORBIGNY, *Bolivina antiqua* D'ORBIGNY, *Rosalina simplex*

D'ORBIGNY, *Lagena* aff. *gibbera* BUCHNER, *Cibicidoides pseudoungerianus* (CUSHMAN), *Cibicidoides dutemplei* D'ORBIGNY, *Cibicides lobatulus* (WALKER y JACOB), *Hanzawaia boueana* (D'ORBIGNY), *Lenticulina vortex* (FICHTEL y MOLL), *Lenticulina calcar* (LINNÉ), *Cancris oblongus* (WILLIAMSON), *Cancris auriculus* (FICHTEL y MOLL), *Pandaglandulina dinapolii* LOEBLICH y TAPPAN, *Marginulina glabra* D'ORBIGNY, *Quinqueloculina triangularis* D'ORBIGNY, *Quinqueloculina longirostra* D'ORBIGNY y *Planulina ariminensis* D'ORBIGNY. Además aparecen los siguientes gasterópodos: *Conus* sp., *Nerita* sp. y *Natica* sp..

Interpretación

En las margas de este miembro las formas bentónicas son mayoritarias (75%), por lo que se infiere un medio no muy profundo. Actualmente en el Golfo de México el género *Textularia* vive a una profundidad comprendida entre los 50 y 250 m, mientras que *Quinqueloculina* lo hace desde los 50 a los 100 m (CULVER 1988); además en el Neógeno de la Cuenca de Viena los ejemplares de *Cibicidoides dutemplei* D'ORBIGNY y *Planulina ariminensis* D'ORBIGNY indican una profundidad de alrededor de 100 m, mientras *Bulimina costata* D'ORBIGNY ocupó zonas un poco más profundas (VAN MORIKHOVEN, BERGGREN y EDWARDS 1986). La presencia de foraminíferos planctónicos sugiere un medio marino abierto.

Resumiendo, se puede atribuir a las margas de este miembro una profundidad que oscila entre 50 y 150 m.

EDAD: La asociación de los fósiles indica una edad Mioceno medio.

El límite superior del perfil de Dochah (Fig.2) está marcado por un contacto erosional con las areniscas de la parte basal de la Formación Roja Superior (FRS). En Dochah estas areniscas presentan estratificación cruzada. La FRS muestra un color rojo menos intenso que la FRI.

PERFIL DE KAMAR KUH

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El perfil de Kamar Kuh tiene un espesor de 880 m y está situado a 17 km al SW de Qom (Fig.1), en un área caracterizada por la presencia de un anticlinal simétrico, con aproximadamente 10 km de longitud, y cuyo eje presenta dirección E-W. El núcleo del anticlinal está formado por las areniscas del techo de la Formación Roja Inferior y los miembro A y B (pertenecientes a la formación Qom), mientras que los flancos están constituidos por el resto de los miembros de la formación. Los estratos en general presentan un buzamiento vertical. La altitud máxima de la zona es de 1520 m.

Sus coordenadas geográficas son:

Long. : E 50º 41′ 25"

Lat. : N 34º 38′ 40"

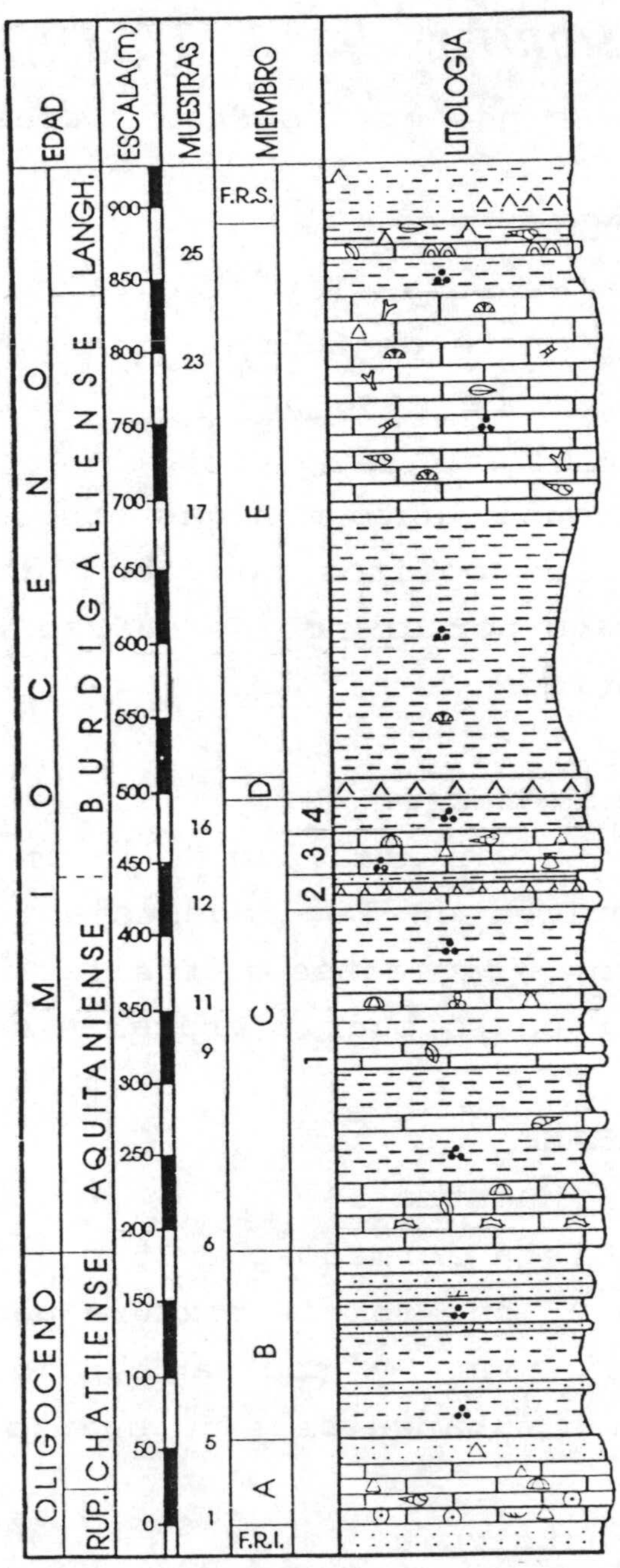


Figura 3- Perfil de Kamar Kuh

ESTRATIGRAFÍA

El límite inferior de la formación en el perfil de Kamar Kuh (Fig.3), secaracteriza por un contacto concordante entre las calizas de la parte basal del miembro A y las areniscas del techo de la Formación Roja Inferior. A lo largo de perfil se tomaron 49

muestras, 25 de láminas delgadas y las 24 restantes, de levigados.

Los términos diferenciados, de antiguo a moderno, son los siguientes:

MIEMBRO A

Se pueden distinguir tres tramos:

1er TRAMO

[Muestras 1 y 2]

Consta de 20 m de calizas de color marrón, en bancos de 10 a 25 cm de espesor y con estratificaciones cruzadas dirigidas hacia el Norte. Se trata de grainstones con oolitos como elemento dominante junto con gasterópodos y fragmentos de bivalvos.

Los oolitos son concéntricos, con el núcleo micrítico o formado por granos de cuarzo y presentan un contorno esférico o elíptico.

Interpretación

La variabilidad de la morfología de los oolitos puede tener un origen en la diagénesis temprana. La abundancia de oolitos junto a fragmentos de fósiles indica alta energía medioambiental, y por tanto podría tratarse de una barra oolítica.

2º TRAMO

[Muestra 3]

Está formado por 15 m de calizas bioclásticas en bancos de 10 a 25 cm. Son de textura packstone con fragmentos de bivalvos y briozoos, y escasa cantidad de foraminíferos bentónicos y granos subangulosos de cuarzo.

Paleontología

Los briozoos del tramo son *Cellepora* sp. y *Smittinella* sp., y los foraminíferos son rotálidos. El macrofósil más importante del tramo es *Scutella* sp., con una frecuencia de 10 a 12 individuos/m^2 que ocupan el 20% de la superficie. Presentan una disposición paralela al substrato y en el 50% de los casos están

en posición de vida.

Interpretación

El 2º tramo, por su contenido bioclástico, corresponde a un medio turbulento, aunque el buen estado de conservación de *Scutella* puede sugerir un menor grado de energía que en el anterior tramo.

3er TRAMO

[Muestras 4 y 5]

Está compuesto por 20 m de areniscas de color marrón en bancos de 20 a 100 cm de espesor, formadas principalmente por granos subangulosos de cuarzo, junto a fragmentos de briozoos y foraminíferos bentónicos.

Interpretación

El aumento de aportes terrígenos en estos niveles inhibe la producción de rocas carbonatadas y origina las areniscas de este tramo.

En resumen, las calizas del primer tramo representan una transgresión sobre areniscas de la Formación Roja Inferior. Por su contenido litológico se pueden atribuir a aguas agitadas, mientras en la parte intermedia el grado de turbulencia es bajo. Finalmente, las areniscas del techo del miembro por su contenido en bioclastos indican una un ambiente energético.

EDAD: Este miembro es de edad Oligoceno medio-superior, al igual que en el perfil anterior.

MIEMBRO B

Se caracteriza por 130 m de margas arenosas de color verde, con intercalaciones de areniscas en bancos de 10 a 50 cm que lateralmente cambian de espesor. En estas areniscas son frecuentes estructuras de laminación cruzada producidas por la migración de ripples de corriente con sentido NW-SE.

Las margas del miembro B contienen la siguiente asociación exclusivamente microfósil: *Globigerina angulisuturalis* BOLLI, *Globigerina praebulloides* BlOW, *Globigerina ouachitaensis ciperoensis* BOLLI, *Globigerinella obesa* (BOLLI), *Melonis padanum* (PERCONIG), *Melonis soldanii* (D'ORBIGNY), *Nonion gratelopii* D'ORBIGNY, *Nonion commune* (D'ORBIGNY), *Neoeponides schreibersii* (D'ORBIGNY), *Osangularia mexicana* (COLE), *Planulina marialana* HADLEY, *Pararotalia byramensis* CUSHMAN, *Pararotalia stellata* (REUSS), *Pandaglandulina dinapoli* LOEBLICH y TAPPAN, *Quinqueloculina lamarckiana* D'ORBIGNY, *Quinqueloculina seminulum* (LINNÉ), *Tritaxia szaboj* (HANTKEN), *Textularia sagittula* DEFRANCE, *Cibicides lobatulus* WALKER y JACOB, *Cibicorbis herricki* HADLEY, *Dendritina arbuscula* D'ORBIGNY, *Bolivinella rugosa* HOWE, *Gyroidina soldanii* (D'ORBIGNY), *Heterolepa mexicana* (NUTTALL) y *Lenticulina vortex* (FICHTEL y MOLL).

Interpretación

La baja proporción de foraminíferos planctónicos sugiere escasa profundidad de agua; especies como *Cibicides lobatulus*, que generalmente viven en aguas someras (VALENTINE 1987), confirman este hecho. El alto contenido de arena en el medio justifica la presencia de las especies *Quinqueloculina seminulum*, *Cibicides lobatulus* y *Textularia sagittula*, que normalmente viven en fondos arenosos. Asimismo numerosos individuos pertenecientes al género *Nonion* ponen en evidencia el alto contenido de oxígeno en el medio (en BOLTOVSKOY y WRIGHT 1976).

***EDAD*:** La asociación de fósiles presente en el miembro B, como en el caso de los otros perfiles, indica una edad Chattiense (Oligoceno superior).

MIEMBRO C

Dentro de él se pueden distinguir los siguientes 4 submiembros:

Submiembro C_1

[Muestras 6 a 11]

Está caracterizado por 230 m de una alternancia de calizas y margas de color marrón y verde. Los primeros 40 m están formados por calizas con estratos que disminuyen de espesor hacia la parte superior del submiembro y que se dividen en bancos de 15 a 90 cm. Los últimos 60 m están constituidos exclusivamente por niveles margosos.

Las calizas son packstones y en la mayor parte del submiembro contienen foraminíferos bentónicos y fragmentos de bivalvos, gasterópodos, briozoos y algas rojas (muestras 6 a 9).

Los últimos 20 m de calizas se caracterizan por la presencia de foraminíferos planctónicos, briozoos, gasterópodos y fragmentos de equinodermos (muestras 10 y 11).

Paleontología

Los constituyentes principales de estas calizas son los miliólidos, y además se puede encontrar los foraminíferos, *Borelis haueri* (D'ORBIGNY), *Peneroplis thomasi* HENSON, *Dendritina rangi* D'ORBIGNY, *Meandropsina iranica* HENSON, y algas rojas como *Lithothamnium* sp..

En los primeros 20 m de este submiembro se encuentra un banco construido por conchas de *Ostrea* sp., que presentan los mismos caracteres que en el caso del perfil de Dochah. Son ejemplares articulados, en posición de vida y con la valva izquierda más grande y pesada. Tienen una frecuencia de 30 individuos/m^2 y ocupan el 40-50% de esta superficie.

A lo largo del submiembro los equinodermos (*Scutella subrotunda* (LESKE) y *Clypeaster* aff. *scillae* DESMOULINS) se encuentran en posición de vida, con una frecuencia de unos 4-5 individuos/m^2, que ocupan del 8 al 10% de la superficie; estos valores se ajustan a los de los perfiles de Dochah y Do Baradar. Se puede encontrar además escasos *Echinolampas* (*Macrolampas*) *discus* DESOR. Con menor abundancia, aparecen los siguientes fósiles: equinodermo (*Breynia* aff. *australasiae* (LEACH)), pectínidos (*Oopecten (Oopecten) rotundatus* (LAMARCK), *Pecten (Gigantopecten) tournali* DE SERRES), gasterópodo (*Turritella*

(Haustator) aff. *dixoni figolina* CAREZ) y briozoos *(Smittinella* sp.).

En los últimos niveles de estas calizas aparecen los siguientes foraminíferos planctónicos como microorganismos dominantes: *Globigerina* sp., *Globigerinoides trilobus trilobus* (REUSS), *Globigerinoides* sp..

En las margas del submiembro la asociación de foraminíferos es la siguiente:
Globigerina praebulloides BLOW, *Globigerinoides trilobus trilobus* (REUSS), *Globigerinella praesiphonifera* (BLOW), *Globigerinoides trilobus immaturus* LEROY, *Borelis* sp., *Neoconorbina orbicularis* (TERQUEM), *Lepidocyclina (Eulepidina) elephantina* (LEMOINE y DOUVILLE), *Pararotalia armata* (D'ORBIGNY), *Pyrgo simplex* D'ORBIGNY, *Pyrgo ventruosa* REUSS, *Reussella spinulosa* (REUSS), *Asterigerinata planorbis* (D'ORBIGNY), *Cibicidoides pseudoungerianus* (CUSHMAN), *Discorbinella aff. montereyensis* CUSHMAN y MARTIN, *Elphidium discrepans* REUSS, *Elphidium crispum* (LINNÉ), *Elphidium flexuosum* (D'ORBIGNY), *Karreiella* sp1 CUVILLIER y SZAKALL, *Nonionella miocenica* CUSHMAN, *Nonion victoriensis (var. 1)* CUSHMAN, *Nonion granosum* (D'ORBIGNY), *Nonion commune* (D'ORBIGNY), *Planulina ariminensis* D'ORBIGNY, *Textularia acuta* REUSS y *Spirolina austriaca* D'ORBIGNY.

Interpretación

Las calizas de este submiembro, por su contenido fósil, indican un medio con escasa profundidad, considerando, entre otras cosas, que las especies pertenecientes a los géneros *Borelis* y *Peneroplis* viven en aguas de 70 m de profundidad máxima (BOLTOVSKOY y WRIGHT 1976). Además, en general, los packstones caracterizados por miliólidos y sorítidos representan medios someros cercanos al continente. El banco de ostreas del submiembro tienen caracteres parecidos a los de los mismos niveles de muchos otros perfiles. La morfología de las ostreas corresponde a una estrategia recliner (SEILACHER 1984).

Los equinodermos en posición de vida a lo largo del submiembro indican que el fondo no ha sido erosionado.

En las margas de este submiembro el dominio de especies del género *Elphidium* y la presencia de otros géneros como *Borelis* y *Asterigerinata*, sugieren profundidades menores de 70 m; además, *Elphidium* y *Nonion* necesitan aguas bien oxigenadas para vivir (BOLTOVSKOY y WRIGHT 1976).

Los últimos niveles de calizas, por su contenido en foraminíferos planctónicos, apuntan hacia una plataforma abierta.

Se puede concluir que las calizas del submiembro C_1 caracterizan un medio poco profundo que hacia arriba pasa progresivamente a un mar más abierto.

EDAD: La asociación de fósiles de este submiembro indica una edad Aquitaniense.

Submiembro C_2

[Muestra 12]

Está constituido por 20 m de espesor con 3 litologías diferentes. Los primeros 8 m son de calizas laminadas de color oscuro y con texturas fenestrales. Se trata de mudstones sin presencia fósil (muestra 12). La serie continúa con 7 m de yeso con finas intercalaciones de margas. Los últimos 5 m se caracterizan por alternancias de margas sin presencia fósil, arcillas, yeso y arenas cuarcíticas angulosas.

Interpretación

Las calizas de la base del submiembro, por ser exclusivamente micríticas y por la ausencia de fósiles, sugieren un empobrecimiento de oxígeno en un medio tranquilo con el correspondiente enriquecimiento en materia orgánica; estas características aparecen en este mismo nivel en otros perfiles. Los yesos de la parte intermedia reflejan una etapa de evaporación, mientras los últimos 5 m representan un medio marino restringido.

Submiembro C_3

[Muestras 13 a 16]

Se caracteriza por 28 m de calizas de color gris claro en bancos de 30 a 100 cm. Son de textura packstone con foraminíferos bentónicos, y fragmentos de bivalvos, gasterópodos y algas rojas.

Paleontología:

Las calizas del submiembro contienen algas (*Lithophyllum* sp.), foraminíferos (*Amphistegina lessonii* D'ORBIGNY, *Amphistegina* sp., *Lepidocyclina (Eulepidina)* sp., *Borelis melo* FICHTEL y MOLL, *Borelis* sp., *Dendritina rangii* D'ORBIGNY y miliólidos) y microgasterópodos.

El macrofósil más abundante en estos niveles es el bivalvo *Chlamys northamptoni* (MICHELOTTI), con tamaños diferentes y con una frecuencia de 5 individuos/m^2. Aproximadamente el 30% de los individuos tienen las valvas articuladas. Las valvas desarticuladas se sitúan con la parte cóncava preferentemente dirigida hacia el substrato, pero sin orientación preferencial. Con menor abundancia se pueden encontrar pectínidos (*Pecten josslingi* SMITH, *Pecten revolutus* MICHELOTTI) y equinodermo (*Echinolampas* cfr. *vilanovae* COTTEAU).

Interpretación

Este submiembro, por su color claro y contenido en grandes foraminíferos bentónicos, apunta hacia un medio marino de escasa profundidad y bien oxigenado. La abundancia de bioclastos en estos niveles indica asimismo aguas agitadas.

Submiembro C_4

Está formado por 25 m de margas de color verde claro y amarillo con finas intercalaciones de yeso en la parte basal (primeros 5 m).

Las margas de este submiembro contienen la siguiente asociación de foraminíferos: *Globorotalia siakensis* LEROY, *Globigerina woodi extrema* CATI, *Globigerina praebulloides* BLOW, *Globoquadrina baroemoensis* (LEROY), *Globigerinoides trilobus trilobus* (REUSS), *Globigerinatella* aff. *insueta* CUSHMAN y

STAINFORTH, *Sphaeroidina bulloides* D'ORBIGNY, *Amphistegina lessoni* D'ORBIGNY, *Miogypsina* sp., *Peneropolis* sp., *Borelis melo* FICHTEL y MOLL, *Elphidium crispum* (LINNÉ), *Elphidium flexuosum* (D'ORBIGNY), *Elphidium macellum* (FICHTEL y MOLL), *Elphidium listeri* (D'ORBIGNY), *Elphidium rugosum* D'ORBIGNY, *Anomalina variolata* D'ORBIGNY, *Ammonia beccarii* (LINNÉ), *Globulina gibba* (D'ORBIGNY), *Quinqueloculina akneriana* D'ORBIGNY, *Textularia dolfussi* (LALICKER), *Textularia subangulata* D'ORBIGNY y *Nonion dolfussi* CUSHMAN.

Interpretación

Como en el caso de los niveles anteriores, el dominio de los individuos del género *Elphidium* indica una escasa profundidad, al igual que ocurre con *Ammonia beccarii*. Los grandes foraminíferos como *Amphistegina* sugieren medios agitados y bien oxigenados, con salinidad entre 32 y 35‰ y una temperatura superior a 20º (KOUYOUMONTZAKIS 1984; HALLOCK 1985). Las intercalaciones de yeso de la parte basal pueden coincidir con períodos cortos de evaporación.

MIEMBRO D

Se caracteriza por 12 m de yeso con finas intercalaciones de arenas de color rojo.

Interpretación

Como en los otros perfiles, también en Kamar Kuh este miembro representa el fin de un ciclo sedimentario. Las láminas de arena son producto de la erosión de los materiales de la Formación Roja Inferior.

MIEMBRO E

Se pueden distinguir 3 tramos:

1er TRAMO

Está formado por 180 m de margas de color verde que han suministrado la siguiente microfauna: *Globorotalia* aff. *archaeomenardii* BOLLI, *Globorotalia (Hirsutella) scitula* (BRADY),

Globigerinella obesa (BOLLI), *Globoquadrina baroemoensis* (LEROY), *Globigerina bulloides* D'ORBIGNY, *Globigerina praebulloides* BLOW, *Globigerinoides bulloideus* CRESCENTI, *Globigerinoides trilobus trilobus* (REUSS), *Hoeglundina elegans* (D'ORBIGNY), *Elphidium macellum* (FICHTEL y MOLL), *Elphidium crispum* (LINNÉ), *Elphidium listeri* (D'ORBIGNY), *Dentritina juleana* D'ORBIGNY, *Cancris oblongus* (WILLIAMSON), *Cibicides badenensis* D'ORBIGNY, *Anomalinoides helicinus* (COSTA), *Verneulina triquetra* (MÜNSTER), *Textularia articulata* D'ORBIGNY, *Textularia abbreviata* D'ORBIGNY, *Textularia deperdita* D'ORBIGNY, *Pyrgo clipeata* D'ORBIGNY, *Quinqueloculina triangularis* D'ORBIGNY, *Textularia juleana* D'ORBIGNY, *Lenticulina costata* (FICHTEL y MOLL), *Hanzawaia boueanus* (D'ORBIGNY) y *Cibicidoides ungerianus* (D'ORBIGNY).

En estas margas además se pueden encontrar escasos moldes de gasterópodos junto a pequeñas colonias de corales ahermatípicos silicificados y en posición de vida.

Interpretación

Los niveles margosos de este miembro, en comparación con anteriores miembros, se caracterizan por un mayor contenido de foraminíferos planctónicos. Los bentónicos *Elphidium* y *Hanzawaia* indican un ambiente nerítico (CULVER 1988). Las especies del género *Elphidium* necesitan aguas bien oxigenadas, ya que viven normalmente en simbiosis con varias algas. JEPPS (1942) observó que *Elphidium crispum* prefiere áreas de alta luminosidad, y según BOTOLVSKOY y WRIGHT (1976) estos organismos viven en fondos arenosos de aguas someras. Asimismo *Globigerina bulloides* indica un medio con niveles de salinidad mínima de 30,5‰, y sus ejemplares actuales en el Océano Indico y Atlántico pueden tolerar temperaturas entre 0º y 27ºC (BOLTOVSKOY 1966; TOLDERLUND y BÉ 1971). La abundancia de foraminíferos planctónicos en estas margas en comparación con las margas de anteriores miembros indica que se formaron en un medio marino abierto.

2º TRAMO

[Muestras 17 a 22]

Se caracteriza por 150 m de calizas de color blanco y gris

en bancos de 60 a 200 cm. Los primeros 5 m de calizas son de textura packstone de color blanco con foraminíferos y sin presencia alguna de macrofósiles (muestra 17). En el resto del tramo las calizas son boundstones constituido fundamentalmente por corales hermatípicos junto a briozoos, algas rojas, bioclastos (bivalvos, gasterópodos y equinodermos) y foraminíferos (muestras 18 a 22). Los esqueletos calcáreos de los organismos están interconectados y se encuentran en posición de vida.

Paleontología

Las calizas de este tramo contienen los siguientes foraminíferos: *Miogypsina* sp., *Quinqueloculina triangularis* D'ORBIGNY, *Elphidium* sp. y textuláridos. Las algas presentes pertenecen a los géneros *Lithophyllum* y *Mesophyllum*. Los primeros 5 m están caracterizados por *Miogypsina* sp. y *Elphidium* sp. como elementos dominantes y no contienen ningún tipo de macrofósil. Inmediatamente encima aparecen masivamente corales hermatípicos que ocupan el 60% del volumen total; éstos forman colonias con un diámetro máximo de 1 m, se encuentran en posición de vida y en el último nivel de calizas presentan numerosas perforaciones de litófagos, ocurridas sobre los organismos ya muertos. En estas calizas, con menor abundancia, se han encontrado briozoos (*Smittinella* sp. y *Cellepora* sp.), bivalvos (*Amusium cristatum* (BRONN), *Chlamys* sp., *Flabellipecten ficheuri* (BRIVES), *Pecten subarcuatus* TOURNOUER, *Cubitostrea* sp.) y gasterópodos (*Conus* sp., *Circulus striatus* (PHILIPPI) y *Strombus* cfr. *nodosus* BORSON). Estos organismos presentan una frecuencia variables a lo largo del tramo, con un máximo de 6 ejemplares/m^2, que en el 45% de los casos se encuentran en posición de vida y ocupan el 10% de la superficie.

Interpretación

Este tramo representa dos medios diferenciables. En los primeros 5 m no existen macrofósiles, mientras los siguientes se caracterizan por la presencia masiva de corales. Según VATAN (1965) las larvas de corales necesitan un substrato duro para

fijarse, por lo que concluye que las calizas de los primeros 5 m ya estaban probablemente duras y bien litificadas cuando se inició la formación de las suprayacentes. No obstante, estudios más recientes (GILL y COATES 1977; DODD y STANTON 1981) indican que numerosas especies de corales no necesitan fijarse a un substrato duro.

La abundancia de corales hermatípicos junto a algas, briozoos y grandes foraminíferos bentónicos en las calizas representa un medio de escasa profundidad.

3er TRAMO

[Muestras 23 a 25]

Los últimos 50 m se caracterizan por una alternancia de margas y calizas. Las calizas son boundstones y wackestones con estromatolitos y foraminíferos. Los últimos 15 m de estas margas contienen finas intercalaciones de arenas, arcillas y yeso, con abundantes bivalvos y gasterópodos. Este banco sólo se ha encontrado en este perfil y desaparece lateralmente.

Paleontología

Los primeros 35 m se caracterizan por los siguientes foraminíferos: miliólidos, *Borelis melo curdica* REICHEL, *Borelis* sp., *Elphidium* sp..

Los estromatolitos presentes en este tramo suelen tener una morfología hemiesferoidal y están unidos lateralmente. Los diámetros son variables, siendo el más frecuente de alrededor de 50 cm. Estos organismos están en posición de vida y ocupan el 50% del volumen total; al igual que en el caso de corales del anterior tramo, aquí también están presentes numerosas perforaciones producidos por litófagos, ocurridas sobre los estromatolitos una vez que éstos dejaron de crecer. En esto niveles, con menor abundancia, hay moldes de bivalvos y gasterópodos.

Las margas de los últimos 15 m, en su mitad inferior contienen bivalvos (*Pecten* sp., *Anadara* sp., *Acanthocardia* (*Acanthocardia*) *paucicostatum* (SOWERBY) y *Pelecyora (Cordiopsis) islandicoides* (LAMARCK)), gasterópodos (*Diloma* (*Oxystele*) aff.

rotellaris MICHELOTTI, *Ficus conditus conditus* (BRONGNIART), *Chrysallida (Parthenina) interstincta* (MONTAGU), *Odostomia (Megastomia) conoidea var. longosismondae* (SACCO), *Triton (sassia) tuberculiferum* BRN., *Turritella (Tur.) tricarinata tricarinata* (BROCCHI), *Turritella (Haustator) tricincta* (BORSON), *Turritella terebralis* LAMARCK) y dientes de peces. En la parte superior se encuentra la siguiente asociación fósil: *Pecten* sp. y los gasterópodos: *Menestho (Evalea) imperforata* (SACCO), *Alvania (Alvania) montagui trochiformis* CSEPREGHY-MEZNERICS, *Cerithiella (Cerithiella) dertobicarinata* (SACCO), *Narona (Brocchinia) mitraeformis* (BROCCHI), *Odostomia (Megastomia) conoidea* BROCCHI, *Odostomia (Megastomia) conoidea* var. *longosismondae* (SACCO), *Odostomia (Brachystomia) rissoides* HANLEY, *Turritella (Archimediella) bicarinata* EICHWALD y *Turbonilla (Pyrgiscus) mioexreticulata* (SACCO). Hacia la parte superior del banco aumenta el número de especies de gasterópodos de muy pequeño tamaño (enanos). Estos fósiles son muy abundantes y ocupan alrededor del 60-70% del volumen total de las margas; en este banco no se ha encontrado ningún tipo de bioclasto.

Interpretación

Generalmente los estromatolitos suelen fijarse sobre rocas carbonatadas de granulometria fina. La morfología hemiesferoidal de estos organismos apuntan hacia un ambiente con moderada turbulencia (GEBELEIN 1969). Los miliólidos, como foraminíferos dominantes, permiten atribuir estos niveles a un medio restringido de escasa profundidad.

El predominio de fósiles de muy pequeño tamaño (enanos) en los últimos 5 a 6 m del miembro junto a láminas de yeso puede sugerir un medio marino restringido. Este banco, por su contenido fósil, es comparable a las arcillas de Clavatula del Tortoniense piacentino estudiada por VENZO y PELOSIO (1963). En las arcillas azules del Plioceno del Roussillon, MARTINELL y DOMENECH (1991) han encontrado moluscos de pequeño tamaño que presentan alguna especie en común con las aquí estudiadas; para estos autores el depósito se produjo a profundidades de 10 a 20 m. Otros autores como LEPPAKOSKI (1969), ROSENBERG (1977), HARTMAN y BARNARD

(1985) en SAGEMAN et al. (1991) consideran que en aguas con deficiencia de oxígeno la presencia de organismos de pequeñas dimensiones es normal.

Estos organismos tienen un alto potencial reproductivo y se adaptan bien a condiciones medioambientales extremas; su estrategia es oportunista, con mortalidades masivas y recolonizaciones rápidas, lo que podría justificar su gran abundancia en este depósito. Las capas de arena, a su vez, se podrían formar por somerizaciones esporádicas con aumento de energía; los yesos indicarían un medio restringido con aguas cálidas.

Este tramo representaría un medio de lagoon que, por algún cambio medioambiental, acabó con el desarrollo de los estromatolitos, con una fase posterior de instalación de litófagos que afectaron simultáneamente a los estromatolitos y a los últimos niveles de las calizas del anterior tramo.

El banco final fue construido probablemente en un medio restringido, que sólo permitió el desarrollo de organismos de tamaño muy pequeño.

En resumen, se puede considerar que las margas de la base del miembro E suponen una transgresión marina sobre el miembro D. La sucesión continúa con calizas arrecifales con corales hermatípicos a las que se superponen materiales propios de un medio de lagoon, con miliólidos como organismo dominante. Muestra por tanto, un carácter claramente somerizante.

***EDAD*:** La asociación fósil, especialmente *Globorotalia* aff. *archaeomenardii* y *Globorotalia (Hirsutella) scitula*, indican una edad Mioceno medio.

El límite superior del perfil de Kamar Kuh (Fig.3) está marcado por un contacto concordante con las margas de color rojo pertenecientes a la Formación Roja Superior, con un alto contenido en arena y con intercalaciones de yesos.

PERFIL DE EIDAJTI

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El perfil de Eidajti está situado a 12 km al SW de la ciudad de Qom (Fig.1). Tiene 895 m de espesor. Se ha realizado a través de un transecto N-S situado en el flanco S de un sinclinal de eje E-W y cuyo el núcleo está formado por los sedimentos del miembro E. La altitud máxima de estas montañas es de 1100 m.

Sus coordenadas geográficas son:

Long. : E 50º 46′ 30"

Lat. : N 34º 38′ 20"

ESTRATIGRAFÍA

El límite inferior de la formación Qom en este perfil (Fig.4), es un contacto concordante entre las calizas basales del miembro A y las margas del techo de la Formación Roja Inferior.

Para el estudio de esta serie se tomaron 54 muestras, de las cuales se hicieron 29 láminas delgadas y 25 levigados.

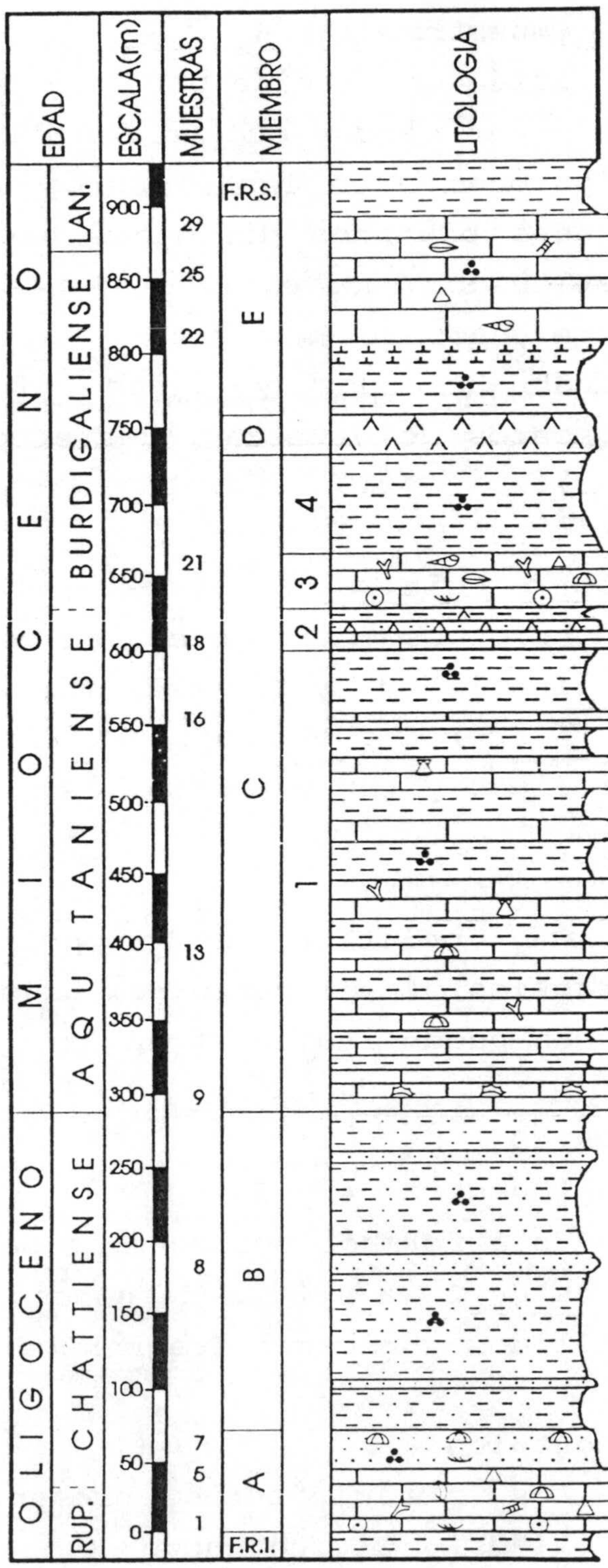


Figura 4- Perfil de Eidajti

MIEMBRO A

Dentro de el se pueden distinguir 3 tramos:

1er TRAMO

[Muestras 1 a 3]

Está constituido por 20 m de calizas de color marrón claro o gris, en bancos que varían de espesor entre 10 y 200 cm. Son grainstones y en los primeros 5 m presentan estratificaciones cruzadas planares dirigidas hacia el NO. Estos niveles están constituidos casi exclusivamente por oolitos concéntricos con un núcleo cuarzoso (muestra 1), mientras que en el resto del tramo dominan briozoos y algas rojas, y, en menor proporción, fragmentos de bivalvos, gasterópodos y foraminíferos (muestras 2 y 3).

Paleontología

Los briozoos existentes en el tramo son: *Cellepora* sp., *Smittinella* sp. y *Tubucellaria* sp.; las algas son *Lithophyllum* sp. y *Sporolithon* sp.. Los foraminíferos son principalmente miliólidos y textuláridos.

Interpretación

El banco oolítico de los primeros 5 m sugiere un ambiente energético. En el resto del tramo el contenido de fragmentos de conchas puede indicar todavía aguas turbulentas.

2º TRAMO

[Muestras 4 y 5]

Está formado por 20 m de calizas de color marrón y gris en bancos de 10 a 100 cm de espesor. Son de textura packstone con miliólidos y escasos fragmentos de algas rojas y briozoos.

Paleontología

Los foraminíferos presentes en este tramo son los miliólidos. El equinodermo *Scutella* sp. aparece con una frecuencia máxima de 4 individuos/m^2 y con un buen estado de preservación. En el 60% de los casos los restos se encuentran en

posición de vida y ocupan el 10% de la superficie. En menor cantidad aparecen valvas desarticuladas de *Pecten arcuatus* BROCCHI, dispuestas con la concavidad hacia arriba. Los briozoos existentes en el tramo son *Cellepora* sp. y *Smittinella* sp..

Interpretación

Al igual que en el perfil de Dochah, la presencia de miliólidos sugiere un medio poco profundo de aguas cálidas y tranquilas. La buena preservación de *Scutella* y la presencia de restos de bivalvos con la concavidad hacia arriba sugiere un medio tranquilo sometido a un enterramiento relativamente rápido (KIDWELL y BOSENCE 1991).

3er TRAMO

[Muestras 6 y 7]

Está caracterizado por 30 m de areniscas en bancos de 5 a 50 cm, de color marrón y verde, y que contienen fragmentos de rocas calizas y volcánicas provenientes del tramo anterior o de la Formación Roja Inferior. Los foraminíferos y briozoos no son frecuentes, pero sí los granos de cuarzo angulosos. En la parte basal del tramo aparecen algunos niveles de areniscas con estratificación cruzada planar que indican un sentido preferencial de paleocorrientes N-S.

Paleontología

Los foraminíferos presentes son mayoritariamente textuláridos, mientras que el macrofósil más abundante es *Scutella* sp.. En los últimos 10 m se pueden encontrar niveles de entre 5 y 20 cm de espesor que están constituidos casi totalmente por *Scutella* dispuesta paralelamente al substrato y en 50% de los casos se encuentran en posición de vida. Los ejemplares aparecen escasamente erosionados en ambos lados.

Interpretación

Los bancos de *Scutella* reflejan una tasa de sedimentación neta muy reducida junto a posibles aventamientos esporádicos. La escasa erosión de *Scutella* permite suponer una corta distancia

de transporte, mientras la orientación vertical de algunos ejemplares puede ser producida por el efecto de ondas oscilantes o por acción de corrientes sobre un gran cúmulo de ejemplares (SEILACHER y MEISCHNER 1965; GRINNELL 1974 y SANDERSON y DONOVAN 1974; en KIDWELL y BOSENCE 1991).

***EDAD*:**

Al igual que en el caso de los anteriores perfiles la edad de este miembro es Chattiense (Oligoceno superior).

MIEMBRO B

[Muestra 8]

Está compuesto por 220 m de margas arenosas de color verde, con frecuentes intercalaciones de areniscas entre 20 y 80 cm de espesor y en bancos de 10 a 20 cm. Estas contienen granos angulosos de cuarzo, fragmentos de rocas calizas provenientes del miembro A y rocas volcánicas (muestra 8). El tamaño medio de granos de arena disminuye hacia la parte superior del miembro.

Las margas del miembro B contienen la siguiente asociación de foraminíferos: *Globigerinella obesa* (BOLLI), *Globigerina ouachitaensis ciperoensis* BOLLI, *Globigerina praebulloides* BLOW, *Cibicidoides pseudoungerianus* (CUSHMAN), *Globobulimina pyrula* (D'ORBIGNY), *Lenticulina cultrata* (DE MONTFORT), *Melonis padanum* (PERCONIG), *Planulina marialana* HADLEY, *Quinqueloculina lamarckiana* D'ORBIGNY, *Tritaxia szaboj* (HANTKEN), *Hoeglundina elegans* (D'ORBIGNY), *Guttulina communis* (D'ORBIGNY), *Pyrgo subsphaerica* D'ORBIGNY, *Protelphidium granosum* (D'ORBIGNY) y *Siphonina reticulata* (CZJZEK).

Interpretación

Al igual que en el caso del perfil de Dochah, el alto contenido de arenas angulosas en las margas de este miembro y el bajo porcentaje de especies de foraminíferos planctónicos frente al total de foraminíferos (20%), sugieren un ambiente de poca profundidad. La presencia de algunos géneros, como *Quinqueloculina* y *Melonis*, indica una profundidad mínima de 50

m y máxima de 150 m (CULVER 1988).

***EDAD*:** La asociación de fósiles de este miembro indica una edad Chattiense.

MIEMBRO C

En este miembro se pueden distinguir 4 submiembros:

SUBMIEMBRO C_1

[Muestras 9 a 16]

Está formado por 310 m de alternancia de calizas de color gris y margas de color verde claro. Las calizas se disponen en bancos que varían en espesor desde 20 a 100 cm (muestras 9 a 16). Hacia la parte superior de la serie los niveles de marga aumentan de espesor y el último nivel tiene un espesor máximo de 40 m. Las calizas de este submiembro son packstones con foraminíferos, gasterópodos y fragmentos de bivalvos, algas rojas y briozoos.

Paleontología

El foraminífero más abundante en este submiembro es *Lepidocyclina (Eulepidina) elephantina* (LEMOINE y DOUVILLE), que se encuentra concentrado en finas láminas distribuidas a lo largo del submiembro. Además, se puede encontrar la siguiente microfauna: *Miogypsinoides complanatus* (SCHLUMBERGER), *Lenticulina calcar* (LINNÉ), *Rotalia viennotti* GREIG, *Bolivina* sp., miliólidos, rotálidos y textuláridos; las algas pertenecen al género *Mesophyllum*.

Los macrofósiles encontrados son: bivalvos (*Pecten Beudanti* BASTEROT, *Flabellipecten fraterculus* (SOWERBY), *Chlamys submalvinae* (BLANCKENHORN), *Chlamys senatoria* (GMELIN), *Oopecten (Oopecten) rotundatus* (LAMARCK) y *Ostrea* sp.), equinodermos (*Clipeaster* aff. *scillae* DESMOLINS, *Scutella* sp., *Echinolampas (Macrolampas) discus* DESOR y *Micropsis* aff. *tremadesi* COTTEAU) y briozoos (*Smittinella* sp. y *Cellepora* sp.).

En los primeros 10 m de las calizas aparece un banco de ostreas, articuladas y en posición de vida. Presentan los mismos caracteres que en el perfil de Dochah con la diferencia de que

en Eidajti se encuentran con menor frecuencia (14-16 individuos/m^2) y ocupan del 15 al 20% de la superficie total.

Entre los bivalvos la especie más frecuente es *Flabellipecten fraterculus* que, con una frecuencia máxima de 8 individuos/m^2, ocupan el 10% de la superficie total. Los restantes pectínidos son poco abundantes y aparecen unos 3-4 individuos/m^2. En el 80% de los casos están articulados mientras que los ejemplares desarticulados se suelen encontrar con la convexidad dirigida hacia el muro.

Los equinodermos más abundantes del submiembro son *Clipeaster* y *Scutella*, que en el 60% de los casos están en posición de vida y tienen una frecuencia de 3 a 8 individuos/m^2, ocupando del 5 al 10% de la superficie.

Las margas del submiembro C_1 contienen la siguiente asociación de microfósiles:
Globigerina praebulloides BLOW, *Globigerinoides trilobus immaturus* LEROY, *Textularia mexicana* CUSHMAN, *Lenticulina cultrata* (DE MONTFORT), *Sphaeroidina bulloides* D'ORBIGNY, *Borelis* sp., *Elphidium crispum* (LINNÉ), *Lagena striata* (D'ORBIGNY), *Lepidocyclina (Eulepidina) elephantina* (LEMOINE y DOUVILLE), *Operculina complanatus* (DEFRANCE), *Heterostegina* cfr. *costata* D'ORBIGNY, *Pyrgo subsphaericos* D'ORBIGNY, *Ammodiscus cretaceus* (REUSS), *Nonion commune* (D'ORBIGNY), *Eggerella bradyi* (CUSHMAN), *Ammonia beccarii* (LINNÉ) y *Guttulina austriaca* D'ORBIGNY.

Interpretación

La presencia masiva de *Lepidocyclina* (indicadora de aguas someras y cálidas), miliólidos y rotálidos (propios de fondos fangosos de escasa profundidad), pectínidos articulados y equinodermos en posición de vida, sugiere un medio poco profundo y de baja energía.

Las margas del submiembro, como en el caso del miembro anterior, contienen un bajo contenido en foraminíferos planctónicos. Además, especies pertenecientes a los géneros bentónicos *Borelis*, *Elphidium*, *Lepidocyclina*, *Sphaeroidina* y *Ammonia*, ocupan habitualmente profundidades menores de 100 m

(BOLTOVSKOY y WRIGHT 1976; CULVER 1988).

***EDAD*:** Al igual que en el anterior perfil la edad de este submiembro es Aquitaniense.

SUBMIEMBRO C_2

[Muestras 17 y 18]

Está formado por 12 m de calizas laminadas de color oscuro y con texturas fenestrales. Son mudstones sin presencia fósil (muestras 17 y 18). Los siguientes 5 m son yesos que a veces contienen una cierta cantidad de arenas de color rojo. Los últimos 8 m están constituidos por una alternancia de láminas de margas azoicas y yesos.

Interpretación

Las calizas de la parte basal pueden sugerir un medio tranquilo y pobre en oxígeno. Las capas de yeso representan una etapa de evaporación. Sus arenas asociadas provienen de la erosión de los materiales de la Formación Roja Inferior.

La alternancia de margas y yesos de la parte superior del submiembro sugieren un medio restringido.

Submiembro C_3

[Muestras 19 a 21]

Esta compuesto por 40 m de calizas de color gris y marrón, en bancos de 10 a 90 cm. Son grainstones que en los primeros 10 m son oolíticos con estratificaciones cruzadas en artesa. Los oolitos son mayoritariamente elípticos, concéntricos y con cubiertas micríticas y su núcleo está formado por granos subangulosos de cuarzo o bioclastos. En el resto del submiembro los constituyentes más importantes son los briozoos y, en menor cantidad, fragmentos de bivalvos.

Paleontología

Los fósiles del submiembro son briozoos (*Cellepora* sp. y *Smittinella* sp.), junto a bivalvos (*Pecten hornensis* DEPERET y ROMAN, *Flabellpecten ficheuri* (BRIVES), *Flabellipecten expansus*

(SOWERBY), *Pecten (Gigantopecten) tournali* DE SERRES, *Oopecten (Oopecten) rotundatus* (LAMARCK), *Tapes (Callistotapes)* aff. *intermedios* NAM), gasterópodo (*Cypraea* aff. *pantherina* SOLANNDER) y equinodermos (*Clypeaster* aff. *scillae* DESMOULINS, *Scutella subrotundus* (LESKE), *Amphiope bioculata* (DESMOULINS), *Echinolampas* cfr. *vilanovae* COTTEAU).

Entre los pectínidos las especies más frecuentes son *Pecten subarcuatus* y *Oopecten (Oopecten) rotundatus*. Las conchas de bivalvos aparecen con una frecuencia de 10 a 15 ejemplares/m^2 ocupando del 5 al 8% de la superficie; generalmente las valvas se encuentran fracturadas o desarticuladas y con la parte cóncava hacia el substrato, mientras que en los últimos 30 m, a veces (10% de los ejemplares) aparecen en grupos, están imbricadas y con una orientación oblicua al suelo. Los equinodermos más abundantes son *Clipeaster* y *Scutella*, que en un 40% de los casos aparecen en posición de vida y con una frecuencia de 12 individuos/m^2 que ocupan el 15% de la superficie total.

Interpretación

Los oolitos elípticos de la parte basal del submiembro, junto a las valvas desarticuladas y rotas de bivalvos sugieren un medio de barras oolíticas. La orientación de los macrofósiles sugiere una reorientación de las valvas por acción de corrientes y en el caso de las valvas con disposición imbricada la orientación puede ser debida a corrientes (KIDWELL y BOSENCE 1991).

Submiembro C_4

Se caracteriza por la presencia de 70 m de margas de color verde claro que suministran la siguiente asociación de microfáuna: *Globorotalia siakensis* LEROY, *Globigerinella obesa* (BOLLI), *Globigerina praebulloides* BLOW, *Globigerinoides trilobus trilobus* (REUSS), *Catapsydrax stainforthi* BOLLI, LOEBLICH y TAPPAN, *Hanzawaia boueana* (D'ORBIGNY), *Cancris oblongus* (WILLIAMSON), *Operculina complanata* (DEFRANCE), *Quinqueloculina triangularis* D'ORBIGNY, *Elphidium macellum* (FICHTEL y MOLL), *Rotalia* sp., *Textularia dolfussi* (LALICKER) y *Textularia*

abreviata D'ORBIGNY.

Interpretación

El ligero aumento de la proporción de especies de foraminíferos planctónicos en este submiembro en comparación con los otros niveles de margas de este miembro sugiere un aumento del nivel del mar en el momento de la formación de estas margas, en cualquier caso reducido, dada además la presencia de formas como *Operculina complanata*, *Elphidium macellum*, *Rotalia* sp. y *Cancris oblongus*.

***EDAD*:** La edad de este miembro es Burdigaliense, zona de *Catapsydrax stainforthi*.

MIEMBRO D

Está constituido por 20 m de yeso.

Interpretación

Los yesos que forman este miembro, como en el caso de los otros perfiles estudiados en esta área, corresponden a la parte final de un ciclo sedimentario.

MIEMBRO E

Dentro de él se pueden diferenciar 2 tramos:

1er TRAMO

Está formado por 50 m de margas de color verde oliva que en la parte superior se hacen más calcáreas. Este tramo contiene los siguientes foraminíferos: *Globorotalia (Hirsutella) scitula* (BRADY), *Globorotalia praemenardi* CUSHMAN y STAINFORTH, *Globigerinella obesa* (BOLLI), *Globigerina angustiumblicata* BOLLI, *Globigerina bulloides* D'ORBIGNY, *Globigerina praebulloides* BLOW, *Globigerinoides obliquus* BOLLI, *Globigerinoides sacculifer* (BRADY), *Planulina ariminensis* D'ORBIGNY, *Cancris oblongus* (WILLIAMSON), *Cancris auriculus* (FICHTEL y MOLL), *Hanzawaia boueana* (D'ORBIGNY), *Lagena* aff. *gibbera* BUCHNER, *Lenticulina rotulata* (LAMARCK), *Neoeponides schreibersii* (D'ORBIGNY),

Lepidocyclina (Nephrolepidina) sp., *Anomalinoides flinti* (CUSHMAN), *Sigmoilinita tenuis* (CZJZEK), *Spiroloculina canaliculata* D'ORBIGNY, *Cassidulina laevigata* D'ORBIGNY, *Polimorphina acuta* D'ORBIGNY, *Rotalina dutemplei* D'ORBIGNY, *Textularia deperdita* D'ORBIGNY, *Textularia carinata* D'ORBIGNY, *Textularia articulata* D'ORBIGNY, *Uvigerina rutila* (CUSHMAN y TODD), *Quinqueloculina triangularis* D'ORBIGNY, *Pyrgo simplex* D'ORBIGNY y *Cibicidoides ungerianus* (D'ORBIGNY).

Interpretación

Aunque la proporción de especies planctónicas aumenta en este miembro, los foraminíferos bentónicos siguen siendo aún predominantes, lo que indica que, a pesar de un aumento del nivel del mar, el medio continua siendo poco profundo.

2º TRAMO

[Muestras 22 a 29]

Está constituido por 90 m de calizas de color blanco que en los primeros 40 m son masivas, mientras en la parte superior se dividen en bancos que varían de espesor entre 20 y 80 cm. Son de textura packstone con fragmentos de bivalvos, gasterópodos, briozoos, algas rojas y foraminíferos.

En los últimos 5 m aparecen estructuras diagenéticas tipo anillos de Liesegang.

Paleontología

Las calizas de este tramo contienen los siguientes foraminíferos: *Textularia* sp. y *Heterostegina* sp.. Los briozoos presentes corresponden a los géneros *Smittinella* y *Cellepora*, mientras las algas pertenecen al género *Lithothamnium*. En este tramo es también frecuente el bivalvo *Lucina (Lucina) orbicularis* DESHAYES, y moldes de otros bivalvos y gasterópodos y pequeñas colonias aisladas de corales ahermatípicos de 5 a 7 cm de diámetro. Con menor abundancia se pueden encontrar bivalvos (*Pecten subarcuatus* TOURNOUER, *Chlamys cookei* (DE GREGORIO), *Chlamys submalvinae* (BLANCKENHORN), *Pycnodonte* sp. y *Ostrea (Ostrea) lamellosa* BROCCHI) y gasterópodos (*Strombus* cfr. *nodosus*

BORSON); todos ellos se encuentran con una frecuencia y orientación variables a lo largo del tramo, con un máximo de 8 ejemplares/m^2, que ocupan el 5% de la superficie.

Interpretación

El color claro de las calizas indica un ambiente bien oxigenado. La presencia de grandes foraminíferos bentónicos como *Heterostegina* sugieren aguas poca profundas (BOLTOVSKOY y WRIGHT 1976; ALLASINAS 1983). El alto contenido de fragmentos de conchas y la orientación variable de las valvas desarticuladas sugieren una alta energía medioambiental.

***EDAD*:** La asociación fósil del miembro indica una edad Mioceno medio.

El límite superior del perfil de Eidajti (Fig.4) está marcado por un contacto concordante con las margas y arcillas rojas de la base de la Formación Roja Superior.

PERFIL DE DO BARADAR

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El perfil está situado a 7 km al SE de Qom, junto a la carretera que se dirige hacia Kashan (Fig.1).

Los estratos presentan un buzamiento variable a lo largo del perfil, siendo en la parte intermedia totalmente verticales. La serie tiene un espesor de 830 m. Las montañas más altas de esta zona tienen una cota de 1200 m y están formadas por calizas y calizas margosas del submiembro C_1.

Sus coordenadas geográficas son:

Long. : E 50º 53′ 24"

Lat. : N 34º 34′ 37"

ESTRATIGRAFÍA

El límite inferior de la formación Qom en esta zona está marcado por una inconformidad estratigráfica entre calizas de la parte basal del miembro A y los materiales volcánicos del techo de la Formación Roja Inferior (FRI). La columna estratigráfica se representa en la Figura 5.

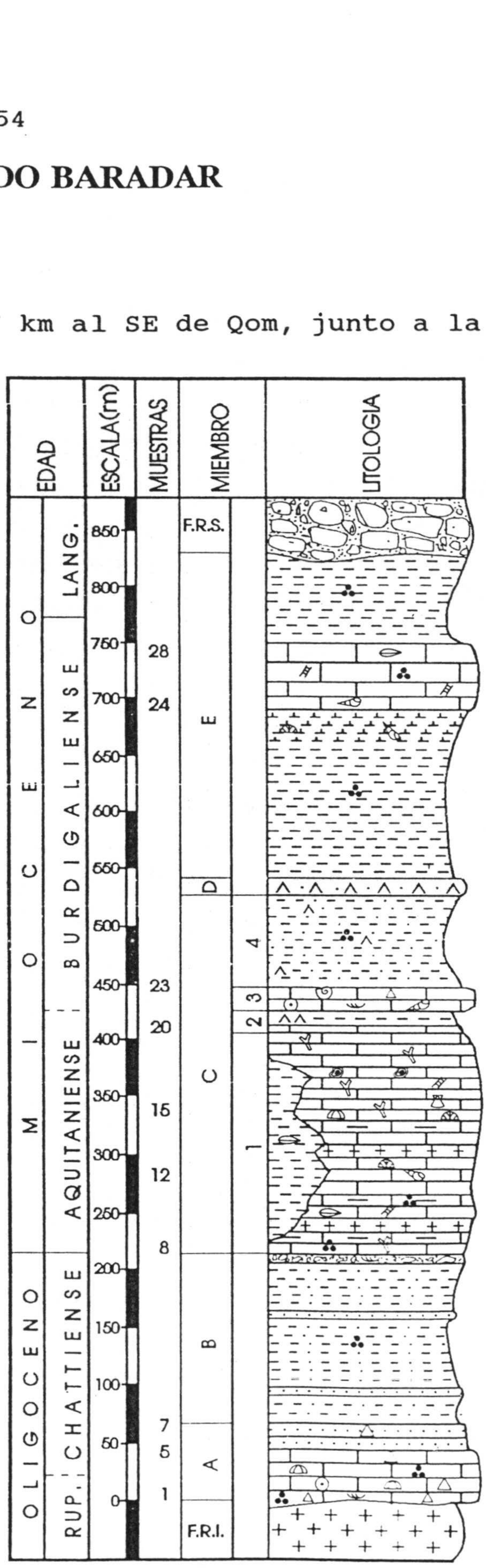


Figura 5- Perfil de Do Baradar

Son frecuentes las intercalaciones de materiales volcánicos en este perfil.

Para este estudio se ha llevado a cabo el levantamiento de la serie y el análisis de 55 muestras (28 láminas delgadas y 27 levigados).

MIEMBRO A

Dentro de él se pueden diferenciar tres tramos:

1er TRAMO

[Muestras 1 a 3]

Está formado por 20 m de calizas de color marrón, divididos en bancos de 5 a 90 cm con estratificaciones cruzadas planares en sentido S-N. Son de textura grainstone, con fragmentos de algas rojas y briozoos como elemento mayoritario, junto con foraminíferos y oolitos. Los oolitos son concéntricos y con el núcleo formado por cristales de cuarzo o bioclastos.

Paleontología

La asociación fósil existente en el tramo está compuesta por las algas *Lithophyllum* sp., *Lithothamnium* sp., el foraminífero *Austrotrillina howchini* (SCHLUMBERGER), junto a textuláridos y miliólidos.

El macrofósil más abundante del tramo es el equinodermo *Scutella* sp., que aparece con una frecuencia máxima de 8 individuos/m^2 que ocupan el 15% de la superficie; los ejemplares se encuentran fragmentados o erosionados. Los briozoos pertenecen al género *Cellepora*.

Interpretación

En general las algas rojas pueden tolerar profundidades máximas de 200 m (BOSENCE 1991). Se adaptan muy bien a medios turbulentos y normalmente son más abundantes en las áreas arrecifales (WRAY 1971; DODD y STANTON 1981). En el Noroeste del Golfo de México, *Lithophyllum* y *Lithothamnium* se distribuyen respectivamente hasta los 80 m y 110 m de profundidad (MINNERY et al. 1985). Ambos son constituyentes importantes de los

arrecifes (DODD y STANTON 1981).

Las observaciones de HELLER et al. (1980) en medios actuales y/o en laboratorio demuestran que los oolitos con estructura concéntrica necesitan, para formarse, un medio agitado con aguas cálidas, poco profundas y saturadas en $CaCo_3$, lo que produce una lenta precipitación de las cubiertas en torno al núcleo (MEDWEDEFF y WILKINSON 1983).

En resumen el contenido en oolitos, junto con la abundancia de bioclastos, sugieren un medio turbulento.

2º TRAMO

[Muestras 4 a 6]

Está caracterizado por 25 m de calizas de color marrón y gris; el espesor de los bancos varía entre 15 y 120 cm. Son packstones con foraminíferos y escasos fragmentos de equinodermos y briozoos, y un alto contenido de granos de cuarzo.

Paleontología

Los foraminíferos presentes en este tramo son miliólidos y *Bolivina* sp. El macrofósil más significativo del tramo es *Scutella* sp., los ejemplares mantienen la misma abundancia que en el primer tramo y se encuentran en posición de vida, mientras los briozoos de este tramo son *Tubucellaria* sp..

Interpretación

El alto contenido de granos de cuarzo angulosos y el dominio de miliólidos permiten atribuir este tramo a un medio de escasa profundidad.

La presencia de *Scutella* sp. en posición de vida, con muy buena preservación y sin epibiontes refleja una exposición no muy prolongada (KIDWELL y BOSENCE 1991).

3er TRAMO

[Muestra 7]

Está formado por 20 m de areniscas divididas en bancos de 15 a 30 cm de espesor. Son glauconíticas, con un alto contenido en fragmentos de calizas y algas rojas (provenientes de los

tramos anteriores), cuarzo y escasos fragmentos de briozoos.

Interpretación

El tipo de material sugiere un medio energético, y, al igual que en el perfil de Dochah, este tramo supone una culminación en la tendencia al relleno terrígeno de la cuenca.

En resumen, se deduce que la parte basal del miembro A indica una transgresión sobre sedimentos de la FRI. Se trata de un medio de aguas agitadas (1er tramo) que se hacen progresivamente más tranquilas en comparación con el anterior medio (2º tramo), hasta llegar a una situación de relleno terrígeno de la cuenca (3er tramo).

***EDAD*:** Este miembro es de edad Oligoceno medio-superior, al igual que en el perfil de Dochah.

MIEMBRO B

Consta de 150 m de margas arenosas de color verde, con intercalaciones de areniscas con un espesor máximo de 100 cm y divididas en bancos de 10 a 20 cm. En el techo de este miembro se puede observar un banco de conglomerados de 7 m de espesor con estratificaciones cruzadas de sets planares que indican un sentido de paleocorriente NW-SE; los cantos son de caliza y rocas volcánicas, con un diámetro máximo de 7 cm y gradación inversa.

La asociación de microfauna en este miembro está caracterizada por los siguientes foraminíferos: *Globorotalia opima opima* BOLLI, *Globigerina angustiumblicata* BOLLI, *Globigerina ouachitaensis ciperoensis* BOLLI, *Globoquadrina praedehiscense* BLOW y BANNER, *Globigerina* aff. *praebulloides* BLOW, *Sphaeroidina bulloides* D'ORBIGNY, *Pullenia quinqueloba* (REUSS), *Cibicidoides pseudoungerianus* (CUSHMAN), *Dentalina leguminiformis* (BATSCH), *Lenticulina calcar* (LINNÉ), *Lenticulina cultrata* (DE MONTFORT), *Melonis soldanii* (D'ORBIGNY), *Anomalina pompilioides* GALL. y HEMIN., *Anomalinoides flinti* (CUSHMAN), *Pyrgo subsphaerica* D'ORBIGNY y *Guttulina communis* (D'ORBIGNY).

Interpretación

En las muestras recogidas en el miembro B, la proporción de foraminíferos planctónicos es del 30%.

Considerando los estudios realizados por BOLTOVSKOY y WRIGHT (1976) en medios actuales, se puede decir que las faunas presentes en este miembro implican profundidades menores de 100 m. Especies como *Sphaeroidina bulloides* D'ORBIGNY viven en medios de escasa profundidad desde el Mioceno hasta la actualidad. El alto contenido de arena en las margas justifica la presencia de especies que generalmente viven en sedimentos arenosos como, por ejemplo, *Cibicidoides pseudoungerianus* (PUJOS 1972).

EDAD: La asociación de fósiles corresponde al Oligoceno superior (zona de *Globorotalia opima opima* BOLLI).

MIEMBRO C

Este miembro, con un espesor de 313 m, se divide en cuatro submiembros: C_1, C_2, C_3, C_4.

Submiembro C_1

[Muestras 8 a 19]

Se caracteriza por 190 m de caliza arrecifal con una extensión lateral de casi 2 km. En la parte Occidental cambia lateralmente a margas de color verde, pero en la zona Oriental se produce una clara interdigitación con margas.

Se trata de calizas de color verde, y con intercalaciones ocasionales de tufas. Son de textura boundstone y localmente grainstones y packstones. En los primeros 120 m están constituidos fundamentalmente por briozoos y corales hermatípicos en posición de vida e interconectados, junto a bivalvos, gasterópodos, espículas de equinodermos, algas rojas y foraminíferos. En la parte basal se encuentran también escasos oolitos con núcleos de cuarzo o bioclastos y cubiertas micríticas. Los niveles superiores se caracterizan fundamentalmente por briozoos, algas rojas y corales hermatípicos en posición de vida.

Paleontología

Las calizas de la parte basal contienen foraminíferos (miliólidos, *Textularia* sp., *Ammonia beccarii* (LINNÉ), *Operculina complanata* (DEFRANCE), *Miogypsinoides complanatus* (SCHLUMBERGER), *Miogypsina* sp., *Lepidocyclina* sp., *Schlumbergerina* sp., *Rotalia viennotti* GREIG) y algas (*Lithophyllum* y *Mesophyllum*). Como macrofósiles aparecen: bivalvos (*Oopecten (Oopecten) rotundatus* (LAMARCK), *Spondylus (Spondylus) crassicosta* LAMARCK), gasterópodo (*Conus* sp.), equinodermos (*Scutella subrotundus* (LESKE), *Clypeaster* aff. *scillae* DESMOULINS, *Schizaster villanovae* COTTEAU, *Maretia* aff. *aragonensis* COTTEAU), briozoos (*Cellepora* sp., *Tubucellaria* sp. y *Smittinella* sp.) y corales hermatípicos.

En los primeros 50 m se puede observar un banco de un par de metros formado por calizas margosas de color claro que contiene *Lepidocyclina (Eulepidina) elephantina* (LEMOINE y DOUVILLE). Este nivel es el mismo encontrado en la mayoría de los perfiles. En comparación con el perfil de Dochah, la capa presenta aquí menor porcentaje de *Lepidocyclina*.

A lo largo de este submiembro son abundantes colonias de corales hermatipícos interconectados y en posición de vida, con un diámetro de 5 a 40 cm. En numerosos casos están silicificados, lo que, en general, imposibilita su clasifición.

Los ejemplares de equinodermos (*Clipeaster* y *Scutella*) aparecen en posición de vida en el 70% de los casos y con una frecuencia de 5 individuos/m^2, que ocupan el 10% de la superficie.

En los primeros 110 m se puede encontrar un nivel de 40 cm de espesor que se caracteriza por la presencia de ejemplares de *Oopecten (Oop.) rotundatus* (LAMARCK), de gran tamaño, articulados y orientados con la parte apical dirigida hacia el Norte.

En la extremidad oriental del submiembro, el espesor de las calizas disminuye y lateralmente pasan a margas; hay numerosos ejemplares de los bivalvos *Chlamys senatoria* (GMELIN) e *Hyotissa hyotis* (LINNÉ), de tamaño variado y en buen estado de conservación. Se preservan articulados y se disponen paralelamente al substrato con una frecuencia de 8 ejemplares/m^2,

que ocupan aproximadamente el 15% de la superficie.

En los últimos 70 m se encuentra un nivel de 28 m construidos casi totalmente por los briozoos *Smittinella* sp. y *Tubucellaria* sp., con escasa presencia de fragmentos de bivalvos y granos de cuarzo. La serie sigue con un banco de un par de metros, constituido por rodolitos como elemento mayoritario. Éstos, de 3 a 6 cm de diámetro, están formados por algas rojas, con *Lithophyllum* como género dominante; su forma puede variar desde elipsoidal a esférica y presentan un núcleo detrítico.

Interpretación

Los oolitos de la parte basal del submiembro son alóctonos probablemente, considerando su escasa frecuencia en estos niveles.

La presencia de grandes foraminíferos bentónicos y algas rojas sugiere un medio no muy profundo. Por ejemplo, el género *Lepidocyclina* prefiere aguas someras y cálidas (ALLASINAS 1983); el género *Operculina* ocupó medios arrecifales o sus alrededores inmediatos en el Eoceno (ARNI 1965; en BIGNOT 1988); en los mares actuales los individuos de este género y los rotálidos ocupan profundidades máximas de alrededor de 70 m (BOLTOVSKOY y WRIGHT 1976).

Los equinodermos, indican una salinidad preferente entre 34-36‰ (ALLASINAZ 1983). Su presencia en posición de vida y su buena preservación indican que el fondo del mar no fue erosionado.

En la parte oriental del submiembro, la presencia en posición de vida de *Chlamys senatoria* (GMELIN) e *Hyotissa hyotis* (LINNÉ), que aparecen con las valvas articuladas y cerradas, podría indicar un posible enterramiento en vivo, al igual que en los casos estudiados por PETERSON (1985). Asimismo la abundancia de corales hermatípicos a lo largo del submiembro sugiere un medio bien iluminado.

El banco de rodolitos de la parte intermedia del submiembro, que presentan una morfología elipsoidal a esférica, indica un medio de alta energía (BOSENCE 1976; BOSENCE y PEDLEY 1982). MINNERY et al. (1985), demuestran que los rodolitos actuales del

Flower Garden Bank (N-W del Golfo de México), que miden de 1 a 15 cm, son dominantes a profundidades entre 50 y 75 m.

Submiembro C_2

[Muestra 20]

Está formado por 6 m de calizas de color oscuro, laminadas y con texturas fenestrales (muestra 20). Se trata de mudstones sin presencia fósil y con una alta porosidad. Los 12 m siguientes son margas yesíferas azoicas.

Interpretación

Las calizas de los primeros 6 m del submiembro, por su composición micrítica, color y ausencia de fósiles, apuntan hacia un medio anóxico y tranquilo. Los siguientes bancos están constituidos por margas yesíferas que representan un medio restringido de alta temperatura.

Submiembro C_3

[Muestras 21 a 23]

Se trata de 25 m de calizas de color claro en bancos de 5 a 30 cm. Son grainstones y en la parte basal presentan estratificaciones cruzadas en artesa. Estos niveles están formados por oolitos como elemento mayoritario y escasos restos de gasterópodos y pequeños fragmentos de bivalvos. Los oolitos son elipsoidales, concéntricos, con cubiertas micríticas y un núcleo formado por pequeños foraminíferos, granos de cuarzo o bioclastos.

En la mitad superior del submiembro se pueden encontrar fragmentos de bivalvos, briozoos y algas rojas, como elementos mayoritarios, y foraminíferos, con menor abundancia.

Paleontología

Las algas rojas pertenecen al género *Mesophyllum*. Además se encuentran los foraminíferos: *Rotalia* sp., *Lepidocyclina (Nephrolepidina)* sp., *Pandaglandulina dinapolii* LOEBLICH y TAPPAN, *Globorotalia* sp., *Globigerina* sp. y miliólidos. Este submiembro ha suministrado los siguiente macrofósiles: pectínidos

(*Pecten josslingi* SMITH, *Pecten paulensis* FONTANNES, *Flabellipecten tagicus* COTTER, *Flabellipecten burdigalensis* (LAMARCK) y *Pecten (Giganto.) tournali* DE SERRES, *Chlamys multistriata* (POLI)) y equinodermos (*Clipeaster* aff. *scillae* DESMOULINS, *Breynia* aff. *australasiae* (LEACH) y *Lovenia (Vascoaster) sulcatus* (HAIME)). Los macrofósiles son de tamaño mediano y grande, con una frecuencia máxima de 16 ejemplares/m^2, y una ocupación del 20% de la superficie total.

Los pectínidos se encuentran desarticulados y con las aurículas y el margen ventral rotos, Los equinodermos están erosionados y, en muchas ocasiones, en posición invertida, aunque paralelos a la superficie de estratificación.

Interpretación

Los oolitos micritícos, como elemento dominante en la parte basal del submiembro, junto a la frecuente fragmentación de los fósiles, son criterios que demuestran que estos niveles se formaron en un ambiente de alta turbulencia, tratándose presumiblemente de barras/barrera oolítica.

La presencia de algas rojas y foraminíferos planctónicos, la abundancia de conchas de bivalvos rotas y de equinodermos erosionadas en la mitad superior de este submiembro indican un medio marino de plataforma abierta, somera y agitada.

Este submiembro representa una profundación del medio desde una barra oolitíca a una plataforma abierta.

Submiembro C_4

Consiste en 80 m de margas, con una pequeña proporción de arena fina, y, ocasionalmente, finas láminas de yeso que desaparecen lateralmente. Estas margas contienen la siguiente asociación de microfauna: *Globigerina praebulloides* BLOW, *Globigerinoides trilobus trilobus* (REUSS), *Globorotalia siakensis* LEROY, *Globigerinella obesa* (BOLLI), *Catapsydrax* aff. *unicavus* BOLLI, LOEBLICH y TAPPAN, *Hanzawaia boueana* (D'ORBIGNY), *Cibicidoides ungerianus* (D'ORBIGNY), *Cancris oblongus* (WILLIAMSON), *Ammonia beccarii* (LINNÉ), *Astrononion stelligerum* (D'ORBIGNY), *Textularia agglutinatas* D'ORBIGNY, *Textularia*

abreviata D'ORBIGNY, *Lenticulina calcar* (LINNÉ), *Polymorphina acuta* D'ORBIGNY, *Nonionina perforata* D'ORBIGNY, *Asterigerinata planorbis* (D'ORBIGNY), *Amphistegina lessoni* D'ORBIGNY y *Operculina complanata* (DEFRANCE).

Interpretación

Las margas del submiembro C_4, se caracterizan sobre todo por macroforaminíferos como *Amphistegina lessoni* D'ORBIGNY y *Operculina complanata* (DEFRANCE). Los estudios en medios actuales reflejan que, generalmente, los grandes foraminíferos viven en aguas someras. Por ejemplo, en el dominio Indo-Pacífico estos foraminíferos viven a profundidades máximas de 130 m (HALLOCK 1985). Actualmente los medios preferidos por *Amphistegina* son aguas agitadas, bien oxigenadas, con una profundidad de alrededor de 30 m (KOUYOUMONTZAKIS 1984), y salinidad entre 32 y 35‰ (HALLOCK et al. 1986). Este género es un buen indicador paleoclimático. Los estudios de HORNIBROOK (1968) sobre la distribución actual de Amphistegina en Pacifico central, demuestran que este foraminífero vive en aguas someras y cálidas y que no tolera temperaturas menores de 20ºC. El mismo autor ha comparado la distribución actual de este género con la del Terciario de Nueva Zelanda y ha propuesto una isoterma de 20ºC para el Sur de este país durante esta edad. Asimismo la presencia de *Ammonia beccarii* (LINNÉ) indica la escasa profundidad del medio de formación de estas margas, alrededor de los 30 m (WALTON y SLOAN 1990).

MIEMBRO D

Está formado por 12 m de yeso con escasa proporción de arenas diseminadas.

Interpretación

Los niveles de yeso de este miembro están asociados con una fase regresiva.

MIEMBRO E

Se pueden distinguir tres tramos:

1er TRAMO

Está compuesto por 150 m de margas con foraminíferos, que en los últimos 30 m pasan a ser margocalizas con gasterópodos y corales ahermatípicos en posición de vida.

Paleontología

Las margas de este tramo suministran la siguiente asociación de foraminíferos: *Globorotalia praemenardii* CUSHMAN y STAINFORTH, *Globorotalia* aff. *archeomenardii* BOLLI, *Globigerinella siphonifera* (D'ORBIGNY), *Anomalina variolata* D'ORBIGNY, *Textularia lateralis* LALICKER, *Textularia deperdita* D'ORBIGNY, *Nonion dolfussi* CUSHMAN, *Nonionina punctata* D'ORBIGNY, *Nonionina boueana* D'ORBIGNY, *Amphistegina* sp., *Planulina* aff. *wullerstrofi* (SCHWAGER), *Guttulina problema* D'ORBIGNY, *Guttulina austriaco* D'ORBIGNY, *Gyroidinoides umbonatus* (SILVESTRI), *Gyroidina soldanii* (D'ORBIGNY), *Cassidulina laevigata* D'ORBIGNY, *Rotalina partschiana* D'ORBIGNY, *Quinqueloculina triangularis* D'ORBIGNY, *Rosalina obtusa* D'ORBIGNY, *Rosalina* aff. *globularis* D'ORBIGNY, *Cyclammina cancellata* BRADY, *Lenticulina simplex* D'ORBIGNY y *Lenticulina peregrina* (SCHWAGER).

Los gasterópodos y corales de los últimos 30 m del tramo, no son clasificables, al aparecer bien como moldes, en el caso de los gasterópodos, o silicificados, en el caso de los corales.

Interpretación

El mayor contenido de foraminíferos planctónicos en comparación con los miembros margosos anteriores parece ser atribuible a un medio más abierto y profundo.

El género *Cyclammina* agrupa a especies que actualmente viven al menos a 70 m de profundidad (BOLTOVSKOY y WRIGHT 1976), mientras que los textuláridos viven a una profundidad máxima de 250 m (CULVER 1988). Por tanto, está asociación fósil puede representar una profundidad entre 100 y 250 m.

Rosalina globularis indica una temperatura del medio entre

16º y 25ºC. El género *Nonion* para vivir y reproducirse necesita un contenido en oxígeno relativamente alto (BOLTOVSKOY y WRIGHT 1976).

La presencia de corales en posición de vida en la parte superior de este tramo se puede atribuir a una baja energía del medio.

2º TRAMO

[Muestras 24 a 28]

Está formado por 60 m de calizas de color gris claro, divididas en bancos de 50 cm a 160 cm. Se trata de packstones con bivalvos, gasterópodos, espinas de equinodermos, foraminíferos y algas rojas.

Paleontología

Las calizas presentan algas (*Lithophyllum* sp. y *Lithothamnium* sp.) como elemento mayoritario, y los siguientes foraminíferos: miliólidos, *Textularia* sp., *Globorotalia* aff. *praescitula* BLOW, *Globigerinoides triloba* (REUSS) y *Globigerina bulloides* D'ORBIGNY.

Los macrofósiles más característicos son: bivalvos (*Pecten josslingi* SMITH, *Venus (Ventricoloidea) multilamella* (LAMARCK), *Tapes (Callistotapes)* aff. *intermedius* (NAM), *Acanthocardia (Acant.) paucicostatum* (SOWERBY), *Spondylus (Spo.) gaederopus* LINNÉ) y gasterópodos (*Circulus striatus* (PHILIPPI), *Turritella terebralis* LAMARCK, *Terebralia lignitarum* (EICHWALD) y *Conus* sp.). Todos ellos se encuentran con una frecuencia máxima, en los últimos 10 m, de 15 ejemplares/m^2 y ocupan el 10% de la superficie. El grado de conservación es bueno en general, con la excepción de algunos ejemplares que se presentan altamente afectados por fenómenos diagéneticos.

Interpretación

La presencia de foraminíferos planctónicos en estas calizas apunta hacia medios marinos abiertos. Los estudios sobre las faunas actuales en el Océano Indico y Océano Atlántico muestran que los límites de tolerancia en el caso de *Globigerina bulloides*

D'ORBIGNY y *Globigerinoides triloba* (REUSS) son respectivamente 0º-27º y 15º-30ºC (TOLDERLUND y BÉ 1971). Los anteriores valores sugieren unos límites de temperatura en el momento de la sedimentación entre 15º y 25ºC. En lo que respecta a la salinidad, los estudios de BOLTOVSKOY et al. (1966) en el estuario de Río de la Plata sobre foraminíferos planctónicos, demuestran que *Globigerina bulloides* D'ORBIGNY se encuentra en aguas con una salinidad mínima de 30,5‰. La abundancia de algas rojas nos indica además que la profundidad fue relativamente baja.

La buena preservación, sin desarticulación ni fragmentación, de los fósiles, sugiere un enterramiento rápido, en o cerca del hábitat original (LEWIS 1980; SPEYER y BRETT 1988 y 1991), en un ambiente tranquilo con escasa bioturbación.

3er TRAMO

La parte terminal del miembro se caracteriza por la presencia de 80 m de margas con un alto contenido en foraminíferos.

Paleontología

Este tramo suministra la siguiente asociación de foraminíferos: *Globorotalia praemenardii* CUSHMAN y STAINFORTH, *Globigerina angustiumblicata* BOLLI, *Globigerina bulloides* D'ORBIGNY, *Globigerina praebulloides* BLOW, *Orbulina suturalis* BRÖNNIMANN, *Nonionina boueana* D'ORBIGNY, *Textularia lateralis* LALICKER, *Textularia deperdita* D'ORBIGNY, *Guttulina austriaco* D'ORBIGNY, *Siphonina bradyana burdigalensis* COLOM, *Siphonina planoconvexa* (SILVESTRI), *Heterolepa floridana* (CUSHMAN), *Polimorphina acuta* D'ORBIGNY, *Cyclammina cancellata* BRADY, *Rotalina dutemplei* D'ORBIGNY y *Triloculina consobrina* D'ORBIGNY.

Interpretación

La presencia de foraminíferos planctónicos en estas margas es propia de un medio marino abierto, mientras las especies del género *Siphonina* sugieren aguas con al menos 100 m de profundidad (CULVER 1988).

EDAD: La asociación de foraminíferos indica una edad Mioceno medio (Langhiense).

El límite superior de la formación Qom en el perfil de Do Baradar (Fig.5) se reconoce como contacto discordante (erosional) con los conglomerados de la base de la Formación Roja Superior (FRS).

PERFIL DE NARDAGHI

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El perfil está situado a 2 km al SW del perfil de Do Baradar y a 8 km al Sur de la ciudad de Qom (Fig.1).

El buzamiento de los estratos a lo largo del perfil es casi vertical. La serie presenta un espesor de 1165 m. Los relieves de la zona tienen 1228 m de cota máxima y están constituidos por las calizas del miembro E.

Sus coordenadas geográficas son:

Long. : E 50º 51′ 15"

Lat. : N 34º 34′ 15"

ESTRATIGRAFÍA

Las calizas que forman la parte basal de la formación Qom en este perfil están limitadas inferiormente por un contacto erosivo con las margas arcillosas de la Formación Roja Inferior. A pesar de la escasa distancia al perfil de Do Baradar, los niveles margosos de Nardaghi presentan mayor espesor aunque preservan los mismos caracteres faunísticos y sedimentológicos. La columna estratigráfica se representa en la Figura 6.

Para este estudio se analizaron 51 muestras (27 láminas delgadas y 24 levigados).

MIEMBRO A

1er TRAMO

[Muestras 1 y 2]

Son 10 m de calizas de color marrón divididas en bancos de 20 a 50 cm de espesor. Son packstones con bivalvos, foraminíferos, fragmentos de algas rojas, briozoos y escasos oolitos concéntricos, cuyos núcleos están formados por fragmentos de conchas.

Paleontología

Los briozoos *Smittinella* sp. y *Cellepora* sp. son los organismos más frecuentes en este tramo, junto a algas rojas (*Lithophyllum* sp. y *Lithothamnium* sp.), miliólidos y el bivalvo *Kuphus* sp..

Interpretación

El contenido en fragmentos de algas y briozoos sugiere un medio agitado. Los oolitos por su escasez no ofrecen datos de interpretación, puesto que podrían haber sido transportados, por ejemplo, desde el tramo equivalente descrito en el perfil de Do Baradar.

2º TRAMO

[Muestras 3 a 6]

Se trata de 20 m de calizas de color marrón y gris en bancos que varían de espesor entre 30 y 100 cm. Son packstones constituidos principalmente por fragmentos de briozoos y algas, junto a gasterópodos y foraminíferos.

Paleontología

Como en el anterior tramo, los briozoos *Smittinella* sp. y *Cellepora* sp. son los organismos más abundantes; en

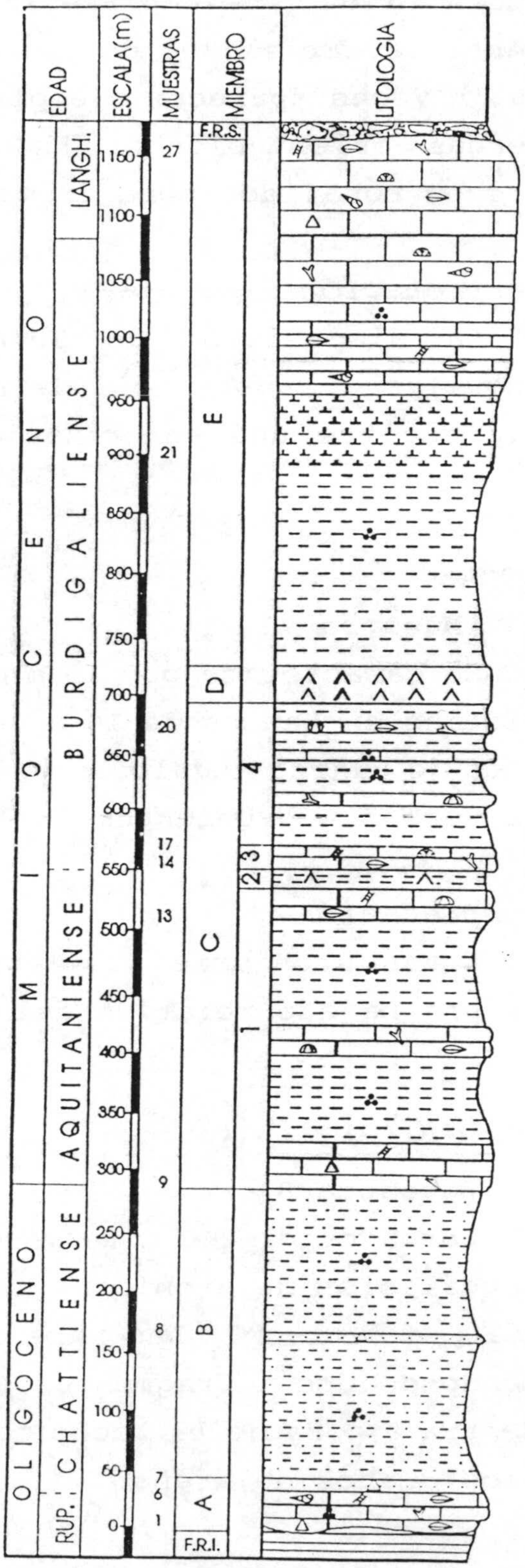


Figura 6- Perfil de Nardaghi

menor cantidad se encuentran: miliólidos, *Lithophyllum* sp. y gasterópodos. Además aparecen individuos de *Scutella* sp. con una frecuencia de 5 ejemplares/m^2, que ocupan del 8 al 10% de la superficie. En el 80% de los casos se encuentran en posición de vida. A veces aparecen ejemplares de *Pecten arcuatus* BROCCHI con diversas orientaciones. En la parte superior de este tramo aparecen rotálidos poco frecuentes.

Interpretación

La disposición de *Scutella* indica aguas relativamente tranquilas. La presencia de rotálidos en la parte superior del tramo sugiere una somerización en comparación con los niveles anteriores.

3er TRAMO

[Muestra 7]

Se caracteriza por 15 m de areniscas de color marrón claro, divididas en bancos de 10 a 20 cm de espesor. Están formadas por granos de cuarzo angulosos y, en menor proporción, por fragmentos de briozoos provenientes de los tramos anteriores.

Interpretación

Estas areniscas provienen de la erosión de la plataforma tras una bajada relativa del nivel del mar.

MIEMBRO B

[Muestra 8]

Formado por 240 m de margas arenosas de color verde con una intercalación de areniscas de 4 m de espesor dividida en bancos de 10 a 20 cm. Las areniscas son cuarzosas, con granos subredondeados y fragmentos de bivalvos, algas rojas y briozoos (muestra 8). Hacia el techo del miembro disminuye el tamaño medio de los granos de arena.

Interpretación

Las margas arenosas de este miembro representan las mismas características que en los perfiles anteriores.

MIEMBRO C

Se pueden diferenciar 4 submiembros:

Submiembro C_1

[Muestras 9 a 13]

Está compuesto por 250 m de margas con intercalaciones de calizas que presentan un espesor máximo, hacia la base, de 25 m. Las calizas son de color gris y están divididas en bancos de 20 a 80 cm. Son de textura packstone (muestras 9 a 13) con fragmentos de briozoos y algas rojas, junto a foraminíferos bentónicos y granos subangulosos de cuarzo.

Paleontología

Los foraminíferos presentes en las calizas del submiembro son: *Miogypsinoides complanatus* (SCHLUMBERGER), *Lepidocyclina (Eulepidina) elephantina* (LEMOINE y DOUVILLE), *Rotalia viennotti* GREIG y escasos miliólidos; junto a ellos se encuentran algas rojas (*Lithophyllum* sp. y *Mesophyllum* sp.), briozoos (*Smittinella* sp., *Cellepora* sp.), equinodermos (*Clipeaster* sp., *Scutella subrotundus* (LESKE), *Echinolampas (Macrolampas) discus* DESOR, *Schizaster* aff. *vilanovae* COTTEAU) y bivalvos (*Flabellipecten burdigalensis* (LAMARCK), *Oopecten (Oopecten) rotundatus* (LAMARCK), *Fergaena* sp.). Los ejemplares de equinodermos y bivalvos son poco frecuentes y ocupan el 5% de la superficie; en el 40% de los casos están en posición de vida.

Interpretación

En las calizas del submiembro la abundancia de grandes foraminíferos bentónicos, como *Lepidocyclina*, caracteriza aguas someras, y junto a rotálidos y miliólidos, indican además un medio proximal. La citada desordenación de los macrofósiles sugiere aguas agitadas.

Submiembro C_2

Son 15 m de margas de color gris, con intercalaciones evaporíticas (yeso y sal) con un máximo de 2 m de espesor. A

diferencia de los perfiles anteriores, en Nardaghi no aparecen calizas laminadas de color oscuro y yesos.

Este submiembro en general está cubierto por sedimentos aluviales.

Interpretación

La ausencia de calizas laminadas en este submiembro permite suponer un mayor nivel de oxigenación en relación con los perfiles anteriores. La intercalación de minerales evaporíticos indica, por tanto, aguas hipersalinas y períodos de alta temperatura.

Submiembro C_3

[Muestras 14 a 17]

Está caracterizado por 20 m de calizas de color gris claro en bancos de 30 a 90 cm. Son packstones y boundstones que se sustituyen lateralmente; están constituidos principalmente por corales y briozoos junto a una baja proporción de algas rojas y gasterópodos.

Paleontología

Los constituyentes del submiembro son algas rojas (*Lithophyllum* sp. y *Sporolithon* sp.), corales, briozoos (*Smittinella* sp.), equinodermos (*Clypeaster* aff. *scillae* DESMOULINS, *Schizaster* cfr. *beloutschistanensis* D'ARCHIAC y HAIME, *Lovenia (Vascoaster) sulcatus* (HAIME)), bivalvos (*Pecten josslingi* SMITH, *Pecten paulensis* FONTANNES, *Pecten hornensis* DEPÉRET y ROMAN, *Flabellipecten tagicus* COTTER, *Pycnodonte* sp.) y un ejemplar de cefalópodo (*Aturia aturi* (BASTEROT)). Los ejemplares de bivalvos y equinodermos son escasos y el área que ocupan en el substrato es del 5%. Los pectínidos aparecen desarticulados y con la cara cóncava dirigida hacia el substrato, mientras que los equinodermos están en posición de vida en el 40% de los casos.

Interpretación

La abundancia de briozoos y corales en posición de vida como

constituyentes principales, junto a algas rojas en este submiembro permite inferir un medio de parches arrecifales; la disposición de los fósiles sugiere un ambiente energético.

Submiembro C_4

[Muestras 18 a 20]

Está formado por 125 m de margas de color verde oliva. Se diferencia de submiembros equivalentes de otros perfiles por la presencia de intercalaciones de calizas de color claro en bancos de 20 a 40 cm de espesor (muestras 18 a 20). Éstas son packstones con briozoos, fragmentos de bivalvos y equinodermos, y una baja proporción de foraminíferos.

Paleontología

Los foraminíferos de las calizas son textuláridos y miliólidos, los briozoos son *Tubucellaria* sp., *Smittinella* sp. y *Cellepora* sp., otros fósiles son: equinodermos (*Scutella* sp., *Spatangus corsicus* DESOR), bivalvos (*Pecten revolutus* MICHELOTTI, *Oopecten (Oop.) rotundatus* (LAMARCK), *Pecten (Gigantop.) tournali* DE SERRES, *Chlamys nortamptoni* MICHELOTTI, *Megaxinus bellardinus* (MAYER) y *Ostrea* sp.), e individuos completos de crustáceos.

Generalmente los macrofósiles se encuentran en posición de vida y con una frecuencia de 15 a 20 ejemplares/m^2, que ocupan del 10 al 15% de la superficie.

Interpretación

La abundancia de ejemplares en posición de vida y de crustáceos, que en muchas ocasiones se encuentran íntegros, suelen indicar un rápido enterramiento junto a poca bioturbación y bajos niveles energéticos (PARSONS y BRETT; KIDWELL y BOSENCE 1991).

MIEMBRO D

Está compuesto por 30 m de yeso más puro que en miembros equivalentes de perfiles anteriores.

MIEMBRO E

Se pueden distinguir 2 tramos:

1er TRAMO

Son 230 m de margas de color verde claro que se hacen más calcáreas en los últimos 70 m.

2º TRAMO

[Muestra 21 a 27]

Está compuesto por 210 m de calizas de color claro en bancos de 20 a 250 cm. En los primeros 80 m se pueden encontrar nódulos de sílice con un diámetro máximo de 4 cm. En estos materiales a veces aparecen estructuras diagenéticas tipo anillos de Liesegang, similares a las del miembro equivalente del perfil de Eidajti. Las calizas de este tramo son packstones con briozoos, pequeñas colonias de corales ahermatípicos, algas rojas, gasterópodos, foraminíferos y fragmentos de bivalvos.

Paleontología

Los foraminíferos de este tramo son: *Globorotalia* sp., *Globigerina* sp., y escasos rotálidos, miliólidos y textuláridos. Las algas rojas son del género *Lithophyllum*, y aparecen junto a los siguientes macrofósiles: bivalvos (*Venus (Ventricoloida) multilamella* (LAMARCK), *Pelecyora (Cordiopsis) islandicoides* (LAMARCK), *Lucina (Luc.) orbicularis* DESHAYES, *Pecten revolutus* MICHELOTTI, *Pecten grayi* MICHELOTTI, *Pecten hornensis* DEPÉRET y ROMAN, *Pecten (Gigantop.) tournali* DE SERRES), gasterópodos (*Natica* sp. y *Conus* sp.) y briozoos (*Smittinella* sp., *Tubucellaria* sp. y *Cellepora* sp.).

En general, los ejemplares se encuentran en posición de vida y a veces son muy abundantes; la máxima frecuencia está entre 30 y 40 individuos/m^2 ocupando del 40 al 45% de la superficie del substrato. En muchas ocasiones, los esqueletos aparecen silicificados formando beekitas.

Interpretación

La disposición de los fósiles sugiere un ambiente tranquilo,

y el contenido de especies de foraminíferos planctónicos apunta hacia una plataforma abierta.

El límite superior de la formación Qom en este perfil (Fig.6) está marcado por un contacto erosivo con los conglomerados de la base de la Formación Roja Superior.

PERFIL DE JORABAD

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El perfil de Jorabad está situado en la proximidad de un pueblo que lleva el mismo nombre, a 17 km al SE de ciudad de Qom (Fig.1).

Los afloramientos se sitúan en el flanco SW de un anticlinal cuyo núcleo está formado por los materiales de la Formación Roja Inferior. Tiene un espesor de 1060 m y la altitud máxima de la zona es de 1130 m, constituida por las calizas del miembro E.

Sus coordenadas geográficas son:

Long. : E 50º 58′ 45"

Lat. : N 34º 30′ 35"

ESTRATIGRAFÍA

El límite inferior de la formación Qom en este perfil viene dado por una discordancia angular de bajo ángulo entre las calizas basales del miembro A y las margas del techo de la Formación Roja Inferior.

El perfil de Jorabad (Fig.7) se diferencia de los otros perfiles por la ausencia de la parte superior del miembro C y de todo el miembro

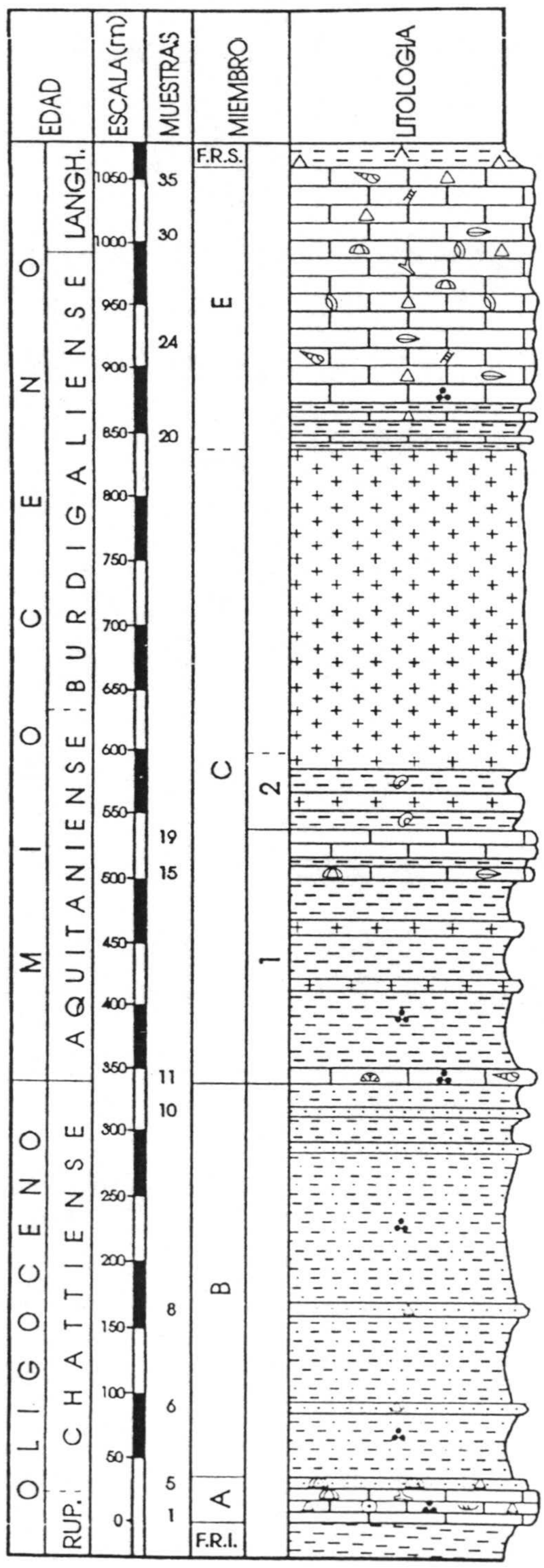


Figura 7- Perfil de Jorabad

D. En cambio aparecen abundantes rocas volcánicas (lavas y tufitas) con un espesor de 300 m (SODER 1955).

Para el estudio de este perfil se tomaron 35 muestras de láminas delgadas.

MIEMBRO A

Se pueden distinguir 4 tramos:

1er TRAMO

[Muestra 1]

Está caracterizado por 5 m de calizas en bancos de 2 a 5 cm y con texturas fenestrales. Son mudstones sin presencia fósil y con escaso contenido en cristales de yeso.

2º TRAMO

[Muestras 2 y 3]

Está formado por 15 m de calizas de color marrón en bancos de 10 a 50 cm con estratificaciones cruzadas planares buzando hacia el Sur. Son grainstones y contienen escasos oolitos con cubiertas constituidas por estructuras radiales fibrosas o micríticas, y núcleos formados por granos de cuarzo o bioclastos. Las calizas además contienen foraminíferos, fragmentos de briozoos, algas rojas y gasterópodos.

Paleontología

Los foraminíferos más abundantes del tramo son miliólidos y peneróplidos (*Peneroplis thomasi* HENSON); los briozoos son *Cellepora* sp. y *Smittinella* sp.; las algas rojas pertenecen al género *Mesophyllum*.

Interpretación

La presencia de oolitos y la abundancia en fragmentos de fósiles en estos niveles permiten atribuirlos a aguas energéticas.

3er TRAMO

[Muestra 4]

Está constituido por 10 m de calizas de color marrón en bancos de 10 a 20 cm. Se trata de packstones con foraminíferos y briozoos.

Paleontología

Los constituyentes principales del tramo son briozoos (*Cellepora* sp.) y, en menor proporción, rotálidos. Aunque poco frecuente, el equinodermo más abundante es *Scutella* sp., que se encuentra en posición de vida.

Interpretación

Los ejemplares de *Scutella* sp. se encuentran en posición de vida lo que, además de reflejar la inversión de la serie, sugiere un medio relativamente tranquilo. La presencia de rotálidos en estos niveles no permite atribuirlos a aguas muy profundas.

4º TRAMO

[Muestra 5]

Son 10 m de areniscas de color marrón y gris en bancos de 10 a 20 cm, constituidos por granos subangulosos de cuarzo, y fragmentos de briozoos y equinodermos.

Paleontología

El macrofósil más abundante del tramo es *Scutella* sp.. Los últimos 10 o 15 cm del tramo están constituidos casi totalmente por estos organismos que en el 50% de los casos, se encuentran en posición de vida y están poco erosionados.

Interpretación

Las areniscas de este tramo sugieren un medio energético. Los fragmentos de fósiles, son heredados y provienen de los tramos anteriores.

El banco de *Scutella* recuerda a los estudiados en el mismo miembro en el perfil de Eidajti. La escasa erosión y fragmentación de los ejemplares indica una corta distancia de

transporte, mientras que su acumulación permite suponer una tasa de sedimentación reducida, junto a fenómenos esporádicos de aventamiento.

MIEMBRO B

[Muestras 6 a 10]

Está formado por 300 m de margas arenosas de color verde con intercalaciones de areniscas. El espesor de las areniscas varía entre 30 y 250 cm y se dividen en bancos de 20 a 50 cm (muestras 6 a 10). Contienen cuarzo, fragmentos de rocas calcáreas, fragmentos de briozoos (*Cellepora* sp.) y algas rojas (*Sporolithon* sp. y *Lithophyllum* sp.), y los foraminíferos: *Lepidocyclina* (*Nephrolepidina*) sp., *Miogypsinoides complanatus* (SCHLUMBERGER), *Miogypsina* sp., *Melonis* sp. y textuláridos.

Interpretación

El contenido en macroforaminíferos (*Lepidocyclina*) con un buen estado de conservación en los niveles de areniscas sugiere que éstas se formarían durante cortos períodos de disminución de la profundidad.

MIEMBRO C

Submiembro C_1

[Muestras 11 a 19]

Se caracteriza por 200 m de alternancia de calizas y margas de color marrón y gris, y con algunas intercalaciones de rocas volcánicas (tufas). Las calizas se dividen en bancos de 20 a 80 cm (muestras 11 a 19). Son packstones con foraminíferos, gasterópodos, fragmentos de bivalvos, equinodermos y algas rojas.

Paleontología

Los foraminíferos más frecuentes del miembro son: *Lepidocyclina (Nephrolepidina) tournoueri* LEMOINE y DOUVILLE, *Miogypsinoides complanatus* (SCHLUMBERGER), *Miogypsina* aff. *basraensis* BRONNIMANN, *Miogypsina* sp., *Operculina* sp.,

Amphistegina sp., *Lenticulina* sp., *Bolivina* sp., textuláridos, miliólidos y rotálidos. Junto a ellos se encuentran corales ahermatípicos, bivalvos (*Pecten beudanti* BASTEROT, *Pecten tietzi* FUCHS, *Flabellipecten burdigalensis* (LAMARCK), *Oopecten (Oopecten) rotundatus* (LAMARCK), *Spondylus crassicosta* LAMARCK, *Ostrea* sp. y *Cubitostrea* sp.), y equinodermos (*Clypeaster* aff. *scillae* DESMOULINS, *Scutella* sp. y *Schizaster* aff. *vilanovae* COTTEAU). Los macrofósiles del submiembro no son abundantes (5 ejemplares/m^2) y en el 60% de los casos se encuentran en posición de vida.

Interpretación

La abundancia de macroforaminíferos como *Lepidocyclina*, *Operculina*, *Amphistegina*, miogypsínidos y rotálidos sugiere que las calizas de este submiembro se formaron en aguas cálidas de poca profundidad. La presencia de fragmentos de fósiles indica un ambiente algo energético.

Submiembro C_2 - ***MIEMBRO D***

En Jorabad, de modo excepcional este intervalo está constituido por rocas volcánicas (lavas y tufitas) con un espesor de 300m (Fig.7). La parte inferior del submiembro C_2 contiene 40m de intercalaciones de margas con ostrácodos de agua salada y agua dulce (ATARPUR 1991).

Interpretación

La presencia de intercalaciones de margas sugiere períodos de relativa tranquilidad en la actividad volcánica. La existencia de ostrácodos de agua dulce nos indica una fuerte influencia continental, a partir de la parte superior del submiembro C_2 y probablemente hasta el miembro E esta zona estuvo afectada por una intensa actividad volcánica.

MIEMBRO E

[Muestras 20 a 35]

Se caracteriza por 220 m de margas y calizas. Los primeros 30 m están formados por una alternancia de margas y calizas y el

resto del miembro está constituido por calizas de color claro dispuestas en bancos con espesor variable (desde 20 cm hasta 200 cm). Las calizas son packstones y contienen foraminíferos y fragmentos de algas rojas, bivalvos, gasterópodos, equinodermos y escasos briozoos (muestras 20 a 35). La proporción de bioclastos aumenta hacia la parte superior del miembro.

Paleontología

Las calizas del miembro están formadas por algas rojas (*Mesophyllum* sp. y *Sporolithon* sp.), foraminíferos (*Amphistegina* sp., *Miogypsina gunteri* COLE, *Miogypsina* sp., *Lepidocyclina (Nephrolepidina) tournoueri* LEMOINE y DOUVILLE, *Operculina* sp., *Heterostegina* sp., *Bolivina* sp., *Peneroplis* sp., *Lenticulina* sp, miliólidos, textuláridos y rotálidos) y briozoos (*Smittinella* sp. y *Cellepora* sp.).

En los 120 m de la base del miembro se encuentra un banco de 25 m de espesor constituido principalmente por foraminíferos (miliólidos, *Borelis melo curdica* REICHEL, *Archaias* sp.), junto a algas rojas (*Lithophyllum* sp.), briozoos (*Smittinella* sp.) y pectínidos.

Se pueden encontrar además, los bivalvos *Chlamys malvinae* (DUBOIS), *Chlamys macrotis* (SOWERBY), *Pecten revolutus* MICHELOTTI, *Venus (Ventricoloidea) multilamella* (LAMARCK), *Lucina (Lucina) orbicularis* DESHAYES, *Ostrea (Ostrea) lamellosa* BROCCHI y *Spondylus (Spondylus) gaederopus* LINNÉ, los gasterópodos *Strombus* cfr. *nodosus* BORSON y *Conus* sp., los equinodermos *Echinolampas* cfr. *vilanovae* COTTEAU y *Prionocidaris sismondai* (MAYER), y colonias de corales ahermatípicos. En la parte basal (primeros 50 m) aparecen a veces algunos niveles con valvas desarticuladas de *Pecten (Gigantopecten) tournali* DE SERRES, presentándose con la parte cóncava hacia el substrato.

En los primeros 100 m, los macrofósiles del miembro se encuentran con una frecuencia máxima de 15 ejemplares/m^2 y ocupan el 15% de la superficie; en el 70% de los casos se encuentran enteros y en posición de vida. Los macrofósiles más abundantes son los corales, que a veces se encuentran silicificados. El número de fósiles va disminuyendo progresivamente hacia la parte

superior del miembro y en los últimos 80 m sólo se encuentran conchas rotas y erosionadas.

Interpretación

Como en el caso del submiembro C_1, la abundancia de macroforaminíferos, en la mitad inferior del miembro, indica aguas cálidas poco profundas. La posición de los fósiles en la parte basal sugiere un medio con relativa tranquilidad. El nivel constituido principalmente por miliólidos, en la parte superior del miembro, representa un medio restringido. La abundancia de fragmentos de conchas en los últimos 80 m del miembro permite invocar un medio progresivamente más energético.

En resumen, de abajo hacia arriba, en este miembro se puede inferir 3 medios distintos; la primera parte está caracterizada por aguas relativamente tranquilas (con excepción de los niveles con valvas desarticuladas de *Pecten*) que se hacen cada vez más energéticas hacia la parte superior; el banco de miliólidos en la mitad superior representa un período de disminución de la profundidad de agua y un medio restringido. En la última parte las características faunísticas indican unas condiciones ambientales de alta energía hidráulica.

El límite superior de la formación Qom en el perfil de Jorabad (Fig.7), está marcado por un contacto concordante con las margas rojas yesíferas pertenecientes a la Formación Roja Superior.

PERFIL DE SHURAB

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El perfil de Shurab está situado a 21 km al SE de la ciudad de Qom y a 700 m al Sur de la estación ferroviaria del mismo nombre (Fig.1).

Los afloramientos, como en el caso del perfil de Jorabad, constituyen el flanco Sur de un anticlinal cuyo núcleo son las margas de la Formación Roja Inferior. La altitud máxima de la zona es de 1430 m y está formada por sedimentos de la Formación Roja Superior. La serie presenta un espesor de 850 m.

Sus coordenadas geográficas son:

Long. : E 51º 08′ 12"

Lat. : N 34º 26′ 10"

ESTRATIGRAFÍA

Las calizas basales de la formación Qom en este perfil (Fig.8), están limitadas en su parte inferior por un contacto concordante con las margas yesíferas de la Formación Roja Inferior.

Para el estudio de esta serie se analizaron 29 muestras de láminas delgadas.

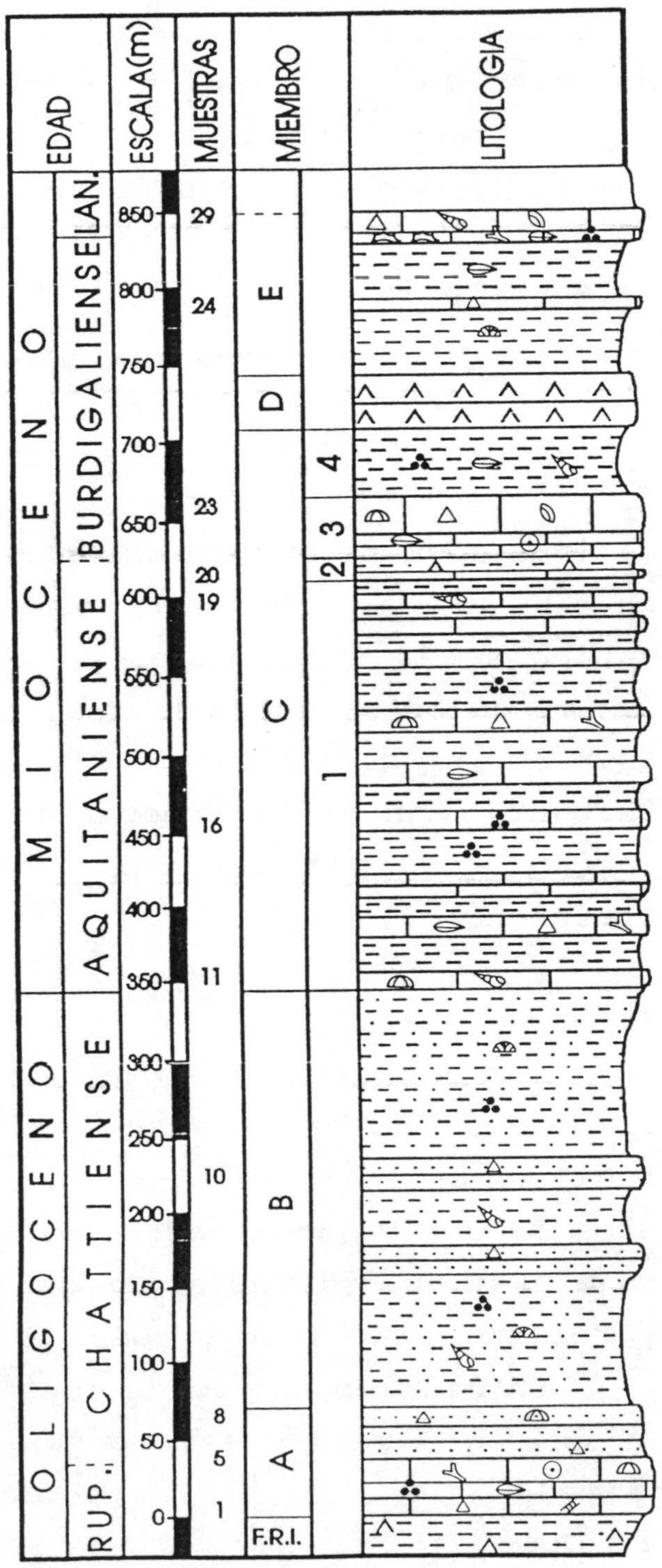


Figura 8- Perfil de Shurab

MIEMBRO A

1er TRAMO

[Muestras 1 a 5]

Está formado por 40 m de calizas de color marrón y gris en bancos que varían de espesor entre 80 cm y 150 cm. Son packstones constituidos principalmente por fragmentos de briozoos y de algas rojas, junto a foraminíferos, fragmentos de equinodermos, oolitos dolomitizados y granos subangulosos de cuarzo.

Paleontología

Las algas rojas del tramo pertenecen a los géneros *Lithothamnium* y *Lithophyllum*; los foraminíferos dominantes son rotálidos y miliólidos, y están asociados con briozoos (*Smittinella y Cellepora*), equinodermos y pectínidos. En los últimos 10 m se pueden encontrar ejemplares de *Scutella* sp., que en Shurab, a diferencia del anterior perfil, son escasos, y suelen estar erosionados y encostrados por briozoos; en el 50% de los casos se encuentran en posición de vida. Se ha encontrado asimismo un individuo de *Clypeaster biarritzensis* var. *trotteri* GREGORY. Con poca frecuencia aparecen también individuos de *Pecten arcuatus* BROCCHI, desarticulados y sin orientación preferencial.

Interpretación

Los constituyentes principales de las calizas del tramo son fragmentos de briozoos y algas rojas que, junto a los oolitos, sugieren un medio agitado. La presencia de ejemplares de *Scutella* erosionados y encostrados por briozoos en ambos lados sugiere una baja tasa de sedimentación junto a largos períodos de exposición y remoción (KIDWELL y BOSENCE 1991; PARSONS y BRETT 1991).

En resumen, se puede considerar que este tramo se ha formado en un medio marino somero con aguas agitadas.

2º TRAMO

[Muestras 6 a 8]

Está constituido por 30 m de areniscas de color amarillo en

bancos que varían de espesor entre 10 y 100 cm. Como constituyentes principales aparecen granos subangulosos de cuarzo y fragmentos de rocas volcánicas, y, en menor proporción, fragmentos de briozoos, equinodermos y pectínidos.

Paleontología

Los macrofósiles del tramo son *Scutella* sp. y *Scutella subrotundus* (LESKE), que son menos numerosas que en el perfil de Jorabad y que en el 50% de los casos están en posición de vida.

Interpretación

Los granos subangulosos de cuarzo, los bioclastos y los fragmentos de rocas volcánicas son el resultado de una etapa erosiva, lo que sugiere un medio energético.

MIEMBRO B

[Muestras 9 y 10]

Se trata de 275 m de margas arenosas de color verde e intercalaciones de areniscas con un espesor que varía entre 30 cm y 25 m divididas en bancos de 10 a 50 cm. En las margas suelen aparecer pequeñas colonias de corales ahermatípicos en posición de vida con diámetros de 5 a 8 cm, junto a moldes de gasterópodos. Las areniscas (muestras 9 y 10) contienen escasos foraminíferos (*Lepidocyclina* sp.), fragmentos de rocas calcáreas, granos de cuarzo, y fragmentos de pectínidos y de gasterópodos.

Interpretación

La alta proporción de arenas junto a la presencia de *Lepidocyclina* en buen estado de preservación, permiten atribuir este miembro a un medio no muy profundo. Los fragmentos de rocas que aparecen dentro de las areniscas provienen de la erosión de las calizas del miembro A. Las intercalaciones de areniscas, indican períodos de disminución de la profundidad y erosión de los sedimentos de los niveles anteriores.

MIEMBRO C

Dentro de él se pueden distinguir los siguientes submiembros:

Submiembro C_1

[Muestras 11 a 19]

Está formado por 265 m de una alternancia de margas de color verde y amarillo, y calizas de color marrón; el espesor de las margas varía entre algunos centímetros y 40 m, dándose los espesores mínimos hacia la parte superior de la serie. Además aparecen numerosas intercalaciones de calizas que tienen un espesor variable a lo largo del submiembro entre 40 cm y 10 m, divididas en bancos de 10 cm a 2 m.

Las calizas son packstones (muestras 11 a 19) con fragmentos de briozoos y algas como elementos dominantes, junto a gasterópodos, bivalvos y foraminíferos.

Paleontología

Los briozoos del submiembro son *Smittinella* sp. y *Cellepora* sp.. Las algas rojas pertenecen al género *Lithophyllum*; los foraminíferos son *Lepidocyclina (Eulepidina)* sp., *Operculina* sp., *Heterostegina* sp., textuláridos y rotálidos. Asimismo aparecen gasterópodos, bivalvos (*Kuphus* sp., *Pecten tietzi* FUCHS, *Flabellipecten* aff. *carryensis* (GOURRET), *Oopecten (Oopecten) rotundatus* (LAMARCK), *Spondylus (Spondylus) crassicosta* LAMARCK y, raramente, *Hyotissa hyotis* (LINNÉ)) y equinodermos (*Clypeaster* sp., *Scutella subrotundus* (LESKE) y escasos *Micropsis* aff. *tremadesi* COTTEAU).

Dentro de las margas el 80% de los bivalvos están articulados y en posición de vida. Hacia el muro de las intercalaciones margosas los ejemplares se hacen más abundantes y están mejor preservados. En las calizas los restos fósiles están fracturados y se encuentran en menor proporción que en las margas. En general la máxima frecuencia con la que aparecen los fósiles en este tramo es de 15 individuos/m^2, ocupando el 20% de la superficie.

Interpretación

La abundancia de fragmentos de briozoos y algas, que son los fósiles más comunes en las calizas, junto a otros bioclastos

indican un medio agitado. Los grandes foraminíferos bentónicos de las calizas indican aguas no muy profundas. La existencia de individuos en posición de vida, en la parte basal de las intercalaciones margosas, representa aguas relativamente tranquilas o alta tasa de sedimentación.

Submiembro C_2

[Muestra 20]

Se trata de 5 m de calizas de color oscuro, finamente laminadas y con texturas fenestrales. Son mudstones sin presencia fósil (muestra 20). Los siguientes 10 m están formados por margas yesíferas de color verde y amarillo, con abundantes y finas intercalaciones de yeso y arcilla.

Interpretación

Las calizas basales del submiembro tienen las mismas características que las estudiadas en otros perfiles, y se pueden atribuir a un medio restringido y anóxico. Las margas yesíferas y las abundantes intercalaciones de yeso podrían indicar períodos de aumento de temperatura y subsiguiente evaporación.

Submiembro C_3

[Muestras 21 a 23]

Está caracterizado por 40 m de calizas de color gris claro en bancos que va desde 70 a 300 cm. Son packstones con fragmentos subangulosos de calizas, rocas volcánicas, briozoos, pectínidos, escasos oolitos concéntricos (cuyos núcleos son bioclastos o granos de cuarzo) y escasa presencia de foraminíferos.

Paleontología

Los foraminíferos presentes en el submiembro son miliólidos. Los briozoos pertenecen al género *Smittinella* sp.; los bivalvos son: *Pecten (Gigantopecten) tournali* DE SERRES, *Oopecten (Oopecten) rotundatus* (LAMARCK), *Amusium cristatum* (BRONN) y *Megaxinus bellardinus* (MAYER). Además, se encuentran los equinodermos *Scutella* sp. y *Psammechinus affinis* FUCHS. Los

ejemplares se suelen encontrar con las conchas fracturadas y erosionadas, ocupando el 25% de la superficie.

Interpretación

Los bioclastos, fragmentos de rocas y oolitos, como componentes principales del submiembro, sugieren un alto nivel de energía medioambiental.

Submiembro C_4

Está formado por 40 m de margas de color verde y azul que a veces contienen moldes de gasterópodos y bivalvos.

Interpretación

Estas margas representan la última sedimentación marina antes de una bajada relativa del nivel del mar que finalizó con un ciclo sedimentario en la formación Qom (Miembro D). La presencia de moldes indica una diagénesis posterior a la formación de los sedimentos del submiembro.

MIEMBRO D

Está constituido por 40 m de yesos que contienen intercalaciones de arena y arcillas de color rojo en la parte superior. Este miembro tiene mayor espesor en éste que en otros perfiles.

MIEMBRO E

Se pueden distinguir 3 tramos:

1er TRAMO

[Muestra 24]

Se caracteriza por la presencia de 80 m de margas de color verde con una intercalación de calizas arenosas de 3 m de espesor, dividida en bancos de 30-40 cm (muestra 24). Dentro de ella se pueden encontrar fragmentos de pectínidos.

Paleontología

Los macrofósiles presentes en este tramo son pequeñas colonias de corales ahermatípicos junto a los siguientes bivalvos: *Pecten (Gigantopecten) tournali* DE SERRES, *Spondylus (Spondylus) gaederopus* LINNÉ. Los ejemplares de bivalvos son más abundantes hacia el muro de las margas. Su preservación es buena, con valvas articuladas y en posición de vida. En general son fósiles poco frecuentes y ocupan un máximo del 5% de la superficie; entre ellos *Spondylus* es el fósil dominante.

Interpretación

Las calizas del 1er tramo, por sus características tafonómicas y por la abundancia de bioclastos se atribuyen a un medio relativamente energético. En las margas, contrariamente, la existencia de individuos como *Chlamys* y *Spondylus* en posición de vida, indican una menor energía.

2º TRAMO

[Muestras 25 a 27]

Son 15 m de calizas masivas de color gris. Se trata de packstones con fragmentos de briozoos y foraminíferos, y granos angulosos de cuarzo.

Paleontología

Los foraminíferos presentes son miliólidos, textuláridos, rotálidos y *Globigerina* sp.. Los briozoos del tramo pertenecen al género *Smittinella*. A 5 m de la base se encuentra un banco de 4 m de espesor formado por conchas de ostreas; los individuos que lo constituyen son de pequeña talla (5-10 cm) y entre ellos existen formas cementadas unas sobre otras. La gran mayoría son especímenes completos con las valvas articuladas y en posición de vida, cuya frecuencia varía entre 30 y 50 ejemplares/m^2. Dos de las especies más típicamente representadas son *Ostrea (Ostrea) lamellosa* BROCCHI y *Ostrea digitata* EICHWALD. Este banco se instala sobre un nivel constituido principalmente por bioclastos de briozoos.

Los restantes macrofósiles de este tramo son los bivalvos

Chlamys malvinae (DUBOIS), *Chlamys radians* (NYST), *Pecten (Gigantopecten) tournali* DE SERRES y *Spondylus (Spondylus) gaederopus* LINNÉ. Sus orientaciones son diversas y se encuentran desarticulados y, en el 40% de los casos, fracturados. La frecuencia con la que se presentan es de 5 individuos/m^2 y ocupan el 5% de la superficie del substrato.

Interpretación

La presencia de rotálidos dentro de las calizas permite atribuirlos a un medio de aguas someras. El alto grado de articulación de los individuos a lo largo de toda la potencia del banco de ostreas indica condiciones medioambientales de escasa energía. En el resto del tramo la fragmentación de una parte de los restos de bivalvos sugiere un medio algo energético.

3er TRAMO

[Muestras 28 y 29]

Está constituido por 10 m de calizas masivas de color gris claro. Son grainstones con foraminíferos y bioclastos (pectínidos y briozoos), y granos angulosos de cuarzo.

Paleontología

Los foraminíferos dominantes del tramo son miliólidos, que aparecen junto a *Borelis melo curdica* REICHEL, *Archaias* sp, *Dendritina rangi* D'ORBIGNY, *Bolivina* sp. y *Asterigerinata* sp.. Los briozoos son *Smittinella* sp. y *Cellepora* sp. y están asociados al pectínido *Pecten (Gigan.) tournali* DE SERRES y a los gasterópodos *Conus* sp. y *Ficus (Ficus) conditus conditus* (BRONGNIART). Los ejemplares son poco frecuentes, con diferentes orientaciones y, suelen estar fracturados y/o altamente erosionados.

Interpretación

La proporción de conchas fracturadas y fragmentos de briozoos sugiere aguas relativamente energéticas. Por lo tanto, este tramo puede atribuirse a un medio influido por la acción del oleaje.

En el perfil de Shurab (Fig.8) el contacto entre el techo de la formación Qom y la base de la Formación Roja Superior está cubierto por materiales fluviales.

PERFIL DE BICHAREH

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El perfil de Bichareh está situado a 25 km al SE de la ciudad de Qom y a 4 km del perfil de Shurab (Fig.1).

Tiene 735 m de espesor y como en el caso de Shurab los afloramientos se sitúan en el flanco sur de un anticlinal cuyo núcleo está formado por los materiales de la Formación Roja Inferior. La montaña más alta de esta zona mide aproximadamente 1200 m de cota y está constituida por las materiales del miembro C (Kuhe Bichareh).

Sus coordenadas geográficas son:

Long. : 51º 10′ 45"

Lat. : 34º 25′ 10"

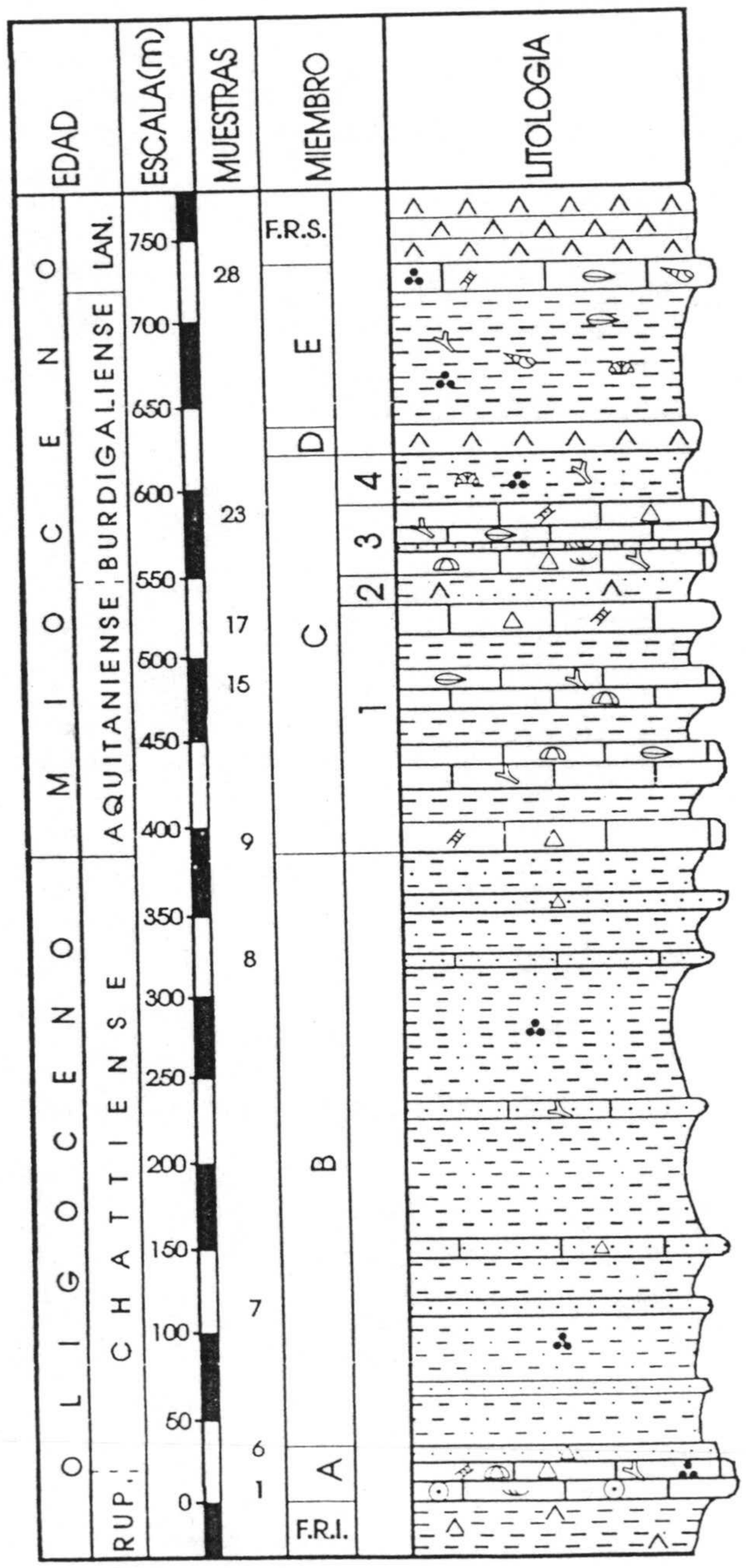


Figura 9- Perfil de Bichareh

ESTRATIGRAFÍA

El contacto entre las calizas basales de la formación Qom y las margas yesíferas de la parte superior de la Formación Roja Inferior es concordante. Para el estudio de esta serie se han analizado 28 muestras de láminas delgadas.La columna estratigráfica se representa en la Figura 9.

MIEMBRO A

1er TRAMO

[Muestras 1 a 4]

Está constituido por 25 m de calizas de color marrón en bancos de 10 a 60 cm de espesor. Son grainstones que en los primeros 5 m presentan estratificación cruzada planar buzando hacia el Sur. Estos niveles están caracterizadas fundamentalmente por abundantes oolitos concéntricos, algo distorsionados y con núcleos formados por granos de cuarzo. Hacia la parte superior estas calizas están constituidas por granos subredondeados de cuarzo, foraminíferos y fragmentos de briozoos, algas rojas, equinodermos, bivalvos y gasterópodos.

Paleontología

Las algas rojas del tramo son *Lithothamnium* sp.. Los foraminíferos más frecuentes son *Peneroplis thomasi* HENSON y miliólidos, especialmente frecuentes en los últimos 5 m. Los briozoos son *Tubucellaria* sp. y *Cellepora* sp.. Además se ha encontrado un ejemplar de *Echinodiscus balestrai* OPPENH. y otro de *Scutella* sp..

Interpretación

Las calizas del este tramo representan 2 medios diferenciables. Los oolitos en los primeros 5 m representan probablemente barras oolíticas en un ambiente de alta turbulencia. La parte superior, por su contenido en fragmentos, aún sugiere aguas energéticas.

2º TRAMO

[Muestras 5 y 6]

Se caracteriza por 10 m de areniscas de color marrón divididas en bancos de 10 a 40 cm. Contiene granos de cuarzo angulosos y subangulosos, junto a fragmentos de calizas, briozoos y algas, todos provenientes del tramo anterior.

Interpretación

Como en el caso de los anteriores perfiles la parte superior del miembro A es característica del relleno de la cuenca por aportes de material arenoso.

MIEMBRO B

[Muestras 7 y 8]

Está formado por 350 m de margas arenosas con tres intercalaciones de areniscas o calizas arenosas con espesores que varían entre 1 y 4 m (muestras 7 y 8). Se dividen en bancos de 10 a 30 cm y contienen fragmentos de briozoos.

Paleontología

Los briozoos existentes en las areniscas y calizas pertenecen a los géneros *Smittinella* y *Cellepora*. Dentro de las margas, además de pequeños foraminíferos, se pueden encontrar ejemplares de *Heterostegina* sp. en buen estado de preservación.

Interpretación

La presencia de intercalaciones de areniscas y calizas arenosas con bioclastos en estas margas sugiere un aumento de la energía del medioambiente.

MIEMBRO C

Se pueden distinguir 4 submiembros:

Submiembro C_1

[Muestras 9 a 17]

Está constituido por 150 m de numerosas alternancias de margas y calizas de color verde y marrón claro. El espesor de las calizas varía entre 20 cm y 30 m y están divididas en bancos de 10 a 100 cm (muestras 9 a 17). Son packstones constituidos fundamentalmente por fragmentos de briozoos, algas, bivalvos y equinodermos, junto a foraminíferos y granos subredondeados de cuarzo, que en algunos niveles son muy abundantes.

Paleontología

Los briozoos del submiembro son *Smittinella* sp. y *Cellepora* sp. y las algas *Mesophyllum* sp.. Los foraminíferos presentes son: *Amphistegina lessonii* D'ORBIGNY, *Spiroclypeus* sp., *Operculina complanatus* (DEFRANCE), *Miogypsinoides complanatus* (SCHLUMBERGER), *Lepidocyclina* sp., rotálidos, textuláridos y miliólidos. Otros fósiles característicos del submiembro son los bivalvos *Pecten tietzi* FUCHS, *Pecten (Gigantopecten) tournali* DE SERRES, *Chlamys senatoria* (GMELIN) e *Hyotissa hyotis* (LINNÉ), y los equinodermos *Breynia* aff. *australasiae* (LEACH), *Schizaster* aff. *vilanovae* COTTEAU, *Maretia* aff. *aragonensis* COTTEAU y *Clypeaster* sp.. Los bivalvos se encuentran desarticulados y con diversas orientaciones.

En general, los fósiles presentes en las calizas están erosionados y son poco frecuentes, ocupando el 5% de la superficie.

Interpretación

Las calizas del submiembro, por su contenido en grandes foraminíferos bentónicos, fragmentos de fósiles y ejemplares erosionados y desarticulados, sugieren un medio poco profundo y de aguas cálidas y agitadas.

Submiembro C_2

Está compuesto por 15 m de alternancia de láminas de marga, yeso y arcilla azoica de color claro.

Interpretación

Este submiembro sugiere un medio con un alto grado de evaporación.

Submiembro C_3

[Muestras 18 a 23]

Consta de 40 m de calizas y areniscas de color claro divididos en bancos de 10 a 130 cm. Las calizas son de textura grainstone con fragmentos de briozoos, como constituyentes principales, foraminíferos, y escasa presencia de algas rojas y

de oolitos. Estos suelen ser concéntricos, con núcleos formados por granos de cuarzo. Las areniscas están formadas por granos angulosos de cuarzo, y fragmentos de briozoos y de bivalvos. En este submiembro son frecuentes estratificaciones cruzadas de tipo planar con sentido N-S.

Paleontología

Los briozoos del submiembro son *Smittinella* sp. y están asociados a las algas *Mesophyllum* sp. y *Lithothamnium* sp., y a los foraminíferos *Miogypsina* sp., miliólidos, textuláridos y rotálidos. Además, se pueden encontrar gasterópodos, los bivalvos *Megaxinus bellardinus* (MAYER), *Chlamys multistriata* (POLI), *Flabellipecten expansus* (SOWERBY) y *Flabellipecten tagicus* COTTER, y los equinodermos *Echinolampas* cfr. *vilanovae* COTTEAU, *Psammechinus affinis* FUCHS y *Schizaster* cfr. *beloutschistanensis* D'ARCHIAC y HAIME. En el 70% de los casos los fósiles se encuentran rotos o erosionados, sin ninguna orientación preferencial y con una frecuencia que varía entre 15 a 20 ejemplares/m^2, que ocupan entre el 10 y el 15% de la superficie del substrato.

Interpretación

Este submiembro por su contenido en oolitos y por la fragmentación y el grado de erosión de los fósiles representa un medio agitado.

Submiembro C_4

Está formado por 35 m de margas arenosas de color amarillo y verde claro con escasa presencia de briozoos y corales ahermatípicos.

Paleontología

Los briozoos presentes en estas margas pertenecen al género *Smittinella*; los corales del submiembro están en posición de vida.

Interpretación

Las margas del submiembro, por su alto contenido en arenas sugieren aguas someras.

MIEMBRO D

Está constituido por 15 m de yesos.

Interpretación

Los yesos del miembro D se formaron en un medio con altos grados de evaporación y representan la parte final de un ciclo sedimentario en la formación Qom.

MIEMBRO E

Se pueden distinguir 2 tramos:

1er TRAMO

Está compuesto por 80 m de margas de color verde que ocasionalmente contienen briozoos, corales ahermatípicos y moldes de bivalvos y gasterópodos; los ejemplares se encuentran en posición de vida.

Interpretación

El contenido fósil indica que las margas se han formado en aguas con condiciones normales de salinidad.

2º TRAMO

[Muestras 24 a 28]

Se caracteriza por la presencia de 15 m de calizas masivas de color verde. Son de textura packstone con foraminíferos, algas rojas, corales hermatípicos, gasterópodos y fragmentos de equinodermos y bivalvos.

Paleontología

El alga más frecuente es *Sporolithon* sp., aunque también aparece *Lithothamnium* sp. en menor proporción. Los foraminíferos son: *Amphistegina* sp., *Borelis melo curdica* REICHEL, *Archaias operculiniformis* HENSON, textuláridos y miliólidos. Entre los

bivalvos se pueden encontrar *Pecten subarcuatus* TOURNOUËR, *Amusium cristatum* (BRONN), *Spondylus (Spondylus) gaederopus* LINNÉ, *Venus (Ventricoloidea) multilamella* (LAMARCK) y *Ostrea (Ostrea) lamellosa* BROCCHI; los gasterópodos son *Conus* sp. y *Turritella terebralis* LAMARCK. Los ejemplares suelen estar erosionados; son poco frecuentes ya que ocupan el 5% de la superficie del substrato y en el 30% de los casos están en posición de vida.

Interpretación

La presencia de grandes foraminíferos y abundancia de miliólidos permite atribuir este tramo a un medio de poca profundidad y de aguas cálidas; además, los fragmentos de fósiles y las conchas erosionadas permiten atribuirle a un ambiente relativamente agitado.

El contacto superior de la formación Qom (Fig.9) con los yesos de la parte basal de la Formación Roja Superior es concordante.

PERFIL DE NAVAB

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El perfil de Navab está situado a 22 km al SE de ciudad de Kashan (Fig.1), junto a la carretera que se dirige hacia la ciudad de Natanz. Los afloramientos se emplazan en los flancos de un anticlinal de eje EW cuyo núcleo está formado por sedimentos de la Formación Roja Inferior. La serie presenta un espesor de 475 m. La elevación máxima de la zona es de aproximadamente 1250 m y está formada por materiales volcánicos del Eoceno terminal.

Sus coordenadas geográficas son:

Long. : E 51º 37′ 15"

Lat. : N 33º 51′ 20"

ESTRATIGRAFÍA

Las areniscas y calizas arenosas de la parte basal de la formación Qom en Navab (Fig.10), están limitadas por un contacto concordante con las calizas margosas rojas de la Formación Roja Inferior. El estudio del perfil se ha llevado a cabo mediante el análisis de 38 muestras de láminas delgadas.

Este perfil se diferencia de los anteriores por la imposibilidad de reconocer los límites litológicos de los miembros A, B y una parte del miembro C.

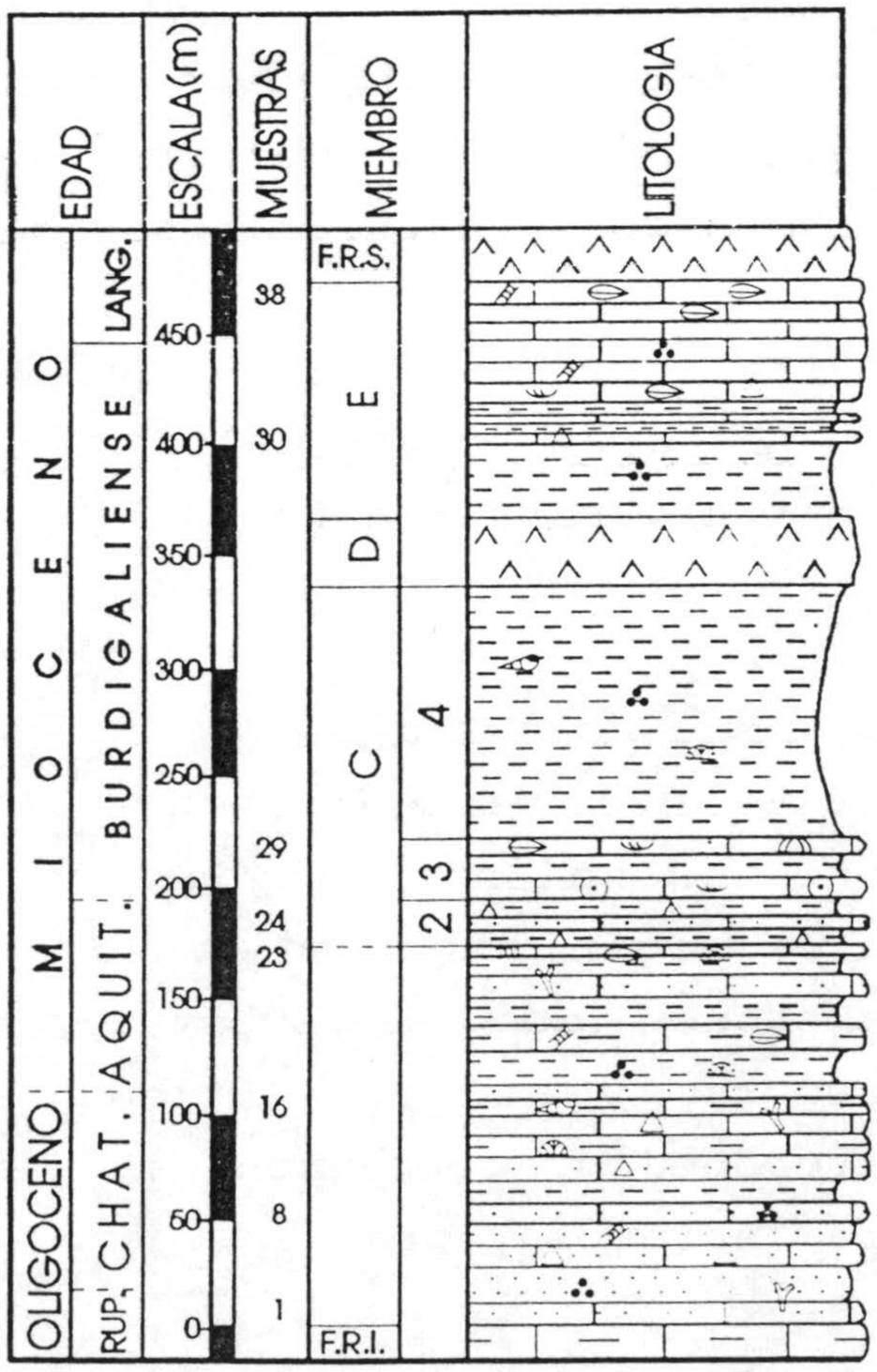


Figura 10- Perfil de Navab

MIEMBRO A-Submiembro C_1

1er TRAMO

[Muestras 1 a 8]

Está formado por 55 m de areniscas de grano grueso y calizas arenosas de color marrón claro y gris. El espesor de los bancos varía entre 10 cm y 1 m. Las calizas son grainstones con fragmentos de briozoos, algas rojas, corales y bivalvos, junto a gasterópodos, foraminíferos y un contenido variable de granos angulosos de cuarzo.

Paleontología

Los briozoos del tramo son *Smittinella* sp.; las algas pertenecen a los géneros *Lithophyllum* y *Lithothamnium*, mientras que los foraminíferos más frecuentes son: *Rotalia viennoti* GREIG, *Lepidocyclina (Eulepidina) elephantina* (LEMOINE y DOUVILLE), *Operculina complanata* (DEFRANCE), *Heterostegina* sp., *Miogypsinoides complanatus* (SCHLUMBERGER), *Cyclammina* sp., *Bolivina* sp., textuláridos y miliólidos.

Interpretación

Las areniscas y calizas, con alta proporción de bioclastos permiten atribuir este tramo a un medio energético.

2º TRAMO

[Muestras 9 a 23]

Está caracterizado por 115 m de alternancia de calizas arenosas, calizas margosas y margas de color marrón y verde claro, organizadas en bancos de 5 cm a 1 m. Las calizas son packstones que se substituyen lateralmente por boundstones (muestras 9 a 23), contienen briozoos, algas rojas, corales, gasterópodos, fragmentos de equinodermos y bivalvos, foraminíferos y granos subangulosos de cuarzo.

Paleontología

Los briozoos son *Tubucellaria* sp., *Smittinella* sp. y *Cellepora* sp.. Las algas pertenecen a los géneros *Lithophyllum*

y *Sporolithon*. Además de los foraminíferos presentes en el tramo anterior, también aparecen las especies: *Lepidocyclina (Nephrolepidina) tournoueri* LEMOINE y DOUVILLE, *Spiroclypeus* sp., *Amphistegina lessonii* D'ORBIGNY, *Operculina* sp. y *Rotalia viennotti* GREIG. Esta última se hace más frecuente hacia la parte superior del tramo. Los bivalvos encontrados son: *Pecten arcuatus* BROCCHI, *Pecten* sp. y *Ostrea* sp.. En la parte superior se pueden encontrar también *Hyotissa hyotis* (LINNÉ) y escasos ejemplares de *Oopecten (Oopecten) rotundatus* (LAMARCK). El único gasterópodo presente en las calizas es *Murex (Chicoraeus)* aff. *aquitanicus* GRATELOUP.

Los bivalvos se presentan con una frecuencia máxima de 8 ejemplares/m^2 que ocupan el 10% de la superficie del substrato; en el 70% de los casos se encuentran desarticulados, erosionados y con disposición variable a lo largo del tramo.

Interpretación

Este tramo, por su contenido en fragmentos fósiles y la disposición de las conchas, sugiere un medio relativamente agitado. La abundancia de grandes foraminíferos bentónicos indica aguas cálidas de escasa profundidad. El aumento en la proporción de *Rotalia viennotti* puede ser justificado por una disminución de la profundidad de las aguas hacia la parte superior del tramo, ya que los rotálidos son propios de aguas someras y proximales (TEIXELL y SERRA-KIEL 1988).

Los niveles constituidos por boundstones con restos fósiles interconectados entre sí y en posición de vida probablemente representan parches arrecifales de escasa extensión lateral.

La aparición de *Amphistegina lessonii* en los últimos 40 m del segundo tramo puede indicar el límite entre el Oligoceno y el Mioceno, teniendo en cuenta que esta especie aparece en el Aquitaniense.

A partir de aquí los materiales de la serie presentan las mismas características que los términos equivalentes de la formación Qom.

Submiembro C_2

[Muestra 24]

Está compuesto por margas yesíferas con finas láminas de yeso y algunas intercalaciones de calizas arenosas de color verde claro (muestra 24). El espesor del submiembro es altamente variable, entre 2 y 23 m. En estos materiales no se ha encontrado ningún tipo de fósil.

Interpretación

La formación de un medio evaporítico en este submiembro representa el límite de la tendencia somerizante iniciada en la parte superior del tramo anterior.

Submiembro C_3

[Muestras 25 a 29]

Está constituido por 27 m de calizas con una fina intercalación margosa. Las calizas son de color blanco y están divididas en bancos de 10 a 60 cm y se caracterizan por estratificaciones cruzadas en artesa buzando hacia el SO. Son grainstones y en los primeros 5 m están formados totalmente por oolitos concéntricos cuyos núcleos son micríticos. En el resto de las calizas los componentes principales son fragmentos de algas rojas, briozoos, bivalvos, equinodermos, foraminíferos y granos angulosos de cuarzo.

Paleontología

Las algas del submiembro son *Lithophyllum* sp.; los briozoos son *Smittinella* sp.; los foraminíferos más importantes son *Rotalia viennotti* GREIG, fragmentos de *Peneroplis* sp. y *Miogypsina* sp.; juntos a éstos se pueden encontrar bivalvos (*Chlamys northamptoni* (MICHELOTTI), *Oopecten (Oopecten) rotundatus* (LAMARCK), *Pecten hornensis* DEPËRET y ROMAN, *Pecten subarcuatus* TOURNOUËR, *Flabellipecten tagicus* COTTER) y equinodermos (*Echinolampas* cfr. *vilanovae* COTTEAU, *Schizaster* cfr. *belouschistanensis* D'ARCHIAC y HAIME). Los ejemplares son abundantes y ocupan hasta el 50% de la superficie del substrato; en su inmensa mayoría se encuentran rotos o altamente

erosionados.

Interpretación

Los primeros 5 m de calizas indican un medio sedimentario de alta energía, probablemente una barra oolítica. En el resto del submiembro, la abundancia en bioclastos, y ejemplares rotos y erosionados, indican asimismo condiciones de alta energía.

Submiembro C_4

Se trata de 115 m de margas de color claro, que a veces contienen moldes de gasterópodos y pequeñas colonias (3-4 cm de diámetro) de corales ahermatípicos en posición de vida.

Interpretación

La presencia de corales ahermatípicos en estas margas es característica de aguas con salinidad normal. Este submiembro representa la última deposición de material marino antes de la finalización de un ciclo sedimentario (miembro D).

MIEMBRO D

Se caracteriza por 30 m de yeso.

Interpretación

Los niveles de yeso de este miembro están asociados con una bajada relativa del nivel del mar.

MIEMBRO E

Este miembro representa el inicio del último ciclo sedimentario en la formación Qom.

1er TRAMO

[Muestras 30 y 31]

50 m de margas de color verde que, en los últimos 15 m, contienen 2 niveles de calizas con un espesor de 30-40 cm, divididas en bancos que varían de 10 a 15 cm. Las calizas son packstones con bioclastos (equinodermos y bivalvos) y

foraminíferos (muestras 30 y 31).

Paleontología

Los foraminíferos presentes en este tramo son: *Bolivina* sp., textuláridos y fragmentos de *Miogypsina* sp..

Interpretación

Como en el caso de los perfiles anteriormente estudiados, el miembro se inicia con una transgresión, que es la responsable de la deposición de estas margas. Las intercalaciones de calizas bioclásticas sugieren aguas energéticas.

2º TRAMO

[Muestras 32 a 36]

Está formado por 45 m de calizas de color claro divididas en bancos de 10 a 30 cm de espesor, con frecuentes estratificaciones cruzadas planares. Son grainstones con fragmentos de algas rojas, gasterópodos y bivalvos, foraminíferos, y granos subangulosos de cuarzo.

A veces, en los últimos 10 m del tramo aparecen estructuras diagenéticas tipo anillos de Liesegang.

Paleontología

Las algas del tramo pertenecen a los géneros *Lithophyllum*, *Mesophyllum* y *Lithothamnium,* mientras los foraminíferos presentes son rotálidos, miliólidos, *Bolivina* sp. y fragmentos de *Miogypsina* sp. y *Heterostegina* sp.; se asocian a los bivalvos *Pecten (Gigantopecten) tournali* DE SERRES, *Ostrea (Ostrea) lamellosa* BROCCHI, *Acanthocardia (Acanthocardia) paucicostatum* (SOWERBY) y *Trachycardium* sp..

Los ejemplares están desarticulados, fuertemente erosionados y con diferentes disposiciones; se encuentran con una frecuencia máxima de 10 ejemplares/m^2, y ocupan el 10% de la superficie del substrato.

Interpretación

La estructura sedimentaria junto a abundantes fragmentos de

fósiles y de ejemplares erosionados sugiere una alta energía del medio.

3er TRAMO

[Muestras 37 y 38]

Se caracteriza por 15 m de calizas de color marrón claro en bancos de 20 a 200 cm. Son de textura boundstone, constituidos fundamentalmente por bivalvos, algas rojas y foraminíferos bentónicos.

Paleontología

El organismo mayoritario de estos niveles es el bivalvo semiendobentónico *Kuphus polythalaminas* (LINNÉ), estos se encuentran en posición de vida y con un crecimiento desordenado por adaptación de los individuos a otros durante el crecimiento; en menor proporción se pueden encontrar moldes de bivalvos y gasterópodos, algas (*Lithothamnium* sp. y *Mesophyllum* sp.) y foraminíferos (rotálidos). Los ejemplares de *Kuphus* aparecen con una frecuencia máxima de 25 ejemplares/m^2, ocupando el 80% de la superficie de las calizas. Su estado de conservación es bueno y se pueden observar individuos de 1 m de longitud sin orientación preferencial.

Interpretación

La buena conservación de *Kuphus*, relativamente frágil, permite atribuir este tramo a un medio tranquilo. La presencia de rotálidos sugiere un ambiente somero.

El límite superior de la formación Qom en Navab (Fig.10) está marcado por un contacto concordante con los yesos de la base de la Formación Roja Superior.

MODELO SEDIMENTARIO PARA LOS DISTINTOS MIEMBROS EN LOS PERFILES ESTUDIADOS

INTRODUCCIÓN

La formación marina del Oligo-Mioceno de Qom es el resultado de la última transgresión marina en Irán central y está dividida en 5 miembros diferenciables (A-E). Según BOZORGNIA (1965) esta formación, al menos en la parte central de la cuenca (alrededores de la ciudad de Qom), está formada por tres ciclos sedimentarios (miembro A-C_2-D-E; Fig.11), de los cuales los dos primeros son resultado fundamentalmente de sucesivos movimientos verticales producidos en la cuenca. Este mismo autor consideró que los sedimentos que constituyen esta formación se depositaron en cuencas locales interconectadas; entre éstas se pueden destacar como las más importantes la de Qom y la de Kashan (perfil de Navab).

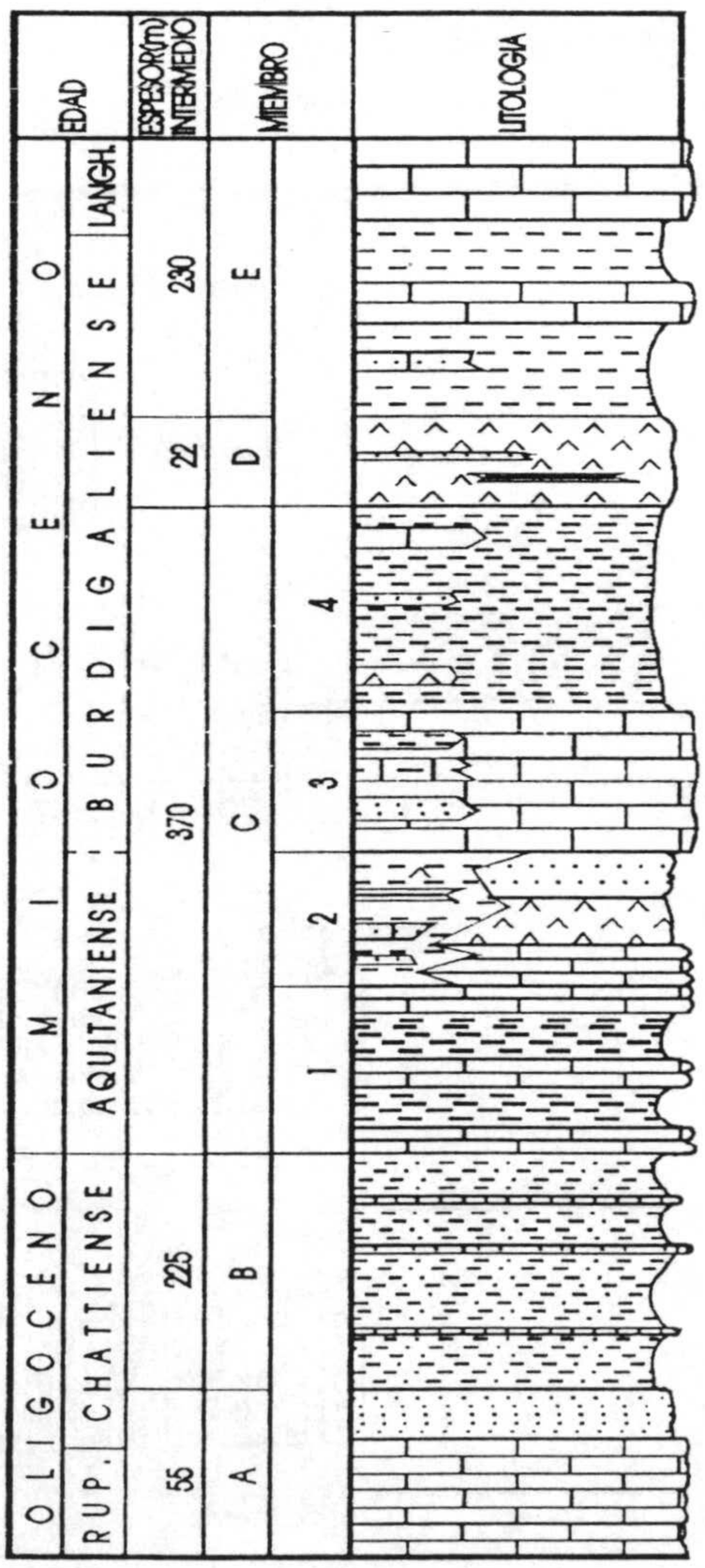


Figura 11- Corte sintético de la formación Qom.

A partir de los estudios sedimentológicos, paleontológicos y tafonómicos se proponen algunos modelos de evolución sedimentaria para distintos miembros. Estos modelos sintetizan las interpretaciones paleoambientales realizadas anteriormente para cada tramo en los diferentes perfiles. Desde el término más antiguo a más moderno y en base a una correlación de los miembro a lo largo de la zona estudiada se hace una descripción e interpretación areal del conjunto de perfiles estudiados (Fig.12):

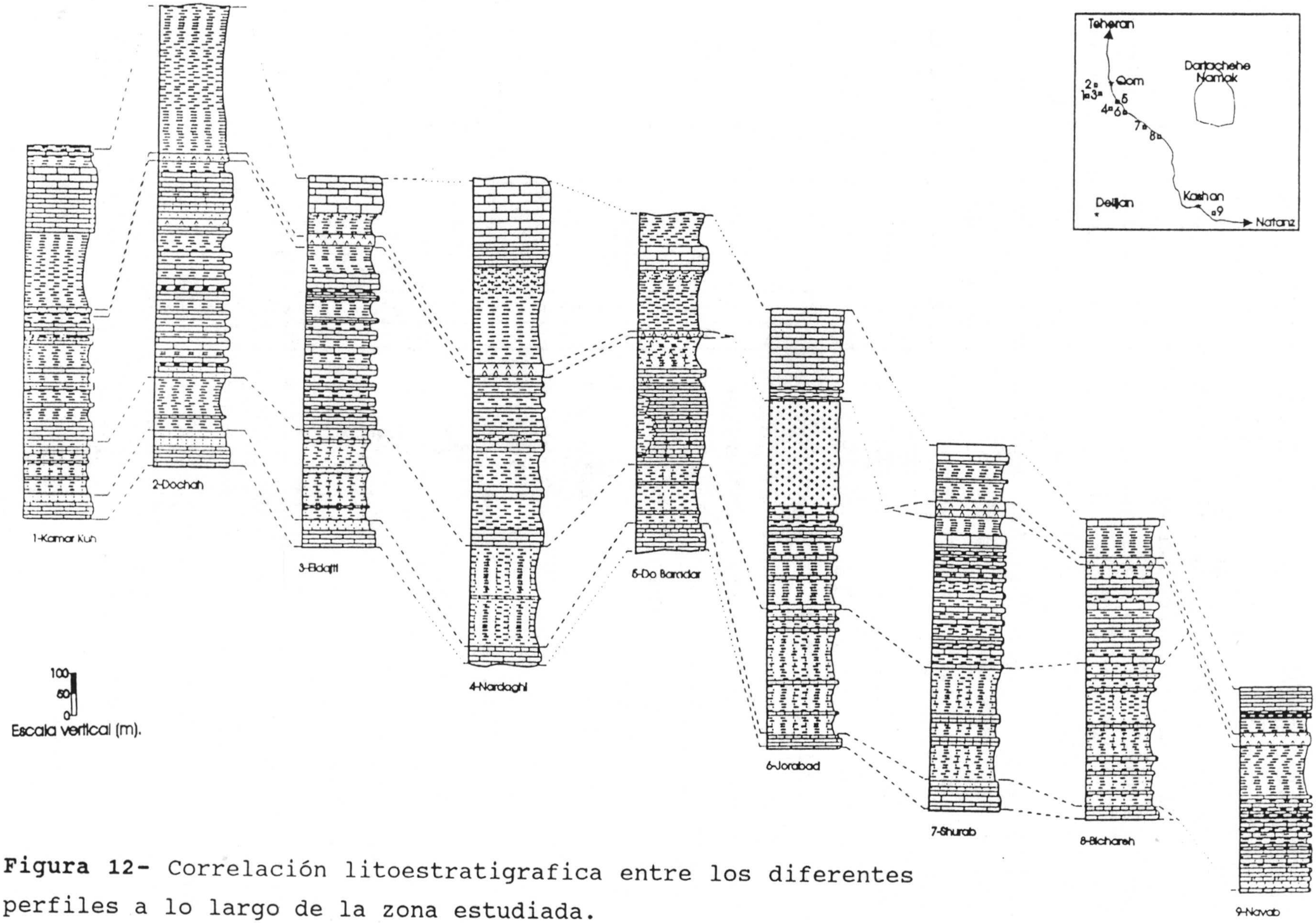


Figura 12- Correlación litoestratigrafica entre los diferentes perfiles a lo largo de la zona estudiada.

MIEMBRO A

El miembro A se caracteriza por un espesor medio de 55 m, dividido en bancos que varían entre 2 y 200 cm; el color de los materiales suele ser marrón.

A lo largo de los diferentes cortes estudiados, dentro de las calizas basales del miembro, se pueden distinguir los siguientes términos:

(1) calizas en niveles centimétricos sin presencia fósil, con texturas fenestrales y escasa continuidad lateral. Son mudstones con yeso disperso entre las micritas; este tipo de facies sólo se encuentra en la parte basal del miembro en el perfil de Jorabad.

(2) Calizas con miliólidos como constituyentes principales. Son de textura packstone y contienen además rotálidos, alveolínidos y peneróplidos. Los macrofósiles presentes se encuentran con un buen estado de preservación y muchos de ellos permanecen en posición de vida (parte basal del miembro en Dochah).

(3) Bancos formados por calizas oolíticas o bioclásticas que en ocasiones presentan estratificaciones cruzadas planares (la parte basal del miembro en Kamar Kuh, Do Baradar, Eidajti, Bichareh y la parte intermedia en Jorabad). Son de textura grainstone y los restos fósiles se encuentran fragmentados o fuertemente erosionados. Los oolitos presentes en esta facies son concéntricos, con contorno esférico o elíptico, algo distorsionados y con núcleos formados por granos de cuarzo o bioclastos, y cubiertas micríticas.

(4) calizas constituidas por briozoos, algas rojas, bivalvos, gasterópodos, equinodermos y foraminíferos. Los macrofósiles más abundantes de estos niveles son equinodermos que en más de la mitad de los casos se encuentran en posición de vida y con un buen estado de preservación. Estas calizas son de

textura packestone y además contienen una cantidad variable de bioclastos.

(5) Este término está formado por areniscas. Dentro de las calizas del miembro A se puede encontrar una cantidad variable de arenas que presentan un aumento progresivo hacia el techo del miembro. Esta tendencia al incremento en la proporción de terrígenos, culmina en todos perfiles estudiados, con la formación de las areniscas de la parte superior del miembro. Estos depósitos están usualmente formados por granos angulosos de cuarzo, fragmentos de las rocas de la formación roja inferior fragmentos de briozoos, algas rojas y bivalvos, y, en ocasiones hay también foraminíferos bentónicos. Los bioclastos y fragmentos de rocas son productos de erosión de sedimentos previos. El macrofósil más importante de estos niveles es *Scutella*, que en algunos lugares (Eidajti y Jorabad) se encuentran erosionados en ambos lados y constituyen importantes niveles de acumulación.

El término (1), constituida por sedimentos micríticos, la ausencia de fósiles y presencia de cristales de yeso podrían sugerir una circulación muy limitada de las aguas junto a una alta variabilidad de la temperatura y salinidad, estos niveles representan la zona más próxima al continente.

El término (2) se atribuye a medios de escasa profundidad, y en general, con una escasa circulación de las aguas; la matriz micrítica indica aguas tranquilas. Existen numerosos trabajos de investigación que atribuyen la abundancia de miliólidos a medios restringidos y de lagoon; la presencia de estos organismos junto a peneróplidos y rotálidos indica fondos fangosos de escasa profundidad, cercanos a la costa, y con aguas tranquilas y cálidas (MURRY 1965 y 1966, PURSER 1973, ALLASINAZ 1983, HALLOCK y GLENN 1986, SARTORIO y VENTURINI 1988, TEIXELL y SERRA-KIEL 1988 y HAIG 1988). Dentro de los miliólidos, el único género adaptado a medios con diferentes profundidades es *Pyrgo*. Se puede

añadir que los miliólidos y alveolínidos pueden tolerar aguas hipersalinas con hasta el 50‰ (BOLTOVSKOY y WRIGHT 1976). La presencia de un alto porcentaje de macrofósiles en posición de vida asimismo sugiere un medio tranquilo con una tasa de sedimentación moderada a alta.

En el término (3) las calizas están formados por oolitos o bioclastos. Las observaciones de HELLER et al. (1980) en medios actuales y/o en laboratorio demuestran que los oolitos con estructura concéntrica necesitan para formarse un medio agitado con aguas cálidas, someras, saturadas en $CaCO_3$ propios de un alto grado de evaporación y un clima árido, se obtiene así una lenta precipitación de las cubiertas en torno al núcleo (SORBY 1879, LOGAN 1969, DAVIES 1970, BATHURST 1971, HECKEL 1972, LOREAU y PURSER 1973, MEDWEDEFF y WILKINSON 1983, ZENG et al. 1983, HARRIS 1985). En las Bahamas los carbonatos utilizados para la formación de los oolitos provienen en parte de la precipitación provocada por las algas azules y verdes (RICHTER 1983). No está claro si los oolitos micríticos representan estructuras primarias o secundarias. Algunos autores consideran que es casi imposible deducir la composición original de los oolitos micríticos. Las capas micríticas, por lo menos en parte, son productos de recristalización, aunque también pueden formarse por precipitación intersticial. La forma elipsoidal de los oolitos puede ser causada por diagénesis temprana y por la compactación (NEWELL et al. 1960, ZENG et al. 1983, RICHTER 1983).

Los rasgos tafonómicos de los restos presentes en estas calizas indican que la turbulencia del medio debió ser muy alta, produciendo la destrucción de gran parte de los fósiles.

En el miembro A las texturas de tipo grainstone (oolíticos o bioclásticos) son propias de medios de alta energía. En ocasiones la presencia de estratificaciones cruzadas dentro de estos niveles sugiere una removilización de la mayoría de los elementos, estos niveles se atribuyen a zona de barras que separan el lagoon de la plataforma abierta.

El término (4), por su contenido en matriz micrítica y la buena preservación de la mayoría de los restos fósiles, representa un medio más tranquilo que término anterior. La existencia de briozoos, algas rojas y equinodermos en estos niveles tipifíca un medio marino abierto; asimismo la presencia de orbitoídidos (*Lepidocyclina*), miliólidos y rotálidos permite atribuir estos sedimentos a medios someros con aguas cálidas, por ejemplo, a una plataforma abierta proximal.

Un componente importante de estos sedimentos son las algas rojas; éstas se suelen adaptar muy bien a medios turbulentos y en muchas ocasiones son constituyentes importantes de los arrecifes. Habitualmente, las algas rojas están adheridas a substratos duros y prefieren aguas someras, aunque toleran medios con una profundidad de hasta 200 m (WRAY 1971, BATHURST 1975, ADEY y BURKE 1976, BOSENCE 1976 y 1991, DODD y STANTON 1981, MINNERY, REZAK y BRIGHT 1985).

El término (5) está constituido por areniscas de la parte superior del miembro que en general, presentan estratificación paralela. Dentro de éstas se pueden encontrar numerosos bancos constituidos por equinodermos. La alta destrucción de los restos fósiles y el grado de erosión en el caso de *Scutella* indican que el fondo debió estar sometido a turbulencia. Los bancos constituidos por acumulación de *Scutella* se pueden interpretar como depósitos residuales producidos por aventamientos esporádicos de materiales más finos (Fig.13). La abundancia de equinodermos en estos niveles sugiere un medio marino abierto.

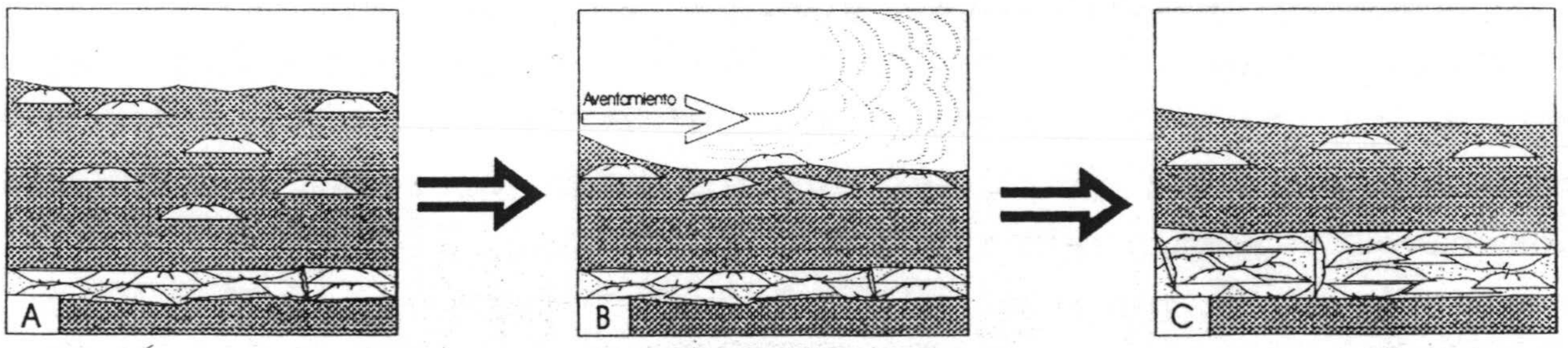


Figura 13- Modelo genético propuesto para los bancos de *Scutella*.

Evolución sedimentaria del miembro A

En el sector Norte de la zona estudiada (alrededores de la ciudad de Qom), la parte basal del miembro representa un ambiente de alta energía, de barras oolíticas (Eidajti y Kamar Kuh) o bioclásticas con oolitos (Do Baradar), que dividen la plataforma en dos ambientes diferentes, un lagoon con aguas tranquilas y restringidas con fondo fangoso (Dochah) y un ambiente marino abierto y energético en (Nardaghi), (Fig.14A). En la parte intermedia del miembro (Fig.14B) en todos los perfiles de esta zona los sedimentos corresponden al término (4), característica de un medio marino abierto y algo energético. Hacia la parte superior del miembro el aumento en la proporción de miliólidos y/o rotálidos sugiere una disminución de la profundidad que va acompañada con un aumento de aportes arenosos (Fig.14C); este aumento inhibe la producción de rocas carbonatadas y hace que dominen las areniscas (término (5)).

En el sector al Sur de Qom, entre Qom y Kashan, la parte basal de las calizas, desde el continente hacia el mar abierto, está caracterizada por una llanura intermareal, correspondiendo los sedimentos al término número (1) (Jorabad); el ambiente de lagoon está separado del mar abierto (Shurab) mediante barras oolíticas en (Bichareh), (Fig.15A). Con el aumento del nivel del mar, la zona de Jorabad representa un medio de alta energía (barra bioclástica), (Fig.15B). La evolución medioambiental en el resto del miembro es idéntica a la comentada anteriormente para los perfiles de la Figura 14 (Fig.15C,D). El aumento del nivel del mar se infiere de la presencia de facies características del mar abierto (término (4)).

EDAD: Por la falta de fósiles guía es muy difícil la determinación precisa de la edad del miembro A; la presencia de foraminíferos como *Peneroplis thomasi* HENSON, el bivalvo *Pecten arcuata* BROCCHI y los equinodermos *Echinodiscus balestrai* OPPENH y *Clipeaster folium* MICHELIN permiten atribuirle una edad Oligoceno medio-superior. Desde el punto de vista estratigráfico, los sedimentos que forman el techo de la Formación Roja Inferior

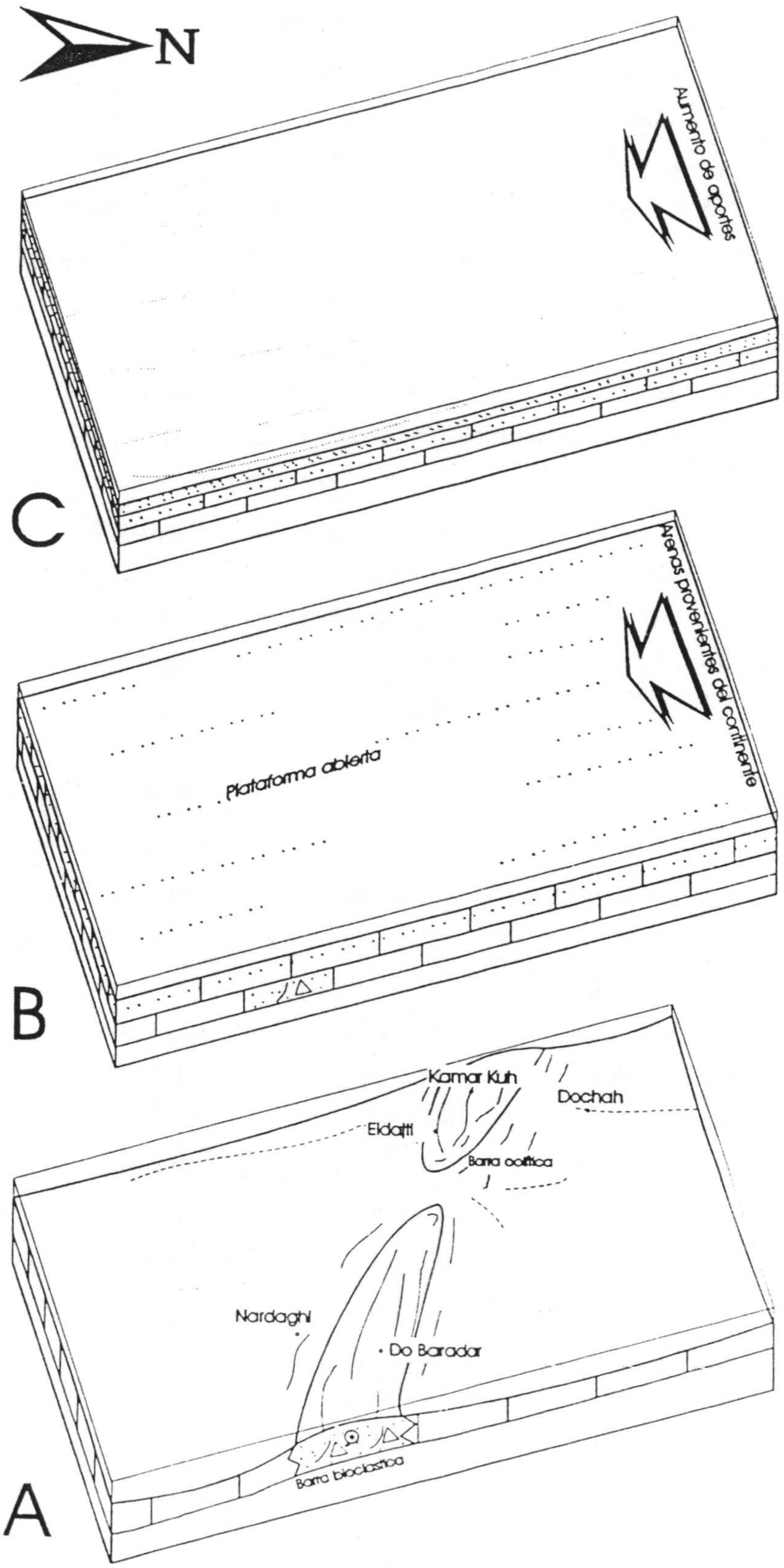


Figura 14- Esquema de la evolución sedimentaria para al miembro A en el sector N de la zona estudiada.

corresponden al Rupeliense, en base a la presencia de microfósiles como *Nummulites intermedius* D'ARCHIAC (TEHRANI 1989); el límite superior (el miembro B) corresponde a la zona de *Globorotalia ópima ópima* BOLLI; por lo tanto, se puede asignar a este miembro una edad aproximada Rupeliense-Chattiense.

MIEMBRO B

En los perfiles estudiados este miembro se caracteriza por un espesor medio de 225 m, de margas arenosas verdes e intercalaciones de areniscas o calizas arenosas. En general hacia el techo del miembro se produce una disminución en el tamaño de grano de la arena (con excepción de sus últimos 20-30 m).

Las margas contienen una alta proporción de especies de foraminíferos bentónicos en comparación con los planctónicos. A veces, dentro de ellas se pueden encontrar moldes de moluscos y pequeñas colonias de corales ahermatípicos en posición de vida.

Las areniscas y calizas arenosas desaparecen lateralmente y en ocasiones pueden observarse estructuras sedimentarias como laminaciones cruzadas producidas por la migración de ripples de corriente. En general los bancos están formados por granos angulosos o subangulosos de cuarzo y de rocas, junto a bioclastos provenientes de la erosión del miembro A y de la Formación Roja Inferior. En ocasiones dentro de estos materiales se pueden encontrar macroforaminíferos.

El bajo porcentaje de especies de foraminíferos planctónicos frente al total de los foraminíferos (alrededor de 25%), el contenido de arenas dentro de las margas y la presencia de macroforaminíferos, no permiten atribuirlas a grandes profundidades. Actualmente en los medios marinos a 200 m de profundidad el porcentaje de los foraminíferos bentónicos frente a totalidad de los foraminíferos es menor del 50% (DODD et al. 1981).

Los niveles de areniscas y calizas arenosas, por su contenido en bioclastos, indican un medio energético; asimismo la presencia de macroforaminíferos orbitoídidos y miogipsínidos en buen estado de conservación, dentro de estos sedimentos

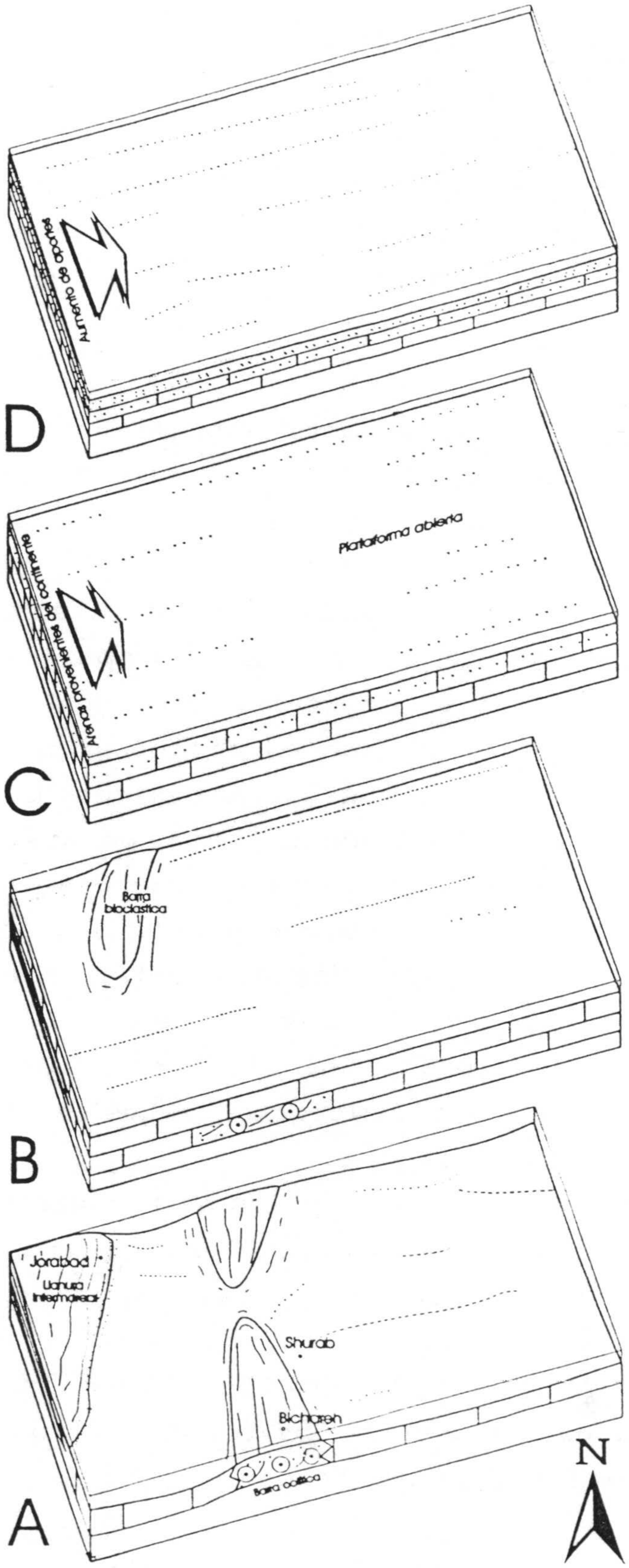


Figura 15- Modelo sedimentario deducido para el miembro A en el sector S de la zona estudiada.

(Jorabad y Shurab) sugiere una disminución de la profundidad durante cortos períodos de tiempo (Fig.16).

EDAD: La edad del miembro B es el Oligoceno superior (zona de *Globorotalia opima opima* BOLLI).

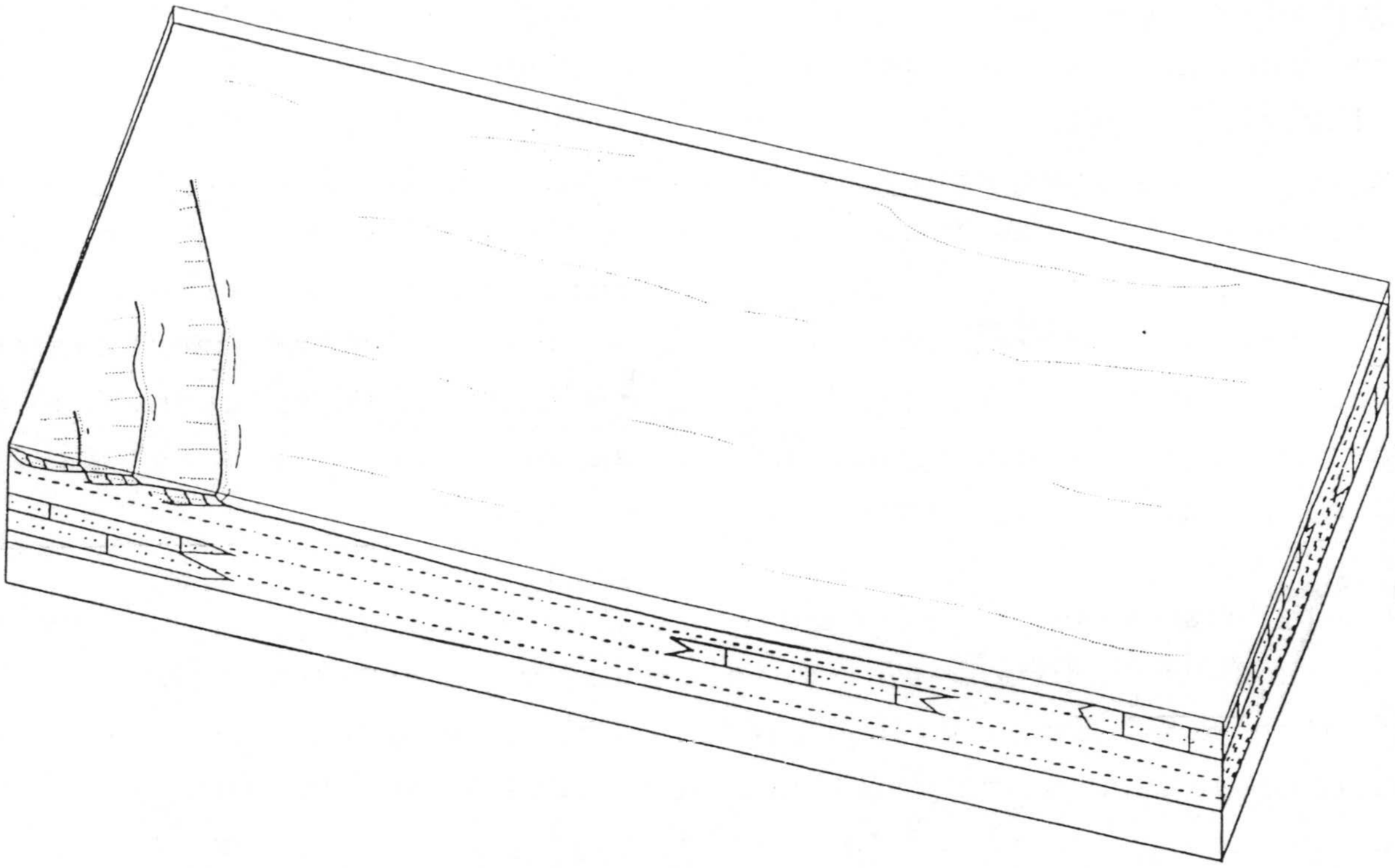


Figura 16- Modelo sedimentario deducido para el miembro B.

MIEMBRO C

Se caracteriza por depósitos con un espesor medio de 370 m.

Submiembro C_1

Este submiembro se caracteriza, por una alternancia de margas de color verde y de calizas de color gris y marrón, con excepción del perfil de Do Baradar en que está constituido exclusivamente por calizas y escasos bancos de calizas margosas. Las calizas están divididas en bancos con un espesor variable entre 10 y 200 cm. Los bancos de calizas y margas no son continuos y se substituyen lateralmente.

En la parte central de la zona estudiada (Jorabad y Do Baradar), se produjo además una actividades volcánica intermitente.

Dentro de las calizas del submiembro C_1 se pueden diferenciar los siguientes términos:

(1) Calizas con un abundante contenido fósil, están constituidas por foraminíferos, briozoos, corales, algas rojas, bivalvos, gasterópodos y equinodermos. Los macrofósiles en la mayoría de los casos se encuentran en posición de vida. Hay un alto porcentaje de restos de bivalvos completos y con la articulación intacta, con excepción del perfil de Bichareh en que los restos fósiles aparecen erosionados y desarticulados. Estas calizas son de textura packstone y contienen una cantidad variable de bioclastos. Sólo en la parte basal del submiembro en el perfil de Dochah las calizas son azoicas y se caracterizan por un alto contenido en granos de cuarzo angulosos y fragmentos de rocas volcánicas que provienen de la erosión de los materiales de la Formación Roja Inferior.

(2) Calizas constituidas fundamentalmente por briozoos, corales hermatípicos en posición de vida y algas rojas. Los esqueletos calcáreos de los organismos están interconectados; los espacios libres están rellenos por bioclastos originados por la destrucción parcial de los esqueletos junto a fango micrítico. Las calizas son de textura boundstone con niveles de packestones o grainstones. En el perfil de Do Baradar aparecen niveles formados por este tipo de facies con una extensión lateral de alrededor de 2 km y que lateralmente se substituyen por materiales margosos.

El término (1) presenta los mismos caracteres que el término 4 del miembro A. La presencia de equinodermos, Corales y briozoos, junto a foraminíferos planctónicos en estas calizas sugiere un medio marino abierto con niveles de salinidad normal. En este tipo de facies el aumento ocasional de foraminíferos (miliólidos y/o rotálidos) sugiere una disminución de la profundidad.

El conjunto de los estudios realizados en las calizas del submiembro permite efectuar las siguientes consideraciones

paleontológicas: En general, la presencia de macroforaminíferos como *Operculina*, *Miogypsinoides*, *Miogypsina*, *Lepidocyclina* y *Amphistegina* sugiere aguas cálidas y someras. Las investigaciones y estudios de numerosos autores como BOLTOVOSKOY y WRIGHT 1976, ALLASINAZ 1983, KOUYOUMONTZAKIS 1984, HALLOCK 1985, HALLOCK y GLENN 1985, SARTORIO y VENTURINI 1988, etc., demuestran que los géneros *Miogypsinoides*, *Miogypsina* y *Lepidocyclina* caracterizan la plataforma abierta proximal; estos organismos prefieren aguas cálidas de escasa profundidad y generalmente se encuentran asociados con los nummulítidos, aunque éstos últimos frecuentemente alcanzan profundidades mayores. Los géneros *Operculina* y *Amphistegina* viven en los primeros 70 m de profundidad; *Amphistegina* es un buen indicador paleoclimático ya que vive en aguas someras y cálidas y no tolera temperaturas menores de 20°C (HORNIBROOK 1968, WRIGHT y MURRAY 1972). Estos caracteres sugieren que las calizas del submiembro se formaron en un medio de escasa profundidad y da aguas cálidas.

En el sector NO de la cuenca (Dochah, Eidajti y Kamar Kuh) las calizas de este submiembro contiene miliólidos y rotálidos que, junto a bancos constituidos por *Lepidocyclina* y ostreas, sugieren un medio somero con aguas cálidas.

Otra característica del submiembro C_1 es la presencia de equinodermos que en su mayoría se encuentran en posición de vida y son un buen criterio de polaridad de estratos.

El término (2), por su contenido y textura, con organismos en posición de vida e interconectados entre sí, tipifíca un medio arrecifal.

En los niveles margosos del submiembro la asociación de microfauna presente corresponde a un ambiente no muy profundo, alrededor de los 100 m de profundidad.

Evolución de la cuenca:

Las calizas de este submiembro por sus características tanto litológicas como faunísticas y tafonómicas representan un medio relativamente tranquilo y somero (Fig.17). En el perfil de Do Baradar, este submiembro corresponde a las calizas del término 2, es decir, calizas arrecifales constituidas fundamentalmente

UNIVERSIDAD DE GRANADA
16 FEB. 1995
COMISION DE DOCTORADO

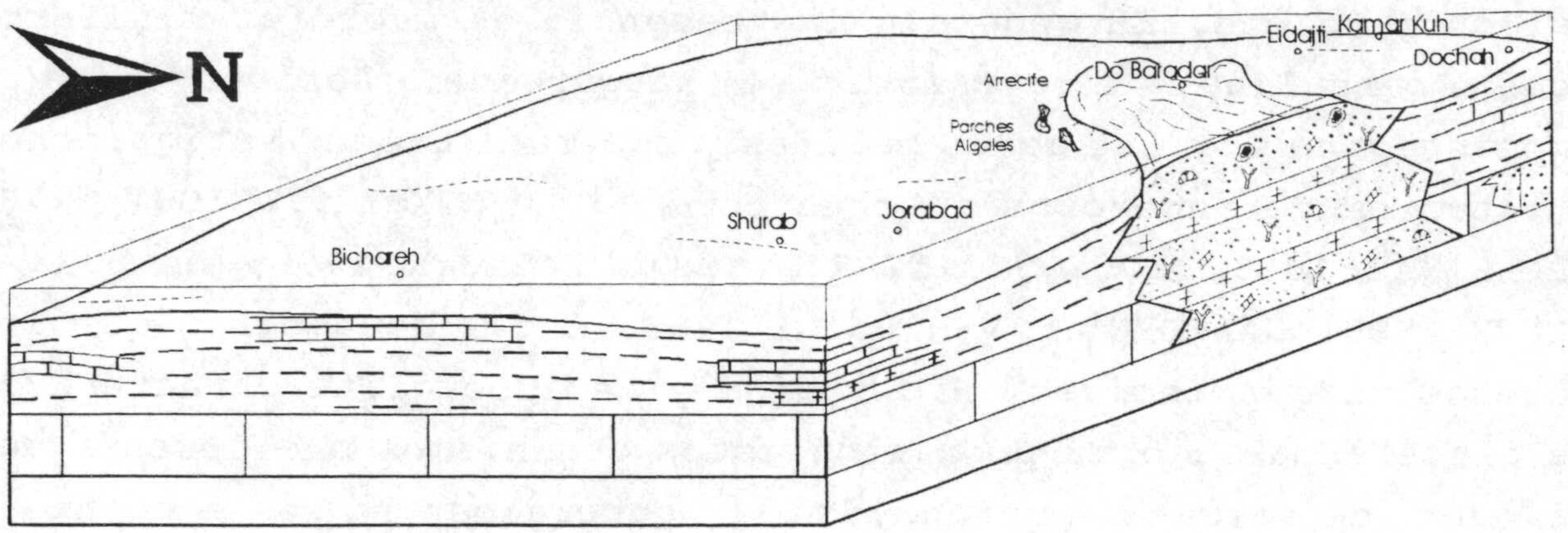


Figura 17- Reconstrucción de la cuenca sedimentaria para el submiembro C_1 en el sector central y NO.

por briozoos, corales y algas rojas. En el resto de los perfiles estas características, correspondientes al término número (1), sugieren que la sedimentación tuvo lugar en un medio de baja a moderada energía, probablemente por debajo del nivel de base del oleaje y en una plataforma abierta proximal (Fig.17).

EDAD: La asociación fósil en el submiembro C_1 indica una edad Aquitaniense, aunque debido a la ausencia de fósiles guía es muy difícil una datación más detallada.

Reconstrucción de la evolución sedimentaria en el sector SE de la zona estudiada (Navab).

En Navab los sedimentos que constituyen la parte basal de la serie (los 2 primeros tramos) se diferencian litologicamente de los términos equivalentes en otros perfiles. Sólo a partir del submiembro C_2 los materiales presentan las mismas características que los de otros perfiles. En base a estas diferencias se puede considerar que esta zona era parte de una cuenca interconectada con la cuenca de Qom antes de la formación del submiembro C_2, pero con un desarrollo sedimentológico diferente. Los primeros tramos del perfil de Navab contiene los siguientes términos desde abajo hacia arriba:

(1) Bancos de areniscas y calizas arenosas constituidas fundamentalmente por cuarzo y cantidades menores de fragmentos de algas rojas, briozoos, bivalvos, corales y gasterópodos, y foraminíferos bentónicos. Las calizas son de textura grainstone y contienen menor cantidad de cuarzo que las areniscas. Los fósiles se encuentran altamente fragmentados.

(2) Calizas construidas por cuarzo, foraminíferos, briozoos algas rojas, corales, gasterópodos, equinodermos, bivalvos y bioclastos. Son de textura packstone y lateralmente se sustituyen el término (3). Más de la mitad de los bivalvos presentes en estos niveles se encuentran desarticulados y erosionados.

(3) Caliza con textura de tipo boundstone, con los mismos organismos que la facies anterior (fundamentalmente briozoos, corales y algas rojas) en posición de vida. Los bancos constituidos por este tipo de textura gradan lateralmente a las calizas del término anterior y presentan una escasa extensión vertical y lateral.

Los términos antes descritos representan una disminución progresiva de energía hacia el techo. En estos materiales, y a pesar de la ausencia de estructuras sedimentarias características, el fondo debió estar sometido a una alta energía, probablemente debida a oleaje, dado el alto grado de destrucción de los restos fósiles en el término (1) y de erosión de una parte de éstos en el término (2) (Fig.18A). El tercer término representa parches arrecifales con escasa extensión lateral (Fig.18B). En los dos últimos términos la presencia de corales y equinodermos representan un medio marino abierto.

Submiembro C_2

Los sedimentos que forman este submiembro terminan un ciclo sedimentario en la formación Qom. En el sector NO estos depósitos, desde la base hacia el techo, son:

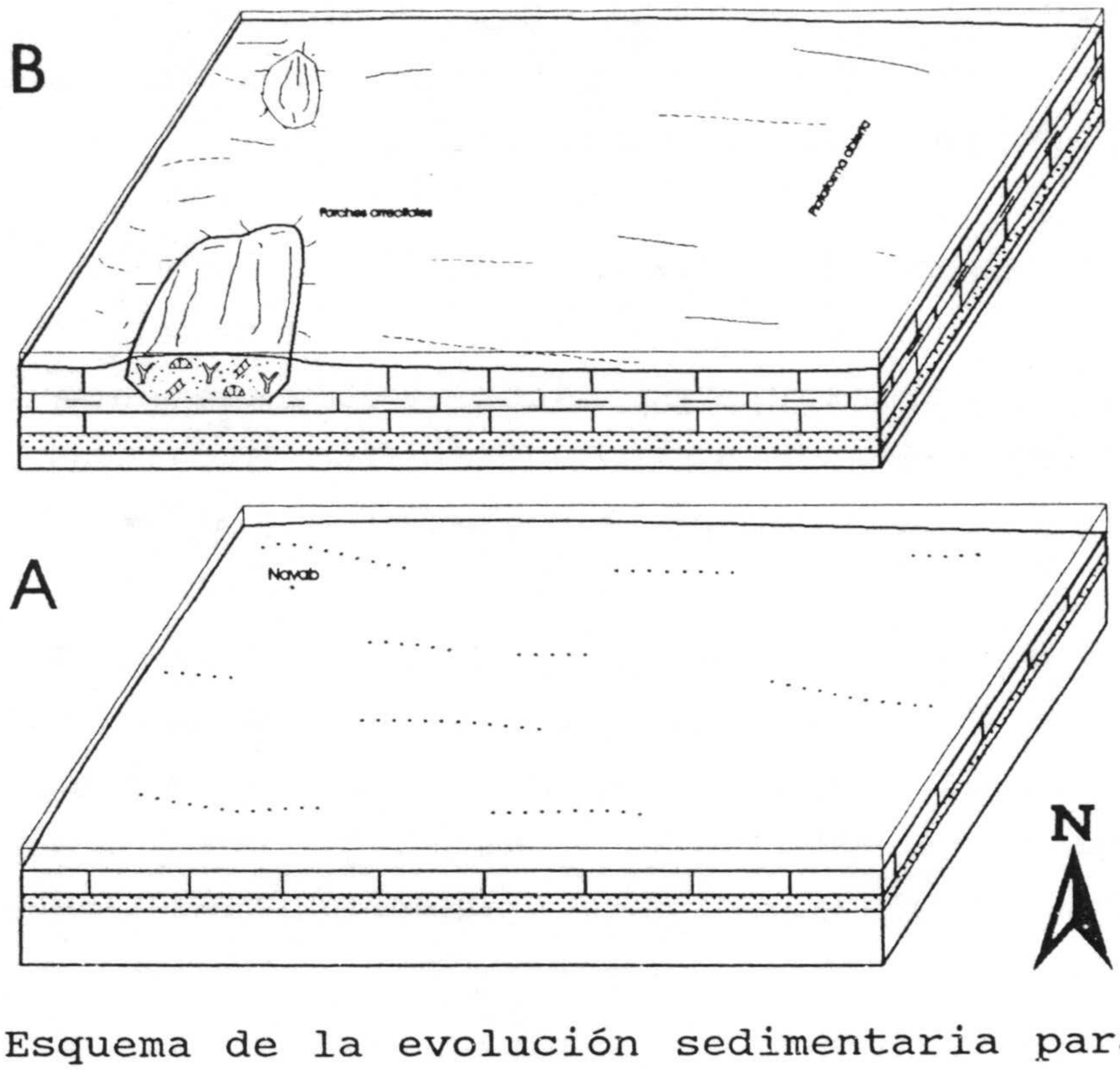


Figura 18- Esquema de la evolución sedimentaria para la parte basal del perfil de Navab (SE de la zona estudiada).

(1) Calizas micríticas laminadas de color oscuro, con texturas fenestrales y sin presencia fósil. Son mudstones ricos en materia orgánica.

(2) Bancos de yeso

(3) Alternancia de láminas de margas azoicas, yeso y arcilla. En el perfil de Dochah los niveles superiores se caracterizan por areniscas con laminaciones cruzadas producidas por la migración de ripples de corriente.

En el sector SE y parte de la zona central (Nardaghi) el

submiembro está constituido fundamentalmente por margas yesíferas azoicas con intercalaciones de arcillas y arenas (Fig.19). Sólo en Jorabad el submiembro está formado por rocas volcánicas con intercalaciones de margas con ostrácodos de agua dulce y salada.

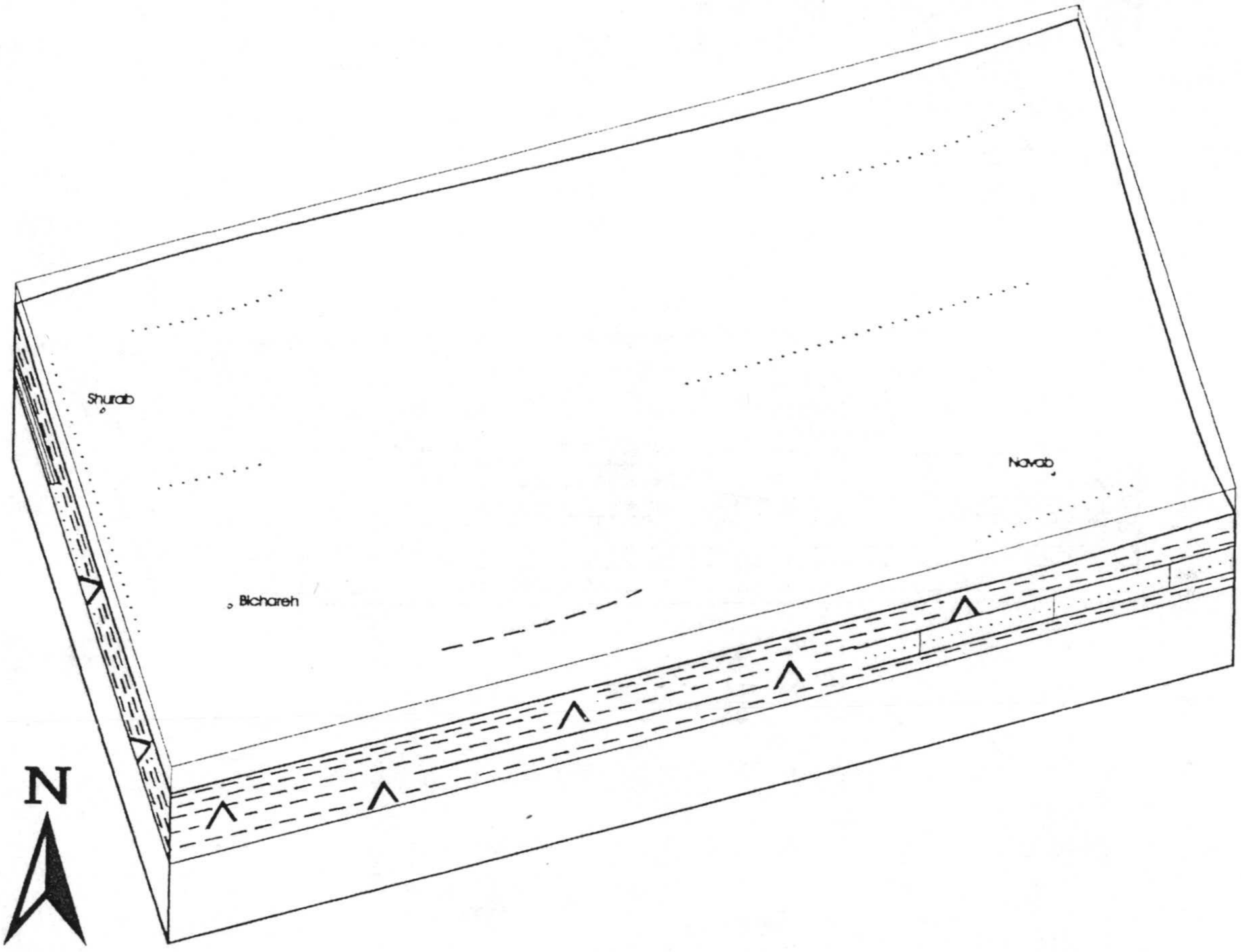


Figura 19- Reconstrucción del desarrollo sedimentario para el submiembro C_2 (sector central y SE).

En el sector NO, las calizas basales del submiembro representan un medio anóxico (Fig.20A), que hace imposible la vida bentónica y favorece la conservación de materia orgánica en los sedimentos (término (1)). Estos sedimentos se depositaron probablemente en un medio restringido sin comunicación con el mar abierto. La serie continúa con bancos de yeso, producto de un clima cálido con un alto grado de evaporación. Los niveles formados por alternancia de marga, yeso y arcilla (Fig.20B)

corresponden a un medio de alta temperatura, una circulación probablemente limitada de agua y, como consecuencia, una salinidad variable.

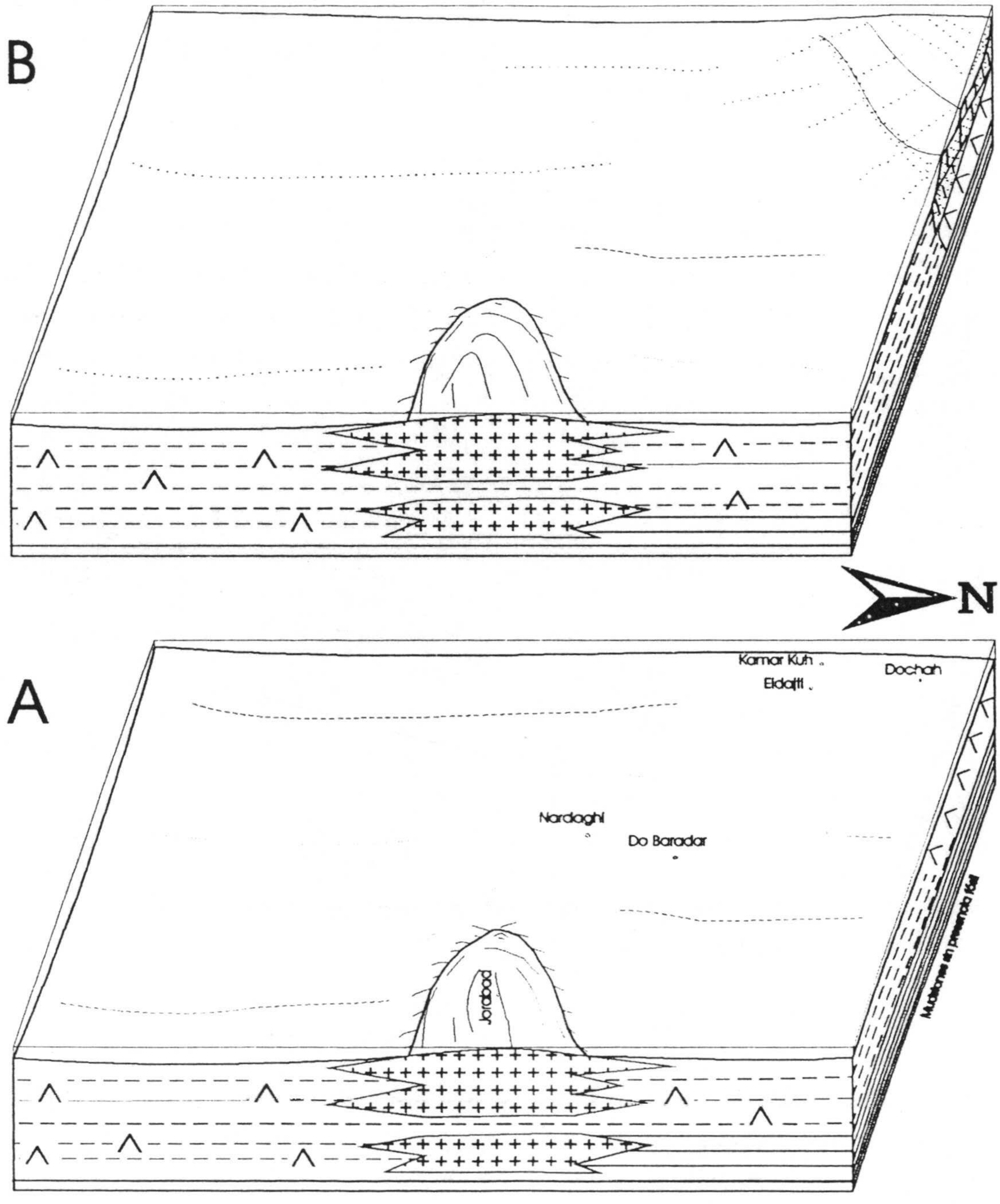


Figura 20- Reconstrucción de la evolución sedimentaria a lo largo del submiembro C_2 (sector NO).

La diferencia de sedimentación en el sector NO y SE de la cuenca pudo ser causada por una barrera física que separó las dos partes de la cuenca, como por ejemplo la actividad volcánica que se produjo en el perfil de Jorabad.

En Jorabad la presencia de intercalaciones de margas con ostrácodos de agua dulce indica influencia de las aguas continentales (Fig.20b).

Submiembro C_3

En los perfiles estudiados, las calizas que constituyen este submiembro son de color gris claro y marrón y están divididas en bancos que varían de espesor entre 5 y 300 cm. Sólo en el perfil de Jorabad este submiembro está aún constituido por rocas volcánicas. Dentro del submiembro se pueden distinguir los siguientes términos:

(1) Calizas oolíticas (en la parte basal del submiembro en Do Baradar, Dochah, Eidajti y Navab) o bioclásticas (en Kamar Kuh y en la parte superior del submiembro en los anteriores perfiles). En ocasiones se caracterizan por estratificaciones cruzadas en artesa o planares (Navab, Bichareh y la parte basal del submiembro en Dochah, Do Baradar y Eidajti). Son de textura grainstone. En Bichareh se intercalan niveles constituidos por areniscas. la fauna presenta un alto grado de fragmentación y desarticulación y en ocasiones las valvas desarticuladas aparecen con la parte convexa hacia arriba.

(2) Calizas constituidas fundamentalmente por colonias de corales en posición de vida junto a briozoos y algas rojas. Son de textura packstone y lateralmente se sustituyen por boundstones. Dentro de estos niveles los restos de bivalvos aparecen desarticulados y erosionados (en Nardaghi).

(3) Se trata de niveles de calizas con restos de bivalvos desarticulados y fragmentos. Son de textura packstone con foraminíferos y un contenido variable de bioclastos (en Shurab y Kamar Kuh).

El término (1), probablemente representa barras oolíticas o bioclásticas. En el resto de los perfiles los sedimentos correspondientes a este término por sus características tafonómicas muestran evidencia de condiciones de alta energía y probablemente han sido afectados por oleaje de tormenta. El contorno elipsoidal de los oolitos en estos materiales es de origen mecánico (como en el del miembro A). El término (2) se atribuye a parches arrecifales con escasa extensión lateral. En el último término (3) los rasgos tafonómicos también sugieren un medio energético.

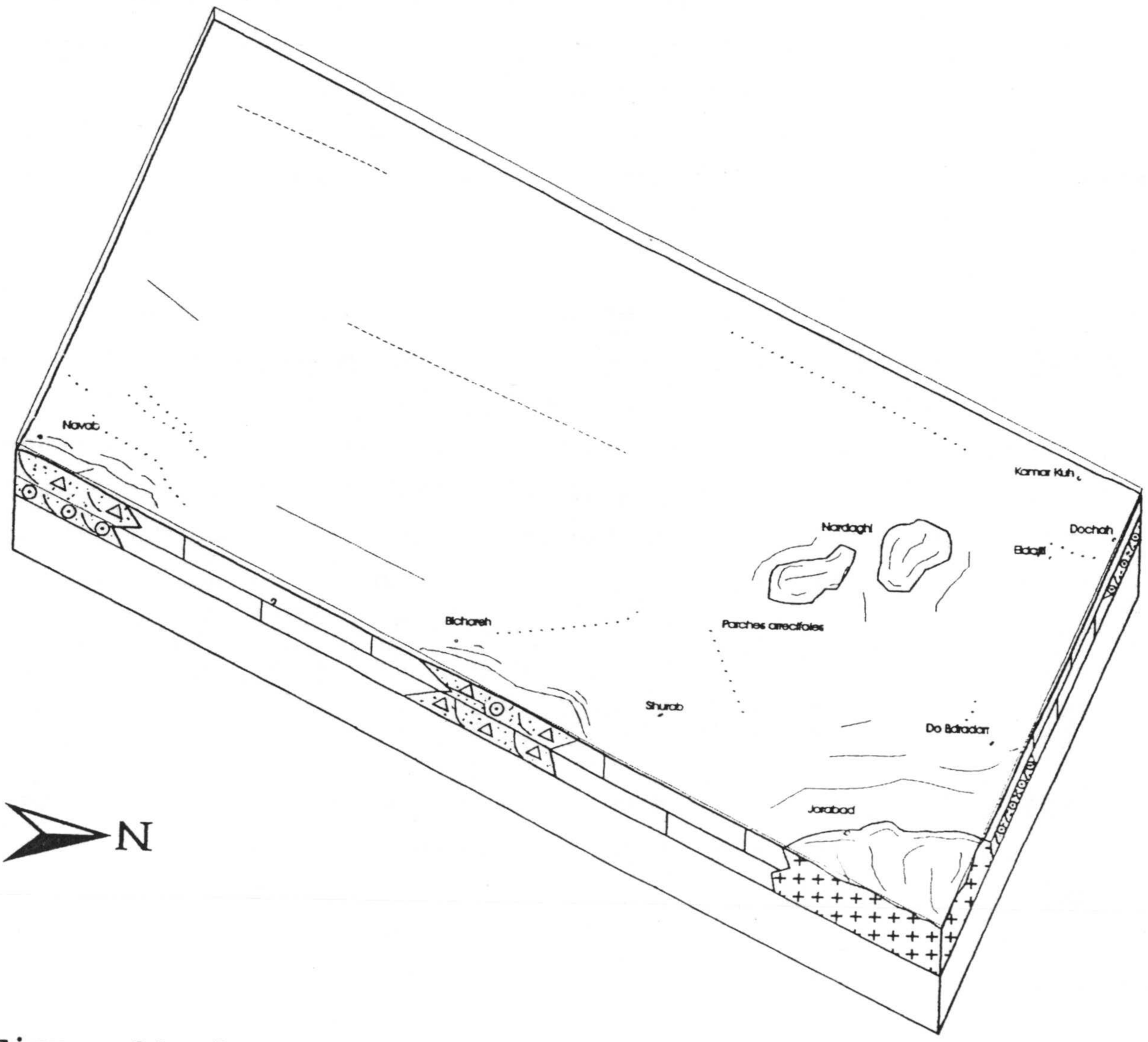


Figura 21- Reconstrucción del desarrollo sedimentario para el submiembro C_3.

En la mayoría de los casos los sedimentos de la parte basal forman barras oolíticas (con excepción del perfil de Bichareh que representa barras bioclásticas). En la parte superior los sedimentos son característicos de un medio turbulento o forman barras bioclásticas. En Nardaghi este submiembro se caracteriza por parches arrecifales (Fig.21).

Submiembro C_4

Este submiembro se caracteriza por margas de color verde y amarillo con foraminíferos, moldes de moluscos, y corales ahermatípicos en posición de vida; asimismo presenta un contenido variable de arenas y finas intercalaciones de yeso. Sólo en el perfil de Nardaghi este submiembro está formado por margas con intercalaciones de calizas con foraminíferos y fragmentos de briozoos, bivalvos y equinodermos.

La presencia de *Amphistegina* en estas margas sugiere una temperatura superior a 20ºC. Los foraminíferos bentónicos como *Ammonia* y *Operculina* indicarían una escasa profundidad en el momento de la formación de estas margas.
EDAD: Burdigaliense, zona de *Catapsydrax stainforthi*.

MIEMBRO D

Este miembro en todos los perfiles estudiados está caracterizado por depósitos de yeso con un espesor medio de 22 m, con finas intercalaciones ocasionales de arenas o arcillas. Sólo en Jorabad este miembro está formado por material volcánico.

Interpretación:

Los yesos que forman este miembro representan la parte final de un ciclo sedimentario en la formación Qom y se asocian con una bajada relativa del nivel del mar.

MIEMBRO E

Este miembro está formado por un espesor medio de 230 m de margas (Dochah), que progresivamente pasan a margocalizas y calizas, o presentan intercalaciones de calizas (restantes perfiles). El contenido en foraminíferos planctónicos es mayor en las margas de este miembro que en las de los anteriores. Ocasionalmente aparecen pequeñas colonias de corales ahermatípicos en posición de vida, moldes de moluscos y briozoos.

Las margas de la parte basal, por el alto número de especies de foraminíferos planctónicos, sugieren un medio marino más abierto que en los miembros anteriores.

La serie continúa con calizas de color claro, en bancos que varían entre 20 y 250 cm de espesor, con excepción del perfil de Dochah en que se mantiene la litología margosa. Los niveles de calizas contienen a veces nódulos de sílice o estructuras diagenéticas tipo anillos de Liesegang (Nardaghi, Navab y Eidajti).

Dentro de estas calizas se pueden diferenciar las siguientes términos:

(1) Calizas constituidas por briozoos, algas rojas, corales, moluscos y macroforaminíferos (en Nardaghi, Bichareh, Eidajti, Jorabad y parte intermedia del miembro en Do Baradar y Shurab). Los restos fósiles se encuentran con distinto grado de preservación en diferentes perfiles. Las calizas que forman estos niveles son de textura packstone y contienen una cantidad variable de bioclastos.

(2) Calizas con organismos en posición de vida. Son de textura boundstone y contienen ejemplares fósiles de grandes tamaños, en posición de vida e interconectados. Los poros intraesqueletales están rellenos por fragmentos de algas rojas y fango calcáreo. Los niveles están bioconstruidos por corales hermatípicos (parte intermedia del miembro en Kamar Kuh), por el bivalvo semiendobentónico *Kuphus* (parte superior de Navab) o por estromatolitos que aparecen junto a niveles constituidos por calizas con texturas de tipo wackestone con miliólidos (parte superior de Kamar Kuh).

(3) Calizas con fragmentos de algas rojas y bivalvos, y con foraminíferos bentónicos (parte inferior del miembro en Navab y parte superior en Shurab). Las calizas pertenecientes a este término en el perfil de Navab se caracterizan por estratificaciones cruzadas de sets planares. Son de textura grainstone y los restos fósiles se encuentran erosionados y en muchos casos fragmentados.

En el término (1), en distintos perfiles, la buena preservación y la mayoritaria posición de vida de los restos fósiles (ej.: Eidajti y Do Baradar), sugieren una baja energía del medio; la presencia de macroforaminíferos como *Lepidocyclina*, *Amphistegina* y etc., sugiere un medio de escasa profundidad y de aguas cálidas. En otros perfiles (ej.: Bichareh y Jorabad) la fauna presenta un alto grado de erosión, fragmentación y desarticulación; estas características indicarían un fondo sometido a alta turbulencia, probablemente producida por el oleaje. La presencia de corales, algas rojas y briozoos en las calizas de este término indica condiciones de ambiente marino abierto, probablemente una plataforma abierta proximal.

En Kamar Kuh, término 2 representa un medio arrecifal constituido por corales en la parte intermedia (Fig.22A), mientras que en la parte superior el predominio de miliólidos en sedimentos micríticos sugiere un medio de lagoon; en Navab esta facies representa una bioconstrucción del bivalvo *Kuphus*, con un alto contenido de ejemplares en posición de vida e interconectados. El término (3) es característico de medios altamente energéticos. En Navab, las calizas de término, por su contenido y estructuras sedimentarias, corresponden probablemente a barras bioclásticas.

En resumen, se puede concluir que las margas basales del miembro E, por su mayor contenido en foraminíferos planctónicos en comparación con las margas de anteriores miembros representan un medio marino más profundo y abierto, que hacia la parte superior pasó a un medio somero en la mayor parte de la cuenca.

El aumento del contenido de miliólidos en la parte superior

del miembro en muchos perfiles, refleja una tendencia somerizante que culmina con el abandono para siempre de Irán central por el mar.

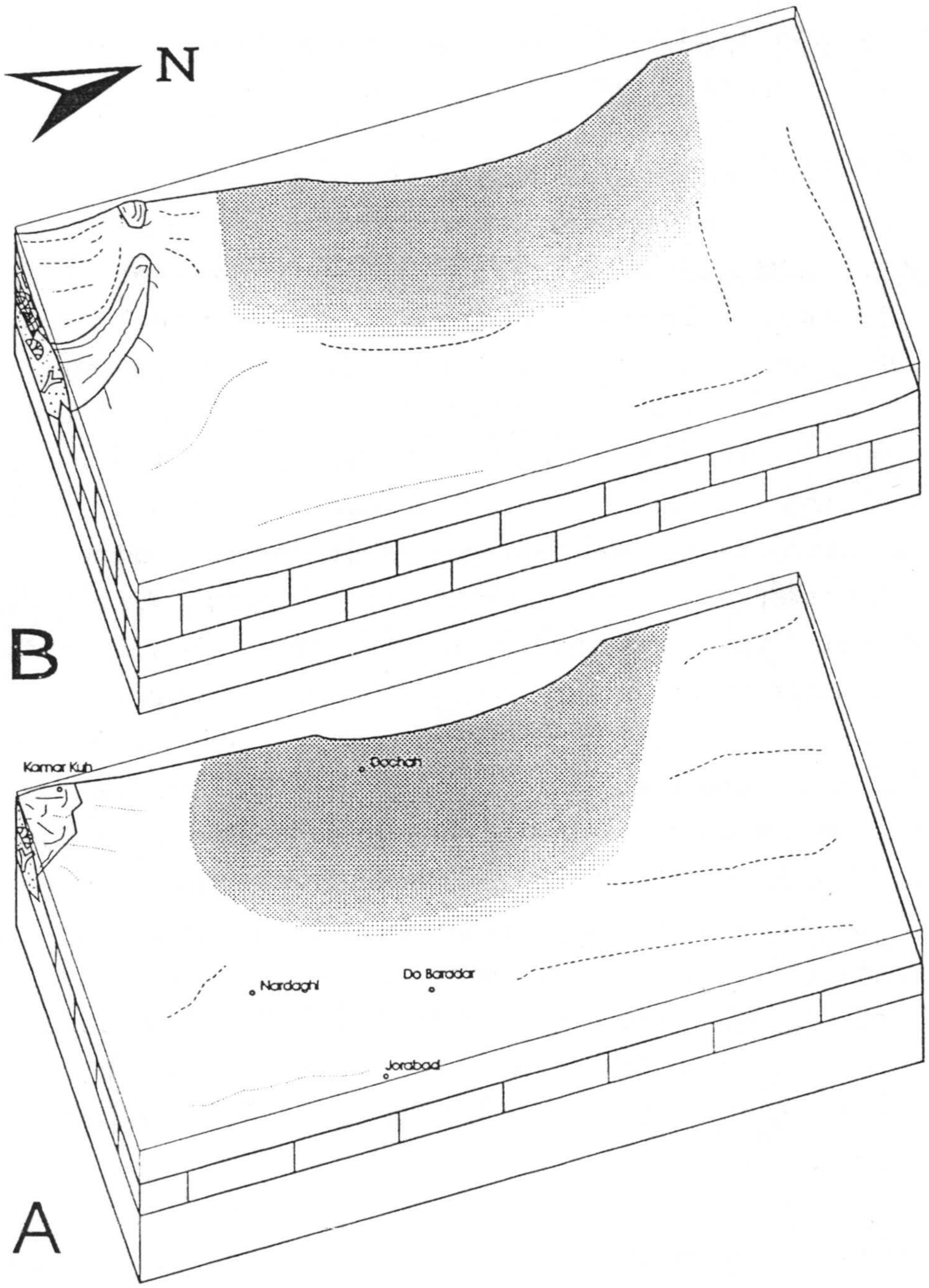


Figura 22- Esquema de la evolución sedimentaria para el miembro E (sector NO de la zona estudiada).

El medio en el sector NO de la zona estudiada (Fig.22A) se caracteriza por un arrecife de coral en Kamar Kuh, mientras que en el perfil de Dochah representa la zona más profunda del

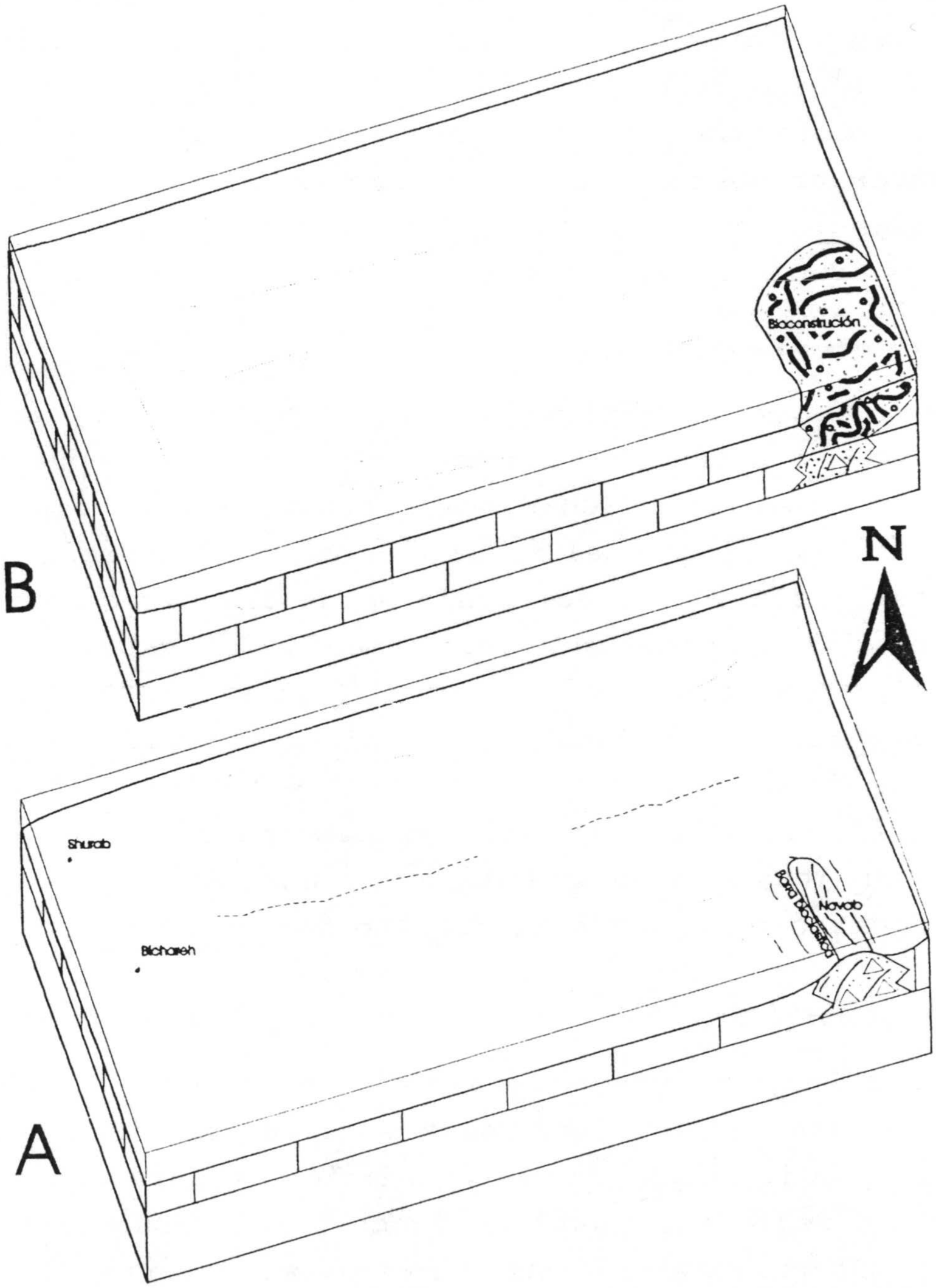


Figura 23- Reconstrucción de la evolución sedimentaria a lo largo del miembro E (sector central y SE de la zona estudiada).

sector. El resto de los perfiles corresponden a medios someros de distintos grados de energía. En la parte superior (Fig.22B) el perfil de Do Baradar presenta una litología margosa y correspondería a un medio más profundo que el anterior; en el resto de los perfiles se deduce una somerización del medio, reflejada en el aumento de miliólidos, con la formación de un lagoon en el caso de Kamar Kuh.

En el sector SO (Fig.23A y B) el desarrollo es muy parecido al del anterior sector, con la excepción de Navab en que de un medio energético se pasa a una bioconstrucción. En el resto del sector los sedimentos representan un ambiente con tendencia somerizante hacia la parte superior.

EDAD: En la investigación petrolera de SODER (1955) en la zona de Shurabad, y basándose fundamentalmente en la presencia de *Borelis melo curdica* REICHEL, este autor, atribuye a la parte superior de las calizas del miembro E una edad Mioceno inferior. En numerosas localidades del mundo estos organismos aparecen en materiales del Mioceno inferior y medio (CLARKE y BLOW 1969, ADAMS 1976, ADAMS et al. 1983, SARTORIO et al. 1988, TAMBUSSI et al. 1993). En todo caso, los foraminíferos planctónicos encontrados en el sector NO de la zona estudiada (*Globorotalia praemenardii*, *Globorotalia* aff. *archeomenardii* y *Globorotalia scitula*) permiten afirmar que los materiales de la parte superior de este miembro pertenecen al Mioceno medio (Langhiense).

CONCLUSIONES

En resumen, se puede concluir que después del Oligoceno inferior, con un clima global relativamente frío (FLOWER y KENNET 1994), los sedimentos de la formación transgresiva de Qom comenzaron a depositarse en el Oligoceno medio-superior en aguas someras y más cálidas. La abundancia de macroforaminíferos como *Miogypsinoides*, *Miogypsina*, *Lepidocyclina*, o microforaminíferos como *Rotalia viennoti*, junto a la formación de arrecifes de corales o parches arrecifales en la parte basal de la serie, sugieren un clima cálido.

El submiembro C_2, probablemente se formó en un medio

restringido, acompañado por un aumento de las temperaturas, que según estudios de DEMARCQ (1984), se produjo en el Aquitaniense superior. La presencia masiva de equinodermos en la parte basal del miembro C, que disminuye progresivamente hacia la parte superior de la serie (hasta casi su desaparición en el miembro E), puede ser justificada, de acuerdo con DEMARCQ (1979), por una migración masiva de estas faunas hacia el Norte a partir de dominio Pérsico debido a un incremento de temperatura en el Burdigaliense superior. En general el Burdigaliense se caracteriza por una temperatura global cálida que se acentúa hacia el Burdigaliense superior (FLOWER y KENNET 1994); en la formación Qom la parte superior del miembro C y el miembro E contienen una gran variedad de fauna, como corales y macroforaminíferos, representativos de este clima cálido. El miembro D (yeso) refleja una somerización en un clima árido.

El miembro E representa el último medio marino presente en la formación Qom. El final del miembro E y de la propia formación Qom probablemente coinciden con una fase regresiva a nivel global causada por un enfriamiento en el Mioceno medio (entre 16 y 14,8 Ma) con cambios del nivel del mar del orden de 50 m (FLOWER y KENNET 1994). En la parte superior (Formación Roja Superior) los materiales sugieren ya un ambiente continental.

RECONSTRUCCION DE LA PALEOGEOGRAFÍA DE IRÁN EN RELACIÓN CON LA DISTRIBUCIÓNDE LAS CUENCAS OLIGO-MIOCENASDEL ESTE DEL TETHYS

RECONSTRUCCIÓN PALEOGEOGRÁFICA DE IRÁN CENTRAL

Como consecuencia de los movimientos tectónicos del Cretácico superior y el levantamiento de la región Norte del Alborz (TEHRANI 1989), se formaron dos cuencas sedimentarias distintas: una en el Norte de Alborz (Cuenca Pentocaspiana) que se situaría en la actual zona del Mar Caspio, y otra situada en la parte Sur de la misma cadena montañosa (en Irán central). En Irán central el Eoceno y el Oligoceno inferior están caracterizados por sedimentos continentales (Formación Roja Inferior). El contacto basal de los depósitos transgresivos del Oligo-Mioceno con la FRI está marcado en muchas zonas por discordancias angulares que indican la influencia de los movimientos tectónicos antes de la transgresión marina.

STOCKLIN (1954) encontró, por primera vez, *Nummulites intermedius* D'ARCHIAC en los límites basales de la formación Qom en la región de Delidyan y Hastidyan (Oeste de Kashan), lo que indica que la transgresión marina se inició en el Oligoceno medio. Posteriormente BOZORGNIA (1965), VAZIRI (1987) y MAGDZADEH (1991), estimaron una edad semejante para los mismos niveles en el S y SO de Kashan. Estudios realizados en diferentes localidades de Irán central muestran además que en los alrededores de Qom y en la región NO de Irán la parte basal de la formación se atribuye desde el Oligoceno superior al Mioceno (Fig.24), lo que indica que la transgresión marina fue gradual y comenzó en el Oligoceno inferior en el SE de Irán.

Durante Oligoceno superior y Mioceno inferior-medio el mar se extendió progresivamente en el sentido NO cubriendo una gran parte de Irán central, hasta las montañas Ararat en Turquía. Mientras en la dirección N-S (Fig.25) la formación Qom es muy limitada y se extiende desde Moreh Kuh (NE de Qom) hasta Meimeh (NO de Esfahan), en sentido Este los límites de los sedimentos Oligo-Miocenos alcanzan el Dasht-e-Kavir y hacia el Sur se extienden hasta el Pantano de Gavjuni (Fig.27) y la depresión de Dyazmurian en Baluchistán. El espesor de los depósitos es muy variable, alcanzándose el máximo en las proximidades de la ciudad de Qom (Fig.26).

EDAD	Formación Cipre (Trinidad) BOLLI (1957)	Formación Tocuyo y Pozon (Venezuela) BLOW (1959)	Lakes entrance oil shaft Victoria (Australia) JENKINS (1960)	Región Mediterranea STAINFORTH (1960)	Cuenca de Irán central BOZORGNIA (1965)
Mioceno	*Globorotalia menardii*	*Globorotalia menardii* *Globigerina nepenthes*	*Globorotalia menardii mioumida*	*Globorotalia menardii*	U.R.F.
	Globorotalia mayeri	*Globorotalia mayeri*	*Globorotalia mayeri*		
	Globorotalia fohsi robusta	*Globorotalia fohsi*	*Orbulina universa*	*Globorotalia fohsi*	
	Globorotalia fohsi lobata				
	Globorotalia fohsi fohsi				
	Globorotalia fohsi barisanensis				
	Globigerinatella insueta	*Globigerinatella insueta* *Globigerinoides bisphaerica*	*Candorbulina glomerosa circularis* *Candorbulina glomerosa glomerosa* *Globorotalia menardii praemenardii* *Globigerinoides bisphaerica*	*Globigerinatella insueta*	*Globigerinoides bisphaerica* *Globigerinatella cf. insueta*
	Catapsydrax stainforthi	*Globigerinoides triloba triloba*	*Globigerinoides triloba triloba*	*Globigerina dissimilis*	*Globigerinita stainforthi*
	Catapsydrax dissimilis				*Globigerina quachitaensis ciperoensis*
Oligoceno	*Globorotalia kugleri*				*Globoquadrina sp y sp1*
	Globigerina ciperoensis ciperoensis		*Globigerina woodi*	*Globigerina ciperoensis*	*Globorotalia opima opima*
	Globorotalia opima opima		*Globoquadrina dehiscens dehiscens*		L.R.F.
	Globigerina ampliapertura		*Pre-globoquadrina dehiscens dehiscens*		

Figura 24- Correlación en base a foraminíferos planctónicos del Oligo-Mioceno entre la cuenca de Irán central y otras regiones del mundo (modificado de BOZORGNIA 1965).

Según BOZORGNIA (1965), TEHRANI (1989) y ATARPUR (1991) los sedimentos de la formación Qom (Fig.11) se caracterizan por tres ciclos sedimentarios (miembro A-C_2-D-E), de los cuales, los

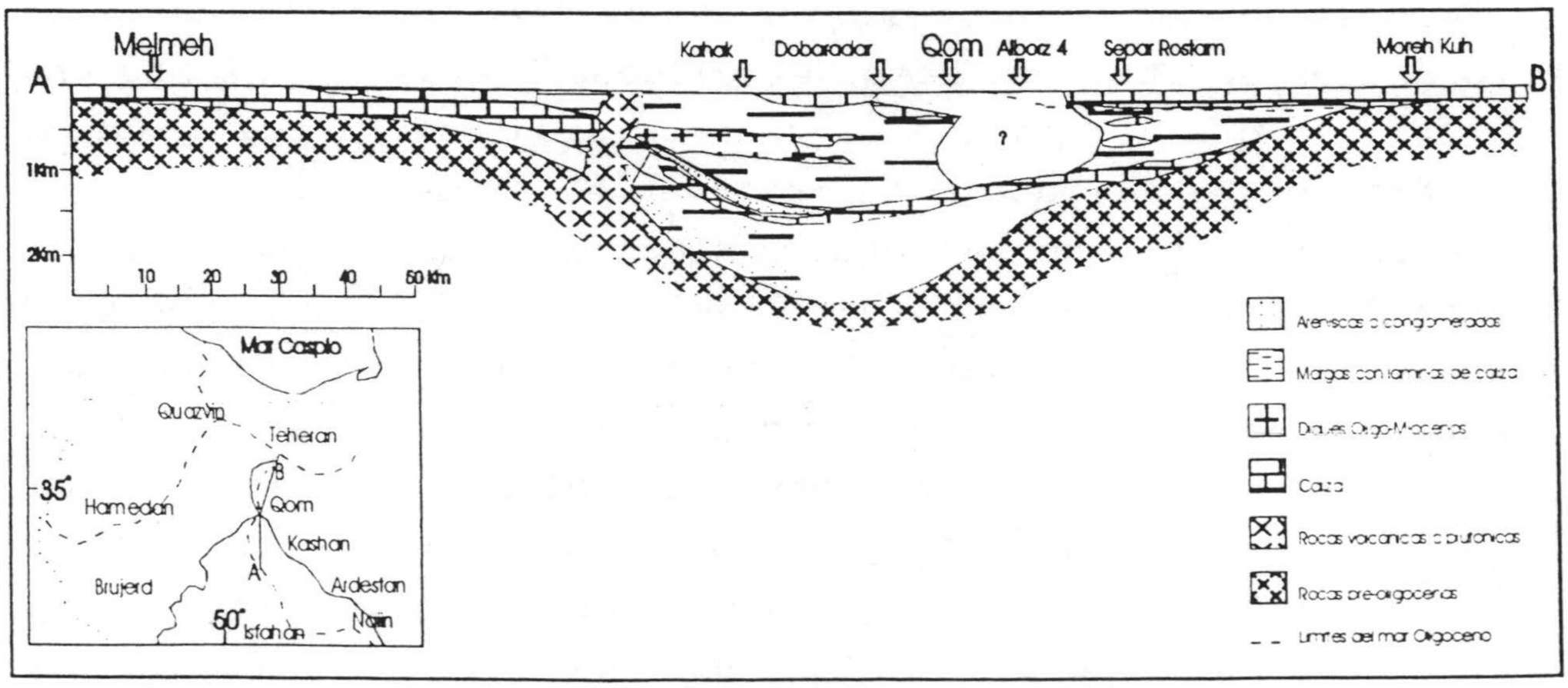


Figura 25- Sección estratigrafica del Oligo-Mioceno marino de la zona central de la cuenca de Qom (modificado de HUBER 1955).

primeros dos representan movimientos verticales sucesivos producidos en la cuenca.

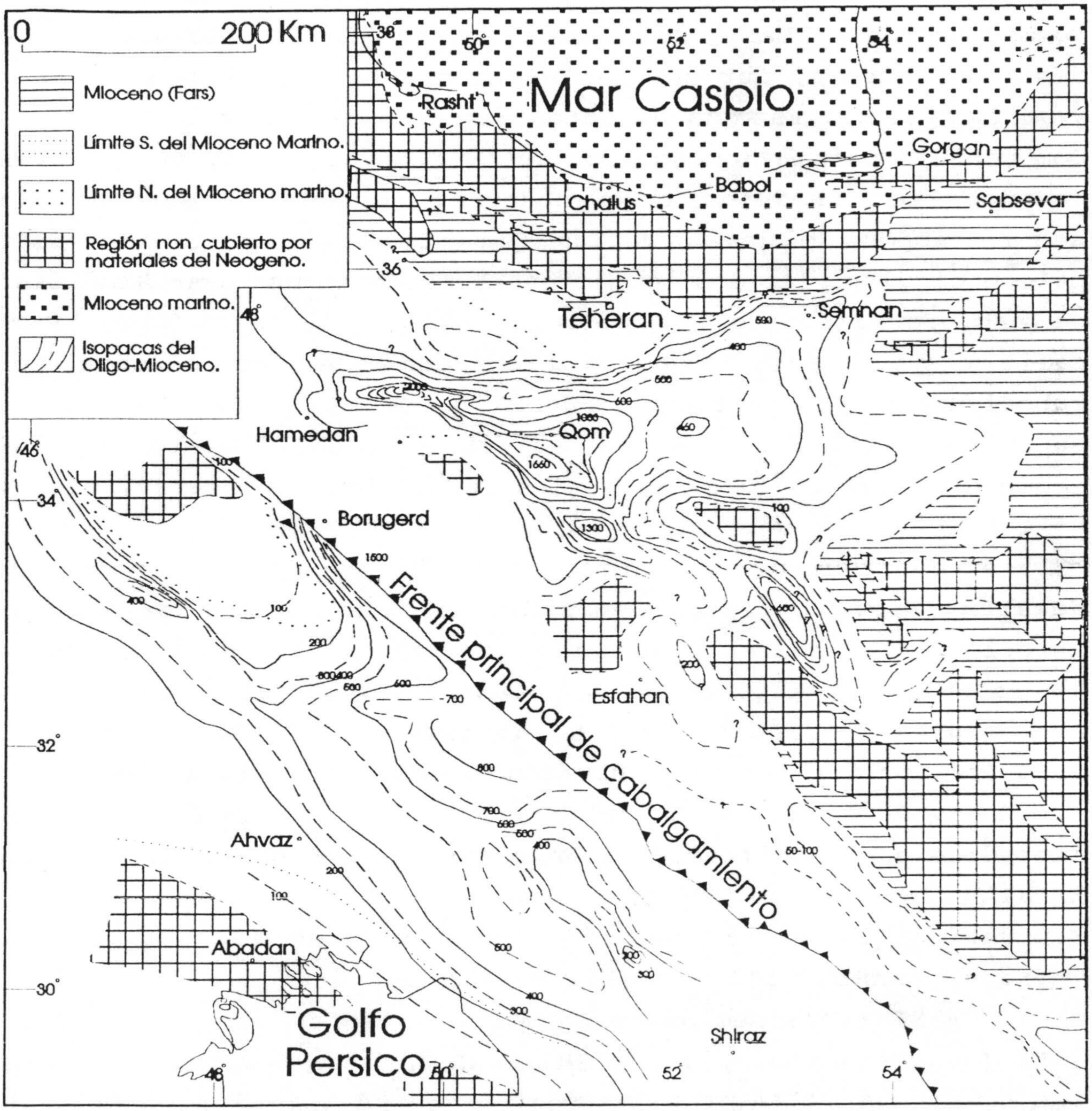


Figura 26- Isopacas (en metros) del Oligo-Mioceno marino de Irán (a partir de la figura de HUBER y GANSSER 1955).

La parte superior la formación Qom está cubierta por sedimentos continentales y lacustres de la Formación Roja Superior (muy semejante a la FRI).

En la región de Zagros los depósitos correlacionables con los de la formación Qom son las calizas Oligo-Miocenas de la Formación de Asmari, que afloran formando pliegues y se distribuyen en el Sur de Irán cubriendo la región de Khuzestan y Golfo Pérsico. Estos sedimentos difieren de los de la formación Qom porque indican ausencia de actividad volcánica, que en Irán central se produjo frecuentemente antes y durante la sedimentación de la formación Qom. Desde el punto de vista paleontológico, las dos formaciones presentan una gran similitud de macroforaminíferos. Litológicamente, en Asmari predominan calizas y en Qom margas y areniscas que lateralmente son substituidas por calizas (FURRER y SODER 1955). El límite superior de la Formación de Asmari está en contacto con los sedimentos del grupo de Fars (las formaciones Gachsaran, Mishan y Aghagari).

Para esquematizar el desarrollo de la cuenca en el centro de Irán (Fig.27 y 28), además de los trabajos de los autores anteriormente indicados se han tenido en cuenta los estudios de los siguientes autores: ABICH 1858 y FREI 1955 (región del Azerbaidzhan y lago Urmyye, NO de Irán); ABEDINI 1964 y EMAMI 1983 (región de Siah Kuh y Davazdah Emam en Sureste de Teheran); SODER 1959 (pantano Gavjuni); BOZORGNIA y KALANTARI 1965 (estudios de *Nummulites* de Irán central y Oriental); MEHRNUSH y HADJIAN 1969 (alrededores de Kashan); BOZORGNIA 1965 (estratigrafía de la formación Qom); HADJIAN 1970 (región de Tafresh); ZAHEDI 1971 (región de Soh entre Kashan y Esfahan); ALAVI NAINI 1972 (región de Djam en Oeste de Semnan); BAGHDADI 1976 (región de Saveh); RAHAGHI 1980 (Sur de Qom); VAZIRI 1987 (SO de Kashan); SAJADI 1990 (región de Ardestan y Natanz, SE de Kashan); MAGDZADEH 1991 (Sur de Kashan). Teniendo en cuenta todos estos trabajos se puede elaborar un mapa de la distribución del mar Oligo-Mioceno en Irán central (Fig.27), lo que pone en evidencia que en este intervalo de tiempo el mar ocupó esta zona

en una gran extensión. Este corredor marino que se extendió en el sentido NO-SE, fue limitado por dos grandes cadenas montañosas (Alborz y Zagros).

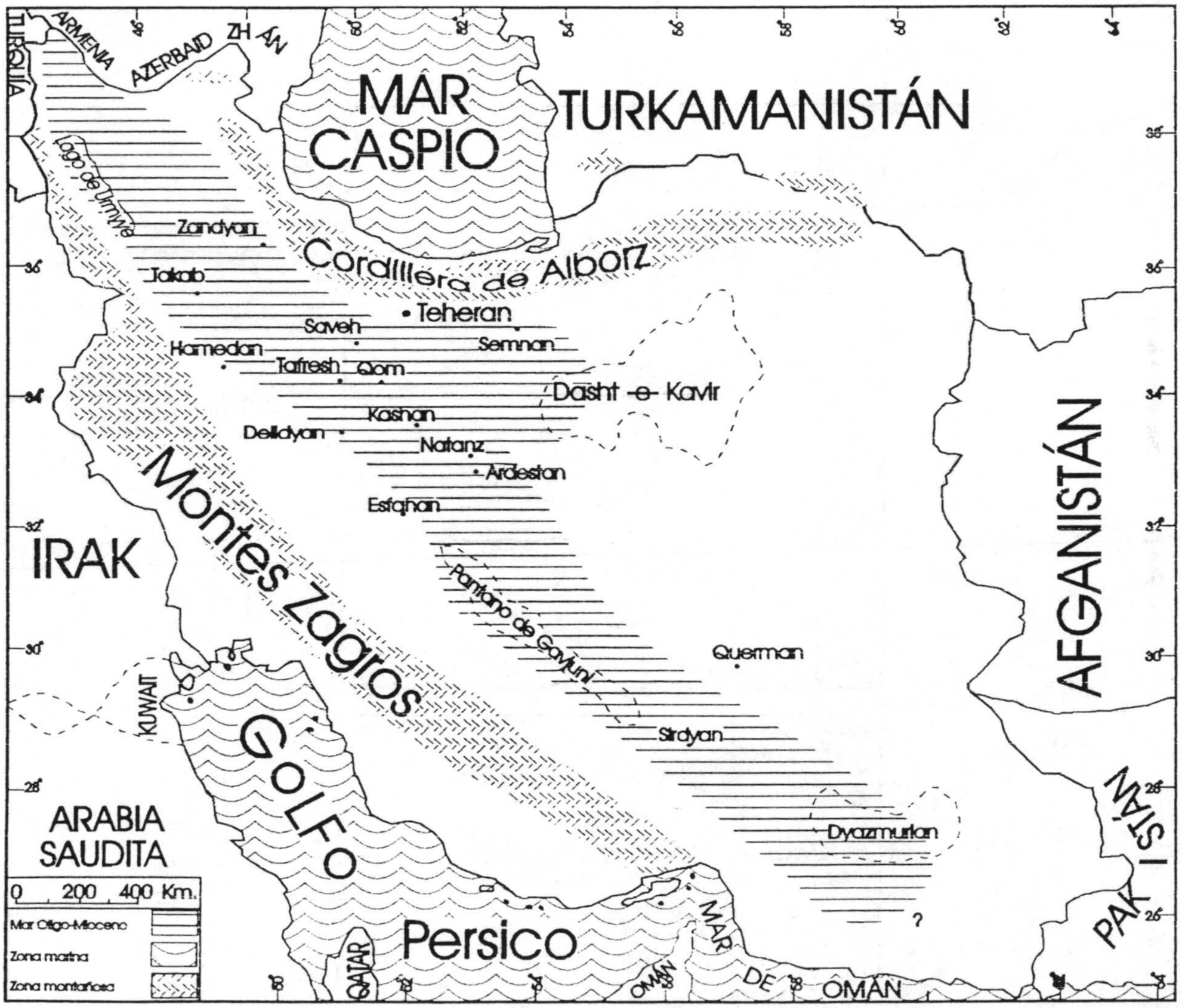


Figura 27- Distribución del mar Oligo-Mioceno en Irán central.

En la Figura 28 se puede constatar con más detalle la evolución paleogeográfica de esta zona para diferentes intervalos de tiempo.

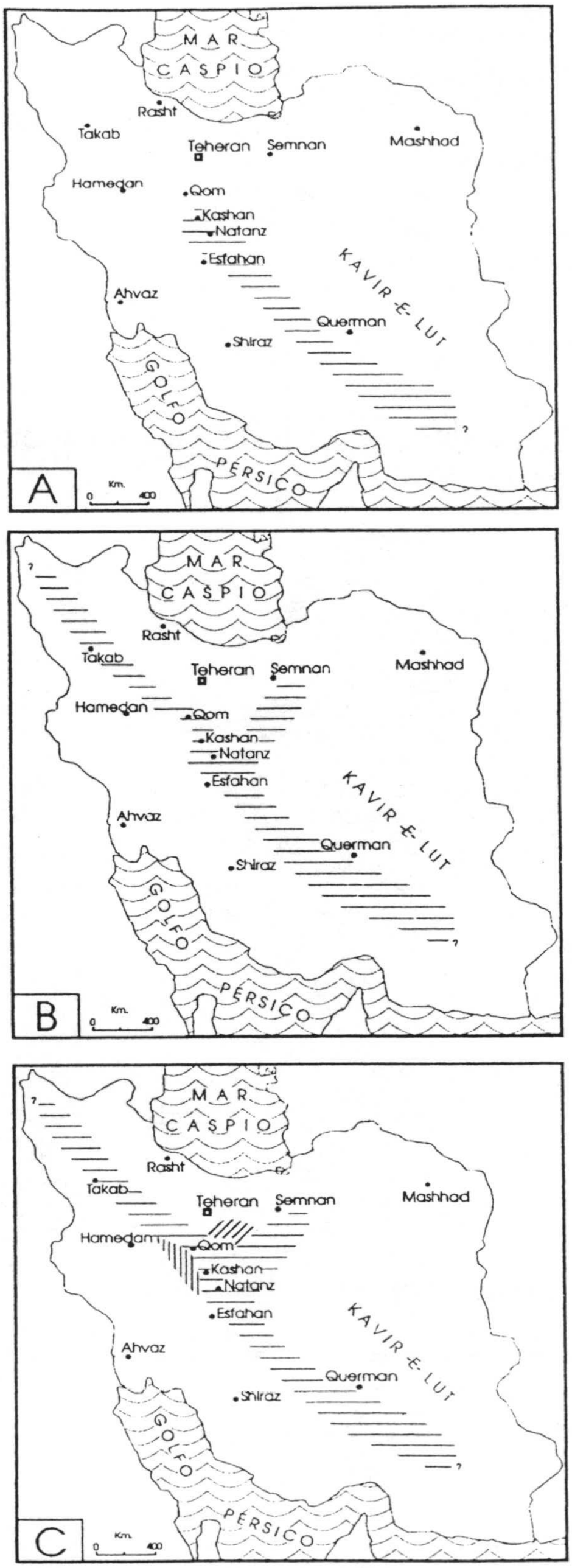


Figura 28- Reconstrucción paleogeográfica de la zona central de Irán en A- Oligoceno medio, B- Oligoceno superior, C- Mioceno.

La transgresión marina que se inició en el Oligoceno medio desde el SE de Irán (Fig.28A), continuó en el Oligoceno superior en sentido NO (Fig.28B), alcanzando su mayor extensión en el Mioceno inferior (Fig.28C). Como ya se comentó, este corredor marino, alargado en dirección NO-SE ocupó una gran área, desde las montañas Ararat en Turquía hasta el Golfo Pérsico, mientras en dirección NS su extensión fue muy escasa.

RECONSTRUCCIÓN PALEOGEOGRÁFICA DEL ORIENTE MEDIO Y EURASIA EN EL OLIGO-MIOCENO

En el ámbito de Oriente Medio (Fig.29 y 30), y teniendo en cuenta los estudios realizados en las áreas adyacentes, se puede reconstruir el desarrollo paleogeográfico del Oligo-Mioceno como sigue:

Oligoceno

En el Chattiense (25 a 23 m.a.) un gran corredor marino facilitaba la comunicación entre el Mediterráneo y el dominio Índio-Pacífico a través del Sur de Irán (Fig.29A), separando Africa y Euro-Asia, mientras la zona desde la ex-Yugoslavia hasta Turquía constituía una gran área continental. En general, el Oligoceno en Turquía está representado por sedimentos lacustres y continentales (STCHEPINSKY 1946), mientras el área situada entre Austria, el Mar Aral y Uzbekistán estaba cubierta por el mar (STEININGER et al. 1984 y 1985). Según estos mismos autores esta última zona marina estuvo en comunicación durante el Chattiense con el Golfo Pérsico, mediante Irán central, mientras según DERCOURT et al. (1985), en este intervalo de tiempo, esta misma área representaría un mar interior (Fig.29A).

Mioceno

La región estudiada en este trabajo no cambia mucho durante el Aquitaniense aunque AZZAROLI (1981) y WESSELS et al. (1982) describen transgresiones y regresiones en el Mediterráneo para

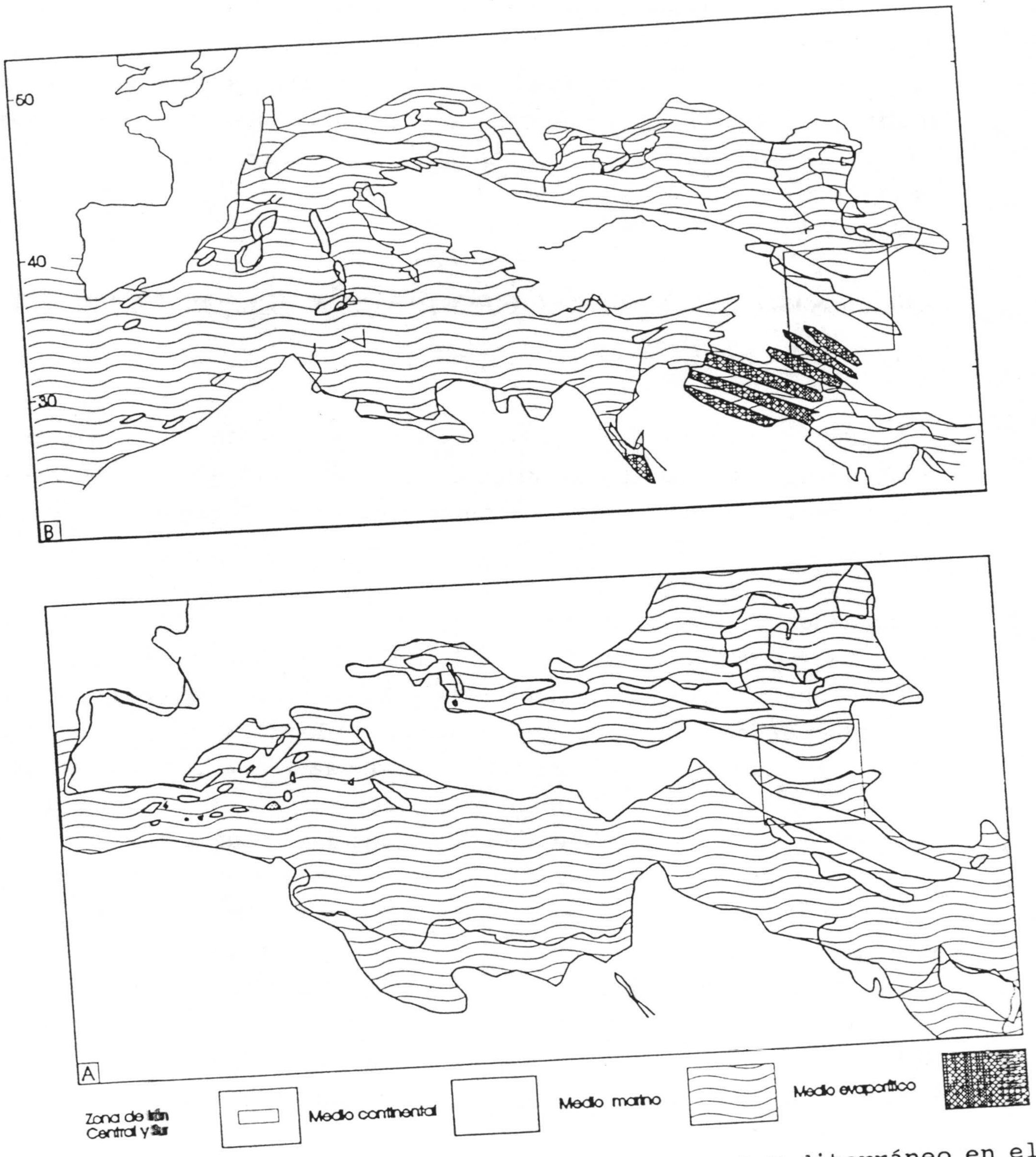


Figura 29- Reconstrucción paleogeográfica del Mediterráneo en el A- Chattiense-Aquitaniense (a partir de DERCOURT et al 1985) y B- Burdigaliense medio-superior (a partir de STEININGER y ROGL 1984).

esta misma edad; en el Mioceno inferior la tectónica extensiva es responsable de las fluctuaciones marinas (VAIL et al. 1977, SCHWAN 1980).

En el Burdigaliense (20 m.a.) la rotación, movimientos verticales y laterales del bloque Lut (Fig.28) y de la placa Arábiga, y el choque entre ésta última y Turquía causaron la interrupción de la comunicación marina entre el Mediterráneo y el Océano Índico (STEININGER 1984) y la instalación de un medio regresivo con depósitos lacustres y continentales (Fig.29B) que constituyen la base de la Formación Fars en el Sur de Irán (STEININGER et al. 1985).

En el Burdigaliense el mar invadió una parte de Turquía (Adana y Karaman) donde los afloramiento generalmente están constituidos por calizas con *Lithothamnium* (STCHEPINSKY 1946).

En Siria los depósitos del Burdigaliense presentan un alto contenido en *Pecten, Clypeaster* y macroforaminíferos y se

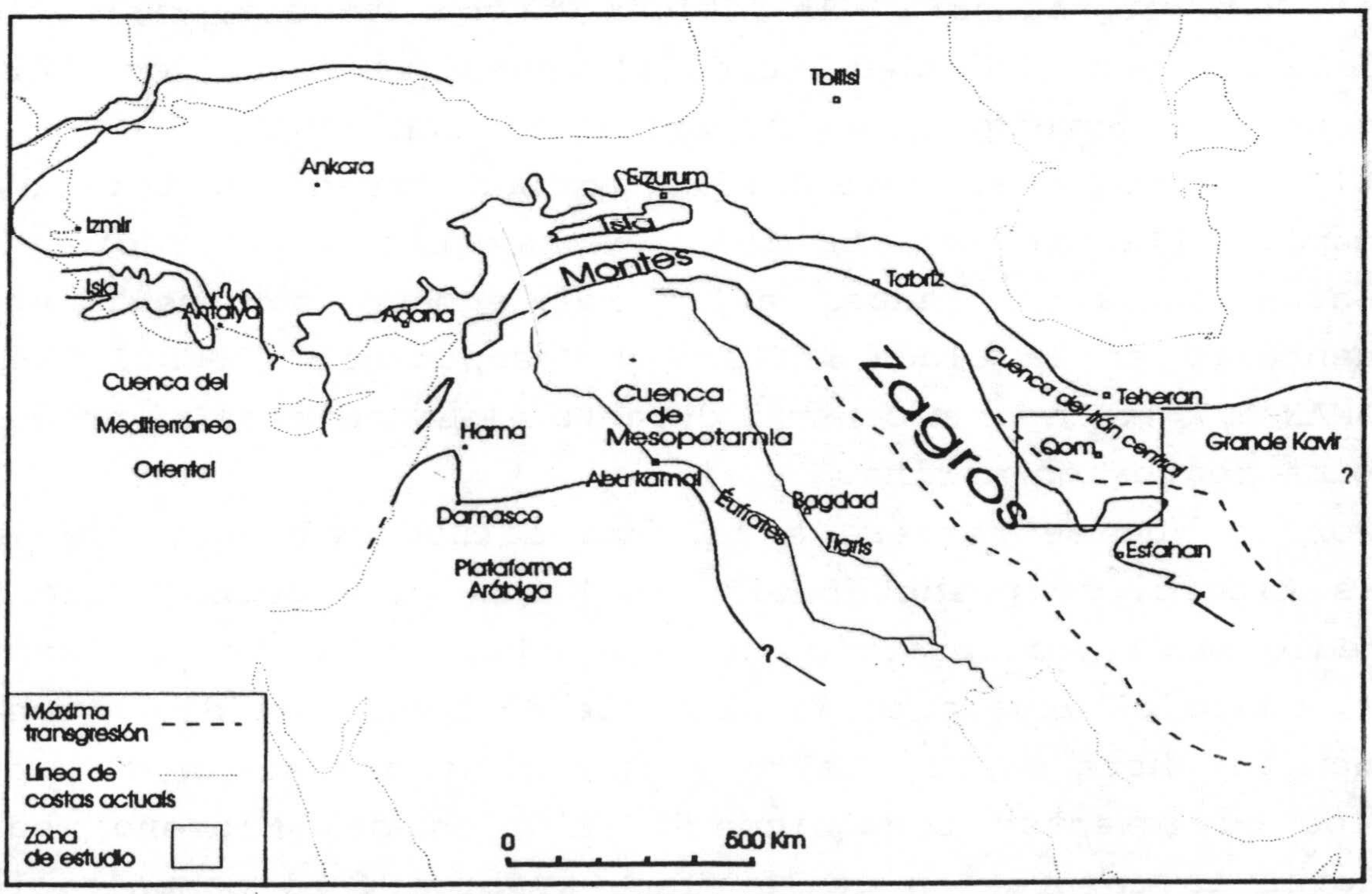


Figura 30- Esquema del Mediterráneo Oriental, con indicación de la Máxima transgresión marina del Mioceno en Irán (a partir de DEMARCQ 1984).

distribuyen por gran parte de Siria y Mesopotamia, hasta Irak, y desde ahí hasta el Golfo Pérsico, lo que indica la existencia de una vía de comunicación entre el Mediterráneo y el Océano Indico. Según DUBERTRET et al. (1933) esta comunicación se interrumpió en el Burdigaliense superior a causa de los movimientos orogénicos que afectaron a las costas Mediterráneas y a Irak.

En la zona Norte del Mediterráneo la presencia de series marinas de *Rzehakia* (actualmente *Oncophora*, Bivalvia) que contienen moluscos del Burdigaliense (CTYROKY 1968), se distribuyen desde Suiza hasta el Mar Aral y se atribuyen a cuencas someras, aisladas e interconectadas, caracterizadas por una conexión parcial con el mar abierto y con influencia continental (CTYROKY 1968). Contrariamente, KVALISHVILI (1962) opinó que estas series se originaron en un único medio marino salobre. En los alrededores del mar de Aral, en la región del Cáucaso, Hungría, Austria y la antigua Checoslovaquia, las series de *Rzehakia* son de edad Burdigaliense, mientras en Suiza representan el Burdigaliense superior (RUTSCH 1958).

El Langhiense se caracteriza por una gran inestabilidad geodinámica (KISSEL et al. 1984) y hay una substitución de sedimentos correspondientes a un mar somero por sedimentos continentales en la placa Arábiga y Mesopotamia (BUCHBINDER y GVIRTZMAN 1976). En Irán central durante el Langhiense se produjo la última regresión marina.

Por lo que se refiere a la zona situada al Norte de las cadenas Alborz, se puede añadir que hasta el Mioceno medio un gran medio marino, constituido por los actuales Mar Negro, Caspio y Aral, ocupó el área situada al Norte de Irán y de dicha zona. La conexión entre el Mar Negro y el Mar Caspio se interrumpió tras los movimientos tectónicos de finales del Mioceno medio (debidos a la compresión de la placa Arábiga). La comunicación entre el Mar Aral y el Mar Caspio continuó hasta el Cuaternario, en que fue interrumpida por la subsidencia del Mar Caspio, con el consiguiente descenso del nivel del mar y la separación de ambos mares (DARVISHZADEH 1990).

ESTUDIO PALEOCLIMATOLÓGICO DE LA FORMACION QOM

PALEOCLIMATOLOGÍA DE LA FORMACIÓN QOM

En este apartado se intentara llevar a cabo una interpretación paleoclimatológica en base a contenido bio- y sedimentológico de las calizas de diferentes tramos de la formación Qom.

Los elementos esqueletales y no esqueletales más abundantes y significativos se pueden agrupar en los siguientes términos:

Elementos esqueletales:

1: Los géneros de macroforaminíferos más frecuentes son: *Operculina*, *Miogypsina*, *Miogypsinoides*, *Lepidocyclina*, *Heterostegina*, *Amphistegina* y *Spiroclypeus*. Estos foraminíferos representan ambientes marinos con aguas cálidas y se atribuyen a climas desde tropicales a subtropicales (BOLTOVSKOY y WRIGHT 1976, ALLASINAZ 1983, DEMARCQ 1984, LAURIAT RAGE et al. 1993). Estos foraminíferos son muy abundantes en los sedimentos Oligo-Mioceno Inferior de la región oriental del Tethys. KURESHY (1977) atribuyó las asociaciones de macroforaminíferos terciarias de Pakistán, similares a las de la formación Qom, a un área típica de depósitos marinos tropicales y subtropicales. En las calizas de la formación Qom son frecuentes asimismo foraminíferos como *Rotalia viennoti* o *Borelis*, que también caracterizan climas tropicales (DELANOE et al. 1976, LAURIAT RAGE et al. 1993).

2: Las algas presentes en la formación pertenecen a los siguientes géneros: *Lithophylum*, *Mesophyllum*, *Sporolithon* y *Lithothamnium*. Esta asociación de algas también es propia de una clima tropical (BOSENCE 1983), especialmente en lo que se refiere a *Sporolithon* (DODD et al. 1981), puesto que los otros géneros pueden desarrollarse también en otros tipos de climas.

3: La presencia de arrecifes constituidos fundamentalmente por corales hermatípicos es otra característica de las calizas del miembro C_1 del perfil de Do Baradar y del miembro E del perfil de Kamar Kuh. Este tipo de bioconstrucción sugiere aguas cálidas, teniendo en consideración que los corales hermatípicos

exigen temperaturas comprendidas entre 18 y 30°c (MINNERY et al. 1985). Contrariamente, los corales ahermatípicos no son importantes indicadores de paleotemperatura y en medios actuales pueden tolerar un rango entre -1 y 28°c (DODD et al. 1981).

4: Dentro de los macrofósiles presentes en los depósitos de la formación Qom, los equinodermos tienen una gran importancia numérica y paleoclimática. Los géneros reconocidos más frecuentes (*Scutella*, *Clypeaster*, *Echinolampas*, *Amphiope* y *Maretia*) son indicadores de aguas cálidas. Por ejemplo, *Maretia* que es un género propio de climas tropicales, es frecuente actualmente en el dominio Indo-Pacifico (LLOMPART 1983, LAURIAT RAGE 1993).

Entre los bivalvos, los más significativos son *Amusium* y *Spondylus*, que caracterizan medios cálidos (DEMARCQ 1979, TUREK et al. 1988).

Fósiles como *Balanus*, o bien están ausentes en Qom o son muy escasos y de pequeño tamaño.

Elementos no esqueletales:

1: Entre los granos no esqueletales, sin duda los más significativos son los oolitos, que se encuentran en abundancia en distintos niveles de la formación. Estos son buenos indicadores paleoclimáticos y representan climas cálidos y áridos (REIJERS et al. 1983, ZENG et al. 1983), propios de áreas con temperatura media superior a 18°c, en que la evaporación supera a la precipitación (LEES 1975).

Otros tipos de granos no esqueletales, como los pellets, son escasos en esta formación. En este sentido, algunas de las muestras estudiadas por KALANTARI (1986), presentan este tipo de grano.

Aunque la presencia de diferente elementos dentro de los materiales depositados no es sólo función de la temperatura, sino también de otros factores como salinidad, nutrientes, turbulencia, etc. (TUCKER y WRIGHT 1990), aquella aparece como uno de los parámetros más importantes; por ejemplo, los oolitos

se forman siempre a temperaturas superiores a 15°c, siempre y cuando exista una salinidad mínima alrededor del 36‰ (LEES 1975, Fig.2 y 3).

Según LEES et al. (1972) y LEES (1975) en medios marinos abiertos con una profundidad inferior a 100 m existen principalmente dos tipos reconocidos de asociación de granos esqueletales. El primero, chlorozoan, está restringido casi enteramente a aguas cálidas y tropicales. El segundo, foramol, se atribuye a aguas templadas e incluso puede extenderse hasta zonas con climas tropicales. Según estos mismos autores, los granos no esqueletales (en nuestro caso, oolitos) se forman generalmente en aguas cálidas, junto a asociaciones de tipo chlorozoan.

En la formación Qom, la presencia en casi todos los miembros (con excepción de los niveles formados por materiales evaporíticos) de los elementos esqueletales y no esqueletales anteriormente descritos los atribuyen a medios de clima cálido. En algunos miembros de los perfiles estudiados (ej. calizas basales del miembro A o miembro C_1), las asociaciones existentes en las calizas, por su contenido en bioclastos, pueden aparecer como de tipo foramol. No obstante, estos niveles gradan lateralmente a calizas oolíticas y calizas construidas por corales hermatípicos, lo que indica que dichas asociaciones son más bien, de tipo chlorozoan.

PALEOCLIMATOLOGÍA DEL MEDITERRÁNEO Y GLOBAL EN EL OLIGO-MIOCENO

Son numerosos los autores que trataron la paleoclimatología del Oligo-Mioceno, a nivel regional o global, entre éstos se pueden destacar a DEMARCQ (1979, 1984) y DEMARCQ y POUYET (1990), que después de efectuar numerosos estudios sobre la asociación faunística de Mediterráneo, realizaron esquemas de la evolución térmica a lo largo del Neógeno, suponiendo un clima intertropical a subtropical para el Oligoceno superior, Mioceno inferior y la parte inferior del Mioceno medio (DEMARCQ y POUYET 1990, Fig.5 y 6). En este mismo sentido, FLOWER y KENNETT (1994), consideran

que después del Oligoceno inferior frío, el clima global experimentó un calentamiento hacia el Oligoceno superior y un clima óptimo (intertropical-subtropical) durante el Burdigaliense; mientras en el Mioceno medio se produjo un rápido enfriamiento térmico (MILLER et al. 1987, HORNIBROOK 1992). En Eurasia y Africa durante el Burdigaliense y Langhiense inferior el clima experimenta asimismo unos niveles óptimos (BERNOR 1984).

En resumen, los factores anteriormente mencionados no dejan lugar a duda de que los sedimentos de la formación Qom se depositaron en un clima tropical a subtropical.

ESTUDIO DE LA RITMICIDAD CALIZO-MARGOSA

INTRODUCCIÓN

Muchos miembros de los perfiles estudiados están caracterizados por una sucesión de dos términos litológicos diferentes: margas y calizas; esta alternancia está especialmente bien representada en el miembro C.

Existen numerosos trabajos cuyo fin es analizar e interpretar el origen de estos tipos de series. Según DUFF, HALLAM y WALTON (1967) y STRASSER(1991) fundamentalmente existen tres causas que favorecen el origen de este tipo de secuencia:

1) Procesos sedimentarios.
2) Movimientos tectónicos y subsidencia.
3) Cambios eustáticos y variaciones climáticas.

Son numerosos los autores (HALLAM 1964, EDER 1982, SIMPSON 1985, RICKEN y EDER 1991, BATHURST 1991) que aluden a dos tipos de causas: primarias y secundarias.

ORIGEN PRIMARIO

Está relacionado con dos tipos de procesos, autocíclicos y alocíclicos.

Los procesos autocíclicos son los que se generan en la misma cuenca de sedimentación. Son procesos que, en general, pueden causar alternancia no periódica, por ejemplo, turbidíticos, tempestíticos, etc.. (EINSELE 1982, EINSELE et al. 1991).

Los procesos alocíclicos están controlados por factores ajenos al sistema sedimentario. Entre éstos los más significativos son los cambios climáticos, que, en general, presentan un carácter cíclico casi periódico. Los estudios de FISCHER (1986 y 1991), BERGER et al. (1989) y SCHWARZACHER y FISCHER (1991) entre otros muchos, ponen en evidencia la importancia de este tipo de variaciones. MILANKOVITCH (1941) es el primer autor que estudió la ritmicidad en el Pleistoceno. FISCHER (1986, 1991) considera la ciclicidad tipo MILANKOVITCH como la más común presente en los sedimentos. La teoría de MILANKOVITCH pone en evidencia la relación entre las fluctuaciones del clima mundial durante el Pleistoceno y los cambios en los parámetros orbitales terrestres; estos parámetros

se encuentran en un rango de ciclicidades entre 20.000 y 400.000 años (MILANKOVITCH 1941, IMBRIE y IMBRIE 1980, BERGER 1984, BERGER y TRICOT 1986, EINSELE y RICKEN 1991), y son los siguientes:

1) Precesión de los equinoccios, caracterizada por un período que varía entre 19.000 y 23.000 años, con una media de 21.000 años.
2) Oblicuidad del eje de la rotación terrestre con un período de 41.000 años.
3) Excentricidad de la órbita terrestre, caracterizada por dos rangos con una períodicidad respectiva de 100.000 y 410.000 años.

Estos valores no son siempre constantes y han podido variar en diferentes eras geológicas ya que, por ejemplo, los valores de precesión y oblicuidad dependen de la velocidad de rotación de la tierra y de la distancia entre la Tierra y la Luna (BERGER et al. 1989).

La influencia orbital en el Pleistoceno en relación con períodos glaciales ha sido calculada por BERGER (1978), para los últimos 5 millones de años, aproximadamente hasta el límite entre el Mioceno y el Plioceno.

La relación entre el registro sedimentario y los otros parámetros astronómicos, ha sido tratada en el trabajo de EINSELE y RICKEN (1991), quienes han relacionado los parámetros orbitales con el sistema de retroalimentación atmósfera-océano, donde intervienen las variaciones del volumen de hielo, el contenido de CO_2 en la atmósfera, los cambios en la circulación oceánica, etc.. Estos cambios originan condiciones que controlan los mecanismos de producción y disolución de carbonatos, dilución terrígena y condiciones de oxidación-reducción en el mar. Estos mismos autores señalan que, entre los parámetros mencionados, uno de los más importantes es la variación en el contenido del CO_2 atmosférico, que resulta esencial en la constitución de los ciclos carbonáticos. En concreto períodos de mayor temperatura incrementarían la concentración de CO_2 atmosférico y favorecen la producción de carbonatos; períodos de menor temperatura

originarían el efecto contrario.

ORIGEN SECUNDARIO

Para determinados autores está basado en la redistribución de los carbonatos en una sucesión inicialmente homogénea, es decir, una sobreimposición secundaria sobre los ritmos primarios (WALTHER 1982, RICKEN y EDER 1991).

Procesos de cementación selectiva de los carbonatos a lo largo de determinados niveles causan fenómenos como, disolución, precipitación y compactación diferencial, que varían la distribución primaria; por último se produce la meteorización, dando lugar a los ritmos que actualmente se observan en los afloramientos (BATHURST 1987).

Estos fenómenos provocan variaciones respecto a la composición inicial que afecta a las características primarias de la sucesión litológica, como: el espesor y los limites de las capas, la estructura sedimentaria, el número de ritmos, etc..

La sobreimposición secundaria es reconocible por la existencia de los siguientes factores: enriquecimiento selectivo de clastos por disolución de restos carbonatados más solubles, finas intercalaciones de margas en los límites entre capas de caliza, presencia de estilolitos, sombras de presión, estructuras de tipo flaser, deformación de la bioturbación, etc.(BATHURST 1991, RICKEN y EDER 1991).

LA RITMITA CALIZO-MARGOSA DE LA FORMACIÓN QOM

Las siguientes características en la alternancia marga-caliza de los perfiles estudiados excluyen el origen secundario como factor original: la falta de superficies estilolíticas, ausencia de intercalaciones laminares de calizas y margas en límites entre capas, y ausencia de estructuras de tipo flaser.

Una vez afirmado el origen primario de las alternancias, es necesario diferenciar entre origen autocíclico o alocíclico de las mismas.

La ausencia de procesos autociclícos importantes como los turbidíticos y tempestíticos ha sido confirmada por la falta de granoclasificación y de superficies erosivas relacionadas con

algún tipo de corriente. En consecuencia se pueden considerar los factores alocíclicos como responsables mayores de estas alternancias, sin que sea posible descartar la influencia de los movimientos tectónicos y la subsidencia.

Muchos autores han considerado Irán Central como un gran geosinclinal. Para ellos el Mioceno y en general el Terciario ha sido una era tectonicamente muy activa. STOCKLIN (1966) mencionó que durante el Mesozoico y Terciario el sector Sur y central de Irán han sido objeto de grandes movimientos orogénicos. Los grandes geosinclinales en la parte intramontañosa de Irán están caracterizados por subsidencias irregulares espacial y temporalmente. Estos movimientos tuvieron una gran extensión en el Oligoceno, acompañados de importantes manifestaciones volcánicas submarinas en toda la zona central de Irán. Durante el Oligoceno y Mioceno inferior existirían conexiones entre el mar de Irán central y el Golfo Pérsico.

BOZORGNIA (1965) consideró los primeros dos ciclos sedimentarios de la formación Qom ($A-C_2-D$) como resultado de movimientos verticales y epirogénicos. En el gráfico presentado por DAMES y MOORE (1984, Fig.8A-C), el Mioceno de esta zona está caracterizado por fuertes movimientos tectónicos resultantes de la subducción y colisión entre las placas Arábiga e Iraní.

ANÁLISIS SECUENCIAL

INTRODUCCIÓN

Entre las distintas metodologías propuestas para establecer divisiones en el relleno sedimentario de una cuenca, destacan dos: la estratigrafía secuencial (VAIL et al. 1987) y el análisis tectosedimentario (MEGÍAS 1973). La primera, desarrollada por VAIL y colaboradores desde 1977, se basa en la caracterización de secuencias deposicionales (de MITCHUM 1977). Esta metodología es una de las más utilizadas en los últimos años. Se realiza a partir del análisis de perfiles sísmicos y de la observación en el campo de las relaciones geométricas entre los conjuntos de estratos genéticamente relacionados (unidades genéticas) y las unidades cronoestratigráficas. Con este método se intenta obtener un gráfico lo más detallado posible en el que se reconstruyan los ciclos eustáticos (VERA 1994). El segundo método (análisis tectosedimentario), propuesto y desarrollado por MEGÍAS (1973 y 1982), consiste en la diferenciación de unidades limitadas por rupturas sedimentarias.

A pesar de ser conceptualmente idénticos, el uso que se hace de ambos términos los aleja entre sí (RIBA 1989). MEGÍAS (1982) y GONZÁLEZ et al. (1988), proponen el uso de las unidades tectosedimentarias (U.T.S.) a nivel local. Según RIBA (1989) las U.T.S. se basan parcialmente o totalmente en la tectónica; por el contrario, las oscilaciones del nivel oceánico (curva eustática) son universales, al admitirse que todos los océanos estaban conectados.

En lo que respecta a la formación Qom, los sedimentos que la constituyen se extienden en una área muy amplia, como se explicó anteriormente (en la reconstrucción de la paleogeografía de Irán). Estos depósitos se expanden en dirección NO-SE entre el Golfo pérsico y las montañas Ararat en Turquía, mientras en dirección N-S la formación Qom es más limitada (Fig.25 y 27). El depósito se realizaría en un medio marino estrecho y largo que sólo en Irán central ocupó 4 cuencas locales interconectadas (BOZORGNIA 1965). Los movimientos tectónicos locales afectaron a las cuencas de modo individual, mientras que aquellos producidos a escala del Golfo Pérsico las afectaron de modo

colectivo.

Como se ha comentado, la tectónica juega un papel importante en el desarrollo sedimentológico de la cuenca de Qom, lo que invitaría al uso del análisis tectosedimentario como metodología de análisis de esta cuenca. Sin embargo, el uso del análisis secuencial presenta ciertas ventajas frente al análisis tectosedimentario. Una de las mayores ventajas es el desarrollo de este método en los últimos años y su uso generalizado a nivel mundial. Otra ventaja para su uso es la propia situación paleogeográfica de la cuenca de Qom, conectada con otras cuencas y con el mar abierto. La realización del análisis secuencial en estos depósitos permite la elaboración de la curva de las variaciones relativas del nivel del mar en la cuenca de Qom y su comparación con las producidas a nivel global. Asimismo admitiría su utilización como un patrón para realizar correlaciones con otras cuencas cercanas o de diferentes zonas del mundo. En este capítulo, se aplicará el método de análisis secuencial, pero con especial atención a la tectónica. Hay que recordar que en el área estudiada no se conocen trabajos anteriores cuyo objetivo fuese el análisis secuencial.

Los límites inferior y superior de los sedimentos marinos Oligo-Miocenos de la formación Qom (Irán central) están marcados por superficies de discontinuidad caracterizados por interrupciones sedimentarias (a veces asociados con erosión) y en ocasiones con discordancias angulares.

Numerosos autores que anteriormente estudiaron estos depósitos están de acuerdo en que de los diferentes miembros que constituyen está formación, el submiembro C2 (del miembro C) y el miembro D representan el techo de dos ciclos sedimentarios relacionados con movimientos verticales producidos en la cuenca de Qom (BOZORGNIA 1965, TEHRANI 1989, ATARPUR 1991). Desde el punto de vista genético, los depósitos evaporíticos que constituyen la parte superior de ambos ciclos son comparables con las evaporitas del Mediterráneo, originadas durante la crisis de salinidad del Messiniense. En está ocasión, tras el aislamiento de la cuenca del mar abierto, se produjo la desecación y precipitación de evaporitas (HSÜ 1973, CITA 1982, ROBERTSON et

al. 1991).

Los sedimentos de la formación Qom se dividen en cinco unidades diferenciadas. A continuación se procede al estudio de estas unidades:

UNIDAD 1

La unidad 1 representa un ciclo sedimentario que comprende a las calizas basales de la formación (parte basal del miembro A). Estas calizas representarían un ciclo simétrico de profundización-somerización.

En la mayoría de los perfiles las materiales del miembro A, se componen por barras oolíticas o bioclásticas que dividen la plataforma en un ambiente de lagoon y otro de mar abierto. Dichas barras, tienen un ordenamiento interno de capas retrogradante y son sedimentos característicos de ambientes de alta energía, por lo que pueden ser atribuidos al cortejo transgresivo. Según HADGIAN (1970) y ALAVI NAINI (1972), el carácter transgresivo de los sedimentos de la base de la formación se debe a movimientos orogénicos importantes producidos en el Oligoceno. Por ejemplo, en las zonas adyacentes de Siah Kuh y Davazdah Imam (al SE de Teherán y al Sur de Varamin) la parte basal de la formación está constituida por conglomerados y areniscas de fragmentos de rocas volcánicas provenientes de la erosión de los materiales de la Formación Roja Inferior. La presencia de estos sedimentos y el carácter erosivo de la superficie que marca el límite inferior de la formación en este sector, permiten atribuir estos materiales a depósitos residuales (lag) transgresivos (EMAMI 1983). Este tipo de material se consideran como los primeros sedimentos del cortejo sedimentario transgresivo (HAQ 1991, KIDWELL 1991). La ausencia de cortejo sedimentario de nivel bajo en las calizas basales de la formación probablemente se debe a un aumento rápido de nivel relativo del mar por causas tectónicas, de acuerdo con BOZORGNIA (1965), HADGIAN (1970) y ALAVI NAINI (1972). En la cuenca de Kashan interconectada con la de Qom, la situación es similar; la parte basal de la formación en esta cuenca se caracteriza por depósitos de margas y calizas con foraminíferos (BOZORGNIA 1965), lo cual también sugiere un

aumento rápido del nivel relativo del mar.

Hacia la parte intermedia de las calizas del miembro A la disminución en el contenido de siliciclastos y el aumento en el contenido fósil, pueden ser interpretados como reflejo de un máximo transgresivo, período en el cual se registran los valores mínimos en la tasa de sedimentación (VAN WAGONER et al. 1988, HAQ 1991). Hacia el techo de las calizas se reconoce un aumento de siliciclastos, en coincidencia con la disminución en el contenido de bioclastos. Estos características junto con la presencia de foraminíferos bentónicos como rotálidos, miliólidos y peneróplidos pueden relacionarse con una somerización del medio, e interpretarse como el desarrollo de un cortejo sedimentario de alto nivel.

UNIDAD 2

El límite basal de esta unidad está marcado por una superficie que separa el techo de la unidad 1 (materiales correspondientes a un mar somero y restringido) y las areniscas de la parte superior del miembro A, que provienen de la erosión de la plataforma tras una bajada relativa del nivel del mar. Dicha superficie se atribuye al límite entre el Rupeliense y Chattiense y coincide con uno de los mayores descensos del nivel del mar a escala global (curva de HAQ et al. 1988, VERA 1994). El que esta superficie no sea erosiva sugiere que el contacto entre las dos unidades corresponde a una superficie de continuidad correlativa que acompaña a las discontinuidads de tipo 2 (POSAMENTIER et al. 1988, HAQ 1991, VAIL et al. 1991).

La organización vertical de las diferentes facies y su distribución en esta unidad a lo largo de los distintos perfiles, permiten establecer un subdivisión interna en cortejos sedimentarios. Las areniscas de la base de la unidad 2 representarían el cortejo de borde de plataforma (HAQ 1991, VAIL et al. 1991). La producción de estos materiales está relacionada con la exposición de la plataforma en el sector N y NO (ATARPUR 1991). Tras una bajada relativa de nivel del mar, tiene lugar la erosión y transporte de estos materiales y su depósito en la zona estudiada.

Hacia el techo de las areniscas aparecen bancos constituidos por acumulaciones del equinodermo *Scutella* (en los perfiles de Eidajti y Jorabad) con una superficie basal irregular. Son depósitos residuales (Lag) producidos por aventamiento (Fig.13) y representan el primer episodio claramente transgresivo (SAITO 1991, KIDWELL 1991, SCHMIDT y SEYFRIED 1991). Probablemente se trata de una superficie transgresiva o que marca el límite superior del cortejo de borde de plataforma (VAIL et al. 1991), y que separa materiales más someros subyacentes de otros suprayacentes más marinos, correspondientes respectivamente a un cortejo de borde de plataforma y transgresivo (HAQ et al. 1988, HAQ 1991, EINSELE y BAYER 1991, KIDWELL 1991). En Do Baradar los bancos construidos por acumulación de equinodermos coinciden con un aumento en el contenido de glauconita. La abundancia de glauconita se relaciona con una tendencia a la profundización de la cuenca y caracteriza depósitos transgresivos (BAUM y VAIL 1988). Hacia arriba los depósitos están representados por margas arenosas con foraminíferos planctónicos (miembro B, excepto sus últimos 20-30 m) que hacia la parte superior se caracterizan por una disminución en el tamaño de grano de la arena, representando a un ambiente marino abierto con aumento de profundidad y lejanía de costas hacia el techo. Estas margas en la mayor parte del miembro B representan el cortejo transgresivo. Su color verde de se debe a la abundancia de glauconita. Sólo en los últimos niveles de estos depósitos se registra un aumento del porcentaje de las especies de foraminíferos bentónicos que junto con un incremento en tamaño de grano de arena podría interpretarse como reflejo de una disminución de la profundidad en relación con el desarrollo de un cortejo de nivel alto. En el perfil de Do Baradar se reconoce en este intervalo un banco constituido por conglomerados con una gradación inversa lo que sugiere una progradación de depósitos más someros sobre los de la plataforma más profunda y consecuentemente una disminución progresiva de la profundidad.

Dentro de las margas del miembro B se pueden encontrar varias intercalaciones de areniscas que podrían representar ciclos de mayor frecuencia en relación con los ciclos de HAQ et

al. (1988) o producidos por movimientos tectónicos locales. En estas areniscas se pueden encontrar ocasionalmente grandes foraminíferos bentónicos como *Lepidocyclina*, *Miogypsina*, *Miogipsinoides* y *Heteroestegina* en excelente estado de preservación. Su presencia y la ausencia de foraminíferos planctónicos sugieren una disminución de la profundidad. En este sentido, podría interpretarse que estos niveles son el resultado de caídas relativas del nivel del mar, es decir, somerizaciones que originaron la exposición de las áreas más proximales y causaron la erosión, transporte y formación de los bancos de areniscas.

UNIDAD 3

El límite inferior de esta unidad se caracteriza por una superficie que separa los depósitos subyacentes que pertenecen a un medio restringido de los sedimentos transgresivos suprayacentes.

El unidad corresponde a una sucesión de facies con una tendencia somerizante hacia el techo. Se compone de los submiembros C_1 y C_2. Los sedimentos que constituyen el submiembro C_1 se caracterizan por una alternancia de margas y calizas con un aumento del espesor de las intercalaciones margosas hacia la parte superior. Sólo en Do Baradar este submiembro está constituido exclusivamente por calizas. La parte basal del submiembro C_1, en muchos de los perfiles estudiados (Dochah, Kamar Kuh y Eidajti), se caracteriza por la presencia de bancos de ostreas que vivían apoyadas sobre el substrato (estrategia de tipo recliner de SEILACHER 1984). Este tipo de depósito habitualmente se relaciona con condiciones transgresivas, en zonas de baja influencia de corrientes y con una tasa de sedimentación reducida (DE PORTA 1987, EINSELE et al. 1991).

Las calizas de la base del submiembro, por su contenido tanto litológico como faunístico, se caracterizan un medio restringido y/o de plataforma proximal. Por ejemplo, la abundancia de los foraminíferos bentónicos como *Lepidocyclina*, *Operculina* y *Heterostegina* indica una escasa profundidad del medio, mientras la presencia de rotálidos sugiere un medio

proximal y restringido. Por lo tanto estas calizas se atribuyen a un ambiente somero que se puede interpretar como un cortejo sedimentario transgresivo. El cortejo de borde de plataforma no dejó, aparentemente, ningún registro sedimentario en el área del estudio, probablemente porque esos materiales se depositaron en zonas más profundas de la cuenca, actualmente cubiertas por materiales más recientes.

En Do Baradar, las calizas están compuestas por depósitos arrecifales, constituidos por corales hermatípicos, algas rojas y briozoos, que representan la subida del nivel relativo del mar respecto a la parte final de la unidad 2. Esta situación, con una tasa de sedimentación reducida que favorece el crecimiento de los corales, se interpreta como correspondiente a un cortejo transgresivo. En Dochah, en el tercio superior del submiembro C_1 se registra una superficie endurecida (hardground), que probablemente coincide en otros perfiles con bancos construidos por restos de fósiles. La superficie de hardground podría representar la máxima inundación, relacionada con la sección condensada registrada a techo del cortejo transgresivo, y que limita el intervalo transgresivo del regresivo, coincidiendo con un mínimo en la tasa de sedimentación (VAIL et al. 1984, LOUTIT et al. 1988, EINSELE y BAYER 1991, HAQ 1991). En los últimos niveles de los materiales que constituyen el submiembro C_1, la abundancia de rotálidos indica una somerización del medio, lo que podría relacionarse con el inicio del cortejo sedimentario del nivel alto.

Según BOZORGNIA (1965), TEHRANI (1989) y ATARPUR (1991) los sedimentos del submiembro C_2 poseen un patrón somerizante hacia el techo y corresponden a la parte final de un ciclo sedimentario. Estos depósitos, por lo tanto, pertenecen al cortejo sedimentario del alto nivel del mar. La tendencia somerizante iniciada en los últimos niveles del submiembro anterior, continuó en este submiembro. Durante este intervalo se registran en muchos perfiles, una alternancia de yeso, arcilla rica en materia orgánica y arena, todos azoicos. Este tipo de sedimentación puede ser relacionada con diferentes procesos tales como: variaciones en el grado de oxigenación del fondo, cambios

de los niveles de salinidad, cantidad de aporte de materia orgánica y tasa de sedimentación (WETZEL 1991). Esta alternancia puede ser atribuida a oscilaciones de mayor frecuencia dentro de la evolución somerizante generalizada en la cuenca (VAN WAGONER et al. 1988, MITCHUM y VAN WAGONER 1991). En los campos petrolíferos de Alborz y Sarajeh (situados a 115 km al Sur de Teherán), los sondeos realizados por la Compañía Petrolífera Iraní, indican que el submiembro C_2 se caracteriza por una sucesión subcontinental a continental con yeso, arcillas y arenas como los constituyentes principales (ABAIE et al. 1964). Por el contrario en el sector NO de la cuenca y en las cercanías de la ciudad de Qom (aislado del resto de la cuenca probablemente por actividad volcánica producida en la zona de Jorabad) el cortejo del nivel alto del mar se caracteriza por fangos micríticos bituminosos y anóxicos. Las condiciones ambientales inferidas durante la formación de estos materiales indican que se formaron en medios anóxicos, posiblemente debido a una escasa o ausente circulación de agua marina (WETZEL 1991). Este tipo de facies se atribuye habitualmente a medios restringidos (BUSSON 1978 y 1980), y se encuentra en cuencas epicontinentales durante el aumento del nivel del mar y/o cortejo sedimentario de alto nivel (KAUFFMAN 1984, JERVEY 1988, WETZEL 1991).

Hacia el techo del submiembro se originó la capa de yeso y margas yesíferas azoicas, que se formaron en un ambiente restringido y en un clima árido (TUCKER et al. 1993). En Jorabad, la presencia de niveles de margas con ostrácodos de agua dulce dentro de los materiales volcánicos del submiembro C_2, indica la importancia que tuvo en esta zona el descenso del nivel relativo del mar y la influencia continental.

Con el depósito de los materiales de este submiembro termina este ciclo sedimentario en la formación Qom. Los materiales del submiembro C_2 se pueden comparar con los sedimentos depositados durante la crisis de salinidad del Messiniense en el Sur de Chipre. Dichos materiales, al igual que los del submiembro C_2 se caracterizan por niveles de calcilutita, ricos en materia orgánica y depositados en un medio anóxico, y yesos en la parte superior (ROBERTSON et al. 1991). Probablemente el descenso del

nivel del mar que terminó con la unidad 3, coincidió con una caída del nivel del mar a escala global producida en el Aquitaniense superior (20 Ma).

UNIDAD 4

Con el siguiente aumento del nivel relativo del mar, se depositaron los materiales del submiembro C_3, que representan el inicio del siguiente ciclo sedimentario en la cuenca de Qom. Sobre la superficie de continuidad correlativa que separa este submiembro del anterior los depósitos son característicos, en la mayoría de los perfiles, de un medio somero y de alta energía, como son barras oolíticas o bioclásticas (sólo en el perfil de Nardaghi estos depósitos se caracterizan por parches arrecifales). Estos niveles sugieren un aumento rápido del nivel relativo del mar respecto al submiembro C_2. Son materiales caracterizados por una sucesión de capas con una geometría retrogradante, lo que podría interpretarse como propio de un cortejo transgresivo. La ausencia del cortejo de borde de plataforma puede ser justificada fundamentalmente por un rápido aumento de la profundidad. Sin embargo no hay que descartar que estos sedimentos podrían haberse depositado en dirección Sur, en la zona más profunda de la cuenca. Hacia el techo del submiembro C_3, el aumento de los restos fósiles en todos los perfiles estudiados se interpreta como propio de los niveles de máxima transgresión.

Los bancos suprayacentes (submiembro C_4) están constituidos fundamentalmente por margas. Éstas, por su contenido faunístico, representan un medio marino somero y abierto. Según MAGDZADEH (1991), la presencia de nódulos de óxido de hierro (limonitas y hematites) en la parte superior de las margas, indicaría un incremento en la oxidación del medio, condición que el mismo autor interpreta como consecuencia de una somerización del ambiente. Además, hay que tener en cuenta que el aumento del contenido de foraminíferos bentónicos (respecto a la totalidad de los foraminíferos) en los niveles superiores de estos materiales, también apuntaría en este sentido. Los sedimentos que constituyen este submiembro pueden ser interpretados como los

propios de un cortejo sedimentario de nivel alto. Hacia el techo continúa la tendencia somerizante del medio y se produce la formación de los yesos pertenecientes al miembro D, los cuales acaban con este ciclo sedimentario. La formación de los yesos, sugiere una disminución de la profundidad y puede verse favorecida por un clima árido (TUCKER et al. 1993).

UNIDAD 5

Esta unidad (compuesta por el miembro E) presenta una evolución vertical bastante simple a lo largo de los distintos perfiles. Representa el último ciclo sedimentario marino producido en la cuenca de Qom, que como en el caso anterior está relacionado con un aumento rápido del nivel relativo del mar. Este ascenso rápido contribuye a la formación de las margas basales del miembro E. El contenido en foraminíferos planctónicos es mayor en ellas que en las anteriores. Se trata de materiales depositados en un medio marino abierto que pueden interpretarse como sedimentos correspondientes al cortejo transgresivo.

Hacia la parte superior, en las calizas del miembro E, el aumento en el contenido de restos fósiles (invertebrados) y bioclastos en todos los perfiles, acompañado por arrecifes de corales en Kamar Kuh y bancos bioconstruidos en Shurab, podría ser interpretado como propio del cortejo transgresivo. La abundancia de perforaciones producidas por bivalvos litófagos en el techo del arrecife puede representar el nivel de máxima transgresión coincidiendo con el mínimo en la tasa de sedimentación (BAUM y VAIL 1988, POSAMENTIER et al. 1988, HAQ 1991, VAIL et al. 1991).

El paso al último tramo del miembro E marca un cambio significativo. En la mayoría de los perfiles estudiados estos niveles se caracterizan por un incremento en el contenido de miliólidos, rotálidos y alveolínidos. Todos estos foraminíferos bentónicos representan medios someros y proximales. En Kamar Kuh estos niveles se caracterizan, además, por la presencia de una alternancia de yeso, marga y arenisca que sugiere una somerización del medio. Este cambio en las condiciones de sedimentación se interpreta como consecuencia de una bajada

progresiva del nivel relativo del mar, en relación con el desarrollo de un cortejo de nivel alto. Hay que añadir que en Saraje y Alborz la parte superior del miembro E está formada por evaporitas (yeso y sal), que según ABAIE et al. (1964) representan una fase regresiva. La formación de los depósitos del último tramo del miembro E probablemente coincide con una fase regresiva a escala global (entre 16 y 14.8 Ma), con una caída estimada en aproximadamente 50 m (FLOWER y KENNET 1994). Con el miembro E termina el último ciclo sedimentario de la formación Qom, sobre el, los sedimentos son ya continentales.

CONCLUSIONES

En resumen, analizando los diversos términos que constituyen la formación Qom, se han diferenciado cinco unidades, cada una de las cuales representaría un ciclo sedimentario. Los grandes cambios y la evolución general de las variaciones usualmente coincide con los cambios eustáticos de la curva de HAQ et al. (1988). Sin embargo, como ya se dijo en la introducción, uno de los principales factores que afecta directa o indirectamente a la evolución de la cuenca de Qom es la tectónica. Este factor, junto con otros, como la ausencia de cambios de facies significativos de pequeña escala, probablemente influiría en las diferencias reconocidas entre las unidades distinguidas en esta formación, y las secuencias deposicionales propuestas por HAQ et al. (1988) para este intervalo temporal. Entre las diferencias más significativas se pueden destacar aquellas relacionadas con:

1: *Las superficies que limitan las secuencias deposicionales*. Entre las superficies que marcan los límites basales de cada una de las unidades distinguidas en la formación Qom, la primera es una superficie usualmente erosiva, mientras las demás corresponden a superficies de continuidad correlativa relacionadas con discontinuidades de tipo 2, cuyo criterio de diferenciación ha sido fundamentalmente litológico. Por el contrario, en el caso de la propuesta del grupo Exxon (1988), los límites basales de las secuencias deposicionales en este mismo

intervalo de tiempo (Rupeliense-Langhiense), están usualmente caracterizados por discontinuidades de tipo 1, con excepción de los dos casos distinguidos en el Aquitaniense medio y Burdigaliense inferior, en que son de tipo 2.

2: *La escala de los ciclos reconocidos*. En el trabajo de HAQ et al. (1988) se reconocen alrededor de ocho ciclos de tercer orden para el intervalo de tiempo estudiado, mientras en la formación Qom se han reconocido cinco ciclos. Es decir, los ciclos reconocidos en la formación Qom usualmente son de mayor escala que los de HAQ et al. (1988). Cabe destacar Por ejemplo, que durante el intervalo de tiempo representado por la unidad 2, estos autores reconocen 3 ciclos sedimentarios, mientras en la formación Qom sólo se ha podido diferenciar uno.

3: *Los cortejos sedimentarios que componen las secuencias deposicionales*. Excepto en la segunda unidad, no se han reconocido depósitos pertenecientes al cortejo del borde de plataforma. La ausencia de este cortejo es uno de los aspectos que diferencia estas unidades de los ciclos del tercer orden de HAQ et al. (1988). La falta de este cortejo puede ser ocasionada por un aumento rápido del nivel relativo del mar, por causas tectónicas, o por el deposito de estos materiales en una zona más alejada y profunda de la cuenca. Esta zona se situaría en un sector comprendido entre Kahak, a 30 km al Sur de Qom, y Saveh, a 70 km al Noroeste de Qom. En esta área los depósitos de la formación alcanzan un espesor de unos 2000 m, y el porcentaje de calizas se reduce al 10% de la totalidad del volumen de material, siendo la mayor parte de estos depósitos de carácter terrígeno arenoso (MAGDZADEH 1991).

Finalmente, hay que recordar que de los cinco ciclos sedimentarios diferenciados en este estudio, el cuarto (submiembro C_3- miembro D) y el quinto (miembro E) coinciden con dos de los tres ciclos reconocidos anteriormente en esta formación por TEHRANI (1989).

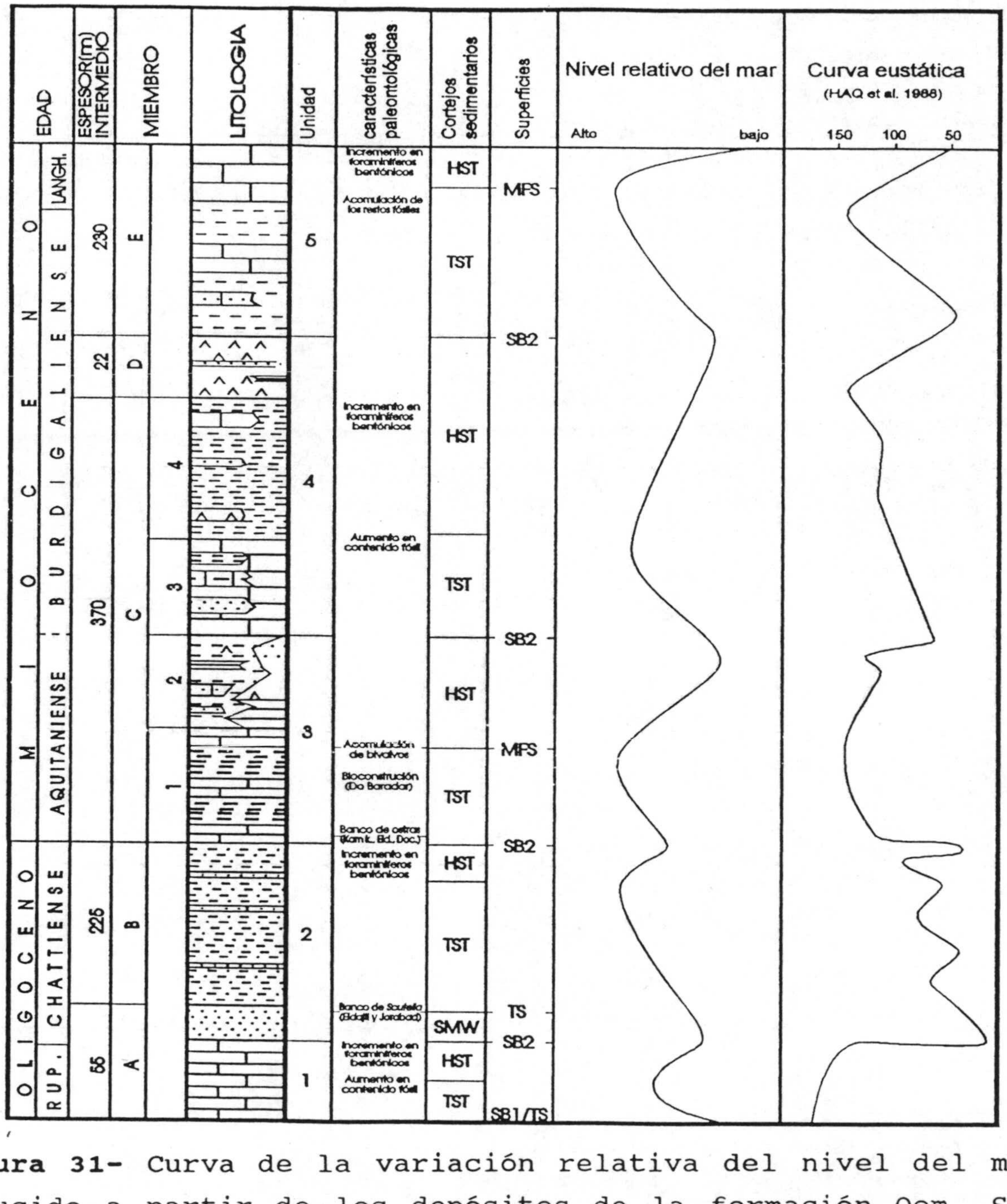


Figura 31- Curva de la variación relativa del nivel del mar, deducido a partir de los depósitos de la formación Qom. SMW: Cortejo de borde de plataforma. TST: Cortejo transgresivo. HST: Cortejo de nivel alto. TS: Superficie transgresiva. SB1: Discontinuidad de tipo 1. SB2: Discontinuidad de tipo 2. MFS: Superficie de máxima inundación.

PALEONTOLOGÍA

SISTEMÁTICA

INTRODUCCIÓN

El material estudiado alcanza más de cuatro mil ejemplares de macrofósiles pertenecientes a diversos grupos, de que los más importantes son: bivalvos, gasterópodos y equinodermos. Todos ellos se han obtenido personalmente en los muestreos nivel a nivel llevados a cabo en los distintos perfiles levantados de la formación Qom. Junto a éstos se han recogido más de 500 muestras para levigado (provenientes de las mismas localidades) para el posterior estudio de micropaleontología.

En todos los casos se ha intentado recolectar el máximo número de formas en cada uno de los niveles, intentando así, conseguir una muestra representativa de la fauna.

En general, se ha intentado que la recogida y limpieza de cada uno de los ejemplares fuese lo más adecuada posible; en ocasiones los individuos se encontraron íntimamente incluidos en la matriz, lo que dificultó su extracción completa. Hay también casos de ejemplares silicificados, en forma de moldes internos, mal conservados o simplemente fragmentados durante el transporte desde el punto de muestreo hasta el laboratorio. A éstos se ha dedicado solamente una atención secundaria, dada la dificultad que en ocasiones se producía por su correlación con formas completas.

En este trabajo, además de consultar abundante bibliografía clásica y reciente, se ha intentado reflejar, en lo posible, una sistemática actual. En concreto se ha utilizado las esquemas sistemáticas de MOORE (1960, 1966, 1969-1971) y de VAUGHT (1989).

En resumen, con el estudio de las muestras recogidas y preparadas en el laboratorio y el uso de la bibliografía existente se realizó un estudio taxonómico sobre los fósiles con un grado aceptable de conservación. En total se han reconocido 49 géneros y 87 especies de macroinvertados y otros 93 géneros y 204 especies de foraminíferos.

Modo de descripción

En primer lugar aparece un registro histórico de dicha especie en forma de sinonimia. A continuación se incluye el número de individuos encontrados atribuidos a la especie. Se sigue con la descripción de la especie, donde se exponen las caracteres de la misma, rasgos estructurales de la concha, los elementos ornamentales (de 1º y 2º orden) y otras características consideradas importantes en cada caso particular. Se ha intentado eliminar de la descripción de especie aquellos caracteres comunes al género.

En el epígrafe de discusión se describen todas las puntualizaciones consideradas oportunas y en ocasiones se ha hecho una comparación con las especies consideradas más próximas.

Finalmente en el apartado de distribución se ha señalado la ubicación espacio-temporal de las especies en la cuenca de Qom.

Términos descriptivos

A lo largo de trabajo de sistemática se han utilizado varias expresiones o abreviaturas que corresponden a distintos términos paleontológicos. A continuación se describe el significado de dichos términos:

Las siglas, aff., cfr., gr., que a veces, se intercalan entre el nombre del género y la especie son abreviaturas correspondiente a los siguientes términos:

aff. = del latín "affinis"; el ejemplar estudiado es afín o próximo a la especie.

cfr. = del latín "confer"; comparable con la especie.

gr. = grupo

La abreviatura var., indica que el ejemplar en cuestión representa una variedad de la especie. Cuando la especie no puede ser determinada con seguridad se utiliza la sigla sp. (especie). Las siglas (s. s.), "sensu stricto", indica que la especie corresponde estrictamente a un determinado género, sin subgéneros intermedios. Por el contrario si la especie se atribuye a un subgénero determinado, éste se expone, entre paréntesis, entre el nombre del género a que pertenece y el de la especie.

Clase Bivalvia
Subclase Pteriomorphia
Orden Ostreoida
Suborden Pectinina
Superfamilia Pectinoidea
Familia Pectinidae
Subfamilia Pectininae
Género *Pecten* MULLER, 1776

Pecten josslingi SMITH
Lám.5, fig.3,4

1847 *Pecten josslingi* SMITH, p.413, lám.XVI/10-12
1878 *Pecten lychnulus* FONTANNES, p.86, lám.2/3
1890 *Pecten neithaeformis* GOURRET, p.117, lám.IV/3
1890 *Pecten lychnulus* FONTANNES, p.117, lám.IV/4-5
1897 *Pecten josslingi*, var *lychnula* FONTANNES, SACCO, p.65, lám.XXI/8-12
1902-1905 *Pecten josslingi*, DEPÉRET y ROMAN, p.41 y 92, lám.V/3,5
1954 *Pecten josslingi*, FERREIRA DA VEIGA, p. 162, lám.VI/40
1965 *Pecten josslingi*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.20
1972 *Pecten josslingi*, COMASCHI CARIA, p. 17, lám.II/6,13

Material.- 17 ejemplares.
Descripción.- Son formas de tamaño pequeño a medio. La ornamentación consiste en costillas de sección subcuadrangular a subredondeada; los intervalos son planos y miden aproximadamente la mitad que las costillas; las valvas tienen un alto grado de convexidad.
Discusión.- Se han atribuido a esta especie por la forma general, la convexidad de las conchas y por el número de costillas. La diferencia con *Pecten arcuatus* BROCCHI consiste en el menor número de costillas de la valva derecha. Existen numerosos ejemplares que difieren de la especie por tener mayor diámetro antero-posterior, carácter propio de la var. *expansior* SACCO (1897).
Distribución.- Burdigaliense de Kamar Kuh, Nardaghi, Dochah y

Do Baradar.

Pecten paulensis FONTANNES

Lám.4, fig.4

1878 *Pecten paulensis* FONTANNES, p.84, lám.II/2
1902 *Pecten paulensis*, DEPÉRET y ROMAN, p.45, lám.V/7
1916 *Pecten paulensis*, STEFANINI, 207, p.162, lám.V/10
1933 *Pecten paulensis*, VENZO, 228, p.73, lám.VII/11
1938 *Pecten paulensis*, STCHEPINSKI, 241, p.34
1939 *Pecten paulensis*, ROGER, p.243
1954 *Pecten paulensis*, FERREIRA DA VEIGA, p.163, lám.III/17,18
1972 *Pecten paulensis*, COMASCHI CARIA, p.18, lám.III/1,2

Material.- 9 ejemplares.
Descripción.- Especie de tamaño pequeño. La ornamentación de la valva derecha se caracteriza por costillas poco marcadas que se alargan hacia el borde paleal y que son más anchas que los intervalos; las orejillas son subiguales. En la valva izquierda los intervalos son planos y tienen un tamaño más grande que las costillas redondeadas; la ornamentación secundaria consiste en finas láminas concéntricas.
Discusión.- Los ejemplares se han atribuido a esta especie por la forma de la concha y la presencia de costillas poco marcadas. El aspecto de las costillas es uno de las características que diferencia esta especie de otras especies semejantes, como *Pecten benedictus* LAM. y *Pecten revolutus* MICHELOTTI.
Distribución.- Burdigaliense de Nardaghi, Do Baradar y Dochah.

Pecten revolutus MICHELOTTI

Lám.5, fig.2

1847 *Pecten revolutus* MICHELOTTI, p.87
1879 *Janira calabra* SEGUENZA, p.53,61,75
1897 *Pecten pomeli* BRIVES, lám.II/5-7
1897 *Pecten revolutus*, ALESSANDRI, lám.I/22
1903 *Pecten revolutus*, DEPÉRET y ROMAN, 1, p.46, lám.V/8-10
1928 *Pecten revolutus*, KAUTSKY, 197, p.247

1939 *Pecten revolutus*, ROGER, p.243
1965 *Pecten* (s. s.) *revolutus*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.21
1972 *Pecten revolutus*, COMASCHI CARIA, p.18, lám.III/3-8

Material.- 11 ejemplares.
Descripción.- Son formas de pequeño tamaño. La valva derecha es convexa, ornamentada por costillas que en la parte externa son casi indistinguibles y en la parte interna tienen sección rectangular. Son aproximadamente el doble de anchas que los intervalos. La ornamentación secundaria está formada por finas láminas concéntricas. La valva izquierda es plano-cóncava y presenta costillas más grandes que los intervalos.
Discusión.- Es característica la forma de la concha y, sobre todo, la ornamentación. Se diferencia de *Pecten paulensis* FONTANNES por la ausencia de costillas.
Distribución.- Burdigaliense de Nardaghi, Kamar Kuh y Jorabad.

Pecten subarcuatus TOURNOUËR
Lám.5, fig.1

1873 *Pecten subarcuatus* TOURNOUER, p.165
1902 *Pecten subarcuatus*, DEPÉRET y ROMAN (26), p.11, lám.I/1-4
1914 *Pecten subarcuatus*, COSSMANN y PEYROT, p.278, lám.XII/7-10
1920 *Pecten subarcuatus*, DOLLFUS y DAUTZENBERG, 189, p.401, lám.XXXVI/1,6
1939 *Pecten subarcuatus*, ROGER, p.237
1954 *Pecten subarcuatus*, FERREIRA DA VEIGA, p.156
1965 *Pecten subarcuatus*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.21

Material.- 17 ejemplares.
Descripción.- Formas de tamaño pequeño a medio. La valva derecha está caracterizada por costillas redondeadas y más grandes que los intervalos planos, la ornamentación secundaria consiste en láminas concéntricas.
Discusión.- *Pecten subarcuatus*, se parece a *Pecten benedictus* LAM., diferenciándose por el menor número de costillas y sus mayores anchuras.

Distribución.- Burdigaliense de Eidajti, Navab, Bichareh y Kamar Kuh.

Pecten tietzi FUCHS

Lám.6, fig.1

1879 *Pecten tietzi* FUCHS, p.106, lám.II/5,6
1902 *Pecten tietzi*, DEPÉRET y ROMAN, p.44, lám.V/6
1939 *Pecten tietzi*, ROGER, p.239

Material.- 21 ejemplares.
Descripción.- Comprende formas de tamaño pequeño a medio. La valva derecha presenta una alta convexidad en la zona apical. La ornamentación se caracteriza por costillas de sección redondeada, más anchas que los intervalos, asimismo de sección redondeada. La valva izquierda, cóncava en el centro, presenta costillas con sección redondeada de igual tamaño que los intervalos. Las orejillas están ornamentadas por cóstulas. La ornamentación secundaria está constituida simplemente por láminas de crecimiento.
Discusión.- Se diferencia de *Pecten arcuatus* BROCCHI por la forma general de la concha, la presencia de costillas de sección menos redondeada y, en la mayoría de los casos, por poseer la parte apical de las valvas más anchas.
Distribución.- Mioceno inferior de Bichareh, Shurab, Jorabad y Dochah.

Pecten arcuatus BROCCHI

Lám.5, fig.5

1814 *Pecten arcuata* BROCCHI, II, lám.XIV/11
1823 *Pecten arcuatus*, BORSON, p.156
1823 *Lima arcuata* DEFRANCE, 26, p.446
1825 *Pecten arcuatus*, DEFRANCE, 38, p.262
1855 *Janira arcuata* D'ORBIGNY, SISMONDA, p.6
1861 *Janira fallax* MICHELOTTI, p.78, lám.9/4,5
1898 *Pecten arcuatus*, SACCO, p.65, lám.XXI/14-30

1952 *Pecten arcuatus*, ROSSI-RONCHETTI, p.29.
1965 *Pecten arcuatus*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.18

Material.- 21 ejemplares.
Descripción.- Especie de pequeño tamaño. La parte apical de la valva derecha es muy convexa y presenta costillas con sección redondeada separadas por intervalos más pequeños. Las orejillas son subiguales y encorvadas, ornamentadas por costulas divergentes y láminas de crecimiento. La valva izquierda contiene costillas de sección subredondeada de igual tamaño que los intervalos. La ornamentación secundaria de las valvas consiste en líneas concéntricas.
Discusión.- Los ejemplares recogidos tienen características semejantes a las del tipo. Por la alta convexidad de la valva derecha se parecen a *Pecten josslingii* SOW., del cual se diferencian por la existencia de un mayor número de costillas.
Distribución.- Oligoceno de Dochah, Nardaghi, Shurab, Navab y Eidajti.

Pecten aff. *grayi* MICHELOTTI
Lám.4, fig.3

1839 *Pecten grayi,* MICHELOTTI. p.10
1897 *Pecten bonellii* de ALESSANDRI, p.60, lám.1/21
1897 *Pecten praejacobaeus* BRIVES, p.109, lám.III/1-3
1902 *Pecten grayi*, DEPÉRET y ROMAN, p.61, lám.VIII/2
1939 *Pecten grayi*, ROGER, p.246
1965 *Pecten grayi*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.19
1979 *Pecten* (*Pecten*) cfr. *grayi*, D'ALESSANDRO et al, p.41, lám.5/12

Material.- 2 ejemplares (valva derecha).
Descripción.- valvas de pequeño tamaño, con la parte apical abombada. Presentan una ornamentación de costillas con sección cuadrangular más grandes que los intervalos. La ornamentación secundaria está formada por láminas concéntricas y 3 surcos sobre cada costilla.

Discusión.- El número, la sección de las costillas, la ornamentación secundaria y el aspecto general de la concha permiten atribuir los ejemplares a la especie, de la cual difieren escasamente por la mayor convexidad de la valva derecha y el menor tamaño de la concha y anchura de las costillas.
Distribución.- Burdigaliense superior de Nardaghi.

Pecten hornensis DEPÉRET y ROMAN
Lám.4, fig.2

1870 *Pecten rollei* HORNES, t.II, p.400, lám.LIX/4-6
1902-1905 *Pecten hornensis* DEPÉRET y ROMAN, fas.1, p.27, lám.lll/1
1910 *Pecten hornensis*, SCHAFFER, 175, p.44, lám.22/3-7
1933 *Pecten hornensis*, BONI, 14, p.92
1939 *Pecten hornensis*, ROGER, p.241
1960 *Pecten hornensis*, CSEPREGHY-MEZNERICS, p.11, lám.llI/13-15, lám.IV/1,7
1965 *Pecten* (s. s.) *hornensis*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.19
1990 *Pecten hornensis*, DEMARCQ y SCHOEPFER, p.771, lám.3/1

Material.- 32 ejemplares.
Descripción.- Formas de tamaño mediano. La ornamentación de la valva derecha está formada por costillas con sección cuadrangular que muestran máximo desarrollo hacia el borde paleal, y están separadas por intervalos más pequeños de fondo plano. La valva izquierda es plano-cóncava, con los bordes laterales más relevantes; la ornamentación es de costillas de sección rectangular. La ornamentación secundaria consiste en láminas concéntricas.
Discusión.- El único carácter que aparta a los ejemplares del holotipo es la mayor convexidad de la parte apical de la valva derecha. En la mayoría de los ejemplares, por efecto de la silicificación, es difícil ver la ornamentación secundaria.
Distribución.- Burdigaliense de Dochah, Nardaghi, Navab, Eidajti.

Pecten beudanti BASTEROT

Lám.4, fig.1

1825 *Pecten beudanti*, BASTEROT, p.74
1825 *Pecten gratissimus* DEFRANCE, t.XXXVIII p.261
1902 *Pecten beudanti*, DEPÉRET y ROMAN, 1, p.17, lám.II/1
1939 *Pecten beudanti*, ROGER, p.240
1954 *Pecten beudanti*, FERREIRA DA VEIGA, p.158, lám.II/8, lám.III/14,16
1965 *Pecten beudanti*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.18

Material.- 5 ejemplares (valva derecha).
Descripción.- Formas de tamaño mediano. Presentan valvas convexas con la región apical convexa. La ornamentación está constituida por costillas, más anchas que los intervalos, con sección cuadrangular aplastada y que se amplían hacia el borde paleal. Las orejillas son grandes y subiguales. La ornamentación secundaria consiste en láminas concéntricas.
Discusión.- Los ejemplares presentan las características generales de la especie como el contorno de la concha y el número y sección de las costillas; algunos ejemplares difieren del tipo por la presencia de surcos longitudinales sobre las costillas que se puede atribuir a la variedad de *costillas con surcos* DEPÉRET y ROMAN (1902).
Distribución.- Aquitaniense de Jorabad y Eidajti.

Subgénero *Oopecten* SACCO, 1897

Oopecten (*Oopecten*) *rotundatus* (LAMARCK)

Lám.1, fig.2

1819 *Pecten rotundata* LAMARK, 6, p.179
1879 *Pecten rotundatus*, FUCHS, 69, p.8, (104), lám.II/1,2
1879 *Pecten persicus* FUCHS, Persian, 62, p.8(104), lám.I/1-3
1879 *Pecten siokutensis* FUCHS, id. p.8 (104), lám.III/1-3
1880 *Pecten rotundatus*, var. *dormica* FONTANNES, VI, p.96, 161, lám.V/2-3
1897 *Pecten rotundatus*, SACCO, 18, p.54, lám.XV/14,15

1897 *Macrochlamys holgeri* CEINTZ. var. *percostata* SACCO, 118, p.35, lám.IX/9

1911 *Pecten* (*Oopecten*) *rotundatus*, NEWTON, 178, p.635, lám.XLIV/3

1939 *Chlamys rotundata*, ROGER, p.10, lám.I/1 a 4

1954 *Chlamys rotundata* var. *dromica* L., FERREIRA DA VEIGA, p.172, lám.IV/21

1965 *Oopecten rotundatus*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.17

1988 *Oopecten* (*Oopecten*) *rotundatus*, BONGRAIN, p.225.

Material.- 48 ejemplares.

Descripción.- Son formas de tamaño mediano. La ornamentación es de costillas con sección subtrapezoidal redondeada, que se reflejan en el interior de las valvas como surcos limitados por costillas aplastadas con bordes agudos. La ornamentación secundaria es de láminas concéntricas.

Discusión.- Algunos de los ejemplares poseen costillas más aplastadas en el borde paleal; las demás características son las propias de la especie. Difiere de *Flabellipecten tagicus* COTTER por poseer la valva izquierda más convexa y las costillas menos dominantes.

Distribución.- Es una forma abundante en los sedimentos del Mioceno inferior de casi todos los perfiles estudiados (excepto Bichareh).

Subgénero *Gigantopecten* ROVERETO, 1899

Pecten (*Gigantopecten*) *tournali* DE SERRES

Lám.2, fig.1. Lám.3, fig.1

1829 *Pecten tournali* DE SERRES, 9, p.236, lám.VI/1

1829 *Pecten terebratulaeformis* DE SERRES, 9, p.132, lám.IV/1

1897 *Macrochlamys? tournali*, SACCO, 118, p.35, lám.XI/11-14

1918 *Pecten* (*Amussiopecten*) *schwinneri*, TEPPNER, 118, p.492, lám.XXII/1,3

1929 *Inaequipecten sotgiai* UGOLINI, DE GUIDI, 168, p.82, lám.XVI/3

1939 *Chlamys tournali*, ROGER, p.19, lám.II/ 4, lám.III/1, lám.IV/1, lám.VIII/1, lám.IX/1, lám.X/1,2

1951 *Chlamys tournali*, FERREIRA DA VEIGA, p.15, lám.VI/22, lám.XI/48-49

1960 *Chlamys tournali*, CSEPREGHY-MEZNERICS, p.32, lám.XXIII/3-5, lám.XXIV/2, lám.XXV/1,2

1965 *Oopecten* (*Gigantopecten*) *tournali*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.18

1967 *Chlamys tournali*, ZBYSZEWSKI, p. 106, lám.II/16

1972 *Chlamys tournali*, COMASCHI CARIA, p. 45, lám.X/1-5, lám.XI/1-3

1988 *Pecten* (*Gigantopecten*) *Tournali*, BONGRAIN, p. 225, lám.IX/1-5

Material.- 25 ejemplares.

Descripción.- Agrupa formas de tamaño medio a grande. Tienen un contorno redondeado y algo inequilateral. La ornamentación está constituida por costillas de sección cuadrangular redondeada; las costillas laterales aumentan de tamaño hacia el borde paleal. La ornamentación secundaria está representada por láminas concéntricas que se acentúan hacia el borde paleal.

Discusión.- Los ejemplares se parecen a *Oopecten rotundatus* LMK., del cual difieren por poseer costillas más dominantes y la parte apical de las valvas abombada. Además, se ha encontrado un individuo que presenta 7 cóstulas sobre las costillas y 3 en los intervalos.

Distribución.- Esta presente en los sedimentos del Mioceno inferior de todos los perfiles estudiados.

Género Flabellipecten SACCO, 1897

Flabellipecten burdigalensis (LAMARCK)

Lám.6, fig.3,4

1806 *Pecten burdigalensis* LAMARCK, V. VIII, p.355

1852 *Janira burdigalensis*, D'ORBIGNY, III, p.131

1857 *Pecten burdigalensis*, MENEGHINI, p.588

1897 *Amussiopecten burdigalensis*, SACCO, XXIV, p.53, lám.XV/1-7
1912 *Flabellipecten burdigalensis*, DEPÉRET y ROMAN, p.148, lám.XXI/1-2
1954 *Pecten* (*Amussiopecten*) *burdigalensis*, KOROBKOV, lám.62/6-9
1960 *Flabellipecten burdigalensis*, CSEPREGHY-MEZNERICS, p.16, lám.IX/1,2, lám.X/1,2, lám.XI/1-4
1965 *Amussiopecten burdigalensis*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.14
1972 *Flabellipecten burdigalensis*, COMASCHI CARIA, p.30, lám.VII/1,2

Material.- 49 ejemplares.
Descripción.- Son formas de tamaño variable. Las dos valvas presentan igual convexidad. La ornamentación está constituida por costillas de sección cuadrangular redondeada más anchas que los intervalos, aplastadas y debilitadas hacia el borde paleal. A cada costilla le corresponden dos en el interior de las valvas. La ornamentación secundaria consiste en láminas concéntricas.
Discusión.- Las características de los ejemplares son semejantes a las de la especie; no obstante se han encontrado dos cuya ornamentación recuerda a las variedad *spinosella* de SACCO 1897 y *lisse* DEPÉRET y ROMAN 1902-1905.
Distribución.- Mioceno inferior de Dochah, Nardaghi, Do Baradar y Jorabad.

Flabellipecten expansus (SOWERBY)
Lám.7, fig.2

1847 *Pecten expansus* SOWERBY in SMITH, p.119, lám.XVIII/21
1879 *Pecten placenta* FUCHS, p.105, lám.II/3,4
1902-1905 *Flabellipecten expansus*, DEPÉRET y ROMAN, p.151, lám.XI/3
1907 *Amussiopecten placenta*, UGOLINI, p.151, lám.XXI/3, lám.XXII/1
1914 *Pecten* (*Flabellipecten*) *expansus*, COSSMANN y PEYROT, p.292, lám.XV/3-5
1929 *Flabellipecten expansus*, DESIO, p.235, lám.XXXV/7
1939 *Flabellipecten expansus*, ROGER, p.251

1965 *Amussiopecten expansus*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.14
1971 *Flabellipecten expansus*, RULLAN, p.421
1972 *Flabellipecten expansus*, COMASCHI CARIA, p.31, lám.VII/3, lám.VIII/9

Material.- 4 ejemplares.
Descripción.- Individuos de tamaño grande. La parte apical de valva derecha es abombada. Valva izquierda plano-convexa. La superficie de las valvas es lisa. La ornamentación está formada por numerosas costillas, visibles por transparencia y pareadas en el interior de la concha, y por finas láminas concéntricas.
Distribución.- Burdigaliense de Bichareh y Eidajti.

Flabellipecten tagicus COTTER
Lám.7, fig.1

1904 *Flabellipecten tagicus* COTTER, p.6
1902- 1905 *Flabellipecten tagicus*, DEPÉRET y ROMAN, p.130, lám.XVI/4,5
1939 *Flabellipecten tagicus*, ROGER, p.130
1954 *Flabellipecten tagicus*, FERREIRA DA VEIGA, p.167, lám.V/29, lám.VI/45,46
1958 *Flabellipecten* cfr. *tagicus*, ERENTÖZ, p. 158, p.XXVI/14
1982 *Flabellipecten tagicus*, ABED y NETWALLY, lám.1/7

Material.- 22 ejemplares.
Descripción.- Formas de tamaño pequeño a mediano. Valva derecha, con contorno simétrico. Las costillas son de sección cuadrangular redondeada, divididas por intervalos planos de menor anchura que las costillas. La valva izquierda es plano-convexa, con costillas de sección triangular a subredondeada y limitadas por intervalos planos de igual tamaño. La ornamentación secundaria está representada por láminas concéntricas.
Discusión.- Los ejemplares tienen costillas más aplastadas hacia el borde paleal que lo habitual. Se diferencian de *Flabellipecten fraterculus* (SOW.) por la menor convexidad de la valva derecha y el menor número de costillas.

Distribución.- Burdigaliense de Navab, Nardaghi, Do Baradar y Bichareh.

Flabellipecten fraterculus (SOWERBY)

Lám.7, fig.3

1841 *Pecten fraterculus* SOWERBY, in SMITH, p.419, lám.XVI/12-14
1878 *Pecten vindascinus* FONTANNES, p.100
1902 *Flabellipecten fraterculus*, DEPÉRET y ROMAN, p.127, lám.XVI/1-3
1908 *Flabellipecten grecoi* UGOLINI, p.197, lám.XXIV/1-2
1914 *Pecten* (*Flabellipecten*) *vasatensis* BENOIST, COSSMANN y PEYROT, p.287, lám.XIV/1-4
1939 *Flabellipecten fraterculus*, ROGER, p.249
1965 *Flabellipecten fraterculus*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.15
1972 *Flabellipecten fraterculus*, COMASCHI CARIA, p. 28, lám.V/2,3, lám.VI/1-3
1973 *Pecten* (*Flabellipecten*) *fraterculus*, STEININGER et al, 486
1987 *Flabellipecten fraterculus fraterculus*, FRENEIX et al, p.28, lám.V/1

Material.- 3 ejemplares.
Descripción.- Formas de tamaño medio. Valva derecha convexa, ornamentada por costillas de sección cuadrangular redondeada, divididas por intervalos planos de igual tamaño. La valva izquierda es plano-cóncava, ornamentada por costillas de sección cuadrangular redondeada. La ornamentación secundaria está formada por láminas concéntricas.
Discusión.- La forma del contorno, el número y la sección de las costillas permiten atribuirlos a esta especie. Se diferencia de *Flabellipecten carryensis* GOURRET por el menor número de costillas y los intervalos más pequeños.
Distribución.- Aquitaniense de Eidajti.

Flabellipecten aff. *carryensis* (GOURRET)

Lám.6, fig.2

1890 *Pecten carryensis* GOURRET, t,IV

1905 *Flabellipecten carryensis*, DEPÉRET y ROMAN, p.135, lám.XVI/6

1939 *Felabellipecten carryensis*, ROGER, p.250

Material.- 2 ejemplares (valva derecha).

Descripción.- Formas de tamaño pequeño. Costillas redondeadas divididas por intervalos de tamaño casi igual. La ornamentación secundaria está constituida por láminas concéntricas.

Discusión.- Difieren de la especie por el menor tamaño de la concha y anchura de los intervalos.

Distribución.- Aquitaniense de Shurab.

Flabellipecten ficheuri (BRIVES)

Lám.7, fig.4

1897 *Pecten ficheuri* BRIVES, p.107

1902- 1905 *Flabellipecten ficheuri*, DEPÉRET y ROMAN,p.131, lám.XIV/3

1939 *Flabellipecten ficheuri*, ROGER, p.131

1954 *Flabellipecten ficheuri*, FERREIRA DA VEIGA, p.168, lám.II/12

Material.- 4 ejemplares.

Descripción.- Formas de tamaño medio y numerosas costillas. La valva derecha es convexa y presenta costillas de sección subcuadrangular más anchas que los intervalos, los cuales tienen fondo plano. La valva izquierda posee costillas de sección redondeada separadas por intervalos de fondo plano y más anchos que las costillas. La ornamentación secundaria consiste en láminas concéntricas.

Discusión.- El alto número, la sección y la distribución de las costillas permiten atribuir estos ejemplares a la especie. Se diferencian del *Flabellip. fraterculus* (SOWERBY) por poseer mayor número de costillas.

Distribución.- Burdigaliense de Eidajti y Kamar Kuh.

Subfamilia Chlamydinae

Género *Chlamys* RODING, 1798

Chlamys malvinae (DUBOIS DE MONTPÉREUX)

Lám.2, fig.2

1851 *Pecten malvinae,* VOLHYNIE 11, p.71, lám.VIII/2-3

1858 *Pecten scabridus,* EICHWALD, 32, p.63, lám.IV/6

1870 *Pecten malvinae,* HORNES, 46, p.414, lám.LXIV/5

1897 *Chlamys* (*Aequipecten*) *malvinae* var. acuticostulata, SACCO, 118, p.16, lám.III/36

1897 *Pecten submacrotis* ALMERA y BOFILL, 115, p.16, lám.III/36

1928 *Chlamy* (*Aequipecten*) *malvinae,* KAUTSKEY, 197, p.257

1939 *Chlamys malvinae,* ROGER, p.144, lám.XVIII/2-4

1954 *Chlamys* (*Chlamys*) *malvinae,* FERREIRA DA VEIGA, p.31, lám.VI/41

1960 *Chlamys malvinae,* CSEPREGHY-MEZNERICS, p. 27, lám.XVIII/14-19

1965 *Lyropecten* (*Aequipecten*) *malvinae,* GLIBERT y VAN DE POEL, p.26

1967 *Chlamys malvinae,* ZBYSZEWSKI, p.66

1972 *Chlamys malvinae,* COMASCHI CARIA, p.67, lám.XXV/8-11

1975 *Chlamys malvinae*, IACCARINO et al. p.309, lám.II/3, lám.III/5

Material.- 2 ejemplares.

Descripción.- Especie de tamaño pequeño. La ornamentación está formada por costillas de sección triangular redondeada de igual tamaño que los intervalos. La ornamentación secundaria es de láminas concéntricas. Las orejillas presentan costillas divergentes.

Discusión.- Los ejemplares encontrados no presentan las filas de escamas que según ROGER (1939) poseen los ejemplares de gran tamaño; los demás caracteres son los propios de la especie. Se diferencian de *Chlamys opercularis* LINNAEUS por poseer costillas más numerosas con distinta sección.

Distribución.- Burdigaliense de Jorabad y Shurab.

Chlamys radians (NYST)

Lám.3, fig.3

1839 *Pecten radians* NYST y WESTENDORP, p.15, lám.III/19

1843 *Pecten sowerbyi* NYST, 21, p.294, lám.XXIV/3b

1851 *Pecten dubios* BROCCHI y WOOD, 216, p.38, lám.VI/3

1914 *Chlamys* (*Aequipecten*) *liberata* COSSMANN y PEYROT p.326, lám.XVII/17

1920 *Pecten* (*Aequipecten*) *seniensis* LMK., DOLLFUS y DAUTZENBERG, I, p.411, lám.XXXVII/8-19

1939 *Chlamys radians*, ROGGER, p.134, lám.XVI/8-12

1965 *Lyropecten* (*Aequipecten*) *radians*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.27

1972 *Chlamys radians*, COMASCHI CARIA, p.66, lám.XXV/1-2

1982 *Chlamys* (*Aequipecten*) *radians*, GALACHE, lám.III/6-8

1990 *Chlamys radians*, DEMARCQ y SCHOEPFER, p.764, lám.2/1

Material.- 2 ejemplares (valva izquierda).

Descripción.- Son formas de tamaño pequeño con un contorno triangular redondeado. La ornamentación consiste en costillas con una sección redondeada y más anchas que los intervalos. La ornamentación secundaria se manifiesta como una laminación concéntrica ondulada.

Discusión.- A pesar de su similitud con *Chlamys opercularis* LINNAEUS se diferencian en la sección de las costillas y en el tipo de ornamentación secundaria.

Distribución.- Burdigaliense de Shurab.

Chlamys submalvinae (BLANCKENHORN) 1901

Lám.3, fig.2

1883 *Pecten malvinae* FUCHS, 80, p.59, lám.XXI/3

1900 *Pecten sub-numidus*, Aegypten, 132, p.211

1901 *Pecten sub-malvinae*, Aegypten, 146, p.120, lám.II/5

1915 *Aequipecten sub-malvinae*, DAUS, 186, p.479, lám.XVII/5

1921 *Chlamys sub-malvinae*, STEFANINI, 190, p.137

1932 *Chlamys sub-malvinae*, CHIESA, p.181, lám.III/8

1935 *Pecten sub-malvinae*, var. *advena* COWPER-REED, p.18, lám.1/4

1939 *Chlamys sub-malvinae*, ROGER, p.118, lám.XV/5-6, lám.XVI/13-16

1965 *Lyropecten* (*Argopecten*) *submalvinae*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.28

1967 *Chlamys sub-malvinae*, ZBYSZEWSKI, p.63, 66, 72

1972 *Chlamys sub-malvinae*, COMASCHI CARIA, p. 62, lám.XXIII/23-24, lám.XXIV/1-4

Material.- 5 ejemplares.

Descripción.- La especie agrupa formas de tamaño pequeño de contorno inequilateral. Las costillas presentan sección redondeada y son más anchas que los intervalos planos. La ornamentación secundaria consiste en 4-5 cóstulas sobre las costillas y 2 en cada intervalo y, además, finas láminas concéntricas de crecimiento en la superficie de las valvas. La orejilla anterior de la valva derecha contiene pequeñas costillas divergentes.

Discusión.- Difieren de *Chlamys malvinae* (DUBOIS) por el tamaño más grande y el menor número de costillas, de sección más redondeada.

Distribución.- Mioceno inferior de Eidajti y Dochah.

Chlamys macrotis (SOWERBY)

Lám.1, fig.3

1847 *Pecten macrotis* SOWERBY in SMITH, 25, p.420, lám.XVII/15

1897 *Chlamys* (*Aequipecten*) *multiscabrella* SACCO, 118, p.29, lám.VIII/38-41

1906 *Chlamys plubiensis* UGOLINI, 168, p.160, lám.X/1

1914 *Chlamys* (*Aequipecten*) *raulini* COSSMANN y PEYROT, p.328, lám.XVIII/1-2-22-23

1914 *Chlamys* (*Aequipecten*) *degrangei* COSSMANN y PEYROT, p.332, lám.XX/5-8

1914 *Chlamys* (*Aequipecten*) *liberata* COSSMANN y PEYROT, p.326, lám.XVII/14

1928 *Chlamys* (*Aequipecten*) *multiscabrella*, KAUTSKY, p.256, lám.VII/5

1933 *Chlamys multiscabrella*, BONI, 14, p.134, lám.VIII/4
1939 *Chlamys macrotis*, ROGER, p.114, lám.XIV/7-10, lám.XV/7-8
1954 *Chlamys macrotis*, CSEPREGHY-MEZNERICS, p.315, lám.XIII/2
1965 *Lyropecten* (*Aequipecten*) *macrotis*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.26
1972 *Chlamys macrotis*, COMASCHI CARIA, p.60, lám.XXIII/23-24
1990 *Chlamys macrotis*, DEMARCQ y SCHOEPFER, p.761, lám.1/7

Material.- 3 ejemplares.
Descripción.- Las valvas son de tamaño pequeño y presentan un contorno inequilateral. La ornamentación está formada por costillas de sección redondeada y del mismo tamaño que los intervalos. La ornamentación secundaria presenta de 2 a 3 filas de pequeñas escamas sobre costillas e intervalos.
Discusión.- Las diferencias con *Chlamys zitteli* (FUCHS) consisten en un mayor número de costillas, que son menos dominantes, y en la presencia de una ornamentación secundaria más fina.
Distribución.- Burdigaliense de Jorabad.

Chlamys multistriata (POLI)
Lám.1, fig.1

1791-1795 *Ostrea multistriata* POLI, p.164, lám.XXVIII/14
1758 *Ostrea pusio* LINNAEUS, 2, p.698
1823 *Pecten striatus* SOWERBY, 246, p.412, lám.CCCXCIV/2,4
1831 *Pecten gloriamaris* DUBOIS, 11, p.72, lám.VIII/6,19
1831 *Pecten serratus* NILS., DUBOIS, 11, p.73, lám.VIII/5
1850 *Pecten substriatus* D'ORBIGNY, 26, p.128
1878 *Pecten nimius* FONTANNES, III, 63, p.98, lám.V/2
1889 *Chlamys multistriata*, BUCQUOY, DAUTZEN. y DOLLFUS, p.104
1897 *Chlamys tauroperstriata* SACCO, 118, p.6, lám.I/12-14
1898 *Pecten aculeatulus* ALMERA y BOFILL, 120, p.115, lám.VIII/17
1907 *Chlamys multistriata*, CERULLI-IRELLI, 169, p.90, lám.IV/49-50
1914 *Chlamys tauroperstriata*, COSSMANN y PEYROT, p.315, lám.XVI/30,34
1920 *Chlamys multistriata*, DOLLFUS y DAUTZENBERG, p.117,

lám.XXV/23,24

1936 *Chlamys gloriamaris*, FRIEDBERG, 206, p.219, lám. XXXV/3,4, lám.XXXVI/4

1939 *Chlamys multistriata*, ROGER, p.165, lám.XXII/5-7 y 11-15, lám.XXIII/5, lám.XXIV/8,9

1954 *Chlamys gloriamaris*, FERREIRA DA VEIGA, p.183, lám.IV/20, lám.V/35

1960 *Chlamys multistriata*, CSEPREGHY-MEZNERICS, p.23, lám.XIV/23-25

1982 *Chlamys* (*Chlamys*) *multistriata*, GALACHE, lám.III/4,5

Material.- 4 ejemplares.

Descripción.- Son formas de pequeño tamaño y de contorno oval. La ornamentación consiste en costillas subredondeadas, divididas por intervalos más estrechos y de fondo plano. La orejilla anterior de la valva derecha presenta costillas divergentes.

Distribución.- Mioceno inferior de Bichareh y Do Baradar.

Chlamys senatoria (GMELIN)

Lám.2, fig.3

1840 *Pecten soomrowensis* SOWERBY, lám.35/14

1853 *Pecten favrei* D'ARCHIAC, D'ARCHIAC y HAIME, p.270, lám.24/5

1926 *Chlamys senatoria*, STOCKLEY, p.1, 27, lám.VII/2, lám.XV/3

1937 *Chlamys senatoria* GMELIN, p.233, lám.XIV/4

1928 *Pecten* (*Chlamys*) *senatoria* GMELIN, var. *soomrowensis* SOWERBY, p.434

1936 *Chlamys senatoria*, COX, p.54, lám.V/8, lám.VI/9

1958 *Chlamys senatoria* var. *soomrowensis*, AZZAROLI, p.111, lám.31/8-11

Material.- 5 ejemplares.

Descripción.- Especie de tamaño medio y contorno equilateral. La ornamentación está formada por costillas de sección subredondeada separadas por intervalos cóncavos. La ornamentación secundaria en estado juvenil consiste en láminas concéntricas; en los individuos adultos la sección es de subredondeada a subtriangular

al aparecer una cóstula central dominante; las costillas miden aproximadamente el doble que los intervalos. Las orejillas están ornamentadas por costillas divergentes.

Discusión.- La cóstula central que divide las costillas en 3 partes permite atribuir estos ejemplares a la var. *soomrowensis* SOWERBY. Presentan semejanza con *Chlamys islandica* MÜLLER de la cual se diferencia por el número y la sección de las costillas y por la ornamentación secundaria.

Distribución.- Mioceno inferior de Do Baradar, Eidajti, Bichareh.

Chlamys cookei (DE GREGORIO)

Lám.3, fig.4

1895 *Pecten kooki* DE GREGORIO, 294, p.115, lám.I/17

1939 *Chlamys cookei*, ROGER p.56, lám.II/V, lám.V/9

Material.- 4 ejemplares (valva derecha).

Descripción.- Ejemplares de tamaño pequeño y contorno equilateral. Ornamentación de costillas de sección redondeada y del mismo tamaño que los intervalos de fondo cóncavo. La ornamentación secundaria está constituida por 11-12 filas de espinas y escamas sobre cada una de las costillas. La orejilla anterior presenta cóstulas divergentes.

Discusión.- Es similar a *Chlamys northamptoni* (MICHELOTTI) de la cual difiere por poseer menor número de costillas y ornamentación más fina.

Distribución.- Burdigaliense de Eidajti.

Chlamys northamptoni (MICHELOTTI)

Lám.2, fig.4

1839 *Pecten northamptoni* MICHELOTTI, 224, p.8

1847 *Pecten oblitus* MICHELOTTI, 24, p.90

1850 *Pecten dubius* D'ORBIGNY, 26, p.128

1877 *Pecten bonifaciensis* LOCARD, 62, p.144, lám.II/6-8

1881 *Pecten bianconii* FUCHS, 225, p.319

1897 *Chlamys* (*Aequipecten*) *northamptoni*, SACCO, p.16, lám.IV/1-6

1897 *Chlamys* (*Aequipecten*) *obliquatensis* SACCO, p.18, lám.V/12-13
1900 *Pecten northamptoni*, NELLI, 137, p.401
1939 *Chlamys northamptoni*, ROGER, p.48, lám.II/11, lám.VII/1,2,8,9
1960 *Chlamys northamptoni*, CSEPREGHY-MEZNERICS, p.30, lám.XX/1-5
1972 *Chlamys northamptoni*, COMASCHI CARIA, p.52, lám.XIX, XX, XXI.

Material.- 13 ejemplares.
Descripción.- Formas de tamaño medio, y ornamentación caracterizada por costillas de sección redondeada y más grandes que los intervalos. La ornamentación secundaria consiste en espinas distribuidas en filas radiales que aumentan de espesor hacia el borde de la valva. En la superficie de cada costilla se pueden observar de 4 a 5 costillas de orden menor y 2 de ellas en los intervalos.
Discusión.- Se diferencian de *Chlamys haueri* MICHELOTTI por poseer el ángulo apical más pequeño y por ser las costillas menos aplastadas hacia el borde paleal.
Distribución.- Burdigaliense de Kamar Kuh, Navab y Nardaghi.

Familia Propeamussiidae
Género *Amusium* RÖDING, 1798

Amusium cristatum (BRONN)
Lám.8, fig.1

1814 *Ostrea pleuronectes* LINNAEUS, BROCCHI, II, p.573
1827 *Pecten cristatus* BRONN, t.II, p.542
1834 *Pecten cristatus*, GOLDFUSS, II, p.77, lám.99/13
1880 *Pecten cristata*, FONTANNES, II, p.198,199
1898 *Amussium cristatum*, SACCO, p.47, lám.XIII/30,31, lám.XIV/1
1902-1905 *Amussium cristatum*, DEPÉRET y ROMAN,p.174, lám.XXV/1-6
1939 *Amussium cristatum*, ROGER, p.254
1965 *Amusium* (s. s.) *cristatum*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.11
1971 *Amussium cristatum*, MÉNDEZ CECILIA, p.488, lám.II/4,5
1987 *Amusium cristatum*, FRENEIX et al., p.21, lám.III/1

1988 *Amusium cristatum*, BRAMBILLA y LUALDI, lám.3/2

Material.- 14 ejemplares.
Descripción.- Tamaño medio a grande. Valva derecha más convexa que la izquierda. Las valvas poseen una superficie externa completamente lisa; en el interior están reforzadas por costillas radiales agrupadas en pares. La ornamentación secundaria es de láminas concéntricas. A veces se preserva el color original del individuo.
Discusión.- Se parecen a la variedad *badense* DEPÉRET y ROMAN por la distribución por pares de las costillas en el interior de las valvas. Difieren de *Amusium de stefanii* UGOLINI por poseer la superficie lisa.
Distribución.- Burdigaliense de Kamar Kuh, Bichareh y Shurab.

Familia Spondylidae

Género *Spondylus* LINNAEUS, 1758

Spondylus (*Spondylus*) *gaederopus* LINNAEUS

Lám.8, fig.2

1814 *Spondylus gaederopus*, BROCCHI, II, p.586
1825 *Spondylus aduncus* BORSON, BORSON, p.148, fig.6
1831 *Spondylus gaederopus*, BRONN, p.120
1852 *Spondylus gaederopus*, D'ORBIGNY, III, p.186
1898 *Spondylus gaederopus*, SACCO, p.1, lám.I/1-5
1914 *Spondylus deshayesi*, COSSMANN y PEYROT, p.367, lám.18/20,22, lám.19/8
1965 *Spondylus geaderopus*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.42
1973 *Spondylus gaederopus*, STEININGER et al., p.488, lám.17/2
1975 *Spondylus gaederopus*, FEKIH, p.45, lám.11/5
1987 *Spondylus* (*Spondylus*) *gaederopus*,FRENEIX et al, p.34, lám.VIII/1

Material.- 19 ejemplares.
Descripción.- Formas de gran tamaño con contorno triangular redondeado y algo alargado. Las valvas tienen numerosas costillas

longitudinales ornamentadas con escamas; y entre las costillas, varias son dominantes y presentan espinas irregulares y más desarrolladas. La ornamentación secundaria consiste en láminas concéntricas irregulares.

Discusión.- Se diferencia de las otras especies por su tamaño y la ornamentación de las valvas.

Distribución.- Burdigaliense de Shurab, Do Baradar, Jorabad y Bichareh.

Spondylus (*Spondylus*) *crassicosta* LAMARCK 1819

Lám.9, fig.1,2. Lám.10, fig.1

1819 *Spondylus crassicosta* LAMARCK, VI, p.193
1827 *Spondylus rastellum*, DEFRANCE, 50, p.327
1842 *Spondylus gaederopus* Lám., SISMONDA, 1ª ed.,p.23
1852 *Spondylus quinquecostatus* DESHAYES y D'ORBIGNY, p.187
1867 *Spondylus crassicosta*, HOERNES, p.429,430
1890 *Spondylus crassicosta*, DELLA CAMPANA, p.30
1898 *Spondylus crassicosta*, SACCO, p.5, lám.I/17, lám.II/1,2
1965 *Spondilus crassicosta*, GLIBERT y VAN DE POEL, p.41
1974 *Spondylus* (*Spondylus*) *crassicosta*, MALATESTA, p.60, lám.5/3a,b
1987 *Spondylus (Spondylus) crassicosta*, FRENEIX et al, p.35, lám.VIII/2,3

Material.- 8 ejemplares.

Descripción.- Son formas de tamaño medio a grande. La valva derecha presenta mayor convexidad que la izquierda. Dentro de la ornamentación se pueden encontrar costillas con tres categorias de tamaño. Existen costillas grandes con escamas y espinas separadas por costillas más finas y generalmente irregulares, de las que la central es dominante. El área ligamentaria es profunda.

Discusión.- Se diferencian de otras especies por el tamaño, la forma general, la ornamentación y la abundancia de espinas. Algunos de los ejemplares se pueden atribuir a la var. *ornatulina* SACCO 1898, que presenta mayor número de costillas.

Distribución.- Aquitaniense de Shurab, Jorabad y Do Baradar.

Suborden Ostreina
Superfamilia Ostreoidea
Familia Gryphaeidae
Subfamilia Pycnodonteinae
Género *Hyotissa* STENZEL, 1971

Hyotissa hyotis (LINNAEUS)
Lám.12, fig.1

1758 *Mytilus hyotis,* LINNAEUS, p.704
1814 *Ostrea hyotis*, BROCCHI, II
1843 *Ostrea squarrosa*, SERRES, p.160, lám.3/4
1864 *Ostrea hyotis*, MAYER, p.51
1926 *Ostrea hyotis*, STOCKLEY, p.35, lám.III/1
1938 *Ostrea plicatula* var. *germanitala*, STCHPINSKY, p.47, lám.5/4
1952 *Pycnodonta squarrosa* (de SERRES), LECOINTRE y RASON, p.29, lám.7/12
1969 *Hyotissa hyotis*, MOORE, p. 1108, lám.J85/1
1974 *Hyotissa hyotis*, MALATESTA, p. 66, lám.6/1
1979 *Hyotissa hyotis*, D'ALESSANDRO et al., p.50, lám.VI/7, lám.X/10
1988 *Hyotissa hyotis*, FRENEIX et al., p.3, lám.I/3,4

Material.- 40 ejemplares.
Descripción.- Son formas de tamaño medio a grande. Presentan un contorno de redondeado a oval, y valvas subiguales (la valva izquierda es más convexa que la derecha). La ornamentación está constituida por costillas radiales con tubérculos que generalmente se bifurcan en la parte intermedia de la valva. Las chomatas presentes en el interior de las valvas son subparalelas y vermiculares.
Distribución.- Mioceno inferior de Do Baradar, Navab, Shurab y Bichareh.

Género *Pycnodonte* FISCHER DE WALDHEIM, 1835

Pycnodonte sp.
Lám.14, fig.1

Material.- 14 ejemplares.
Descripción.- Los ejemplares, con aspecto variable, son de tamaño medio y grande. La valva izquierda es más convexa y en general presenta un área de fijación pequeña, mientras la valva derecha se caracteriza por expansiones alares. La ornamentación consta de costillas radiales con escamas y/o con láminas concéntricas escamosas. La impresión muscular es reniforme y las chomatas, estrechas y a veces vermiculiformes, varían desde cortas a largas.
Distribución.- Burdigaliense de Eidajti y Nardaghi.

Familia Ostreidae
Subfamilia Ostreinae
Género *Ostrea* LINNAEUS, 1758

Ostrea (*Ostrea*) *lamellosa* BROCCHI
Lám.11, fig.4

1814 *Ostrea lamellosa* BROCCHI, II, p.564
1833 *Ostrea boblayei* DESHAYES, III, p.122
1857 *Ostrea lamellosa*, ABICH, p.68
1914 *Ostrea lamellosa*, COSSMANN y PEYROT, t.II, p.378
1938 *Ostrea welschi*, STCHEPINSKY, p.42, lám.3/11
1938 *Ostrea gingensis*, STCHEPINSKY, p.43, lám.4/2, 2a
1938 *Ostrea lamellosa*, STCHPINSKY, p.45, lám.5/1, 1a, 2, 2a
1952 *Ostrea lamellosa*, ROSSI RONCHETTI, p.40, fig.15
1972 *Ostrea* (*Ostrea*) *lamellosa*, CAPROTTI, p.63, lám.2/3
1974 *Ostrea* (*Ostrea*) *lamellosa*, MALATESTA, p.65, lám.6/2a-c
1988 *Ostrea* (*Ostrea*) *lamellosa*, BRAMBILLA y LUALDI, lám.4/5
1988 *Ostrea* (*Ostrea*) *lamellosa*, FRENEIX et al, p.5, lám.1/5a,5b

Material.- 16 ejemplares.

Descripción.- Tamaño pequeño a grande. Forma alargada y a veces oval. La valva inferior está ornamentada por numerosas costillas escamosas, mientras la valva superior presenta láminas concéntricas. La impresión muscular es reniforme.

Discusión.- Varios autores (RANSON 1952, RONCHETTI 1952, COMPAGNONI 1964 y PALLA 1966) han considerado a *Ostrea edulis* LINNAEUS y *Ostrea lamellosa* como especies diferentes; algunos caracteres como la concha más ovalada y alargada y la impresión muscular reniforme son propios de *Ostrea lamellosa*. Otros autores (SACCO 1897, CERULLI IRELLI 1907, GLIBERT y VAN DE POEL 1965) que han estudiado numerosas formas de transición y el fuerte polimorfismo entre las dos especies, han considerado a *Ostrea lamellosa* como un subespecie o una variedad de *Ostrea edulis*.

Distribución.- Burdigaliense superior de Navab, Shurab, Eidajti, Jorabad y Bichareh.

Ostrea digitata EICHWALD (DUBOIS)

Lám.13, fig.2. Lám.14, fig.2

1830 *Ostrea digitata* EICHWALD, p.213

1831 *Ostrea digitalina* DUBOIS, p.74, lám.VIII/13 y 14

1897 *Ostrea digitata*, SACCO, p.11, lám.III/37

1911 *Ostrea digitalina* var. *rholfsii*, VREDENBURG, XLI, p.38, lám.VI/1-4

1927 *Ostrea digitata*, DOUGLAS, lám.III/1,2, lám.IV/2,3 y lám.V/I,II

1927 *Ostrea digitata*, COX, lám.V/1,2 y lám.III/1,2

1936 *Ostrea digitata*, COX, XXll, Mem.2, lám.VII/1

1957 *Ostrea digitalina*, ZBYSZEWSKI, p.127

1981 *Ostrea digitata*, KALANTARI, p.182 a 186, lám.69/1-4, lám.70/5 y 6, lám.71/1-4

Material.- 2 ejemplares.

Discusión.- Individuos de gran tamaño. Formas más largas que anchas. La ornamentación consiste en numerosas costillas longitudinales atravesadas por líneas de crecimiento concéntricas. Impresión muscular con forma oval.

Discusión.- Los ejemplares estudiados se parecen a la var. *rohlfsi* figurados por KALANTARI (1981) y encontrados en el SW de Irán por DOUGLAS (1927). El nombre *digitalina* es según SACCO (1897), una equivocación de DUBOIS (1831) a la hora de describir está especie.

Distribución.- Burdigaliense de Shurab.

Género *Fergaena* VYALOV, 1936

Fergaena sp.

Lám.13, fig.1

Material.- 2 ejemplares.

Descripción.- Concha de gran tamaño, con contorno alargado. La parte dorsal de las valvas es muy curvada. Las chomatas se presentan como depresiones de pequeñas dimensiones. La ornamentación consiste en numerosas láminas concéntricas escamosas.

Discusión.- La forma de la valva izquierda se parece mucho a la de *Ferganea ferganensis* ROMANOVSKIY, de la cual se diferencia por tener mayor número de escamas.

Distribución.- Aquitaniense de Nardaghi.

Género *Cubitostrea* SACCO, 1897

Cubitostrea sp.

Lám.12, fig.2

Material.- 5 ejemplares.

Descripción.- Individuos de tamaño pequeño y medio, más alargados que anchos. La ornamentación de la valva derecha está formada por laminas concéntricas, y la valva izquierda presenta numerosas costillas atravesadas por fuertes líneas de crecimiento. Las impresiones musculares son reniformes.

Discusión.- Los ejemplares estudiados presentan los mismos

caracteres que *Cubitostrea* sp. en KALANTARI (1981, p. 178, lám. 67/8-10), y se diferencian de *Cubitostrea cubitos* DESHAYES, del Eoceno de Francia por tener la valva izquierda menos desarrollada y el borde ventral menos torcido.

Distribución.- Mioceno inferior de Jorabad y Kamar Kuh.

Orden Arcoida
Superfamilia Arcoidea
Familia Arcidae
Subfamilia Anadarinae
Género *Anadara* Gray, 1847

Anadara sp.

Material.- 2 ejemplares

Descripción.- Ejemplares de pequeño tamaño. Contorno subquadrangular. Umbos encorvados, Ornamentación de costillas longitudinales divididas por intervalos más finos. La ornamentación secundaria está formada por finas estrías de crecimiento.

Distribución.- Mioceno medio de Kamar Kuh.

Orden Pterioida
Suborden Pteriina
Superfamilia Pinnoidea
Familia Pinnidae
Género *Pinna* LINNAEUS, 1758

Pinna sp.
Lám.10, fig.2

Material.- 1 molde interno.

Descripción.- Individuo de gran tamaño con contorno cuneiforme y subtriangular, ornamentado por costillas longitudinales

separadas por grandes depresiones. En la parte anterior de la concha se encuentran finos pliegues transversales encorvados.
Distribución.- Burdigaliense de Dochah.

Subclase Heterodonte

Orden Veneroida

Superfamilia Veneroidea

Familia Veneridae

Subfamilia Venerinae

Género *Venus* LINNAEUS, 1758

Venus (*Ventricoloidea*) *multilamella* (LAMARCK), 1818

Lám.10, fig.4

1870 *Venus multilamella*, HOERNES, p.130, lám.XV/2,3

1900 *Ventricola multilamella*, SACCO, XXVIII, p.30, lám.VIII/1-18

1910 *Venus* (*Ventricola*) *multilamella*, SCHAFFER, p.86, lám.XI/ 8,9

1916 *Chione Multilamella*, STEFANINI, p.124, lám.III/13-15

1936 *Chione* (*Ventricoloidea*) *multilamella*, BOGSCH, p.58, lám.III

1950 *Venus* (*Ventricola*) *multilamella*, CSEPREGHY-MEZNERICS, p.82

1958 *Venus* (*Ventricoloidea*) *multilamella*, ERUNAL-ERENTOZ, p.188, lám.XXXV/9-12

1963 *Venus* (*Ventricola*) *multilamella*, VENZO e PELOSIO, p.180, lám.LVI/1-5

1967 *Venus* (*Dosina*) *multilamella*, STEININGER, p.174

1971 *Venus multilamella*, STEININGER, p.461, lám.41/ 2

1973 *Venus* (*Ventricola*) *multilamella*, BÁLDI, p.210, lám.XVIII/1,3,5

1974 *Venus* (*Ventricola*) *multilamella*, FRENEIX et al., lám.VII/3-7

1988 *Venus* (*Ventricoloidea*) *multilamella*, BRAMBILLA y LUADI, p.22, lám.VIII/4

Material.- 20 ejemplares.
Descripción.- Son individuos de pequeño tamaño, con conchas

ovales. El umbo está desplazado hacia la parte anterior y la ornamentación es de finas laminas concéntricas.

Discusión.- El tamaño y la forma general de los ejemplares recuerdan a los de *Chamelea gallina* LINNAEUS del Tortoniense de Piemonte, de la que se diferencian por el menor espesor de las laminas concéntricas.

Distribución.- Burdigaliense superior de Nardaghi, Do Baradar, Jorabad y Bichareh.

Subfamilia Pitarinae

Pelecyora (*Cordiopsis*) *islandicoides* (LAMARCK)

Lám.11, fig.1

1818 *Cyprina islandicoides*, LAMARCK, 558

1870 *Venus islandicoides*, HOERNES, p.121, lám.XIII/2

1900 *Amiantis islandicoides*, COCCONI, p.279

1910 *Meretrix* (*Cordiopsis*) *islandicoides*, COSSMANN y PEYROT, p.400, lám.XVII/1,2,12-15

1916 *Meretrix islandicoides*, STEFANINI, p.128

1933 *Meretrix* (*Cordiopsis*) *islandicoides*, VENZO, p.53, lám.V/25,26

1954 *Pitaria* (*Cordiopsis*) *islandicoides*, CSEPREGHY-MEZNERICS, Kele. p.91, lám.XIII/II

1958 *Meretrix* sp. gr. de *Meretrix islandicoides*, ERUNAL-ERENTOZ, p.183, lám.XXIV/18,19, XXXV/1

1958 *Pitaria* (*Amiantis*) *islandicoides*, MORONI, p.67

1963 *Pitaria* (*Amiantis*) *islandicoides*, VENZO e PELOSIO, p.176, lám.LIV/6,10,11

1973 *Pelecyora* (*Cordiopsis*) *islandicoides*, MARASTI, p.110, lám.26/3

1974 *Sinodia islandicoides*, MALATESTA, p.143, lám.XII/6

1987 *Pelecyora* (*Cordiopsis*) *islandicoides*, FRENEIX et al., p.434, lám.III/9

Material.- 3 ejemplares.

Descripción.- Se trata de ejemplares de tamaño medio. Presentan

un contorno inequilateral alargado y globuloso con la parte anterior de la concha más corta que la posterior.

Discusión.- El borde de la concha en los ejemplares estudiados se parece a lo de los individuos estudiados por ERUNAL-ERENTOZ (1958), es decir, con el borde posterior arqueado y el anterior casi oblicuo.

Distribución.- Burdigaliense y Mioceno medio de Kamar Kuh y Nardaghi.

Subfamilia Tapetinae

Género *Tapes* MEGERLE, 1811

Tapes (*Callistotapes*) aff. *intermedius* (NAM)

Lám.11, fig.3

1899 *Callistotapes intermedius*, SACCO, XXVIII, p.53, lám.XII/10

1933 *Tapes* (*Callistotapes*) aff. *intermedius*, VENZO, p.47, lám.V/20

Material.- 2 ejemplares.

Descripción.- Se trata de conchas de tamaño pequeño a medio con formas elipsoidales-subtriangulares e inequilaterales, ornamentados por numerosas líneas de crecimiento.

Discusión.- Las muestras estudiadas se apartan de la forma figurada por VENZO en que el tamaño de los ejemplares estudiados es mayor y sus conchas más son globulosas.

Distribución.- Burdigaliense de Do Baradar y Eidajti.

Superfamilia Cardioidea

Familia Cardiidae

Subfamilia Cardiinae

Género *Cardium* LINNAEUS, 1758

Acanthocardia (*Acanthocardia*) *paucicostatum* (SOWERBY)

Lám.10, fig.6

1899 *Cardium paucicostatum*, Sacco, XXVII, p.35, lám.VIII/9-11
1911 *Cardium paucicostatum*, COSSMANN y PEYROT, p.478, lám.XX/30
1933 *Cardium paucicostatum*, VENZO, p.55, lám.VI/5-6
1954 *Cardium paucicostatum*, CSEPREGHY-MEZNERICS, p.90, lám.XII/16-17
1958 *Cardium* (*Cardium*) *paucicostatum*, ERENTöZ, p.176, lám.XXXIII/16-17
1963 *Cardium* (*Acanthocardia*) *paucicostatum*, VENZO e PELOSIO, p.172, lám.XXXI/1, LII/5, LIV/5, LV/8,20,22,23
1982 *Acanthocardia* (*Acanthocardia*) *paucicostata*, GALACHE, lám.XIII/2-8
1988 *Acanthocardia* (*Acanthocardia*) *paucicostata*, BRAMBILLA y LUALDI, lám.VI/3

Material.- 5 ejemplares.
Descripción.- Son individuos de tamaño pequeño a medio, de forma oval-triangular. La ornamentación está formada por costillas radiales separadas por surcos más anchos.
Discusión.- Como caracterìstica diferenciadora, los ejemplares pertenecientes a esta especie poseen un bajo número de costillas.
Distribución.- Burdigaliense y Mioceno medio de Kamar Kuh, Navab y Do Baradar.

Superfamilia Lucinoidea
Familia Lucinidae
Subfamilia Lucininae
Género *Lucina* BRUGUIERE, 1797

Lucina (*Lucina*) *orbicularis* DESHAYES
Lám.10, fig.7

1814 *Venus pensylvanica* BROCCHI, II, p.551
1836 *Lucina orbicularis* DESHAYES, III, p.95, lám.XXII/6-8
1850 *Lucina orbicularis* DESHAYES, I, p.786
1901 *Dentilucina orbicularis*, SACCO, XXIX, p.78, lám.XVIII/14-22
1912 *Phacoides orbicularis*, COSSMANN e PEYROT, p.693, lám.XXVIII/56-59

1937 *Lucina* (*Lucina*) *orbicularis*, CHAVAN, LXXXI, p.244
1958 *Lucina* (*Lucina*) *orbicularis*, ERUNAL-ERENTOZ, p.174, lám.XXXIII/11-14
1982 *Lucina* (*Lucina*) *orbicularis*, GALACHE, lám.II/1-4

Material.- 8 ejemplares.
Descripción.- Se trata de individuos de pequeño tamaño con contorno inequilateral, en que el borde anterior es más pequeño que el posterior. La concha está ornamentada por láminas de crecimiento concéntricas, observándose entre éstas estrías más finas.
Distribución.- Burdigaliense superior de Nardaghi, Jorabad y Eidajti.

Megaxinus bellardinus (MAYER)
Lám.10, fig.5

1858 *Lucina multilamellata* DESHAYES, ANDRIAN, p.50
1901 *Megaxinus bellardianus*, SACCO,XXIX, p.75, lám.XVII/29-31
1910 *Miltha* (*Megaxinus*) *bellardianus*, COSSMANN y PEYROT, p.658, lám.XXVII/10-12
1933 *Miltha bellardianus*, VENZO, p.58, lám.VI/11-14
1946 *Lucina* (*Megaxinus*) *bellardiana*, STCHEPINSKY, p.142, lám.XXXIII/10-13

Material.- 25 ejemplares.
Descripción.- Conchas de tamaño pequeño y medio, con contorno poligonal variable y a veces con depresiones en los márgenes laterales. Ornamentación formada por finas líneas de crecimiento concéntricas.
Discusión.- Los ejemplares estudiados se diferencian de los pertenecientes a la especie *Miltha multilamellata* DESHAYES, por tener el contorno más regular y las líneas de crecimiento más finas.
Distribución.- Burdigaliense de Nardaghi, Bichareh, Shurab.

Orden Myoida

Suborden Pholadina

Superfamilia Pholadoidea

Familia Teredinidae

Subfamilia Kuphinae

Género *Kuphus* GUETTARD, 1770

Kuphus polythalaminas (LINNAEUS)

Lám.10, fig.3

1758 *Serpula arenaria* LINNAEUS, 10, p.787

1767 *Serpula polythalamia* LINNAEUS, 12, p.1266

1847 *Serpula polythalaminus* LINNAEUS (1758), GRAY, p.188

1862 *Kuphus arenarius*, TRYON, p.481

1926 *Teredo* (*Kuphus*) aff. *polythalamia*, STOCKLEY, p.62, lám.VIII/I

1948 *Kuphus* aff. *polythalaminas*, TAVANI, p.253

1958 *Kuphus* cfr. *polythalaminas*, AZZAROLI, p.117

1969 *Kuphus polythalaminas*, MOORE, p.739,740 lám.E211/1,2

Material.- 8 ejemplares.

Descripción.- Individuos con forma de tubo, con diámetro pequeño. Ornamentación consistente en láminas de crecimiento que a veces se bifurcan.

Distribución.- Burdigaliense superior de Navab.

Clase Gastropoda
Subclase Prosobranchia
Orden Mesogastropoda
Superfamilia Rissoidea
Familia Vitrinellidae
Género *Circulus* JEFFREYS, 1865

Circulus striatus (PHILIPPI)
Lám.16, fig.8

1876 *Circulus striatus*, SEGUENZA p.256
1916 *Adeorbis striatus*, CERULLI IRELLI, p.187, lám.21
1959 *Circulus striatus*, ANDERSON, p.64
1968 *Circulus striatus*, NORDSIECK, p.32, lám.5/10,16
1975 *Circulus striatus*, PAVIA, p.12, lám.2
1980 *Circulus striatus*, MARTINELL, lám.1

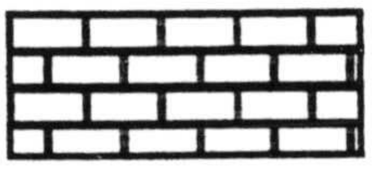
Material.- 5 ejemplares.
Descripción.- Individuos de pequeño tamaño, discoidales, con vueltas poco numerosas, base plano-cóncava, ombligo pequeño y abertura subovalada. La ornamentación está constituida por abundantes costillas espiraladas finas.
Discusión.- Estos ejemplares se diferencian de *Circulus miotaurinensis plioastensis* SACCO del Plioceno medio de Italia, por la ornamentación espiral desarrollada sólo en la última vuelta y la ausencia de costillas en la cara basal.
Distribución.- Burdigaliense superior de Kamar Kuh y Do Baradar.

Familia Rissoidae
Subfamilia Rissoinae
Género *Alvania* RISSO, 1826

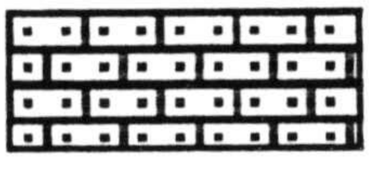
Alvania (*Alvania*) *montagui trochiformis* CSEPREGHY-MEZNERICS
Lám.15, fig.2

1956 *Alvania montagui trochiformis* CSEPREGHY-MEZNERICS, p.379, lám.II/7-10
1963 *Alvania* (*Alvania*) *montagui trochiformis*, VENZO e PELOSIO,

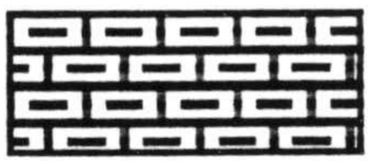
SIMBOLOGÍA USADA



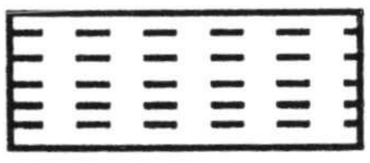
Caliza



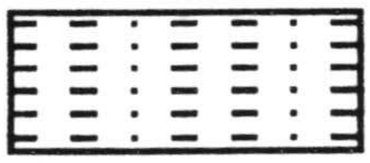
Caliza arenosa



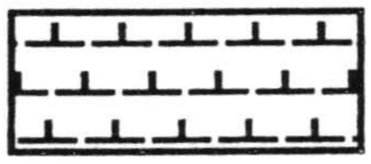
Caliza margosa



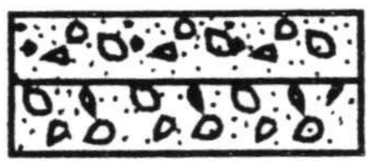
Margas



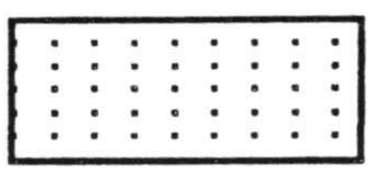
Margas arenosas



Margas calcáreas

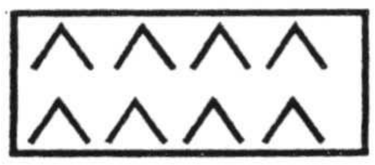


Conglomerado

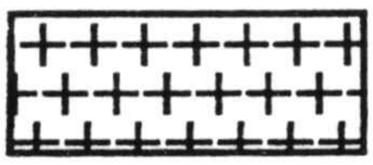


Areniscas

Arcillas



Yesos



Rocas volcánicas

Algas rojas

Bioclastos

Bivalvos

Briozoos

Crustáceos

Corales coloniales

Equinodermos

Estratificación cruzada

Estromatolitos

Foraminíferos

Foraminíferos planctónicos

Fósiles en general

Gasterópodos

Laminación cruzada

Miliólidos

Oolitos

Ostrácodos

Ostreidos

Pectínidos

Ripples de corriente

Rodolitos

p.64, lám.XXXIII/18,19,24

Material.- 11 ejemplares.
Descripción.- Conchas de tamaño muy pequeño, de forma cónica, más altas que anchas, con suturas marcadas, y ornamentación reticulada producida al entrecruzarse las costillas radiales con las longitudinales. La abertura tiene contorno ovoidal.
Discusión.- Los ejemplares estudiados se diferencian de los de *Alvania* (*Taramellia*) *zetlandica* MONTAGU por las costillas axiales menos desarrolladas y el perfil más abombado.
Distribución.- Mioceno medio del Kamar Kuh.

Superfamilia Cerithioidea
Familia Turritellidae
Subfamilia Turritellinae
Género *Turritella* LAMARCK, 1799

Turritella (*Turritella*) *tricarinata tricarinata* (BROCCHI)
Lám.16, fig.7

1814 *Turbo tricarinatus* BROCCHI, BROCHI, II, p.374, lám.VI/21
1878 *Turritella tricarinata*, DE STEFANI y PANTANELLI, p.145
1895 *Turritella tricarinata*, SACCO, XIX, p.5, lám.1/14a-b
1916 *Turritella* (*Haustator*) *tricarinatus*, HARMER, p.438, lám.XLIV/7-9
1952 *Turritella* (*Turritella*) *tricarinata*, GLIBERT, p.27, lám. 1/10
1963 *Turritella* (*Turritalla*) *tricarinata*, VENZO e PELOSIO, p.66, lám.XXXIII/22, 23, 25
1970 *Turritella* (*Turritella*) *tricarinata*, CAPROTTI, p.138, lám.1/3
1975 *Turritella* (*Turritella*) *tricarinata*, PAVIA, p.13
1979 *Turritella* (*Turritella*) *tricarinata*, MARTINELL, p.90, lám.1/5-6
1983 *Turritella* (*Turritella*) *tricarinata*, AIMASSI y FERRERO, p.184
1986 *Turritella* (*Turritella*) *tricarinata*, GONZÁLEZ DELGADO,

p.73, lám.1/10,11

1988 *Turritella* (*Turritella*) *tricarinata tricarinata*, BRAMBILLA y LUALDI, p.22, lám.XI/5

Material.- 4 ejemplares.

Descripción.- Conchas de pequeño tamaño, turriteliformes, frágiles, con vueltas ligeramente más anchas que altas y con los bordes convexos. La ornamentación consiste en 3 costillas espirales, siendo la central más pronunciada; los interespacios son más anchos que las costillas y poseen una fina estría longitudinal en el centro rodeando a los cordones principales.

Discusión.- Se diferencian de los ejemplares de la subespecie actual *Turritella* (*Turritella*) *tricarinata comunis* RISSO por tener menor tamaño.

Distribución.- Mioceno medio de Kamar Kuh.

Turritella (*Archimediella*) *bicarinata* EICHWALD

Lám.16, fig.9

1853 *Turritella bicarinata*, EICHWALD, p.220

1895 *Turritella bicarinata*, Sacco, lám.XIX, p.14

1904 *Turritella bicarinata*, DOLLFUS, COTTER, GOMEZ, lám.30/4

1914 *Turritella bicarinata*, FRIEDBERG, lám.19/21

1926 *Turritella bicarinata*, DOLLFUS, XXVI, fas.1-2, p.27-32

1938 *Turritella* (*Archimediella*) *bicarinata*, PEYROT, p.118,120

1949 *Turritella* (*Archimediella*) *bicarinata*, GLIBERT, p.117, lám.VI/17

1958 *Turritella* (*Archimediella*) *bicarinata*, ERUNAL-ERENTOZ, p.13, lám.1/18,19

Material.- 3 ejemplares.

Descripción.- Ejemplares de pequeño tamaño. Presentan dos costillas espiraladas y el espacio entre las costillas es plano y con estrías de crecimiento más finas.

Discusión.- Los ejemplares estudiados se diferencian de los individuos de otras especies por el número de costillas

espiraladas.
Distribución.- Mioceno medio de Kamar Kuh.

Turritella terebralis LAMARCK, 1822
Lám.16, fig.2

1935 *Turritella terebralis* LAMARCK, DAVIES, 1, p.239, fig.311
1981 *Turritella terebralis*, MARTINELL y DE PORTA, lám.1/8

Material.- 13 ejemplares.
Descripción.- Conchas de tamaño medio y grande, turriteliformes, con gran número de vueltas, y de perfil abombado. La ornamentación consta de un gran número de costillas espiraladas.
Discusión.- Esta especie se diferencia de otras especies del género por su mayor tamaño y la abundancia de costillas aplastadas.
Distribución.- Mioceno inferior y medio de Do Baradar, Kamar Kuh y Bichareh.

Turritella (*Haustator*) *tricincta* (BORSON)
Lám.16, fig.3

1821 *Turritella tricinta* BORSON, p.342, lám.6/11
1895 *Haustator tricintus*, SACCO, XIX, p.25, lám.II/28
1938 *Turritella tricinta*, STCHEPINSKY, p.60
1958 *Turritella* (*Haustator*) *tricinta*, ERENTUZ, p.14, lám.II/1-2
1962 *Turritella tricinta*, GLIBERT, p.92
1976 *Turritella* (*Haustator*) *tricinta*, PAVIA, p.152, lám.1/10
1979 *Turritella* (*Haustator*) *tricinta*, MARTINELL, p.95
1983 *Turritella* (*Haustator*) *tricinta*, GONZÁLEZ DELGADO, p.150, lám.3/12,13
1986 *Turritella* (*Haustator*) *tricinta*, GONZÁLEZ DELGADO, p.76, lám.1/12,13

Material.- 1 ejemplar.
Descripción.- Individuo de tamaño pequeño a medio, turriteliforme, con vueltas suavemente convexas y la línea de sutura poco profunda. La ornamentación está constituida por costillas espiraladas aplastadas, regularmente espaciadas.

Discusión.- Los ejemplares estudiados son, a primera vista, semejantes a *Turritella vermicularis* BROCCHI, del cual se diferencian sólo por tener un menor número de costillas principales espirales.
Distribución.- Mioceno medio de Kamar Kuh.

Turritella (*Haustator*) aff. *dixoni figolina* CAREZ

Lám.16, fig.10

1988 *Turritella* (*Haustator*) *dixoni figolina*, GÓMEZ-ALBA, p.286, lám.141/13
1994 *Turritella figolina*, DE RENZI, p.3, fig.11

Material.- 1 ejemplar incompleto.
Descripción.- Individuo de pequeño tamaño, turriteliforme con vueltas de perfil cóncavo y dos carenas a ambos lados de la sutura. La ornamentación está formada por finas estrías espirales.
Discusión.- Por la forma de la concha y por la presencia de dos carenas pronunciadas en cada vuelta, nuestros ejemplares son parecidos a las de especie *Turritella* (*Haustator*) *dixoni figolina* CAREZ.
Distribución.- Aquitaniense de Kamar Kuh.

Familia Potamididae
Subfamilia Potamidinae
Género *Terebralia* SWAINSON, 1840

Terebralia lignitarum (EICHWALD)

Lám.16, fig.6

1830 *Cerithium lignitarum*, EICHWALD, p.224
1856 *Cerithium duboisi* HOER., HOERNES, p.399, lám.XLII/4-5
1895 *Terebralia lignitarum*, SACCO, XVII, p.55, lám.III/36
1922 *Terebralia lignitarum*, COSSMANN y PEYROT, p.265, lám.VI/59, VII/10,11
1949 *Terebralia lignitarum*, GLIBERT, p.140, lám.IX/7

1958 *Terebralia lignitarum*, ERUNAL-ERENTOZ, p.28, lám.III/6,7

Material.- 1 ejemplar.
Descripción.- Individuo de pequeño tamaño. La espira es alargada y de forma cónica, y las vueltas son suavemente convexas. El número de cordones espiralados y axiales coincide con el descrito para la especie.
Discusión.- Se diferencia de *Terebralia bidentata* DEFRANCE por el tamaño menor de la concha y por sus costillas más finas.
Distribución.- Burdigaliense de Do Baradar.

Superfamilia Tonnoidea
Familia Ficidae
Género *Ficus* ROEDING, 1798

Ficus (*Ficus*) *conditus conditus* (BRONGNIART)
Lám.15, fig.10

1823 *Pyrula condita* BRONGNIART, p.75, lám.6/4
1852 *Pyrula condita*, D'ORBIGNY, 3, nr.1279
1891 *Ficula condita*, SACCO, p.23, lám.1/27
1904 *Ficula condita*, SACCO, 30, s.101
1956 *Pyrula condita*, RASMUSSEN, p.65, lám.5/5
1971 *Ficus* (*Ficus*) *conditus*, ROBBA, p.77
1973 *Ficus conditus*, CAPROTTI, p.163, lám.1/1-2
1979 *Ficus* (*Ficus*) *conditus conditus*, D'ALESSANDRO et al. p.79, lám.15/9

Material.- 3 ejemplares.
Descripción.- Conchas de pequeño tamaño, piriformes, cuya última vuelta recubre a todas las anteriores. La abertura es ancha y se prolonga hacia la base en un recto y largo canal sifonal. Los individuos presentan ornamentación reticulada.
Discusión.- Los ejemplares estudiados difieren de *Ficus geometra* BORSON, por tener la boca más estrecha y un contorno distinto.
Distribución.- Burdigaliense superior y Mioceno medio de Kamar Kuh y Shurab.

Familia Ranellidae

Subfamilia Cymatiinae

Género *Triton* MONTFORT, 1810 (= *Charonia* GISTL, 1848)

Triton (*Sassia*) *tuberculiferum* BRN.

Lám.15, fig.11

1872 *Triton tuberculiferum*, MAZZETTI, p.170

1881 *Triton tuberculiferum*, COPPI, p.3

1890 *Triton tuberculiferum*, TOLDO, p.23

1935 *Triton tuberculiferum*, MONTANARO, p.80, lám.VI/24

Material.- 1 ejemplar.

Descripción.- Individuo de pequeño tamaño. Presenta varices convexas con espinas situadas en las intersecciones con las costillas espiraladas.

Discusión.- La especie *Triton* (*Sassia*) *apenninicum* se diferencia del ejemplar estudiado por tener menor tamaño y mayor número de varices.

Distribución.- Mioceno medio de Kamar Kuh.

Superfamilia Cypraeoidea

Familia Cypraeidae

Género *Cypraea* LINNAEUS, 1758

Cypraea aff. *pantherina* SOLANNDER

Lám.15, fig.9

1859 *Cypraea pantherina*, CHENU, 1, p.268, fig.1699

1869 *Cypraea tigris*, ISSEL, p.109

1880 *Cypraea pantherina*, SOWERBY,IV, p.20, lám.303/69-71

1901 *Cypraea pantherina*, FISCHER, p.105

1920 *Cypraea pantherina*, VREDENBURG, p.88

1932 *Cypraea pantherina*, NARDINI, p.213, lám.XVI/2

Material.- 1 ejemplar.

Descripción.- Concha de tamaño medio y de contorno asimétrico, muy abombada en la parte dorsal y plana en la ventral; las dos

extremidades de la concha se prolongan en forma de callos. La abertura presenta los márgenes dentados.

Discusión.- Se diferencia de *Cypraea arabica* LINN. por la menor convexidad de las áreas dorsales y laterales. Nuestro ejemplar tiene un tamaño menor que el figurado por NARDINI (1932).

Distribución.- Burdigaliense de Eidajti.

Superfamilia Stromboidea

Familia Strombidae

Género *Strombus* LINNAEUS, 1758

Strombus cfr. *nodosus* BORSON

Lám.16, fig.1

1893 *Strombus nodosus*, SACCO, 14, p.4, lám.1/4-18

1930 *Strombus* sp., COX, p.106, lám.12/5

1958 *Strombus* cfr. *nodosus*, AZZAROLI, p.123, lám.34/7,8,10

Material.- 8 ejemplares.

Descripción.- Se trata de moldes de individuos de tamaño medio. Son fusiformes y globosos, y los ejemplares mejor conservados están ornamentados por gruesos tubérculos en la parte posterior de las vueltas.

Discusión.- Se diferencia de *Strombus coronatus* DEFRANCE por tener el contorno fusiforme más alargado en la parte espiral y la abertura de menor tamaño.

Distribución.- Burdigaliense de Eidajti, Kamar Kuh y Jorabad.

UNIVERSIDAD DE GRANADA
16 FEB. 1996
COMISION DE DOCTORADO

Suborden Heteroglossa
Superfamilia Cerithiopsoidea
Familia Triforidae
Subfamilia Cerithiellinae
Género *Cerithiella* VERRILL, 1882

Cerithiella (*Cerithiella*) *dertobicarinata* (SACCO)
Lám.15, fig.1

1880 *Cerithopsis bicarinata*, SEGUENZA, p.109, lám.XI/27
1895 *Cerithiella dertobicarinata* SACCO, XVII, p.70, lám.III/86
1954 *Newtoniella dertobicarinata*, FRIEDBERG, p.308, lám.XVIII/23
1955 *Cerithiella* (*Cerithiella*) *exbicarinata* MORONI, p.93, lám.IV/21
1963 *Cerithiella* (*Cerithiella*) *dertobicarinata*, VENZO e PELOSIO, p.72, lám.XXXIV/2-5,9

Material.- 15 ejemplares.
Descripción.- Ejemplares de tamaño muy pequeño con concha cónica. La ornamentación está constituida por costillas espiraladas con tubérculos en las intersecciones con las costillas axiales. El número de costillas espiraladas aumenta en la última vuelta.
Discusión.- Los ejemplares estudiados presentan caracteres parecidos a los de *Cerithiella exasperata* SACCO (1895), y se diferencian de otras especies por su patrón de ornamentación y sus pequeños tamaños.
Distribución.- Mioceno medio de Kamar Kuh.

Orden Neogastropoda
Superfamilia Muricoidea
Familia Muricidae
Subfamilia Muricinae
Género *Murex* LINNAEUS, 1758

Murex (*Chicoraeus*) aff. *aquitanicus* GRATELOUP
Lám.16, fig.4

1862 *Murex aquitanicus*, DODERLEIN, p.22

1881 *Murex* (*Chicoraeus*) *aquitanicus*, COPPI, p.21
1935 *Murex aquitanicus*, MONTANARO, p.25, lám.II/9
1958 *Murex* (*Chicoraeus*) *aquitanicus*, ERENTÓZ, p.56, lám.VIII/8

Material.- 6 ejemplares.
Descripción.- Ejemplares de pequeño tamaño y de forma globosa. La ornamentación está constituida por varices redondeadas y finas costillas espiraladas de igual tamaño, con espinas y tubérculos muy debiles.
Discusión.- Al igual que los individuos encontrados en Montebaranzone (Italia) por COPPI (1881), son de tamaño más pequeño de lo habitual.
Distribución.- Aquitaniense de Navab.

Superfamilia Cancellarioidea
Familia Cancellariidae
Subfamilia Cancellariinae
Género *Narona* H. y A. ADAMS, 1854

Narona (*Brocchinia*) *mitraeformis* (BROCCHI)
Lám.15, fig.3

1814 *Voluta mitraeformis* BROCCHI, p.645, lám.17/13
1841 *Cancellaria mitraeformis*, BELLARDI, p.9, lám.1/5-6
1890 *Brocchinia mitraeformis*, SACCO, XVI, p.68, lám.3/81
1916 *Brocchinia mitraeformis* var. *costata*, HARMER, p.397, lám.39/41
1962 *Narona* (*Brocchinia*) *mitraeformis*, WENZ, p.1364, fig.3858
1963 *Narona* (*Brocchinia*) *mitraeformis*, VENZO y PELOSIO, p.113, lám.37/20 y 22
1966 *Narona* (*Brocchinia*) *mitraeformis*, PELUSIO, p.154, lám.44/7

Material.- 1 ejemplar.
Descripción.- Concha muy pequeña, cónica y de contorno fusiforme. Las vueltas son convexas y ornamentadas por numerosas costillas espiraladas.

Discusión.- En los ejemplares figurados por VENZO y PELOSIO (1963) la ornamentación, además de costillas espirales, presenta varias costillas radiales que a veces se debilitan y a veces aumentan de grosor. Al igual que en nuestros ejemplares, las costillas axiales desaparecen en los ejemplares figurados por HARMER (1916).

Distribución.- Mioceno medio de Kamar Kuh.

Subclase Heterobranchia
Superorden Allogastropoda
Superfamilia Pyramidelloidea
Familia Pyramidellidae
Subfamilia Odostomiinae
Género *Menestho* MOLLER, 1842

Menestho (*Evalea*) *imperforata* (SACCO)
Lám.15, fig.8

1892 *Ondina imperforada*, SACCO, XI, p.48, lám.1/106
1963 *Menestho* (*Evalea*) *imperforada*, VENZO e PELOSIO, p.76, lám.XXXIV/18

Material.- 2 ejemplares.
Descripción.- Conchas de tamaño muy pequeño y subfusiformes. Las vueltas presentan un perfil ligeramente convexo, y están separadas por suturas profundas. La ornamentación es de numerosas y finas estrías espirales.
Discusión.- Difieren de los ejemplares figurados por VENZO e PELOSIO (1963) por su menor tamaño, menos de 2 mm, y por que las costillas espiraladas son más aplastadas.
Distribución.- Mioceno medio de Kamar Kuh.

Género *Odostomia* FLEMING, 1817

Odostomia (*Megastomia*) *conoidea* BROCCHI

Lám.15, fig.4

1814 *Odontostomia conoidea* BROCCHI, p.660, lám.XVI/2
1856 *Odontostomia plicatum* HOERNEZ, p.496, lám.XLIII/26
1892 *Odontostomia longosismondae*, SACCO, XI, p.33, lám.I/66-70
1904 *Odontostomia conoidea*, SACCO, v.30, p.108, lám.XXIV/7
1958 *Odotomia conoidea*, SORGENFREI, p.312, lám.I/231
1963 *Odostomia* (*Megastomia*) *conoidea*, VENZO e PELOSIO, p.77, lám.XXXIV/20,22
1966 *Odostomia conoidea*, STRUSZ, p.200, lám.1/17-18
1972 *Odostomia* (*Megastomia*) *conoidea*, NORDSIECK, p.108, lám.p3/18
1974 *Odostomia* (*Megastomia*) *conoidea*, PAVIA, p.158, lám.10/9-13

Material.- 2 ejemplares.
Descripción.- Conchas de forma cónica, de tamaño muy pequeño y con superficie lisa. Las vueltas de espira tienen un perfil suavemente convexo y la abertura es subredondeada.
Discusión.- El subgénero *Megastomia* agrupa a los individuos del género *Odostomia* con el contorno más cónico; además la última vuelta es subangulosa. Una de las diferencias de esta especie con otras del género es su pequeño tamaño, aunque los ejemplares presentados por VENZO y PELOSIO (1963) son incluso de mayor tamaño que los estudiados.
Distribución.- Mioceno medio de Kamar Kuh.

Odostomia conoidea var. *longosismondae* (SACCO)

Lám.15, fig.5

1892 *Odontostomia longosismondae* SACCO, II, p.37, lám.1/73
1963 *Odostomia conoidea* var. *longosismondae*, VENZO e PELOSIO, p.77, lám.XXXIV/23
1974 *Odostomia conoidea* var. *longosismondae*, PAVIA, p.159, lám.1

Material.- 9 ejemplares.

Descripción.- Son variedades enanas que se diferencian de la especie tipo por tener conchas más alargadas.
Distribución.- Mioceno medio de Kamar Kuh.

Odostomia (*Brachystomia*) *rissoides* HANLEY
Lám.15, fig.6

1844 *Odostomia rissoides*, HANLEY, p.18
1892 *Brachystomia rissoides* e var. SACCO, XI, p.41, lám.1/87
1914 *Odontostomia rissoides*, CERULLI- IRELLI, p.254, lám.XXII/33
1961 *Odostomia* (*Brachystomia*) *rissoides*, WENZ, Gastrpoda, p.855, fig.2505
1963 *Odostomia* (*Brachystomia*) *rissoides*, VENZO e PELOSIO, p.78, lám.XXXIV/19

Material.- 1 ejemplar.
Descripción.- Individuo de tamaño muy pequeño, frágil y con una forma cónica algo abombada. La última vuelta está muy desarrollada y la superficie de la concha es lisa.
Discusión.- El ejemplar estudiado es de menor tamaño (menos de 2mm) que los figurados por VENZO e PELOSIO (1963).
Distribución.- Mioceno medio de Kamar Kuh.

Género *Chrysallida* CARPENTER, 1857

Chrysallida (*Parthenina*) *interstincta* (MONTAGU)
Lám.15, fig.7

1803 *Turbo interstinctus* MONTAGU, p.324, lám.XII/10
1883 *Odostomia* (*Parthenina*) *interstincta*, ROUSSILLON, p.169, lám.XX/7
1914 *Parthenina interstincta*, CERULLI-IRELLI, p.260, lám.XXII/61-66
1954 *Pyrgulina interstincta*, FRIEDBERG, p.461, lám.XXVIII/7
1956 *Chrysallida* (*Pyrgulina*) *interstincta*, CSEPREGHY-MEZNERICS, p.391
1961 *Chrysallida* (*Parthenina*) *interstincta*, WENZ, p.846,

fig.2471

1963 *Chrysallida* (*Parthenina*) *interstincta*, VENZO e PELOSIO, p.76, lám.XXXIV/15-17

Material.- 1 ejemplar.

Descripción.- Ejemplar de tamaño muy pequeño. Las vueltas de espira son de perfil ligeramente convexo y están divididas por suturas profundas. La ornamentación consiste en abundantes costillas longitudinales.

Discusión.- El ejemplar examinado presenta todos los caracteres de la especie; se diferencia de los estudiados por VENZO y PELOSIO (1963) por ser de tamaño menor.

Distribución.- Mioceno medio de Kamar Kuh.

Subfamilia Turbonillinae

Género *Turbonilla* RISSO, 1826

Turbonilla (*Pyrgiscus*) *mioexreticulata* (SACCO)

Lám.16, fig.5

1862 *Turbonilla reticulata*, DODERLEIN, p.17

1892 *Pyrgostelis mioxreticulata*, SACCO, XI, p.7, lám.II/132

1921 *Pyrgostelis mioxreticulata*, COSSMANN, 12, p.291

1963 *Turbonilla* (*Pyrgiscus*) *mioexreticulata*, VENZO y PELOSIO, p.79, lám.XXXIV/ 32-33

Material.- 1 ejemplar.

Descripción.- Ejemplar de pequeño tamaño, subturriculado con suturas profundas y perfil de las vueltas convexo. La ornamentación es de costillas radiales y espirales.

Discusión.- Se diferencia de los ejemplares de la especie *Turbonilla (Turbonilla) costellatoides* SACCO por tener menor tamaño y menor número de vueltas.

Distribución.- Mioceno medio de Kamar Kuh.

Clase Cephalopoda
Subclase Nautiloidea
Orden Nautilida
Familia Aturiidae
Género *Aturia* BRONN, 1838

Aturia aturi (BASTEROT)
Lám.14, fig.3

1825 *Nautilus aturi* BRONN, p.17
1872 *Aturia aturi*, BELLARDI, p.24
1935 *Aturia aturi*, DAVIES, l, p.253, fig.550
1938 *Aturia aturi*, PEYROT, p.335
1952 *Aturia aturi*, LECOINTRE, p.144, lám.XXI/4
1960 *Aturia aturi*, KOJUMIDGIEWA y STRACHIMIROV, p.228, lám.53/5
1971 *Aturia aturi*, ROBBA, p.104, lám.5/13
1979 *Aturia aturi*, D'ALESSANDRO ed al, p.91

Material.- 1 ejemplar incompleto.
Descripción.- Es de pequeño tamaño. La concha es lisa, discoidal e involuta. El sifón está en posición dorsal.
Discusión.- Se atribuye a esta especie por la acusada ondulación de las suturas y otras características generales.
Distribución.- Burdigaliense de Nardaghi.

Clase ECHINODERMATA
Subclase Euechinoidea
Superorden Gnathostomata
Orden Clypeasteroida
Suborden Clypeasterina
Familia Clypeasteridae
Género *Clypeaster* LAMARCK, 1801

Clypeaster aff. *scillae* DESMOULINS
Lám.17, fig.1

1837 *Clypeaster scillae* DESMOULINS, p.64.
1901 *Clypeaster crassicostatus*, AIRAGHI, p.35, lám.II/5, IV/1
1958 *Clypeaster scillae*, SMEDILE, p.35, lám.III/3
1966 *Clypeaster scillae*, MOORE, p.462
1984 *Clypeaster scillae*, DEMARCQ, lám.XII/1

Material.- 9 ejemplares.
Descripción.- Ejemplares de gran tamaño, con caparazones de contorno subpentagonal. Los ambulacros son fusiformes y abombados. La cara inferior es plana con una gran concavidad central.
Discusión.- Tienen las características generales de la especie, de la cual difieren por tener menor número de placas en la zona porífera. Se diferencian de *Clypeaster altus* LAMARCK por poseer menor tamaño y altura, y distinto número y disposición de placas petaloideas.
Distribución.- Mioceno inferior de casi todos perfiles estudiados.

Clypeaster aff. *folium* MICHELIN
Lám.17, fig.2

1859 *Clypeaster folium* MICHELIN, lám.XX/2
1915 *Clypeaster martini* COTTREAU, p.98, lám.XI/1-4
1920 *Clypeaster marginatus* FORTEAU, Vol.2º
1958 *Clypeaster folium*, SMEDILE, p.32, lám.XI/3

Material.- 1 ejemplar.
Descripción.- Ejemplar de tamaño medio con contorno subpentagonal redondeado. Las zonas poríferas son deprimidas y la cara inferior es plano convexa.
Discusión.- El tamaño y el contorno subpentagonal lo hacen parecerse a *Clypeaster biarritzensis* var. *trotteri* GREGORY, del cual difiere por poseer un sistema apical más grande, y áreas poríferas más anchas y más encorvadas.
Distribución.- Oligoceno de Dochah.

Clypeaster biarritzensis COTT. var. *trotteri* GREGORY
Lám.18, fig.4

1891 *Clypeaster biarritzensis* COTTEAU, II, p.229
1911 *Clypeaster biarritzensis* var. *trotteri* GREGORY. p.662, lám.XLVII/1
1913 *Clypeaster biarritzensis* var. *trotteri*, FABIANI y STEFANINI, p.78
1921 *Clypeaster biarritzensis* var. *trotteri*, STEFAN. p.126, lám.XVII/7

Material.- 1 ejemplar.
Descripción.- Ejemplar de tamaño mediano con contorno subpentagonal redondeado. Las áreas petaloideas son cortas. La cara inferior es aplastada, pasando a cóncava en las proximidades del peristoma.
Discusión.- Esta variedad se diferencia del holotipo por tener un tamaño más pequeño y áreas petaloideas más cortas. Se parece mucho a la especie C. *scutum* LAMBERT, de la cual difiere por poseer menor altura.
Distribución.- Oligoceno de Shurab.

Suborden Scutellina
Superfamilia Scutellidea
Familia Scutellidae
Género *Scutella* LAMARCK, 1816

Scutella subrotundus (LESKE)
Lám.17, fig.3
1841 *Echinodiscus subrotundus* LESKE (1778) en AGASSIZ, p.5
1917 ? *Lambertiella* CHECCHIA- RISPOLI, p.57
1966 *Scutella subrotunda*, MOORE, p.477, fig.366/1
1981 *Scutella subrotunda*, KALANTARI, lám.61/1-4

Material.- 9 ejemplares.
Descripción.- Ejemplares de tamaño medio con contorno redondeado. La cara superior es suavemente convexa; la cara inferior es plana, con surcos longitudinales bifurcados y ramificados, y un pequeño periprocto.
Discusión.- Se diferencia de *Scutella guebhardi* LAMBERT por tener menor tamaño y los ambulacros más anchos.
Distribución.- Oligoceno y Mioceno inferior de casi todos los perfiles.

Familia Astriclypeidae
Género *Echinodiscus* LESKE, 1778

Echinodiscus balestrai OPPENH
Lám.18, fig.2
1939 *Echinodiscus balestrai*, STEFANINI, p.127

Material.- 2 ejemplares.
Descripción.- Individuos de pequeño tamaño y de contorno subelíptico. Los ambulacros son pequeños y abiertos, con áreas poríferas muy finas. La cara inferior es plano-cóncava.
Discusión.- Los individuos que pertenecen a este género en el Eoceno y Oligoceno son, habitualmente, de mayor tamaño. La presente especie y *Echinodiscus nummulus* STEFANINI son las

especies de pequeño tamaño. De esta última se diferencia por poseer un contorno más circular, ambulacros más cortos y zonas poríferas más anchas.

Distribución.- Oligoceno de Bichareh y Dochah.

Género *Amphiope* AGASSIZ, 1840

Amphiope bioculata (DESMOULINS)

Lám.18, fig.3

1815 *Scutella bifora* var.3 LAMARCK, p.10, nº7

1837 *Scutella bioculata* var. *A tipus* DESMOULINS, p.232, nº23

1906 *Amphiope bioculata*, LAMBERT, p.50

1948 *Amphiope bioculata*, MORTENSEN, p.413, fig.243

1966 *Amphiope bioculata*, MOORE, p.489, fig.374/1

1983 *Amphiope bioculato*, LIOMPART, p.70, lám.1-3

Material.- 1 ejemplar.

Descripción.- Ejemplares de gran tamaño, con contorno subpentagonal redondeado, y con el borde posterior truncado; el cuerpo es aplastado, con la cara aboral ligeramente convexa. Entre los pétalos posteriores y el borde se encuentran dos lúnulas, anchas y subelípticas en sentido transversal.

Discusión.- Las lúnulas del ejemplar estudiado son más estrechas de lo habitual en la especie.

Distribución.- Burdigaliense de Eidajti.

Superorden Atelostomata

Orden Cassiduloida

Familia Echinolampadidae

Género *Echinolampas* GRAY, 1825

Echinolampas cfr. *vilanovae* COTTEAU

Lám.18, fig.5

1890 *Echinolampas vilanovae* COTTEAU, p.73, lám.IX/1-5

1981 *Echinolampas* cfr. *vilanovae*, KALANTARI, lám.63/1-2

Material.- 14 ejemplares.
Descripción.- Individuos de tamaño pequeño y medio, con contorno subpentagonal redondeado y suavemente alargado. La cara superior es abombada. El área apical está desplazada hacia adelante; los ambulacros están abiertos en las extremidades y la cara inferior es plana o plano-convexa.
Discusión.- Se diferencia de la mayoría de las especies del mismo género por tener menor tamaño. Se diferencia de *Echinolampas botellae* COTTEAU por poseer ambulacros más cortos y la cara inferior menos cóncava.
Distribución.- Burdigaliense de Kamar Kuh, Navab, Eidajti, Bichareh.

Echinolampas (*Macrolampas*) *discus* DESOR
Lám.19, fig.1

1858 *Echinolampas discus* DESOR, Synopsis, p.307
1877 *Echinolampas discus*, DAMES, Echiniden. p.43, lám.III/1
1919 *Echinolampas discus*, STEFANINI, II, p.17
1935 *Echinolampas* (*Macrolampas*) *discus*, VENZO, p.230, lám.XIX/2,3

Material.- 8 ejemplares.
Descripción.- Tamaño de medio a grande y contorno subredondeado. La zona apical está desplazada ligeramente hacia la parte anterior. Los ambulacros son abiertos, siendo el impar más corto.
Discusión.- En algunos de los ejemplares la parte derecha del ambulacro impar está encorvada, pero no posee mayor número de poros que la parte izquierda, como describe VENZO (1935). Estos ejemplares se diferencian de *Echinolampas hoffmanni* DESOR por tener el caparazón más deprimido y los ambulacros más estrechos.
Distribución.- Mioceno inferior de la parte central de la cuenca.

Superorden Echinacea
Orden Echinoida
Familia Echinidae
Género *Psammechinus* AGASSIZ y DESOR, 1846

Psammechinus affinis FUCHS
Lám.20, fig.3
1972 *Psammechinus affinis*, NAINI. p.223, fig.77,78
1981 *Psammechinus affinis*, KALANTARI, lám.63/3-5

Material.- 3 ejemplares.
Descripción.- Ejemplares de pequeño tamaño, de contorno subcircular deprimido en las extremidades. La zona porífera se caracteriza por la presencia de poros dispuestos casi en línea recta. Los ambulacros presentan dos series de tubérculos principales no perforados; las áreas interambulacrales también presentan tubérculos de la misma naturaleza.
Discusión.- Los ejemplares se parecen a las especies del género *Arbacina* POMEL de las cuales se diferencian por la abundancia de gránulos y la ausencia de depresión de la zona porífera.
Distribución.- Burdigaliense de Shurab y Bichareh.

Orden Phymosomatoida
Familia Phymosomatidae
Género *Micropsis* COTTEAU, 1856

Micropsis aff. *tremadesi* COTTEAU
Lám.20, fig.4
1890 *Micropsis tremadesi* COTTEAU, p.96, lám.XV/3-6

Material.- 2 ejemplares.
Descripción.- Ejemplares de tamaño pequeño, subesféricos, con extremidades aplastadas. Los ambulacros están ornamentados por tubérculos imperforados, con mamelones homogéneos. Las zonas intrambulacrales son largas, con los tubérculos principales de igual naturaleza que los de los ambulacros y con numerosos

tubérculos secundarios.

Discusión.- A veces se puede confundir con *Micropsis samperi* COTTEAU, del que se diferencia por el mayor tamaño y un mayor número de tubérculos. La diferencia con la especie *Micropsis lusseri* DESOR consiste en el menor tamaño de la concha y en el mayor grosor de los tubérculos.

Distribución.- Aquitaniense de Eidajti y Shurab.

Superorden Atelostomata

Orden Spatangoida

Suborden Micrasterina

Familia Spatangidae

Género *Spatangus* GRAY, 1825

Spatangus corsicus DESOR

Lám.19, fig.3

1869 *Spatangus corsicus*, TARAMELLI, p.2176, lám.IX/1-2

1877 *Spatangus corsicus*, COTTEAU in LOCARD. p.333, fig.1-3

1885 *Spatangus hemiornatus* MAZZETTI y PANTANELLI, p.62, lám.I/3

1901 *Spatangus corsicus*, AIRAGHI. p.215

1919 *Spatangus corsicus*, STEFANINI. p.139, lám.XIV/6

1967 *Spatangus corsicus*, MENESINI, p.153, lám.II/6

Material.- 4 ejemplares.

Descripción.- Individuos pequeños, de contorno elíptico. Las áreas interambulacrales presentan gruesos tubérculos dispuestos en arco, con la concavidad hacia la zona apical.

Discución.- Los ejemplares se diferencian sólo escasamente de la forma figurada por MENESINI (1967), en concreto, por tener tamaño más pequeño y el surco de la parte anterior menos profundo.

Distribución.- Burdigaliense de Nardaghi.

Género *Maretia* GRAY, 1855

Maretia aff. *aragonensis* COTTEAU

Lám.18, fig.6

1988 *Maretia aragonensis*, GÓMEZ-ALBA, p.640, lám.31/6

Material.- 2 ejemplares.

Descripción.- Individuos de tamaño pequeño, de contorno oval y alargado. El caparazón se eleva suavemente en la parte posterior. La teca está cubierta por tubérculos que en las áreas interambulacrales son de mayor tamaño. Los ambulacros pares están ligeramente encorvados.

Discusión.- Se diferencian de los ejemplares de *Maretia hispanica* COTTEAU por el ambulacro impar anterior más plano y tubérculos menos gruesos.

Distribución.- Mioceno inferior de Bichareh y Do Baradar.

Suborden Micrasterina

Familia Loveniidae

Género *Breynia* DESOR, 1847

Breynia aff. *australasiae* (LEACH)

Lám.20, fig.2

1815 *Spatangus australasiae,* LEACH, p.68, lám.82

1858 *Breynia crux-andra*, DESOR, p.408

1891 *Breynia australasiae*, RAMSAY, ll, p.37,55

1951 *Breynia australasiae*, REITZEL, p.63

1946 *Breynia australasiae*, CLARK, p.381

1951 *Breynia australasiae*, MORTENSEN, ll, p.132, lám.X,XI,XII

1966 *Breynia australasiae*, MOORE, p.613, fig.499/2

Material.- 3 ejemplares.

Descripción.- Individuos de tamaño medio y contorno oval. El área interambulacral posterior es abombada. Las áreas interambulacrales están cubiertas por grandes tubérculos perforados.

Discusión.- Los ejemplares estudiados se apartan de la especie por tener ambulacros más abiertos. Se diferencian de *Spatangus austriacus* LAUBE por tener tubérculos interambulacrales con disposiciones relativamente irregulares.
Distribución.- Aquitaniense de Do Baradar, Kamar Kuh y Bichareh.

Género *Lovenia* (*Vascoaster*) LAMBERT, 1915

Lovenia (*Vascoaster*) *sulcatus* (HAIME)
Lám.20, fig.1

1853 *Breynia sulcatus* HAIME, p.216
1951 *Lovenia* (*Sarsella*) *sulcata*, MORTENSEN, p.95, fig.44/a
1966 *Lovenia* (*Vascoaster*) *sulcatus*, MOORE, p.613, fig.498/3

Materia.- 4 ejemplares.
Descripción.- Ejemplares de tamaño pequeño a medio, de contorno oval. El caparazón está especialmente elevado en la parte posterior. El surco en el área anterior es muy largo. Los tubérculos de las zonas interambulacrales son más grandes que los de las zonas ambulacrales, y presentan una disposición subparalela. La cara inferior de los ejemplares es cóncava en la proximidades del peristoma.
Discusión.- Se diferencia de *Breynia australasiae* por la disposición de los ambulacros y tubérculos en las zonas interambulacrales.
Distribución.- Burdigaliense de Do Baradar y Nardaghi.

Suborden Hemiasterina
Familia Schizasteridae
Género *Schizaster* AGASSIZ, 1836

Schizaster cfr. *beloutschistanensis* D'ARCHIAC y HAIME (1853)
Lám.19, fig.2

1981 *Schizaster* cfr. *beloutschistanensis*, KALANTARI, lám.65/13-15

Material.- 12 ejemplares.
Descripción.- Incluye individuos de pequeño tamaño y de contorno subredondeado. La teca está más elevada en su parte posterior, descendiendo en suave pendiente hacia el borde anterior. Los ambulacros son deprimidos, siendo el anterior más profundo.
Discusión.- Se diferencian de los individuos de la especie *Schizaster lovisatoi* COTTEAU por el contorno más redondeado, el ambulacro anterior menos profundo y el ápice más concéntrico.
Distribución.- Burdigaliense de Nardaghi, Navab, Bichareh.

Schizaster aff. *vilanovae* COTTEAU

Lám.19, fig.4

1890 *Schizaster vilanovae* COTTEAU, p.38, lám.IV/10-13

Material.- 8 ejemplares.
Descripción.- Individuos de pequeño tamaño con contorno subelíptico. Los ambulacros son deprimidos y los posteriores son más cortos. El área interambulacral impar posee una gran carena.
Discusión.- La presencia y el tipo de carena en la cara superior los acerca a la especie eocena *Schizaster vicinalis* AGASSIZ, de la que se diferencian por el área apical menos concéntrica.
Distribución.- Aquitaniense de Do Baradar, Nardaghi, Bichareh y Jorabad.

Subclase Cidaroidea

Orden Cidaroida

Familia Cidaridae

Género *Prionocidaris* AGASSIZ, 1863

Prionocidaris sismondai (MAYER)

Lám.20, fig.5

1907-8 *Prionocidaris sismondai* MAYER, v.34, p.142

1966 *Prionocidaris sismondai*, MOORE, p, 330, fig.247/1h

Material.- 1 ejemplar (incompleto).
Descripción.- Individuo de pequeño tamaño, con contorno circular. Los ambulacros son ondulados y la zona porífera está compuesta por poros conjugados. Los tubérculos interambulacrales están muy desarrollados, y son lisos y con mamelones perforados.
Discusión.- Este género se diferencia de *Cidaris* LESKE por poseer los poros del área porífera unidos. La especie se diferencia de *Prionocidaris canaliculata* DUNCAN y SLADEN por el mayor tamaño del caparazón y por la disposición menos regular de los poros.
Distribución.- Burdigaliense de Jorabad.

CRONOBIOESTRATIGRAFÍA DE LOS DEPÓSITOS DE LA FORMACIÓN QOM

DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE LAS DIFERENTES FAUNAS Y BIOZONACIÓN PROPUESTA

A lo largo de la formación Qom y dentro de los perfiles estudiados, los restos fósiles son abundantes. En la Figura 32, se pone en evidencia la distribución vertical de los diferentes grupos considerados en detalle durante el estudio de los distintos perfiles.

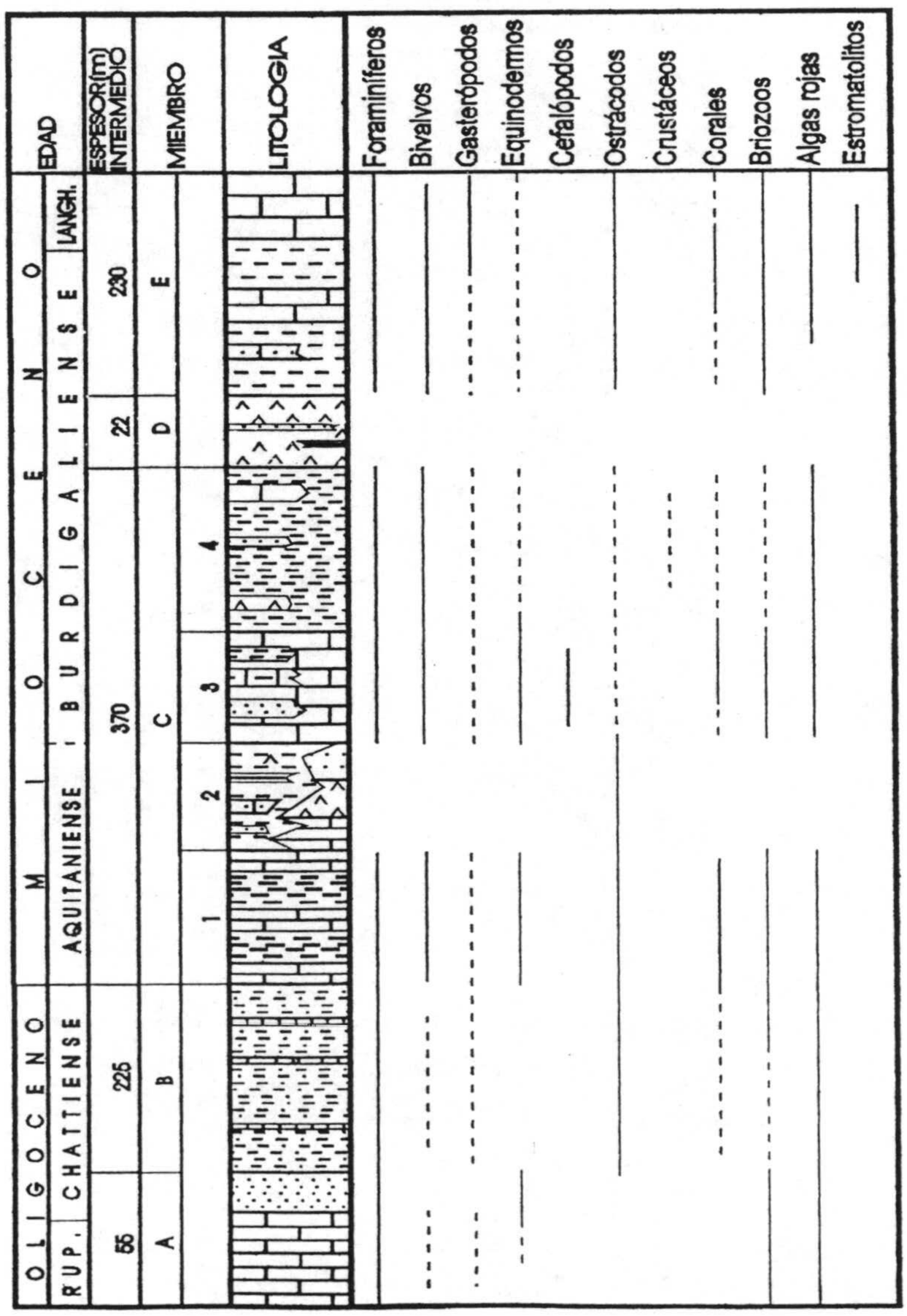


Figura 32- Distribución vertical de diferentes grupos de organismos dentro de la formación Qom.

Entre los restos encontrados, el grupo más frecuente y significativo para un estudio biocronológico es el de los foraminíferos planctónicos. Depósitos margosos con un alto contenido en estos organismos han sido mostradas en los perfiles de los alrededores de la ciudad de Qom. La ausencia de foraminíferos planctónicos impide la determinación precisa de la edad de algunas calizas que constituyen total o parcialmente algunos miembros. Este es el caso de las calizas basales de la formación, cuya base, sin embargo, contacta con la Formación Roja Inferior (con *Nummulites intermedius* D'ARCHIAC). En dichas calizas aparecen foraminíferos como *Peneroplis thomasi* HANSON, el bivalvo *Pecten arcuata* BROCCHI y los equinodermos *Echinodiscus balestrai* OPPEN y *Clipeaster folium* MICHELIN, lo que permite atribuirles una edad Oligoceno medio-superior.

En los anteriores capítulos las dataciones de los diferentes términos de la formación se han basado en los foraminíferos. En este capítulo, resumiendo los estudios anteriores, se propondrá una biozonación basada en estos organismos y se hará una correlación con las distintas biozonaciones realizadas en los diferentes lugares del mundo (Fig.33). Entre las zonaciones más utilizadas están la de BOLLI (1957, 1970) y BOLLI et al. (1965, 1973 y 1985), que comprende desde el Cretácico inferior hasta el Plioceno, y la de BLOW (1969), que abarca desde el Eoceno medio a reciente, basada esencialmente en secciones de Venezuela, Jamaica y áreas próximas. Este autor utiliza una nomenclatura compuesta de letras (P ó N) para indicar el período (Paleógeno ó Neógeno) y un número referido a las diferentes zonas establecidas. Otra biozonación utilizada es la de CATI y otros veinte autores (1968) para el Neógeno Mediterráneo, mientras la de BIZON y BIZON (1972), también basada en materiales del Mediterráneo, ha tenido en cuenta la zonación de BOLLI para el dominio tropical y subtropical.

Dentro de las margas del miembro B aparecen foraminíferos planctónicos como *G. angulisuturalis*, *G. opima opima* y *G. ouachitaensis ciperoensis*, lo que permite atribuirles una edad Oligoceno superior, biozona de *G. angulisuturalis*. Esta última es un especie usada en gran número de zonaciones y tiene un valor

BOLLI (1957,1970), BOLLI y BERMUDEZ (1965), BOLLI y PREMOLLI SILVA (1973), BOLLI y SAUNDERS (1985)		BLOW (1969)		CATI et al. (1968) zona	CATI et al. (1968) subzona	BIZON y BIZON (1972)	BIOZONACIÓN PROPUESTA
Mioceno Inf. Med.	*Globorotalia fohsi peripheroronda*	N 9	*Orbulina suturalis / Globorotalia peripheronda*	*Orbulina* s.l.	*Orbulina suturalis*	*Orbulina suturalis*	*Orbulina suturalis*
	Praeorbulina glomerosa	N 8	*Globigerinoides sicanus / Globigerinatella insueta*	*Globigerinoides trilobus*	*Praeorbulina glomerosa* s.l.	*Praeorbulina glomerosa*	*Globigerinatella* aff. *insueta*
					Globigerinoides bisphericus	*Globigerinoides trilobus*	
	Globigerinatella insueta	N 7	*Globigerinatella insueta / Globigerinoides quadrilobatus trilobus*		*Globoquadrina dehiscens*		
	Catapsydrax stainforthi	N 6	*Globigerinatella insueta / Globigerina dissimilis*	*Globigerina dissimilis*	*Globigerinoides altiaperturus*	*Globigerina dissimilis / globigerinoides altiaperturus*	*Catapsydrax stainforthi* *Catapsydrax dissimilis* *Globigerinoides trilobus*
	Catapsydrax dissimilis	N 5	*Globoquadrina dehiscens praedehiscens* *Globoquadrina dehiscens*		*Globigerinoides trilobus*		
	Globigerinoides primordius	N 4	*Globigerina quadrilobatus primordius* *Globorotalia kugleri*		*Globigerinoides primordius*	*Globigerinoides primordius*	
Oligoceno Sup.	*Globorotalia kugleri*	P 22/ N 3	*Globigerina angulisuturalis*			*Globorotalia kugleri* *Globigerina ciperoensis / Globigerina rohri*	*Globigerina ouachitaensis ciperoensis* *Globigerina angulisuturalis*
	Globigerina ciperoensis ciperoensis						
	Globorotalia opima opima	P 21/ N 2	*Globigerina angulisuturalis* *Globorotalia opima opima*			*Globorotalia opima opima*	*Globorotalia opima opima*

Figura 33- Zonación propuesta para la formación Qom y su correlación con otras zonaciones.

importante a escala mundial. En algunas ocasiones *G. opima opima* y *G. o. ciperoensis* han sido consideradas como subzonas de *G. angulisuturalis* (MOLINA 1979), En el caso de materiales de la formación Qom todos éstos corresponden a una única biozona, como ya ha sido descrito por BOZORGNIA (1965). Las restantes biozonas propuestas por encima de la de *G. angulisuturalis* son todas correlacionables con otras zonaciones realizadas por distintos autores (Fig.33), y coinciden con el intervalo comprendido entre las biozonas N2 y N9 de BLOW. Esta biozonación, además, es muy parecida a la propuesta por BOZORGNIA (1965) en Irán central (Fig.24).

En cuanto a los macroinvertabrados, los más abundantes y significativos son los bivalvos (Fig.34 y 35). Su máxima frecuencia y distribución coinciden con los miembros C_1, E y C_3.

En los primeros dos casos se pueden encontrar bancos constituidos totalmente por estos organismos; contrariamente, en el miembro A sólo se pueden encontrar ejemplares pertenecientes

a la especie *Pecten arcuatus* BROCCHI y en los miembros B y C_4 son más abundantes los moldes u organismos completos en malas condiciones de conservación.

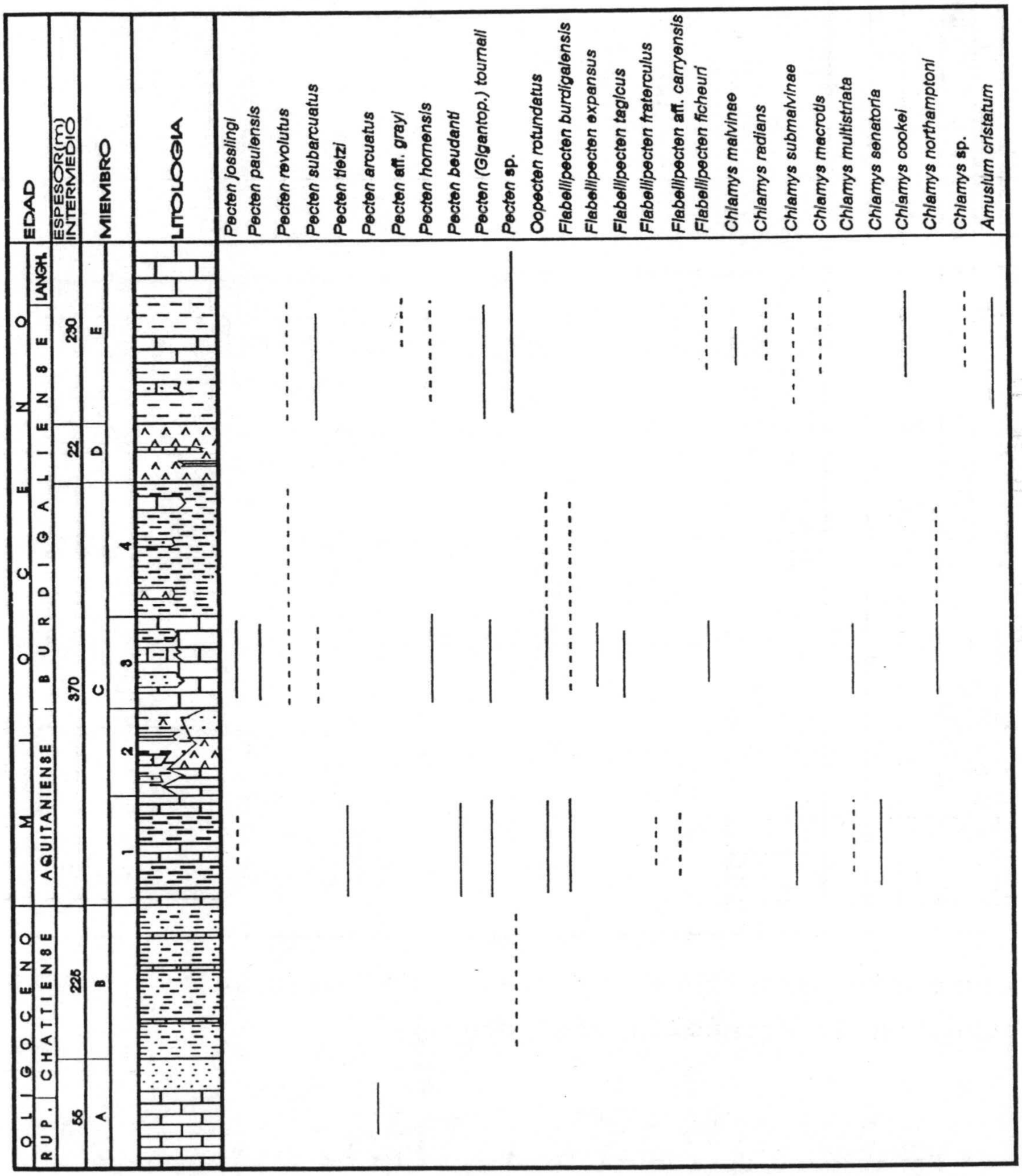


Figura 34- Distribución vertical de los bivalvos dentro de los depósitos la formación Qom.

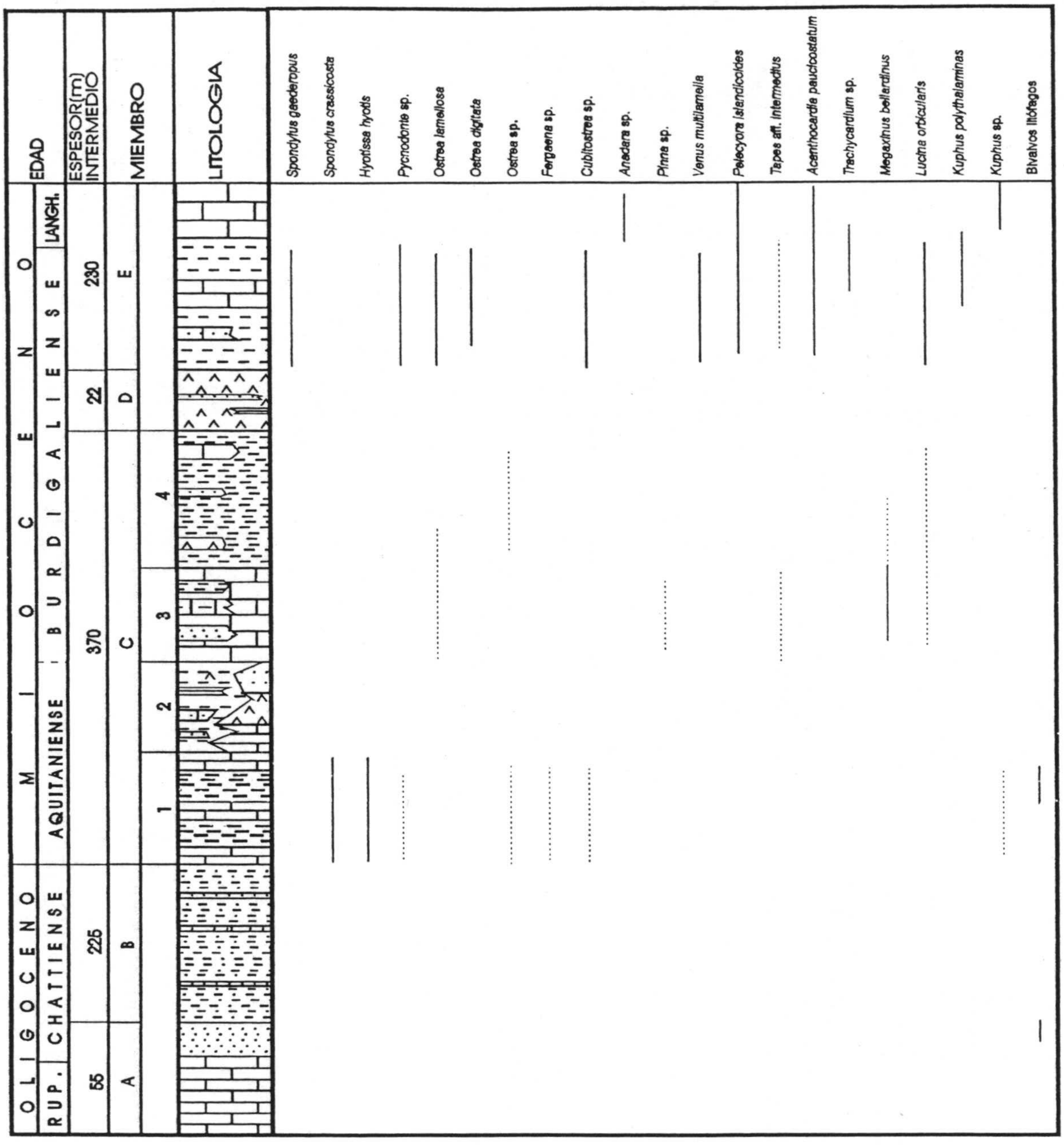


Figura 35- Distribución vertical de los bivalvos dentro de los depósitos la formación Qom (cont.).

En el caso de los gasterópodos (Fig.36), su mayor abundancia y diversidad se encuentran hacia la parte superior de la formación (miembro E). En ocasiones los restos en forma de molde se encuentran dentro de los diferentes niveles margosos de la formación.

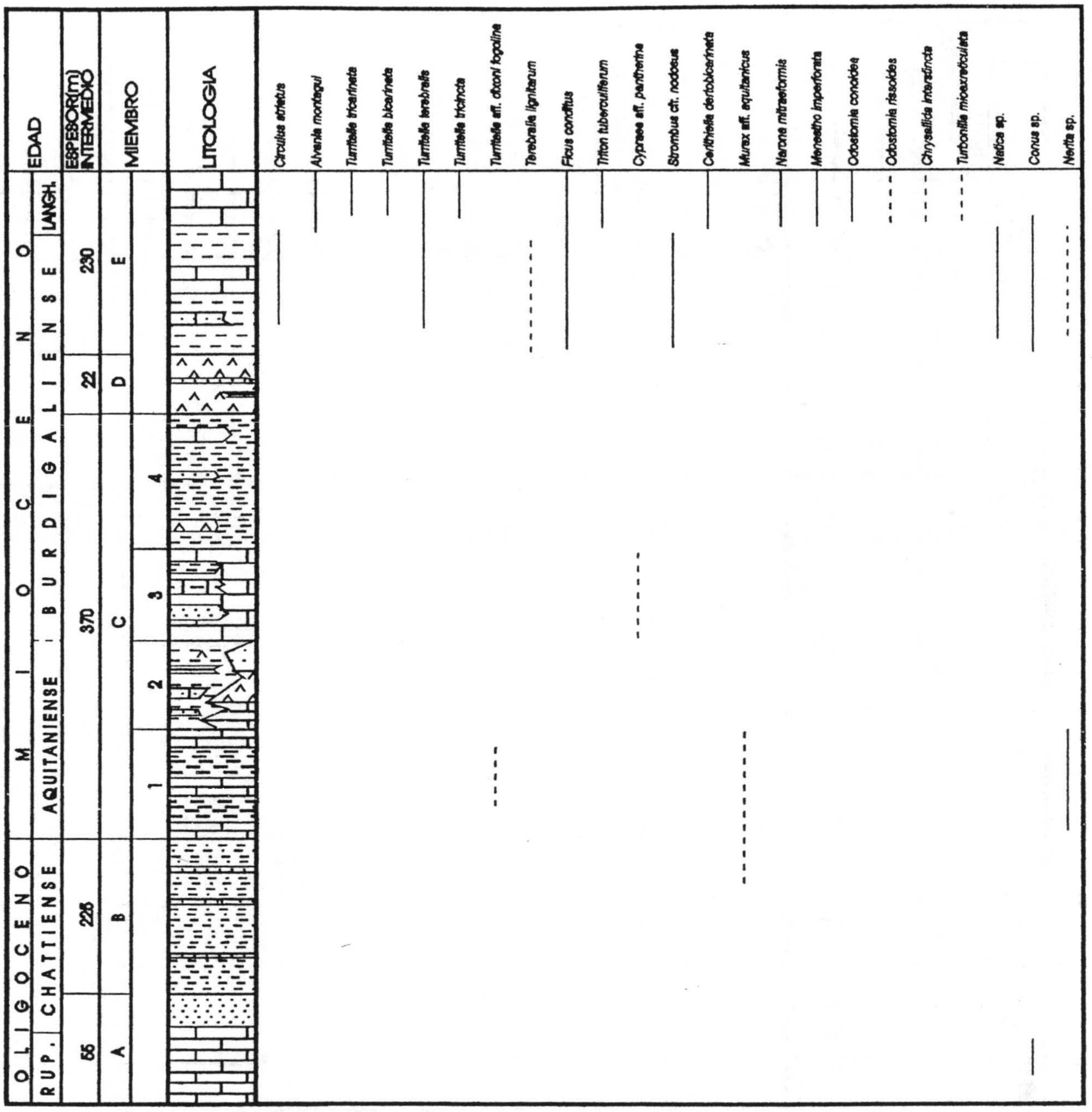


Figura 36- Distribución vertical de los gasterópodos dentro de los depósitos la formación Qom.

Los equinodermos son otro grupo muy importante y numeroso dentro de la formación (Fig.37). Presentan un aumento numérico y una alta diversidad dentro de los submiembros C_1 y C_3, mientras hacia la parte superior de la formación presentan una disminución progresiva hasta su desaparición total en el techo del miembro E.

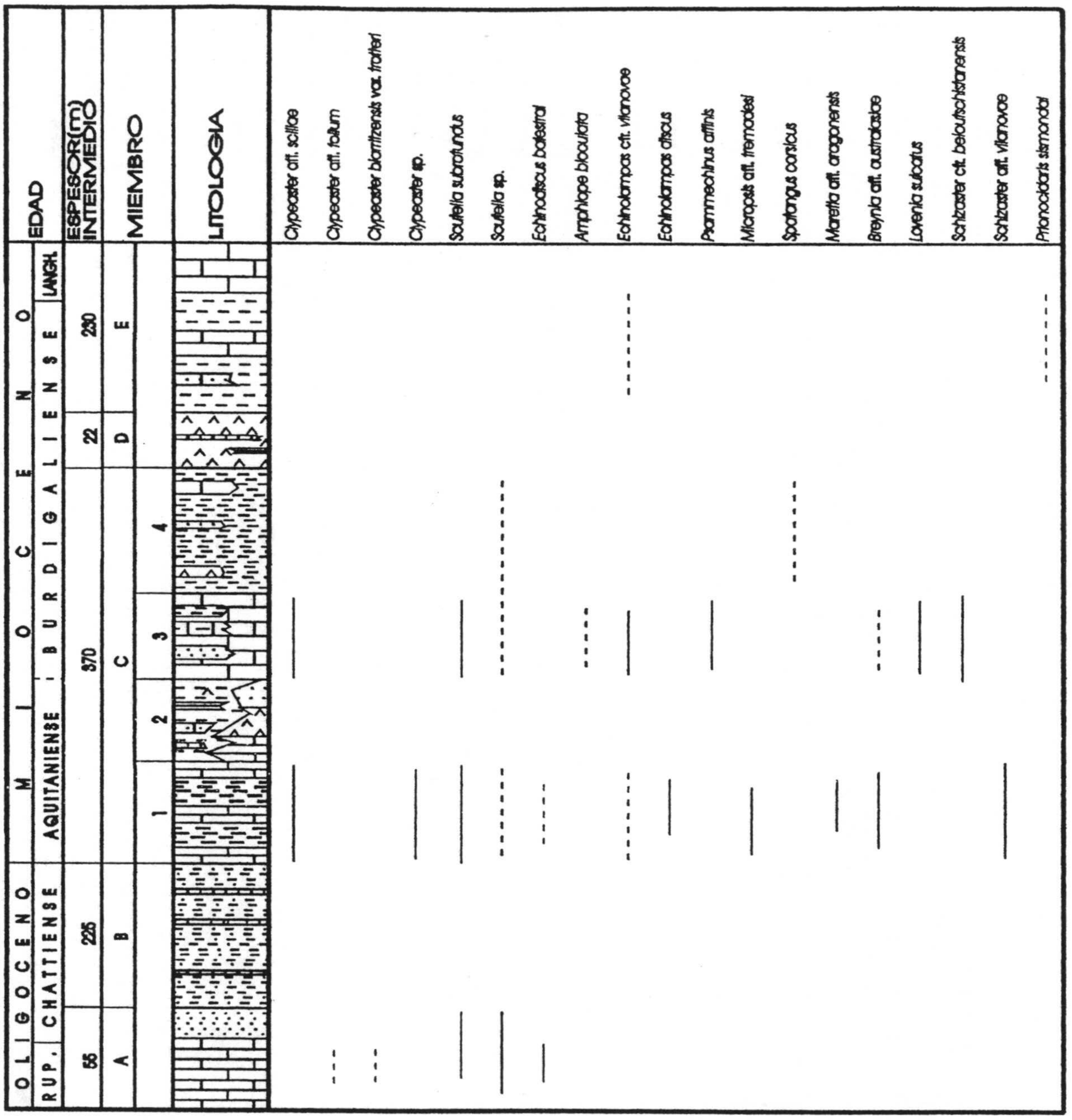


Figura 37- Distribución vertical de los equinodermos dentro de los depósitos la formación Qom.

Los estromatolitos, crustáceos y cefalópodos sólo aparecen en un corto intervalo de tiempo y con una distribución muy limitada. Se encuentran, respectivamente, en el submiembro E del perfil de Kamar Kuh y en los submiembros C_3 y C_4 de Nardaghi. Las algas rojas, briozoos, ostrácodos y corales son muy abundantes

y se encuentran en casi todos los miembro de la formación, sin embargo por carecer de importancia cronológica no han sido comentados más detalladamente (Fig.32).

PALEOBIOGEOGRAFÍA DE LOS BIVALVOS DE LA FORMACIÓN QOM

Como ya se ha mencionado en distintas ocasiones, el corredor marino Oligo-Mioceno de Irán central estuvo comunicado en el sentido S-E con el Mar Mediterráneo y Océano Indico y en sentido N-O con un medio marino situado al Norte de Irán comprendido entre los Mares Aral, Caspio y Negro. Es obvio que la comunicación entre estos diferentes dominios marinos facilitó la emigración y la distribución de las faunas que vivieron en estas aguas.

La Figura 38 es el resumen de numerosos trabajos realizados en distintas áreas del mundo, se puede constatar la distribución espacio-temporal de las especies de bivalvos de la formación Qom a nivel global. Como se puede deducir de la Figura 38, los bivalvos de Irán central presentan un mayor similitud con los del dominio mediterráneo, teniendo en cuenta que el 92% de la totalidad de las especies son comunes con las del Mediterráneo Occidental y el 76% con las del Mediterráneo Oriental; la menor similitud es con el dominio Indo-Pacífico, ya que sólo alrededor del 13% de las especies son comunes con las del Océano Indo-Pacífico. *Kuphus polythalamina* y *Chlamys senatoria* pertenecen exclusivamente a este dominio.

El mayor similitud de la asociación de bivalvos de Irán central con el Mediterráneo en comparación con los otros dominios en este intervalo de tiempo, puede ser debido a diferentes factores. Entre éstos las más importantes podrían ser, la climatología parecida (debida a una latitud geográfica parecida) y/o el papel que hayan podido jugar las corrientes paleoceánicas en la distribución geográfica de los bivalvos. El contacto con el Mediterráneo tuvo lugar probablemente por el Norte, a través de la Cuenca Pentocaspiana, mientras que la conexión con el Océano Indico se produjo a través del actual Golfo Pérsico.

Dentro de los bivalvos de la formación Qom se encuentran también formas indeterminables, entre estos los más abundantes son: *Fergaena* sp., *Cubitostrea* sp. y *Anadara* sp.. La imposibilidad de asignar formas a especies conocidas

probablemente indica que se trata de especies endémicas.

Bivalvos / Dominio	Atlántico	Mediterráneo Occ.	Mediterráneo Orient.	Paratethys	Indo-pacífico
Pecten josslingi	B-L	B-L	L	A	
Pecten paulensis		A-L			
Pecten revolutus	A-B	A-L	A-L	B-L	
Pecten subarcuatus	B-L	L		B-L	
Pecten tietzi		B-L	B-L		
Pecten arcuatus		O	O		
Pecten grayi		L			
Pecten hornensis		O-B	B	O-L	
Pecten beudanti	A-L		B	B	
Pecten (Gigantop.) tournali	B-L	A-L	A-L	L	
Oopecten rotundatus		A-L	A-L	A-L	
Flabellipecten burdigalensis	A-L	O-L	A-L	A-L	
Flabellipecten expansus	B-L	B-L	B-L		
Flabellipecten tagicus	B-L	B-L	B-L		
Flabellipecten fraterculus	B-L	A-L	B-L	L	
Flabellipecten carryensis	A-L	A-L	A-L		
Flabellipecten ficheuri	B	B		L	
Chlamys malvinae		B-L	B-L	B-L	B-L
Chlamys radians	A-L	B-L			
Chlamys submalvinae	L	B-L	A-L	B-L	
Chlamys macrotis	B-L	L	L	B-L	
Chlamys multistriata	A--L	A-L	L	B-L	
Chlamys senatoria					O-L
Chlamys cookei		B-L			
Chlamys northamptoni		O-L	O-L	A-B	
Amusium cristatum	B-L	B-L	B-L	B-L	
Spondylus gaederopus	B-L	A-L	A-L	A-L	
Spondylus crassicosta	B-L	A-L	A-L	A-L	
Hyotissa hyotis		A-L	L		B-L
Ostrea lamellosa	L	B-L	B-L	A-L	O-B
Ostrea digitata	B-L	B-L	B-L	B-L	
Venus multilamella	L	O-L	L	O-L	
Pelecyora islandicoides	L	L	L	L	
Tapes intermedius		L			
Acanthocardia paucicostatum		A-L	L	B	
Megaxinus bellardinus		A-L	O-L	A-L	
Lucina orbicularis		A-L	L	B	
Kuphus polythalaminas					O-L

Figura 38- Distribución espacio-temporal de los bivalvos de la formación Qom a escala mundial. O: Oligoceno, A: Aquitaniense, B: Burdigaliense, L: Langhiense.

Un estudio comparativo, edad por edad, entre la formación Qom y otros dominios (Fig.39) muestra, en primer lugar, como desde el Oligoceno hacia el Burdigaliense se registra un aumento considerable del número absoluto de especies presentes en Irán central, seguido por un descenso brusco en el Langhiense. En lo que se refiere al porcentaje de especies comunes con otros dominios, los datos correspondientes al Oligoceno y Langhiense son escasamente significativos, teniendo en cuenta el bajo número de especies presentes en Qom. Desde el Aquitaniense al Burdigaliense se produce para todos los dominios un claro incremento en el número de especies comunes. Este incremento coincide con un aumento a nivel global del número de especies de bivalvos, desde el Oligoceno hacia el Mioceno Medio. Como ya se ha comentado, entre los distintos dominios, el Mediterráneo Occidental es el que muestra para todas las edades un mayor porcentaje de especies de bivalvos en común con la formación Qom.

Edad \ Dominio	Nº de especies de Qom	Atlántico	Medi. Occ.	Medi. Orient.	Paratethys	Indo-Pacífico
Langhiense	2	50%	100%	100%	50%	%0
Burdigaliense	30	46%	83%	50%	60%	10%
Aquitaniense	13	31%	54%	46%	31%	8%
Oligoceno	1	%0	100%	100%	%0	%0

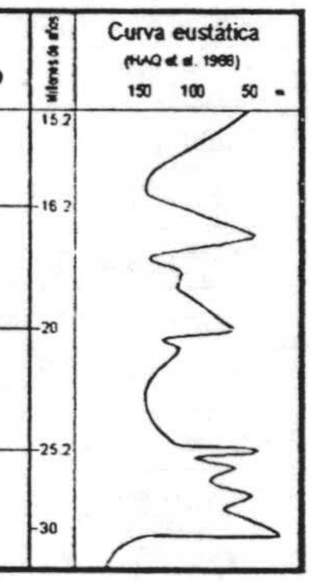


Figura 39- Numero de especies de bivalvos presentes en Qom y porcentaje de especies comunes con otros áreas paleogeográficas para diferentes edades.

Aunque las causas de este aumento en el número de especies de bivalvos en el Mioceno no son conocidas, coinciden claramente con el aumento del nivel relativo del mar producido desde el Oligoceno superior al Mioceno (Fig.39). Dicho incremento en la diversidad podría ser relacionado con un aumento de la temperatura global desde el Oligoceno inferior frio (FLOWER y KENNET 1994), hacia un Mioceno inferior más cálido. En Qom, la mayor extensión marina se produjo precisamente en el Mioceno Inferior (Fig.28C). En este sentido, DEMARCQ (1979) propone una

migración de los equinodermos desde Irán central hacia latitudes más altas propiciada por un incremento de temperatura.

La reducción del número de las especies en el Langhiense de la formación Qom, probablemente se produjo por ausencia de comunicación, en el sentido sur, entre la cuenca de Irán Central, el Mediterráneo y el Indo-Pacífico, causado por el cierre del Golfo Pérsico en el Burdigaliense Superior.

CONCLUSIONES

En los nueve perfiles estudiados a lo largo del área de investigación, las sucesiones del Oligo-Mioceno de la formación Qom muestran una evolución sedimentológica similar. Sólo en Navab los sedimentos que constituyen la parte basal de la formación Qom se diferencian de sus términos equivalentes en los demás perfiles. En base a esta singularidad se concluye que durante el intervalo de tiempo en que se depositaron los sedimentos basales, el área de Navab formaba parte de una cuenca interconectada con la de Qom, pero con un desarrollo sedimentológico diferente.

Los datos sedimentológicos y paleontológicos, y el análisis tafonómico semicuantitativo han permitido establecer modelos del desarrollo sedimentario miembro a miembro de la formación Qom.

En general los sedimentos marinos de esta formación están delimitados a techo y muro por dos medios continentales (FRI y FRS). Dentro de los distintos miembros de esta formación se han distinguido cinco ciclos sedimentarios y se ha realizado la curva de nivel relativo del mar. Entre los ciclos reconocidos, los últimos dos (submiembro C_3-miembro D y miembro E) coinciden con dos de los tres ciclos diferenciados anteriormente por BOZORGNIA (1965), TEHRANI (1989) y ATARPUR (1991).

A partir del análisis de facies, se puede inferir que las areniscas del techo del Miembro A y algunas de las intercalaciones terrígenos de los miembros B y C fueron producidos por aportes procedentes de la parte Norte y, ocasionalmente, del Noroeste debidos a una somerización y consiguiente erosión de dichas áreas de la cuenca.

Los depósitos marinos de esta cuenca representan un mar de gran extensión, pero de escasa profundidad, que ocupaba una amplia parte de Irán central. Tras la transgresión Oligocena, en el Chattiense la cuenca de Qom constituyó un gran corredor marino alargado en el dirección SE-NO. Durante el Aquitaniense y Burdigaliense se produjeron repetidos cambios del nivel relativo del mar como resultado de una combinación del movimientos verticales del substrato y de cambios eustáticos. La regresión que marca el límite superior de la formación Qom fue progresiva y se produjo en el mismo sentido (SE-NO) que la transgresión del Oligoceno.

El máximo transgresivo se desarrolló en el Aquitaniense y Burdigaliense, en que el mar penetró hasta zonas no afectadas por la invasión marina del Oligoceno medio-superior (Fig.28C).

La situación en la cuenca de Qom no experimentó cambios significativos cuando, durante el Burdigaliense superior, se interrumpió la comunicación entre el Mediterráneo y el Océano Indico por efecto de movimientos tectónicos; como consecuencia, en el Sur del Irán se formaron los medios evaporíticos propios de la Formación de Fars (Fig.29B).

En el Langhiense se produjo la última regresión marina que afectó a la cuenca de Qom.

El estudio de los restos fósiles implica que la edad de la formación Qom no es igual en todas las partes de Irán central y delimita estos depósitos entre el Oligoceno y el Mioceno Medio (Langhiense).

El estudio micropaleontológico basado en una determinación exhaustiva de los foraminíferos se ha llevado a cabo en profundidad en cuatro perfiles (Dochah, Kamar Kuh, Eidajti y Do Baradar). En el resto de los perfiles, y teniendo en cuenta las similitudes faunísticas, la determinación sistemática ha sido enfocada hacia la bioestratigrafía y ha consistido en una comparación más o menos directa, a nivel de asociación de microfósiles, con las de los perfiles de referencia antes estudiados.

Las diferencias existentes entre las asociaciones fósiles encontradas en los niveles de margas y calizas de los distintos miembros de la formación, permiten atribuir ambas litologías a medios con condiciones paleoambientales diferentes. Las calizas usualmente contienen grandes foraminíferos como *Operculina*, *Miogypsinoides*, *Miogypsina*, *Lepidocyclina* y *Amphistegina*, que, junto a otros foraminíferos como miliólidos y rotálidos, representan medios de escasa profundidad. A esta microfauna se encuentran asociados macroinvertebrados como bivalvos, gasterópodos, equinodermos, corales, algas y briozoos. En las margas los fósiles más frecuentes son foraminíferos bentónicos y planctónicos, lo que sugiere diferencias significativas en las condiciones paleoambientales con las deducidas para las calizas.

Entre los ejemplos de niveles con acumulaciones significativas de fósiles, se pueden señalar las capas construidas exclusivamente por *Scutella* dentro de las areniscas de la parte superior del miembro A en Eidajti y Jorabad. Estas capas pueden atribuirse a procesos episódicos de aventamiento y retirada del material fina.

El estudio de la distribución espacio-temporal de las especies de bivalvos comunes entre la formación Qom y otros áreas del mundo como Mediterráneo, Atlántico, Indo-Pacífico y Paratethys, demuestra un mayor parecido entre los bivalvos de Irán central y el Mediterráneo Occidental con el 92% de las especies en común; el dominio Indo-Pacífico, con solo un 13% de las especies en común, es el que representa la menor similitud con la formación Qom.

BIBLIOGRAFÍA

ABAIE, I.; ANSARI, H.J.; BADAKHSHAN, A. y JAAFARI, A. 1964. History and development of the Alborz and Sarajeh fields of central Iran. *Iranian Petroleum Institute,* **15**, 561-574.

ABEDINI, M. 1964. *Introduction à l'étude géologique de la formation marine de la région de Qom*. Extrait de la thèse. Universidad de Teherán, 12 pp.

ABICH, H. 1858. Vergleichende chemische Untersuchungen der Wasser des Caspischen Meeres, Urmia und Van-see's. *Memoires Sciences Mathematiques et Physiques,* **7**, 1-57.

ADAMS, C.G. 1976. Larger foraminifera and the Late Cenozoic history of the Mediterranean region. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **20**, 47-66.

ADAMS, C.G.; GENTRY, A.W. y WHYBROW, P.J. 1983. Dating the terminal tethyan event. *Utrecht Micropaleontology,* **30**, 273-298.

ADEY, W.H. y BURKE, R.B. 1976. Holocene bioherms (algal rides & bank barrier reefs) of the eastern Caribean. *The Geological Society of America Bulletin*, **87**, 5-109.

ADEY, W.H. y MACINTYRE, I.G. 1973. Crustose coralline algae: A re-evaluation in the geological sciences. *The Geological Society of America Bulletin*, **84**, 883-904.

AGIP Mineraria (Ed.), 1982. *Foraminiferi Padani (Terziario e Quaternario). Atlante Iconografico e Distribuzione Stratigrafica* (2º Ed.), 52 láms.

AIRAGHI, C. 1901. Echinidi Terziari del Piemonte e della Liguria. *Palaeontographia Italica,* **7**, 149-219, láms. XIX-XXVII.

ALAVI NAINI, M. 1972. *Etude géologique de la région de Dajam*. Geological Survey of Iran, **23**, 288 pp.

ALEXANDER, R.R. 1986. Life orientation and post-mortem orientation of Chesterian brachiopod shells by paleocurrents, *Palaios,* **1**, 303-311.

ALLASINAZ, A. 1983. *Paleontologia sistematica invertebrati*. Ecig, Italia, 377 pp.

ATARPUR, A. 1991. *Petrología y estudio del medio de sedimentación en el miembro A (formación Qom)*. Tesis de Licenciatura, Universidad Azad (Teherán), 75 pp., [En Iraní].

AZZAROLI, A. 1958. L'Oligocene e il Miocene della Somalia. *Palaeontographia Italica,* **52**, 1-142, láms. I-XXXVI.

AZZAROLI, A. 1981. Cainozoic mammals and the biogeography of the island of Sardinia, Western Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **36**, 107-111.

BAGHDADI, I. 1976. *Paleontología de la formación Qom en W de Saveh*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Teherán, 163 pp., [En Iraní].

BALAVOINE, P. 1959, Bryozoaires de Qoum. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **1**, 294-309.

BATHURST, R.G.C. 1971. *Carbonate sediments and their diagenesis*. Developments in Sedimentology, **12**, Elsevier, Amsterdam, 620 pp.

BATHURST, R.G.C. 1975. *Carbonate sediments and their diagenesis*. Developments in Sedimentology, **12 (2º Ed.)**, Amsterdam, Elsevier, 658 pp.

BATHURST, R.G.C. 1987. Diageneticaly enhanced bedding in argillaceous platform limestones: stratified cementation and selective compaction. *Sedimentology*, **34**, 747-778.

BATHURST, R.G.C. 1991. Pressure-dissolution and limestone bedding: The influence of stratified cementation. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 450-463. Springer Verlag, Berlín.

BAUM, G.R. y VAIL, P.R. 1988. Sequence stratigraphic concepts applied to Paleogene outcrops, Gulf and Atlantic basins. *En* WILGUS, C.K.; HASTINGS, B.S.; KENDALL, C.G.S.C.; POSAMENTIER, H.W.; ROSS, C.A. y VAN WAGONER, C. (Eds.): *Sea-level changes: An integrated approach*, 309-329. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication* **42**.

BERGER, A. 1984. Accuracy and frequency stability of the earths orbital elements during the Quaternary. *En* BERGER, A. y IMBRIE, J.; HAGS, J.; KUKLA, G. y SALTZMAN, S. (Eds.): *Milankovitch and climate*, 3-39. D. Reidel, Dordrecht.

BERGER, A.L. 1978. Long-term variations of caloric insolation resulting from the Earth's orbital elements. *Quaternary Research*, **9**, 139-167.

BERGER, W.H. 1979. The ecology and paleoecology of planktic foraminifera. *En* LIPPS, H.; BERGER, W.H.; BUZAS, M.A.; DOUGLAS, R.G. y ROSS, C.A. *Foraminiferal ecology and paleoecology, SEPM Short course*, **6**, 105-156. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, Houston.

BERGER, W.H.; LOUTRE, M.F. y DEHANT, V. 1989. Pre-Quaternary Milankovitch frequencies. *Nature*, **342**, 1-133.

BERGER, W.H.; LOUTRE, M.F. y DEHANT, V. 1989. Astronomical frequencies for pre-Quaternary palaeoclimate studies. *Terra Nova*, **1**, 474-479.

BERGER, W.H.; LOUTRE, M.F. y DEHANT, V. 1989. Influence of the changing lunar orbit on the astronomical frequencies of pre-Quaternary insolation patterns. *Paleoceanography*, **4**, 555-564.

BERGER, A.J. y TRICOT, C. 1986. Global climatic changes and astronomical theory of palaeoclimates. *En* CAZENAVE, A (Ed.): *Earth Rotation: solved and unsolved problems*, 111-129. D. Reidel, Dordrecht.

BERMUDEZ, P.J. 1952. Estudio sistematico de los foraminíferos rotaliformes. *Boletín de Geología (Ministerio de Minas e Hidrocarburos)*, **2**, 151 p., 35 láms.

BERNOR, R.L. 1984. A zoogeographic theater and biochronologic play: the time/biofacies phenomena of Eurasian and African Miocene mammal provinces. *Paléobiologie Continentale*, **14**, 121-142.

BIGNOT, G. 1988. *Los microfósiles: Los diferentes grupos, aplicaciones paleobiológicas y geológicas*. Paraninfo, 284 pp.

BIZON, G. y BIZON, J.J. 1972, *Atlas des principaux foraminiféres planctoniques du bassin Méditerranéen-Oligocene á Quaternaire*. Technip, Paris, 316 pp.

BLONDEL, T.J.A.; GORIN, G.E. y CHENE, R.J.D. 1993. Sequence stratigraphy in coastal environments: sedimentology and palynofacies of the Miocene in central Tunisia. *En* POSAMENTIER, H.W.; SUMMERHAYES, C.P.; HAQ, B.U. y ALLEN, G.P. (Eds.): *Sequence stratigraphy and facies associations*, 161-182. *International Association of Sedimentologists, Special Publication* **18**, Oxford.

BLOW, W.H. 1969. Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal bioestratigraphy. *International conference on planktonic microfossils*, **1**, 199-422, 54 láms.

BOLLI, H.M. 1957. Planktonic foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua Formation of Trinidad. *United States National Museum Bulletin*, **215**, 97-103 y 155-172, láms. 22-29 y 35-39.

BOLLI, H.M. 1970. The foraminifera of sites 23-31, Leg 4. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **4**, 577-643.

BOLLI, H.M. y BERMUDEZ, P.J. 1965. Zonation based on planktonic foraminifera of Middle Miocene to Pliocene warm-water sediments. *Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo*, **8**, 119-149.

BOLLI, H.M. y PREMOLI SILVA, I. 1973. Oligocene to Recente planktonic foraminifera and stratigraphy of the Leg 15 sites in the Carribbean Sea. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **15**, 475-497.

BOLLI, H.M.; SAUNDERS, J.B. 1985. Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera. *En* BOLLI, H.M. et al. (Eds.): *Plankton Stratigraphy,* Cambridge University Press, 155-262.

BOLLI, H.M.; SAUNDERS, J.B. y PERCH-NIELSEN, K. 1985. Comparison of zonal schemes for different fossil groups. *En* BOLLI, M.H. et al. (Eds.): *Plankton Stratigraphy,* Cambridge University Press, 3-10.

BOLLI, H.M.; SAUNDERS, J.B. y PERCH-NIELSEN, K. 1985. Introdution to the foraminifera chapters. *En* BOLLI, M.H. et al. (Eds.): *Plankton Stratigraphy,* Cambridge University Press, 11-16.

BOLTOVSKOY, E. 1966. Zonacion en las latitudes altas del Pacifico Sur según los foraminíferos planctónicos vivos. Museo Argentino de Ciencias Naturales, *Revista de Hidrobiologia,* **2**, 1-56.

BOLTOVSKOY, E. 1966. *La zona de convergencia subtropical/ subantarctica en el Oceano Atlantico (Parte occidental).* Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires (Argentina), H.**640**. 69 pp.

BOLTOVSKOY, E. y LENA, H. 1966. Unrecorded foraminifera from the littoral of Puerto Deseado. *Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research,* **17**, 144-149.

BOLTOVSKOY, E. y WRIGHT, R. 1976. *Recent foraminifera*. Junk, W. Publisher, The Hague, 515 pp.

BONGRAIN, M. 1988. *Les gigantopecten (Pectinidae y bivalvia) du Miocene Francais*. Editions du CNRS (Centro National du Recherche Scientifique), 215 pp.

BOSELLINI, A. y GINSBURG, R.N. 1971. Form and internal structure of recent algal nodules (rhodolites) from Bermuda. *Journal of Geology,* **79**, 669-682.

BOSENCE, D.W.J. 1976. Ecological studies on two unattached coralline algae from West Ireland. *Paleontology*, **19**, 365-395.

BOSENCE, D.W.J. 1983. Description and classification of rhodolithes. *En* PERYT, T.M. (Ed.): *Coated Grains*. 217-224, Springer-Verlag, Berlín.

BOSENCE, D.W.J. 1983. The occurrence and ecology of recent rhodoliths. *En* PERYT, T.M. (Ed.): *Coated Grains*. 225-241, Springer-Verlag, Berlín.

BOSENCE, D.W.J. 1991. Coralline algae: mineralization, taxonomy and palaeoecology. *En* RIDING, R. (Ed.): *Calcareous Algae and Stromatolites*. 98-113, Springer-Verlag, Berlín.

BOSENCE, D.W.J. y PEDLEY, H.M. 1982. Sedimentology and paleoecology of a Miocene coralline algal biostrome from the Maltese Islands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* **38**, 9-43.

BOZORGNIA, F. 1965. Qum formation stratigraphy of the central basin of Iran. *National Iranian Oil Company,* **24**, 69-76.

BOZORGNIA, F. y KALANTARI, A. 1965. *Nummulites of parts of central and East Iran*. National Iranian Oil Company, 28 pp.

BRAMBILLA, G. y LUALDI, A. 1988. Il Plioceno della Valle Olona (Varese, Italia NW). *Atti della Societa Italiana di Sciencia Naturale*, **129**, 5-32.

BRETT, C.E. y SEILACHER, A. 1991. Fossil lagerstatten: A taphonomic consequence of event sedimentation. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 283-297. Springer-Verlag, Berlín.

BUCHBINDER, B. y GVIRTZMAN, G. 1976. The breakup of the Tethys Ocean into the Mediterranean Sea, Red Sea, and the Mesopotamian Basin during the Miocene: a sequence of fault movements and desiccation events (abstract). *First Congress on the Pacific Neogene Stratigraphy,* 32-35.

BUCHBINDER, B. y GVIRTZMAN, G. 1993. Temporal and spatial relationships in Miocene reef carbonates in Israel. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* **101**, 97-116.

BUSSON, G. 1978. L'unité des faciès confinés en milieu de plate-forme carbonatée. *En* JUBILAIRE, L. y FLANDRIN, J. (Eds.): *Les sédiments, leur histoire, leur environment et leur devenir*, 87-112. *Faculté des Sciences de Lyon*, Laboratoire Géologique, **4**.

BUSSON, G. 1980. Large evaporitic pans in a clastic environment: how they are hollowed out, how they are filled. *Bulletin des Centres de Recherche Exploration Production Elf-Aquitaine,* **4**, 577-588.

CARSON, G.A. 1987. Silicification fabrics from the Cenomanian and basal Turonian of the Devon (England). *En* MARSHALL, J.D. (Ed.): *Diagenesis of Sedimentary Sequences*, 87-102. *Geological Society, Special Publication* **36**.

CARSON, G.A. 1991. Silicification of fossils. *En* ALLISON, P.A. y BRIGGS, D.E.G. (Eds.): *Taphonomy. Releasing the Data Locked in the Fossil Record*, 456-499. Plenum press, New York.

CATI, F.; COLALONGO, M.L.; CRESCENTI, U.; D'ONOFRIO, S.; FOLLADOR, U.; RADIRIZZANI, C.P.; CHERCHI, A.P.; SALVATORINI, G.; SARTONI, S.; PREMOLI-SILVA, I.; WEZEL, C.F.; BERTOLINO, V.; BIZON, G.; BOLLI, H.M.; CATI, A.M.B.; DONDI, L.; FEINBERG, H.; JENKINS, D.G.; PERCONIG, E.; SAMPO, M. y SPROVIERI, R. 1968. Biostratigraphia del Neogene Mediterraneo basata sui foraminiferi planctonici. *Società Geologica Italiana,* **87**, 491-505.

CEARRETA A. 1988. Distribution and ecology of benthic foraminifera in the Santana Estuary, Spain. *Revista Española de Paleontología,* **3**, 23-38.

CERULLI IRELLI, S. 1912. Fauna malacologica marina 6. *Palaeontographia Italica,* **18**, 141-169, láms. XXIII-XXV.

CHECCHIA RISPOLI, G. 1917. Gli echinidi viventi e fossili della Sicilia (parte sesta). *Palaeontographia Italica,* **23**, 79-93, láms. XI y XII.

CHRISTIE BLICK, A. y DRISCOLL, N. W. 1995. Sequence stratigraphy. *Annual Reviews of Earth and Planetary Sciences,* **23**, 451-478.

CITA, M.B. 1982. The Messinian salinity crisis in the Mediterranean: a review Alpine-Mediterranean geodynamics. *En* BERCKHEMER, H y HSÜ, K.J. (Eds.): *American Geophysic and Union Geodynamic,* **7**, 113-140.

CLARK, W.J. y BLOW, W.H. 1969. The inter-relationship of some late Eocene, Oligocene and Miocene larger foraminifera and planktonic foraminifera biostratigraphic indices. *En* BRONNIMANN, P. y RENZ, H.H. (Eds.): *First International Conference on Planktonic Microfossils,* 82-97.

COATES, A.G. 1987. Clonal growth, algal symbiosis, and reef formation by corals. *Palaebiology,* **13**, 363-378.

COMASCHI CARIA, I. 1972. *I pettinidi del Miocene della Sardegna.* Fossaro, Cagliari, 82 pp., 25 láms.

COSSMANN, M. y PEYROT, A. 1914. Conchologie Neogenique de l'Aquitaine. *Actes de la Societe Linneenne de Bordeaux,* 205-296, 38 láms,.

COTTEAU, M.G. 1890. Echinides Eocenes de la province d'Alicante. *Mémoires de la Société Géologique de France,* **2**, 1-107, láms. I-XVI.

COURVILLE, P; VINCENT, E; THIERRY, J. y DAVID, B. 1988. La barre a Scutelles du Burdigalien (Miocene) de Montbrison-Fontbonau (Bassin de Valréas, Vaucluse): du milieu de vie au milieu de dépot. *En* RÉGIS, M.B. (Ed.): *Échinodermes: Actuels et fossiles,* 1-16. *Actes du 6th Séminaire International sur les Échinodermes,* Embiez, Francia.

COX, L.R.; NEWELL, N.D.; BOYD, D.W.; BRANSON, C.C.; CASEY, R.; CHAVAN, A.; COOGAN, A.H.; DECHASEAUX, C.; FLEMING, C.A.; HAAS, F.; HERTLEIN, L.G.; KAUFFMAN, E.G.; MYRA-KEEN, A.; LAROCQUE, A.; MCALESTER, A.L.; MOORE, R.C.; NUTTALL, C.P.; PERKINS, B.F.; PURI, H.S.; SMITH, L.A.; SOOT-RYAN, T.; STENZEL, H.B.; TRUMAN, E.R.; TURNER, R.D. y WEIR, J. 1969-1971. Bivalvia. Mollusca 6. *En* MOORE, R.C. (Ed.): *Treatise on invertebrate paleontology*. N1-N1224. The Geological Society of America and the University of Kansas Press, Lawrence, Kansas.

CSEPREGHY MEZNERICS, I. 1960. Pectinidés du Néogène de la Hongrie et leur importance biostratigraphique. *Mémoires de la Société Géologique de France*, **92**, 1-56, láms I-XXXV.

CTYROKY, P. 1968. The correlation of *Rzehakia* (*Oncophora*) series (Miocene) in Eurasia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **4**, 257-270.

CULVER, S.J. 1988. New foraminiferal depth zonation of the Northwestern Gulf of Mexico. *Palaios*, **3**, 69-85.

CUSHMAN, J.A. 1959. *Foraminifera, Late research associate in micropaleontology*. Harvard University Press, Massachusetts, 478 pp., 55 láms.

CUVILLIER, J. y SZAKALL, V. 1949. *Foraminifers d'Aquitaine*. Societe Nationale des Petroles D'Aquitaine, 112 pp., 32 láms.

D'ALESSANDRO, A.; LAVIANO, A.; RICCHETTI, G. y SARDELLA, A. 1979. Il Neogene del Monte Gargano. *Bolletino della Societá Paleontologica Italiana*, **18**, 9-116, 19 láms. y 32 figuras.

D'ORBIGNY, A.D. 1846. *Foraminifères fossiles du bassin Tertiaire de Vienne* (Autriche). Published by the Mclean Paleontological Laboratory, Virginia, Classics in Paleontology, **2**, 312 pp.

DAINELLI, G. 1901. Il Miocene inferiore del Monte Promina in Dalmazia. *Palaeontographia Italica*, **7**, 235-287, láms. XXIX-XXXIII.

DAMES, L. y MOORE, J. 1984. Diagrammatic representation of tectonic evolution of Zagros and central Irán. Preliminary Safety Analyses Report, *Nuclear Power Plant Isfahan*, figs 1-8.

DARVISHZADEH, A. 1990. Cambios en el nivel del Mar Caspio. *Enseñanza de Geología*, **21 y 22**, 9-15. [En Iraní].

DAVIES, G.R. 1970. Carbonate bank sedimentation, eastern Shark Bay, Western Australia. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **13**, 85-168.

DE PORTA, J. 1987. Los Ostreidae en el contexto de la sedimentación del Mioceno marino de la depresión prelitoral Catalana (NE de España). *En* ANADÓN, P.; CABRERA, L. y DE PORTA, J. (Eds.): *Paleoecología y Bioestratigrafía,* 549-554. *Acta Geológica Hispánica,* **21**, Barcelona.

DE RENZI, M. 1994. Los moluscos del estratotipo del Ilerdiense de la Conca de Tremp (Cataluña, España) y localidades vecinas: su distribución y bioestratigrafía. *Comunicaciones de las X Jornadas de Paleontología*, 58-60.

DELANOE, Y., MARGEREL, J.P. y PINOT, J.P. 1976. En baie de Concarneau, l'Oligocène marin est discordant sur un Eocène ondulé, faillé et érodé, et l'Aquitanien a voilé l'ensemble après une nouvelle pénéplanation. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences*, Paris, **D282**, 29-32.

DEMARCQ, G. 1979. Approche de l'evolution thermique au Neogene a partir des invertebres marins Mesogeens. *Geobios,* **12**, 623-627.

DEMARCQ, G. 1984. Bioprovinces et migrations au cours du Neogene en Mediterranee d'apres les megafaunes marines benthiques. *Annales Géologiques du Pays Helléniques*, **32**, 271-280.

DEMARCQ, G. 1984. Importance des megafaunes marins benthiques dans l'evolution paleothermique de la Mediterranee au Neogene. *Annales Géologiques du Pays Helléniques*, **32**, 87-95.

DEMARCQ, G. 1990. Les faunes de pectinides du Neogene Betique. *Documents et Travails de l'Institut de Géologie Albert de Lapparent*, **12-13** Paris, 45-48.

DEMARCQ, G. y POUYET, S. 1990. Un exemple de paléontologie appliquée: Les enchainements biostratigraphiques et paléobiologiques au Tertiaire. *Documents du Laboratoire de Géologie de Lyon,* **9**, 45-60.

DEMARCQ, G. y SCHOEPFER, P. 1990. Les pectinidés du Miocène de Suisse Occidentale. *Eclogae Geologicae Helvetiae,* **83**, 751-791.

DEPÉRET, C. y ROMAN, F. 1902. Monographie des Pectinidés Néogenes de l'Eupope et des régions voisines. I. *Pecten. Mémoires de la Société Géologique de France, Paléontologie,* **26 (1)**, 1-73, láms. 1-8.

DEPÉRET, C. y ROMAN, F. 1905. Monographie des Pectinidés Néogenes de l'Eupope et des régions voisines. I. *Pecten. Mémoires de la Société Géologique de France, Paléontologie,* **26** (2), 75-104, láms. 9-11.

DEPÉRET, C. y ROMAN, F. 1910. Monographie des Pectinidés Néogenes de l'Eupope et des régions voisines. II. *Flabellipecten. Mémoires de la Société Géologique de France, Paléontologie,* **26** (3), 105-138, láms. 12-17.

DEPÉRET, C. y ROMAN, F. 1912. Monographie des Pectinidés Néogenes de l'Eupope et des régions voisines. II. *Flabellipecten. Mémoires de la Société Géologique de France, Paléontologie,* **26** (4), 139-169, láms. 18-23.

DEPÉRET, C. y ROMAN, F. 1928. Monographie des Pectinidés Néogenes de l'Eupope et des régions voisines. *Amussium. Mémoires de la Société Géologique de France,* **10**, 170-194, láms. 24-28.

DERCOURT, J; ZONENSHAIN, L.P.; RICOU, L.E.; KAZMIN V.G.; LE PICHON, X.; KNIPPER, A. L.; GRANDJACQUET, C.; SBORSHCHIKOV, I.M.; BOULIN, J.; SOROKHTIN, O.; GEYSSANT, J.; LEPVRIER, C.; BIJU-DUVAL, B.; SIBUET, J.C.; SAVOSTIN, L.A; WESTPHAL, M. y LAUER, J.P. 1985. Présentation de 9 cartes paléogéographiques au 1/20.000.000 s'étendent de l'Atlantique au Pamir pour la période du Lias à l'Actual. *Bulletin de la Société Géologique de France,* **8**, 637-652.

DIECI, G. 1959. I foraminiferi Tortoniani de Montegibbio e Castelvetro. *Palaeontographia Italica,* **54**, 1-113.

DODD, J.R. y STANTON. R.J. 1981. *Paleoecology, concepts and applications*. John Wiley y Sons, New York, 559 pp.

DOUGLAS, J.A. 1927. *Contributions to Persian paleontology*. Publication of the Anglo-Persian oil company, **5**, 5 pp.

DOUGLAS, R.G. 1979. Benthic foraminiferal ecology and paleoecology, a review of concepts and methods. *En* LIPPS, H.; BERGER, W.H.; BUZAS, M.A.; DOUGLAS, R.G. y ROSS, C.A. *Foraminiferal Ecology and Paleoecology, SEPM Short course,* **6**, 21-54. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists,* Houston.

DUBERTRET, L.M. et al. 1933. Le Miocène en Syrie et au Libano. *En* DUBERTRET, L.M. (Ed.): *Contribution à l'étude géologique de la Syrie Septentrionale, Tome I,* 63-183, láms. VIII-XII. Notes et Mémoires, Haut Commissariat de la République Francaise en Syrie et au Liban.

DUFF, P.M.D., HALLAM, A. y WALTON, E.K. 1967. *Cyclic sedimentation*. Elsevier, Amsterdam, 280 pp.

EDER, W. 1982. Diagenetic redistribution of carbonate, a process in forming limestone-marl alternations (Devonian and Carboniferous, Rheinisches Schiefergebirge, W. Germany). *En* EINSELE, G. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cyclic and Event Stratification*, 98-112. Spinger-Verlag, Berlín.

EINSELE, G. 1982. Limestone-marl cycles (periodites): diagnosis, significance, causes-a review. *En* EINSELE, G. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cyclic and Event Stratification*, 8-53. Springer-Verlag, Berlín.

EINSELE, G. y BAYER, U. 1991. Asymmetry in transgressive - regressive cycles in shallow seas and passive continental margin settings. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 660-668. Spinger-Verlag, Berlín.

EINSELE, G. y RICKEN, W. 1991. Introductory remarks (Larger cycles and sequences). *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 611-616. Springer-Verlag, Berlín.

EINSELE, G. y RICKEN, W. 1991. Limeston-marl alternation - an overview. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 23-47. Springer-Verlag, Berlín.

EINSELE, G., RICKEN, W. y SEILACHER, A. 1991. Cycles and events in stratigraphy, Basic concepts and terms. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 1-19. Springer-Verlag, Berlín.

ELORZA, J. y ORUE-ETXEBARRIA, X. 1985. An example of silicification in *Griphaea* sp. shells from Laño (S of Vitoria, Spain). *En*: *International Association of Sedimentologists* (Ed.): *6th regional meeting*, 556-559, Lleida.

EMAMI, M.H. 1983. *Geología y geología económica de la zona de Siah Kuh y Davazdah Emam*. Servicio Geológico Iraní, 15 pp., [En Iraní].

ERUNAL-ERENTOZ, L. 1958. *Mollusques de Neogene des bassin de Karaman, Adana et Hatay*. Publication de l'Institut d'Etudes et de Recherches Minieres de Turquie, 232 pp.

FAGERSTROM, J.A. 1964. Fossil communities in paleoecology: their recognition and significance. *Geological Society of America Bulletin*, **75**, 1197-1216.

FISCHER, A.G. 1986. Climatic rhythms recorder in strata. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, **14**, 351-376.

FISCHER, A.G. 1991. Orbital cyclicity in Mesozoic strata. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 48-62. Springer-Verlag, Berlín.

FLOWER, B.P. y KENNETT, J.P. 1994. The middle Miocene climatic transition: East Antartic ice sheet development, deep ocean circulation and global carbon cycling. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **108**, 537-555.

FREI, E. 1955. *Reconnaissance on Oligo-Miocene of Tabriz basin including Shahi peninsula area in NE of Tabriz and Bustanabad region*. National Iranian Oil Company, **1469**, figs. 1-16.

FRENEIX, S.; CARBONNEL, G.; COURME-RAULT, M.D.; MAGNE, J. y OBERT, D. 1974. Contribution a l'etude stratigraphique, structurale et faunistique du Bassin Miocene de Lalla Kouba (Algérie). *Annales de Paleontologie (Invertebrés)*, **60**, 4-55.

FRENEIX, S.; SAINT-MARTIN, J.P. y MOISSETTE, P. 1987. Bivalves ptériomorphes du Messinien d'Oranie (Algerie Occidental). *Bulletin du Musée Nationale de Histoire Naturelle*, **9**, 3-61, láms. I-VIII.

FURON, R. 1941. Géologie du plateau Iranien (Perse- Afghanistan-Béloutchistan). *Mémoire du Musée Nationale de Histoire Naturelle, Vol*. **7**, 177-414.

FURRER, M. A. y SODER, P.A. 1955. The Oligo-Miocene marine formation in the Qom region. *4th World Petroleum Congress*, 1, 269-277. Roma.

FÜRSICH, F.T. 1979. Genesis, environments, and ecology of Jurassic hardgrounds. *Neves Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, **158**, 1-63.

GANSSER, A. 1955. New aspect of the geology in central Iran. *4th World Petroleum Congress*, 1, 278-300. Roma.

GEBELEIN, C.D. 1969. Distribution, morphology, and accretion rate or recent subtidal algal stromatolites. Bermuda, *Journal of Sedimentary Petrology*, **39**, 49-69.

GENKINS, D.G. 1985. Southern mid-latitude Paleocene to Holocene planktic foraminifera. *En* BOLLI, M. H. et al.(Eds.): *Plankton Stratigraphy, Cambridge University Press*, 263-282.

GILL, G.A. y COATES, A.G. 1977. Mobility, growth patterns and substrate in some fossil and recent corals. *Lethaia*, **10**, 119-134.

GLIBERT, M. 1945. Faune malacologique du Miocene de la Belgique. I, Pélécypodes. *Mémoire du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique*, **103**, 1-266.

GLIBERT, M. y VAN DE POEL, L. 1965. Les bivalvia fossiles du Cénozoique étranger des collections de l'institut royal des sciences naturelles de Belgique. Palaeotaxodontida et Eutaxodontida, *Mémoire de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, **77**, 1-112.

GLIBERT, M. y VAN DE POEL, L. 1965. Les bivalvia fossiles du Cénozoique étranger des collections de l'institut royal des sciences naturelles de Belgique. Pteroconchida, Colloconchida et Isofilibranchia. *Mémoire de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 1-105.

GLIBERT, M. y VAN DE POEL, L. 1966. Les bivalvia fossiles du Cénozoique étranger des collections de l'institut royal des sciences naturelles de Belgique. Heteroconchida. *Mémoire de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 1-190.

GLIBERT, M. y VAN DE POEL, L. 1967. Les bivalvia fossiles du Cénozoique étranger des collections de l'institut royal des sciences naturelles de Belgique. Oligodontinae. *Mémoire de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 1-152.

GLIBERT, M. y VAN DE POEL, L. 1970. Les bivalvia fossiles du Cénozoique étranger des collections de l'institut royal des sciences naturelles de Belgique. Astartidontinae et Septibranchida. *Mémoire de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 1-185.

GOLUBIC, S. 1991. Modern stromatolites. En RIDING, R. (Ed.): *Calcareous Algae and Stromatolites*, 541-561. Springer-Verlag, Berlín.

GÓMEZ ALBA, J.A.S. 1988. *Guía de campo de los fósiles de España y Europa*. Omega, Barcelona, 925 pp., 388 láms.

GONZÁLEZ, A.; PARDO, G. y VILLENA, J. 1988. El análisis tectosedimentario como instrumento de correlación entre cuencas. *II Congreso Geológico de España, SGE*, Simposios, Granada, 175-184.

GONZÁLEZ DELGADO, J.A. 1986. Estudio sistemático de los gastrópodos (II: Mesogasterópoda) del Plioceno de Huelva (SW España). *Stvdia Geologica Salmanticensis,* **23**, 61-120.

GONZÁLEZ DELGADO, J.A. 1989. Estudio sistemático de los gasterópodos (IV: Neogasterópoda) del Plioceno de Huelva (SW España). *Stvdia Geologica Salmanticensis,* **26**, 269-315.

GVIRTZMAN, G. y BUCHBINDER, B. 1978. The late Tertiary of the coastal plain and continental shelf of Israel and its bearing on the history of the eastern Mediterranean. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **42B**, 1195-1222.

HADJIAN, J. 1970. *Géologie de la région de Tafresh (NW de l'Iran central)*. Tesis Doctoral, Université de Lyon, 295 pp.

HAIG, D.W. 1988. Miliolid foraminifera from inner neritic sand and mud facies of the Papuan Lagoon, New Guinea. *Journal of Foraminiferal Research,* **18**, 203-236.

HALLAM, A. 1964. Origin of the limestone-shale rhythm in the Blue Lias of England: a composite theory. *The Journal of Geology*, **72**, 157-169.

HALLAM, A. 1969. A pyritised hardground in the Lower Jurassic of Dorset (England). *Sedimentology*, **12**, 231-240.

HALLOCK, P. 1985. Why are larger foraminifera large?. *Paleobiology*, **11**, 195-208.

HALLOCK, P. y GLENN, E.C. 1985. Numerical analysis of foraminiferal assemblages a tool for recognizing depositional facies in lower Miocene reef complexes. *Journal of Paleontology*, **59**, 1382-1394.

HALLOCK, P. y GLENN, E.C. 1986. Larger foraminifera: A tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic carbonate depositional facies. *Palaios*, **1**, 55-64.

HAQ, B.U. 1991. Sequence stratigraphy, sea-level change, and significance for the deep sea. *En* MACDONALD, D.I.M. (Ed.): *Sedimentation, Tectonics and Eustasy, Sea Level Changes at Active Margins*, 3-40. *International Association of Sedimentologists, Special Publication* **12**.

HAQ, B.U. 1993. Deep-sea response to eustatic change and significance of gas hydrates for continental margin stratigraphy. *En* POSAMENTIER, H.W.; SUMMERHAYES, C.P.; HAQ, B.U. y ALLEN, G.P. (Eds.): *Sequence Stratigraphy and Facies Associations*, 93-108. *International Association of Sedimentologists*, **18**.

HAQ, B.U; HARDENBOL, J. y VAIL, P.R. 1988. Mezosoic and Cenozoic chronostratigraphy and eustatic cycles. *En* WILGUS, C.K.; HASTINGS, B.S.; KENDALL, C.G.S.C.; POSAMENTIER, H.W.; ROSS, C.A. y VAN WAGONER, C. (Eds.): *Sea-level Changes, An Integrated Approach*, 71-108. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication* **42**.

HARAMI, R.M. 1988. *Sedimentology*. Publication, Department of Geology, Mashhad University, **75**, 479 pp., [En Iraní].

HARRIS, P.M. 1983. The joulters ooid shoal, Great Bahama Bank. En PERYT, T.M. (Ed.): *Coated Grains*, 132-141. Springer-Verlag, Berlín.

HARRIS, P.M. 1985. Depositional environment of carbonatic platforms. *Colorado School of Mines Quarterly Journal*, **5**, 31-60.

HAY, W.W. 1992. The cause of the late Cenozoic Northern Hemisphere glaciations: a climate change enigma. *Terra Nova*, **4**, 305-311.

HECKEL, P.H. 1972. Recognition of ancient shallow marine environments. *En* RIGBY, J.K. y HAMBLIN, W.K. (Eds.): *Recognition of ancient sedimentary environments,* 226-286. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication* **16**.

HELLER, P.L., KOMAR, P.D. y PEVEAR, D.R. 1980. Transport processes in ooid genesis. *Journal of Sedimentary Petrology,* **50**, 943-952.

HORNIBROOK, N.D.B. 1968. Tertiary climate. En SUGGATE, R.P. (Ed.): *The Geology of New Zealand*, **4**, 22-35.

HORNIBROOK, N.D.B. 1992. New Zealand Cenozoic marine paleoclimates: a review based on the distribution of some shallow water and terrestrial biota. *En* TSUCHI, R. y INGLE, J. (Eds.): *Pacific Neogene Environments, Evolution and Events*, 83-106, University of Tokyo Press.

HSÜ, K.J. 1973. The desiccated deep basin model for the Messinian events. *En* DROOGER, C.W. (Ed.): *Messinian events in the Mediterranean*. North Holland, Amsterdam, 60-67.

HUBER, H. 1953. Geology of the Kashan-Esphahan-Naiin Area. *National Iranian Oil Company,* **1440**, figs. 1-8.

IACCARINO, S. 1985. Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera. *En* BOLLI, M. H. et al. (Eds.): *Plankton Stratigraphy,* Cambridge University Press, 283-314.

IACCARINO, S.; MORLOTTI, E.; PELOSIO, G. y RAFFI,S. 1975. Litostratigrafia e biostratigrafia di alcune seri Neogeniche della provincia di Almeria (Espagna). *Ateneo Parmense, Acta Naturalia,* **11**, 237-313.

IMBRIE, J. y IMBRIE, J.Z. 1980. Modeling the climatic response to orbital variations. *Science,* **207**, 943-953.

IONESI, B. 1968. *Stratigrafia depozitelor Miocene de platforma dintre Valea Siretului si Valea Moldovei*. Academiei Republicii Socialiste Romania, 391 pp.

JAFARI, A. 1950. *Section stratigraphique detailées dans la region á l'Ouest de Qom*. National Iranian Oil Company, **1472**, 8 pp.

JEPPS, M.W. 1942. Studies on *Polystomella* LAMARCK. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,* **25**, 607-666.

JERVEY, M.T. 1988. Quantitative geological modeling of siliciclastic rock sequences and their seismic expression. *En* WILGUS, C.K.; HASTINGS, B.S.; KENDALL, C.G.S.C.; POSAMENTIER, H.W.; ROSS, C.A. y VAN WAGONER, C. (Eds.): *Sea-level Changes: An Integrated Approach*, 47-69. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication* **42**.

JOHNSON, R.G. 1960. Models and methods for analysis of the mode of formation of fossil assemblages. *Geological Society of America Bulletin*, **71**, 1075-1086.

KALANTARI, A. 1981. *Iranian fossils*. National Iranian Oil Company, **9**, 216 pp., 81 láms.

KALANTARI, A. I986. *Microfacies of carbonate rocks of Iran*. National Iranian Oil Company, **11**, 233 pp., 135 láms.

KALANTARI, A. 1992. *Lithostratigraphy and microfacies of Zagros orogenic area (S. W. Iran)*. National Iranian Oil Company, **12**, 421 pp.

KAMMER, T.W. 1985. Basinal and prodeltaic communities of the early Carboniferous Borden Formation in Northern Kentucky and Southern indiana (U.S.A.). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **49**, 79-121.

KAUFFMAN, E.G. 1984. The fabric of Cretaceous marine extinctions. *En* BERGGREN, W.A. y VAN COUVERING, J.A. (Eds.): *Catastophism and Earth History, The New Uniformitarianism,* Princeton University Press, 151-246.

KENDALL, C.G.S.C. y LERCHE, I. 1988. The rise and fall of eustasy. *En* WILGUS, C.K.; HASTINGS, B.S.; KENDALL, C.G.S.C.; POSAMENTIER, H.W.; ROSS, C.A. y VAN WAGONER, C. (Eds.): *Sea-level changes: An integrated approach,* 3-18. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication* **42**.

KENNEDY, W.J. y GARRISON, R.E. 1975. Morphology and genesis of nodular chalks and hardgrounds in the upper Cretaceous of Southern England. *Sedimentology,* **22**, 311-386.

KENNETT, J.P. y SRINIVASAN, S. 1983. *Neogene planktonic Foraminifera*. Hutchinson Ross, Stroudsburg, 265 pp.

KIDWELL, S.M. 1991. Condensed deposits in siliciclastic sequnces: expected and observed features. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 682-695. Springer-Verlag, Berlín.

KIDWELL, S.M. 1991. The stratigraphy of shell concentrations. *En* ALLISON, P.A. y BRIGGS, D.E.G. (Eds.): *Taphonomy. Releasing the Data Locked in the Fossil Record,* 211-281. Plenum Press, New York.

KIDWELL, S.M. y BOSENCE, W.J. 1991. Taphonomy and time averaging of marine shelly faunas. *En* ALLISON, P.A. y BRIGGS, D.E.G. (Eds.): *Taphonomy. Releasing the Data Locked in the Fossil Record,* 115-210. Plenum Press, New York.

KIDWELL, S.M. y HOLLAND, S.M. 1991. Field description of coarse bioclastic fabrics. *Palaios,* **6**, 426-434.

KISSEL, C.; JAMET, M. y LAJ, C. 1984. Palaeomagnetic evidence of Miocene and Pliocene rotational deformations of the Aegean Area. *En* DIXON, J.E y ROBERTSON, A.H.F. (Eds.): *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*, 669-679. Blackwell Scientific, Oxford.

KNIGHT, J.B.; COX, L.R.; KEEN, A.M.; SMITH, A.G.; BATEN, R.L.; YOCHELSON, E.L.; LUDBROOK, N.H.; ROBERTSON, R.; YONGE, C.M. y MOORE, R.C. 1960. Mollusca 1. *En* MOORE, C. (Ed.): *Treatise on invertebrate paleontology, part I,* 1-1351. The Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence, Kansas.

KOKAY, J. 1967. Stratigraphie des oberhelvets (Karpatien) von Varpalota (Ungarn). *Palaeontographia Italica,* **63**, 75-111, láms 5-9.

KOUYOUMONTZAKIS, G. 1984. Les Amphisteginidae (Foraminifera) du plateau continental Congolais dans le cadre de la marge Ouest Africaine. *Revue de Micropaléontologie,* **27**, 196-208.

KUHN, O. 1931. *Miocen von indischen typhus in zentral-Persien/ German*. National Iranian Oil Company, **114**, 35 pp.

KURESHY, A.A. 1977. Tertiary larger foraminiferal zonez of Pakistan. *Revista Española de Micropaleontología,* **10**, 467-483.

KVALIASHVILI, G.A. 1962. The oncophora (Rzehakia) formation of Eurasia. *Publication Akademic Nauk*, **13**, 1-222.

LAURIAT RAGE, A.; BRÉBION, P.; CAHUZAC, B.; CHAIX, C.; DUCASSE, O.; GINSBURG, L.; JANIN, M.C.; LOZOUET, P.; MARGEREL, J.P.; NASCIMENTO, A.; PAIS, J.; POIGNANT, A.; POUYET, S. y ROMAN, J. 1993. Palaeontological data about the climatic trends from Chattian to Present along the Northeastern Atlantic frontage. *Ciencias da Terra,* **12**, 167-179.

LECOINTRE, G. 1952. Recherches sur le Néogene et le Quaternaire marins de la cote Atlantique du Maroc. II, Paléontologie. *Notes et Mémoires du Service de Mines et de la Carta Géologique de Maroc,* **99**, 1-171, láms. I-XXVIII. Paris.

LESS, A. 1975. Possible influence of salinity and temperature on modern shelf carbonate sedimentation. *Marine Geology*, **19**, 159-198.

LESS, A. y BULLER, A.T. 1972. Modern temperate-water and warm-water shelf carbonate sediments contrasted. *Marine Geology*, **13**, 67-73.

LEWIS, R. 1980. Taphonomy. En BROADHEAD, T.W. y WATERS, J.A. (Eds.): *Echinoderms: Notes a Short Course* **3**, University of Tennessee, 27-39.

LLOMPART, C. 1983. *Amphiope bioculata* del Mioceno de Port de Maó (Menorca). *Bolletín Real Sociedad Española de Historia Natural*, **81**, 67-79.

LOEBLICH, A.R. y TAPPAN, H. 1964. Sarcodina, Chiefly, and Foraminiferida. *En* MOORE, R. C. (Ed.): *Treatise on invertebrate paleontology, Protista 2,* 1-510. The Geological Society of America and the University of Kansas, **1**, Lawrence, Kansas.

LOEBLICH, A.R.; TAPPAN, H.; BECKMANN, J.P.; BOLLI, H.M.; GALLITELLI, E.M. y TROELSEN, J.C. 1957. Studies in Foraminifera, 1-323. *United States National Museum Bulletin,* **214**.

LOFTUS, W.K. 1855. On the geology of portions of the Turko-Persian frontier and of the adjoining. *Geological Society*, London, 11, 247-344.

LOGAN, B.W. 1969. Carbonate sediments & reefs, Yucatan shelf. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin,* **11**, 129-198.

LOREAU, J.P. y PURSER B.H. 1973. Distribution and ultrastructure of Holocene ooids in the Persian Gulf. *En* PURSER, B.H. (Ed.): *The Persian Gulf*. 279-328. Springer, Berlín.

LOUTIT, T.S.; HARDENBOL, J.; VAIL, P.R. y BAUM, G.R. 1988. Condensed section: The key to age dating and correlation of continental margin sequences. *En* WILGUS, C.K.; HASTINGS, B.S.; KENDALL, C.G.S.C.; POSAMENTIER, H.W.; ROSS, C.A. y VAN WAGONER, C. (Eds.): *Sea-level Changes: An Integrated Approach*, 183-213. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication* **42**.

LUTERBACHER, H.P.; EICHENSEER, H.; BETZLER, C. y VAN DEN HURK, A.M. 1991. Carbonate-siliciclastic depositional systems in the Paleogene of the South Pyrenean Foreland basin: A sequence-stratigraphic approach. *En* MACDONALD, D.I.M. (Ed.): *Sedimentation, Tectonics and Eustasy, Sea Level Changes at Active Margins,* 391-408. *International Association of Sedimentologists, Special Publication* **12**.

MAGDZADEH, T.E.R. 1991. *Bioestratigrafia y correlación de miembros de la formación Qom entre Qohrud (Sur de Kashan) y Dobaradaran (Sur de Qom)*. Tesis de Licenciatura, Universidad Libre de Teherán, 75 pp., [En Iraní].

MARTINELL, J. y DOMENECH, R. 1991. Malacofaune du Pliocene marin du Roussillon: Taphonomie et paléoécologie. *Paléobiologie Continentale,* **17**, 157-166.

MEDWEDEFF, D.A. y WILKINSON, B.H. 1983. Cortical fabrics in calcite and aragonite ooids. *En* PERYT, T.M. (Ed.): *Coated Grains,* 109-115. Springer-Verlag, Berlín.

MEGÍAS, A.G. 1982. Introducción al análisis tectosedimentario: Aplicación al estudio dinámico de cuencas. *Actas del Quinto Congreso Latinoamericano de Geología*, **1**, 385-402.

MEHRNUSH, M. y HADJIAN, J. 1969. *Estudio de la paleontología y estratigrafía del Oligo-Mioceno de los alrededores de Kashan*. Servicio Geológico Iraní, 17 pp., [En Iraní].

MEISAMI, A. 1978. Estudio de un género de bivalvos de la formación Qom. *Journal of The Faculty of Science,* **49**, 32-41, [En Iraní].

MÉNDEZ CECILIA, M.A. 1971. Pectínidos Pliocenos de Almería. *Estudios Geologicos,* **27**, 487-495.

MENESINI, E. 1967. Gli echinidi Miocenici delle'Arenarie di Pisano (Pisa). *Palaeontographia Italica,* **62**, 143-165.

MIGLIORINI, C.I. y VENZO, S. 1933. Il Ladinico superior dell'Isola di Rodi (Egeo). *Palaeontographia Italica,* **34**, 137-170, láms. XLVI-LI.

MILANKOVITCH, M. 1941. *Kanon der erdbestahlung und seine anwendung auf das eiszeitproblem*. Akademy Royal Serbe, **133**, 633 pp.

MILLER, K.G. y FAIRBANKS, R.G. 1985. Oligocene to Miocene carbon isotope cycles and abyssal circulation changes. *En* SUNDQUIST, E.T. y BROECKER, W.S. (Eds.): *The Carbon Cycle and Atmospheric CO_2 Natural Variations Archean to Present*, 469-486. *Geophysiqūe*, **32**.

MILLER, K.G.; FAIRBANKS, R.G. y MOUNTAIN, G.S. 1987. Tertiary oxygen isotope synthesis, sea level history, and continental margin erosion. *Paleoceanography*, **2**, 1-19.

MILLER, K.G. y KATZ, M.E. 1987. Oligocene to Miocene benthic foraminiferal and abyssal circulation changes in the North Atlantic. *Micropaleontology,* **33**, 92-149.

MINNERY, G.A.; REZAK, R. y BRIGHT, T.J. 1985. Depth zonation and growth of crustose coralline algae: Flower Garden Banks, NorthWestern Gulf of Mexico. *En* TOOMEY y NITECKI, M.H. (Eds.): *Paleoalgology: Contemporary Research and Applications*. 237-246. Springer-Verlag, Berlín,

MITCHUM, R.M. 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, Part 11: Glossary of terms used in seismic stratigraphy. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin,* **26**, 205-221.

MITCHUM, R.M. y VAN WAGONER, J.C. 1991. High frequency sequences and their stacking patterns: sequence-stratigraphic evidence of high-frequency eustatic cycles. *Sedimentary Geology,* **70**, 131-160.

MOLINA, M. 1979. *Oligoceno-Mioceno inferior por medio de foraminíferos planctónicos en el sector central de las cordilleras Béticas (España)*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, 342 pp., 37 láms.

MONTANARO, E. 1935. Studi monografici sulla malacologia Modenese, 1, I moluschi Tortoniani di Montegibbio. *Palaeontographia Italica,* **35**, 1-84, láms. I-VII.

MONTANARO, E. 1937. Studi monografici sulla malacologia Miocenica Modenese 1, I moluschi Tortoniani di Montegibbio, Gasteropoda. *Palaeontographia Italica,* **37**, 115-192, láms. V-VIII.

MOSTOFI, B. y GANSSER, A. 1956. *The story behind the 5 Alborz*. National Iranian Oil Company, 6 pp., [En Iraní].

MURRAY, J.W. 1965. The Foraminiferida of the Persian Gulf 2, The Abudhabi region. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* **1**, 307-332.

MURRAY, J.W. 1966. The Foraminiferida of the Persian Gulf 4, Khur Al Bazam. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* **2**, 153-161.

MURRAY, J.W. 1966. The foraminiferida of the Persian Gulf 5, The shelf of the Trucial Coast. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* **2**, 267-278.

NARDI, L.D. 1967. I foraminiferi Miocenici della Marina del Marchese (Isola de Pianosa). *Palaeontographia Italica,* **62**, 79-143, láms. XXXVII-XLV.

NARDINI, S. 1933. Molluschi delle espiage emerse del Mar Rosso e dell'Oceano indiano 1, (Gasteropodi). *Palaeontographia Italica*, **32**, 171-267, láms. XXIII-XXIV.

NARDINI, S. 1937. Molluschi delle spiagge emerse del Mar Rosso e dell'Oceano indiano 2, (Lamellibranchi). *Palaeontographia Italica*, **37**, 225-275, láms. XII-XVIII.

NAYEBI, Z. 1989. *Paleontological stydy on the samples collected from Kamar Kuh anticlinale and Kuh-e-Dobaradaran*. National Iranian Oil Company, **373**, 30 pp., [En Iraní].

NEWELL, N.D., PURDY, E.G. y IMBRIE, J. 1960. Bahamian oolitic sand. *The Journal of Geology*, **68**, 481-497.

NOGOL SADAT, M.A. 1978. *Les zones de décrochement en Iran, consequences des resultats de l'analyse structurale de la région de Qom*. Tesis Doctoral, Université de Grenoble, 201 pp.

NOGOL SADAT, M.A. 1985. *Guía de excursiones de los Montes de Qom*. Servicio Geológico Iraní, 10 pp., [En Iraní].

OGNIBEN, L. 1958. Melobesie basso - Elveziane de Caiazzo (Caserta). *Palaeontographia Italica*, **53**, 49-73, láms. XXIII-XXVIII.

OSCHMANN, W. 1991. Anaerobic-Poikiloaerobic-Aerobic: A new facies zonation for modern and ancient neritic redox facies. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 565-572. Springer-Verlag, Berlín.

PARENZAN, P. 1976. *Carta d'identità delle conchiglie del mediterraneo* II, (Bivalvi), Seconda Parte. láms. 50-76, Bios Taras, Taranto.

PARSONS, K.M. y BRETT, C.E. 1991. Taphonomic processes and biases in modern marine environments. *En* DONOVAN, S.K. (Ed.): *The Processes of Fossilization*, 22-63. Belhaven Press, London.

PETERSON, C.H. 1985. Patterns of lagoonal bivalve mortality after heavy sedimentation and their paleoecological significance. *Paleobiology*, **11**, 139-153.

PETERSON, L.C. 1984. Recent abyssal benthic foraminiferal biofacies of the eastern equatorial Indian Ocean. *Marine Micropaleontology*, **8**, 479-519.

POIGNANT, A. y LORENZ, C. 1985. Répartiton biogéographique de foraminifères benthiques à l'Oligocène et au Miocène inférieur dans la Téthys. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **8**, 771-779.

POSAMENTIER, H.W. y JAMES, D.P. 1993. An overview of sequence-stratigraphic concepts: Uses and abuses. *En* POSAMENTIER, H.W.; SUMMERHAYES, C.P.; HAQ, B.U. y ALLEN, G.P. (Eds.): *Sequence Stratigraphy and Facies Associations*, 3-18. *International Association of Sedimentologists, Special Publication* **18**.

POSAMENTIER, H.W. y VAIL, P.R. 1988. Eustatic controls on clastic deposition I y II - Sequence and systems tract models. *En* WILGUS, C.K.; HASTINGS, B.S.; KENDALL, C.G.S.C.; POSAMENTIER, H.W.; ROSS, C.A. y VAN WAGONER, C. (Eds.): *Sea-level Changes: An Integrated Approach*, 109-154. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication* **42**.

POWELL, E.N.; STAFF, G.M.; DAVIES, D.J. y CALLENDER, W.R. 1989. Macrobenthic death assemblages in modern marine environments; Formation, interpretation, and application. *Aquatic Sciences,* **1**, 555-589.

PUJOS, M. 1971. Quelques exemples de distribution des foraminiféres benthiques sur le plateau continental du Golfe de Gascogne: relation entre microfauna et environnement. *Cahiers Océanographiques,* **23**, 445-455.

PUJOS, M. 1972. Répartition des biocoenoses de foraminiféres benthiques sur le plateau continental du Golfe de Gascogne a l'Oueste de l'embouchure de la Gironde. *Revista Española de Micropaleontología,* **4**, 141-156.

PURSER, B.H. 1973. *The Persian Gulf. Holoce carbonate sedimentation and diagenesis in shallow epicontinental sea.* Springer-Verlag, Berlín, 417 pp.

PURSER, B.H. 1975. *Sédimentation et diagénèse précoce des séries carbonatées du Jurassique moyen de Bourgogne.* Tesis Doctoral, Université de Paris, 383 pp.

RAHAGHI, A. 1980. *Tertiary faunal assemblages of Qom-Kashan, Sabzewar and Jahrum areas*. National Iranian Oil Company, **8**, 36 pp.

REIJERS, T.J.A. y TEN HAVE, A.H.M. 1983. Ooid zonation as indication for environmental conditions in a Givetian-Frasnian carbonate shelf- slope transition. *En* PERYT, T.M. (Ed.): *Coated Grains*, 188-198. Springer-Verlag, Berlín.

RIBA, O. 1989. Unidades tectosedimentarias y secuencias deposicionales. *Revista de la Sociedad Geológica de España,* **2**, 189-198.

RICHTER, D.K. 1983. Calcareous ooids: A synopsis. *En* PERYT, T.M. (Ed.): *Coated Grains*, 71-99. Springer-Verlag, Berlín.

RICKEN, W. 1986. *Diagenetic bedding, A model for marl-limestone alternation*. Springer-Verlag, Berlín. 210 pp.

RICKEN, W. y EDER, W. 1991. Diagenetic modification of calcareous beds - An overview. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy,* 430-449. Springer Verlag, Berlín.

ROBERTSON, A.H.F.; EATON, S.; FOLLOWS, E.J. y McCALLUM, J.E. 1991. The role of local tectonics versus global sea-level change in the Neogene evolution of the Cyprus active margin. *En* MACDONALD, D.I.M. (Ed.): *Sedimentation, Tectonics and Eustasy, Sea Level Changes at Active Margins*, 331-373. *International Association of Sedimentologists, Special Publication* **12**.

RODRÍGUEZ TOVAR, F.J. 1993. *Evolución sedimentaria y ecoestratigráfica en plataformas epicontinentales del margen Sudiberico durante el Kimmeridgiense inferior*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, 304 pp.

ROGER, G. 1939. Le genre *Chlamys* dans les Formations Neogénes de l'Europe. *Mémoires de la Société Géologique de France*, **40**, 1-294.

ROGER, G. 1980. Pectinides Miocenes, Pliocenes et Quaternaires de Syrie, Ètudes paléontologiques. *Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique*, **3**, 325-347.

RÖGL, F. 1985. Late Oligocene and Miocene planktic foraminifera of the central Paratethys. *En* BOLLI, M. H. et al.(Eds.): *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, 315-328.

ROLLINS, H. y DONAHUE, J. 1975. Towards a theoretical basis of paleoecology: concepts of community dynamics. *Lethaia*, **8**, 255-270.

ROMAN, J. 1977. Biogéographie d'un groupe d,échinides Cénozoiques (*Echinolampas* et ses sous-genres *Conolampas* et *Hypsoclypus*). *Geobios*, **10**, 337-349.

ROSS, C.A. 1979. The ecology of large, shallow-water, tropical foraminifera. *En* LIPPS, H.; BERGER, W.H.; BUZAS, M.A.; DOUGLAS, R.G. y ROSS, C.A. *Foraminiferal ecology and paleoecology, SEPM Short Course*, **6**, 54-62. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, Houston.

ROSSET-MOULINIER, M. 1971. Étude systématique et écologique des Elphidiidae et des Nonionidae (foraminifères) du littoral Breton. *Revue de Micropaléontologie*, **1**, 76-81.

RUTSCH, R.F. 1958. Das typusprofil des Helvétien. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **51**, 107-118.

SACCO, F. 1897. *I molluschi dei terreni Terziari del Piemonte e della Liguria, parte 23 (Ostreacea, Anomiidae, Dimyidae)*. Clausen, Torino. 66 pp., 11 láms.

SACCO, F. 1897. *I molluschi dei terreni Terziari del Piemonte e della Liguria, parte 24 (Pectinidae)*. Clausen, Torino. 73 pp., 21 láms.

SACCO, F. 1898. *I molluschi dei terreni Terziari del Piemonte e della Liguria, parte 26 (Arcidae)*. Clausen, Torino. 92 pp., 22 láms.

SAGEMAN, B.B.; WIGNALL, P.B. y KAUFFMAN, E.G. 1991. Biofacies models for oxigen deficient facies in epicontinental seas: tool for paleoenvironmental analysis. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 542-564. Springer-Verlag, Berlín.

SAITO, Y. 1991. Sequence stratigraphy on the shelf and upper slope in response to the latest Plistocene-Holocene sea-level changes off Sendai, Northeast Japan. *En* MACDONALD, D.I.M. (Ed.): *Sedimentation, Tectonics and Eustasy, Sea Level Changes at Active Margins*, 133-151. *International Association of Sedimentologists, Special Publication* **12**.

SAJADI, H.F. 1990. *Estudio de petrología, paleontología y estratigrafía del sector entre Natanz y Ardestan en Irán central*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Teherán, 204 pp., [En Iraní].

SANTANACH, P. 1989. Reflexiones sobre los mecanismos de incidencia de la tectónica en la división estratigráfica de rellenos de cuenca, implicaciones en la correlación estratigráfica. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **2**, 223-234.

SARG, J.F. 1988. Carbonate sequence stratigraphy. *En* WILGUS, C.K.; HASTINGS, B.S.; KENDALL, C.G.S.C.; POSAMENTIER, H.W.; ROSS, C.A. y VAN WAGONER, C. (Eds.): *Sea-level Changes: An Integrated Approach*, 155-181. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication* **42**.

SARTORIO, D. y VENTURINI, S. 1988. *Southern Tethys biofacies*. Agip Stratigraphic Department, 335 pp.

SAVRDA, C.E.; BOTTJER, D.J. y SEILACHER A. 1991. Redox- related benthic events. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 524-541. Springer-Verlag, Berlín.

SCHMIDT, H. y SEYFRIED, H. 1991. Depositional sequences and sequence boundaries in for-arc coastal embayments: case histories from Central America. *En* MACDONALD, D.I.M. (Ed.): *Sedimentation, Tectonics and Eustasy, Sea Level Changes at Active Margins*, 241-259. *International Association of Sedimentologists, Special Publication* **12**.

SCHUHMACHER, H. y ZIBROWIUS, H. 1985. What is hermatypic? A redefinition of ecological groups in corals and other organisms. *Coral Reefs* **4**, 1-9.

SCHWAN, W. 1980. Geodynamic peaks in alpinotype orogenies and changes in ocean-floor spreading during Late Jurassic-Late Tertiary time. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin,* **64**, 359-373.

SCHWARZACHER, W. 1991. Milankovitch cycles and the measurement of time. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 855-863. Springer-Verlag, Berlín.

SCHWARZACHER, W. y FISCHER, G. 1982. Limestone-shele bedding perturbations of the Earth's orbit. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 72-95. Springer-Verlag, Berlín.

SCUDELER, B. 1983. Strustural and geochemical features of Jurassic oolitic limestones in the Veneto region (NE Italy). *En* PERYT, T.M. (Ed.): *Coated Grains,* 169-175. Springer-Verlag, Berlín.

SEILACHER, A. 1984. Construtional morphology of bivalves: evolutionary pathways in primary versus secondary soft-bottom dwellers. *Paleontology,* **27**, 207-237.

SERRANO LOZANO, F. 1979. *Los foraminíferos planctónicos del Mioceno superior de la cuenca de Ronda y su comparación con los de otras áreas de las cordilleras Béticas*. Tesis Doctoral, Universidad de Malaga, 272 pp., 40 láms.

SIMPSON, J. 1985. Stylolite-controlled layering in an homogeneous limestone: Pseudo-bedding produced by burial diagenesis. *Sedimentology,* **32**, 495-505.

SMEDILE, M.I, 1958. Clipeastri Aquitaniani, Elveziani e Tortoniani della Calabria. *Palaeontographia Italica,* **23**, 1-47, láms. I-XX.

SODER, P.A. 1955. *Qum, Shurabad area*. National Iranian Oil Company, **1456**, 79 pp.

SODER, P.A. 1959. *Marine formation of Qum*. National Iranian Oil Company, **1520**, figs. 1-9.

SODER, P.A. y STOECKLIN, J. 1951. *Region West of Qom Alborz and Saradjeh anticline*. National Iranian Oil Company, **1380**, 22 pp.

SORBY, H.C. 1879. On the structure and origin of limestones. *Quarterly Journal of the Geological Society of London,* **35**, 56-59.

SPEYER, S.E. y BRETT, C.E. 1988. Taphofacies models for epeiric sea environments: Middle Paleozoic examples. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* **63**, 225-262.

SPEYER, S.E. y BRETT, C.E. 1991. Background and episodic processes in fossil assemblage preservation. *En* ALLISON, P.A. y BRIGGS, D.E.G. (Eds.): *Taphonomy. Releasing the Data Locked in the Fossil Record*, 502-546. Plenum Press, New York.

STAHL, A.F.V. 1911. Persien. *Handbuch der regional Geologie* **5**, Part 6, 1-46.

STCHEPINSKY, V. 1938. *Contribution a l'etude du Sahelien de Tunisie*. Tesis Doctoral de l'Université de Paris, 121 pp, 8 láms.

STCHEPINSKY, V. 1946. *Fossiles caracteristiques de Turquie*. Institut d'études et de recherches minières de Turquie. Matériaux de la Carta Géologique, 151 pp., 37 láms. Ankara.

STECKLER, M.S.; REYNOLDS, D.J.; COAKLEY, B.J.; SWIFT, B.A. y JARRARD, R. 1993. Modelling passive margin sequence stratigraphy. *En* POSAMENTIER, H.W.; SUMMERHAYES, C.P.; HAQ, B.U. y ALLEN, G.P. (Eds.): *Sequence Stratigraphy and Facies Associations*, 19-42. *International Association of Sedimentologists, Special Publication* **18**.

STEFANINI, G. 1921. Fossili Terziari della Cirenica. *Palaeontographia Italica*, **27**, 101-150, láms. XVI-XVIII.

STEININGER, F.F.; PAPP, A. y CHAHIDA, M.A. 1977. *Estudio paleontológico del Oligo-Mioceno de los perfiles Abegarm Zofreh en Esphahan, Irán central*. Servicio Geológico Iraní, 40 pp., [En Iraní].

STEININGER, F.F.; RABEDER, G. y ROGL, F. 1985. Land mammal distribution in the Mediterranean Neogene: A consequence of geokinematic and climatic events. *En* STANLEY, D.J. y WEZEL, F.C. (Eds.): *Geological Evolution of the Mediterranean Basin*, 559-571. Springer-Verlag, Berlín.

STEININGER, F.F. y ROGL, F. 1984. Paleogeography and palinspastic reconstrution of the Neogene of the Mediterranean and Paratethys. *En* DIXON, J.E y ROBERTSON, A.H.F. (Eds.): *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*, 659-668. Springer-Verlag, Berlín.

STEININGER, F.F.; ROGL, F. y MARTINI, E. 1976. Current Oligocene-Miocene biostratigraphic concept of the central Paratethys (Middle Europe). *Newsletters of Stratigraphy*, **4**, Berlín, 174-202.

STOCKLIN, J. 1951. *Geology of the Kavir area NE of the railway Qom-Kashan*. National Iranian Oil Company, **1350**, figs. 1-13.

STOCKLIN, J. 1954. *Geology of Kashan, Esfahan y Ardestan mountain area*. National Irani Oil Company, **1441**, figs. 1-18.

STOCKLIN, J. 1958. *A section through the Oligo-Miocene marine formation South of Shurab railway station*. National Iranian Oil Company, **40**, 5 pp.

STOCKLIN, J. 1966. Tectonics of Iran. *Akademic Nauk S.S.S.R. Geotektonika*, **1**, 3-21.

STRASSER, A. 1991. Lagoonal-pretidal sequences in carbonate environments: Autocyclic and allocyclic processes. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 709-721. Springer-Verlag, Berlín.

TAMBUSSI, C.P., NORIEGA, J.I. y TONNI, E.P. 1993. Late Cenozoic birds of Buenos Aires province (Argentina): an attempt to document quantitative faunal changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* **101**, 117-129.

TAVANI, G. y TONGIORGI, M. 1953. La fauna Miocenica delle arenarie di Posano. I, lamellibranchiata. *Palaeontographia Italica,* **58**, 1-41, láms. I-XXX.

TEHRANI, J.J. 1989. *Stratigraphy of Iran and type sections of formations*. Publicación, Universidad de Teherán, **1977**, 342 pp.

TEIXELL, A. y SERRA KIEL, J. 1988. Sedimentología y distribución de foraminíferos en medios litorales y de plataforma mixta. *Boletín Geológico y Minero*, **99**, 871-885.

TOLDERLUND, D.S. y BÉ, A.W.H. 1971. Seasonal distribution of planktonic foraminifera in the Western North Atlantic. *Micropaleontology,* **17**, 297-329.

TUCKER, M.E.; CALVET, F. y HUNT, D. 1993. Sequence stratigraphy of the carbonate ramps: Systems tract, models and application to the Muschelkalk carbonate plataforms of eastern Spain. *En* POSAMENTIER, H.W.; SUMMERHAYES, C.P.; HAQ, B.U. y ALLEN, G.P. (Eds.): *Sequence Stratigraphy and Facies Associations,* 397-418. *International Association of Sedimentologists, Special Publication* **18**.

TUCKER, M.E. y WRIGHT, V.P. 1990. *Carbonate sedimentology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 482 pp.

TUREK, V.; MAREK, J. y BENES, J. 1988. *La gran enciclopedia de los fósiles*. Artia, Praga, 520 pp.

VAIL, P.R.; AUDEMARD, F.; BOWMAN, S.A.; EISNER, P.N. y PEREZ-CRUZ, C. 1991. The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentology - an overview. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 617-659. Springer-Verlag, Berlín.

VAIL, P.R.; COLIN, J.P.; CHENE, R.J.; KUCHLY, J.; MEDIAVILLA, F. y TRIFILIEFF, V. 1987. La stratigraphie sequentielle et son application aux correlations chronostratigraphiques dans le Jurassique du bassin de Paris. *Bulletin de la Société Géologique de France,* **8**, 1301-1322.

VAIL, P.R.; HARDENBOL, J. y TOOD, R.G. 1984. Jurassic unconformities, chronostratigraphy and sea level changes from seismic stratigraphy and biostratigraphy. *American Association of Petroleum Geologists Memoir,* **36**, 129-144.

VAIL, P.R.; MITCHUM, R.M. y THOMPSON, S. 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level (4). Global cycles of relative changes of sea level. *American Association of Petroleum Geologists Memoir,* **26**, 83-97.

VALENTINE, P.C. 1987. *The shelf-slope transition-canyon and upper slope sedimentary processes on the southern margin of Georges Bank*. United States Geological Survey, **1782**, 29 pp.

VAN MORIKHOVEN, F.P.C.M.; BERGGREN, W.A. y EDWARDS, A.S. 1986. Cenozoic cosmopolitan deep-water benthic Foraminifera. *Bulletin des Centres de Recherche Exploration Production Elf-Aquitaine,* **11**, 1-421.

VAN WAGONER, J.C.; POSAMENTIER, H.W.; MITCHUM, R.M.; VAIL, J.P.R.; SARG, J.F. y HARDENBOL, J. 1988. An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. *En* WILGUS, C.K.; HASTINGS, B.S.; KENDALL, C.G.S.C.; POSAMENTIER, H.W.; ROSS, C.A. y VAN WAGONER, C. (Eds.): *Sea-level Changes: An Integrated Approach*, 39-46. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication* **42**.

VATAN, A. 1965. *Guide géologique de la region de Qom.* Publicación, Universidad de Teherán, 42 pp., [En Iraní].

VAUGHT, K.C. 1989. *A classification of the living Mollusca.* American Malacologists, Inc., Melbourne, Florida, 195 pp.

VAUTRIN, H. 1940. Les échinides Burdigaliennes de la zone desertique Syrienne. *En* DUBERTRET, L.M. (Ed.): *Contribution à l'étude géologique de la Syrie Septentrionale,* 101-115. láms. XI-XII. Notes et Mémoires, Haut Commissariat de la République Francaise en Syrie et au Liban.

VAZIRI, M.R. 1987. *Estudio de la geología, estratigrafía y paleontología del S y SW de Kashan* (Irán central). Tesis de licenciatura, Universidad de Teherán, 118 pp., [En Iraní].

VENZO, S. 1933. I fossili del Neogeno Trentino, Veronese e Bresciano: 1, pesci, crostacei e lamellibranchi. *Palaeontographia Italica,* **34**, 142-264, láms. I-XIII.

VENZO, S. 1934-1935. I fossili del Neogene Trentino, Veronese e Bresciano. 2, cefalopodi, gasteropodi, scafopodi, echinidi e celenterati. *Palaeontographia Italica,* **35**, 26-253, láms. XVII-XIX.

VENZO, S. y PELOSIO, G. 1963. La malacofauna Tortoniana del colle di Vigoleno (Preappenino Piacentino). *Palaeontographia Italica,* **58**, 43-213, láms. I-XXVII.

VERA TORRES, J.A. 1994. *Estratigrafía, principios y metodos.* Rueda, Madrid, 806 pp.

WALTHER, M. 1982. A contribution to the origin of limeston-shale sequences. *En* EINSELE, G. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cyclic and Event Stratification*. 113-120, Springer-Verlag, Berlín.

WALTON, W.R. y SLOAN, B.J. 1990. The genus *Ammonia* BRUNNICH, 1722: Its geographic distribution and morphologic variability. *Journal of Foraminiferal Research,* **20**, 128-156.

WELLAND, M.J.P. y MITCHELL, A.H.G. 1977. Emplacement of the Oman ophiolite: A mechanism related to subduction and collision. *Geological Society of America Bulletin,* **88**, 1081-1088.

WESSELS, W.; BRUIJEN, H.D.; HUSSAIN, S.T. y LEINDERS, J.J.M. 1982. Fossil rodents from the Chinji Formation, Banda Daud, Shah, Kohat, Pakistan. *Proceeding of the Koninklijke Nederlandse Akademie Van Wetenschappen,* **B 85**, 337-364.

WETZEL, A. 1991. Stratification in black shales: Depositional models and timing - an overview. *En* EINSELE, G.; RICKEN, W. y SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and Events in Stratigraphy*, 508-523. Springer-Verlag, Berlín.

WRAY, J.L. 1971. Ecology and geologic distribution. *En* GINSBURG, R., REZAK, R. y WRAY, J.L. (Eds.): *Geology of Calcareous Algae, Notes for a short course,* 1-6. Comparative Sedimentology Laboratory of the University of Miami.

WRIGHT, C.A. y MURRAY, J.W. 1972. Comparision of modern and Paleogene foraminiferal distributions and their environmental implications. *Extrait du Mensuel du Bureau de Recherches Géologique et Miniéres,* **7**, 89-96.

WRIGHT, J.D. y THUNELL, R.C. 1988. Neogene planktonic foraminiferal biogeography and paleoceanography of the Indian Ocean. *Micropaleontology,* **34**, 193-216.

WRIGHT, V.P. 1992. A revised classification of limestones. Elsevier Science Publiishers, *Sedimentary Geology,* **76**, 177-185.

WYATT DURHAM J.; CASTER, K.E.; EXLINE, H.; FELL, H.B.; FISHER, A.G.; FRIZZELL, D.L.; KESLING, R.V., KIER, P.M.; MELVILLE, R.V.; MOORE, R.C.; PAWSON, D.L.; REGNELL, G.; SPENCER, W.K.; UBAGHS, G.; WAGNER, C.D. y WRIGHT, C.W. 1966. Echinodermata, 3. *En* MOORE R.C. (Ed.): *Treatse on Invertebrate Paleontology, parte U (1),* 1-695. The Geological Society of America and the University of Kansas Press, Lawrence, Kansas.

ZAHEDI, M. 1971. *Etude géologique de la région de Soh (W de l'Iran central)*. Tesis Doctoral de l'Université Claude Bernard, Lyon, 278 pp.

ZAHEDI, M. 1991. *Explanatory text of the Kashan quadrangle map 1:250,000*. Geological Survey of Iran, **7**, 98 pp., [En Iraní].

ZENG, Y.F.; LEE, N.H. y HUANG, Y.Z. 1983. Sedimentary characteristics of oolitic carbonates from the Jialing-Jiang formation (lower Triassic), South Sichuan Basin, China. *En* PERYT, T.M. (Ed.): *Coated Grains*. 176-187, Springer-Verlag, Berlín.

LAMINAS

Lámina 1

1- *Chlamys multistriata* (POLI). Burdigaliense, Bichareh. C3.2, x1.5.

2- *Oopecten rotundatus* (LAMARCK). Aquitaniense, Kamar Kuh. **2a:** C1.8, valva derecha, x1. **2b:** C1,10, vista dorsal, x1.3. **2c:** C1.9, valva derecha, x1. **2d:** C1.14, valva izquierda, x1.3. **2e:** C1.11, valva derecha, x1.

3- *Chlamys macrotis* (SOWERBY). Burdigaliense, Eidajti. **3a:** E.20, valva derecha, x1.3. **3b:** E.21, valva derecha, x1.3.

LAMINA 1

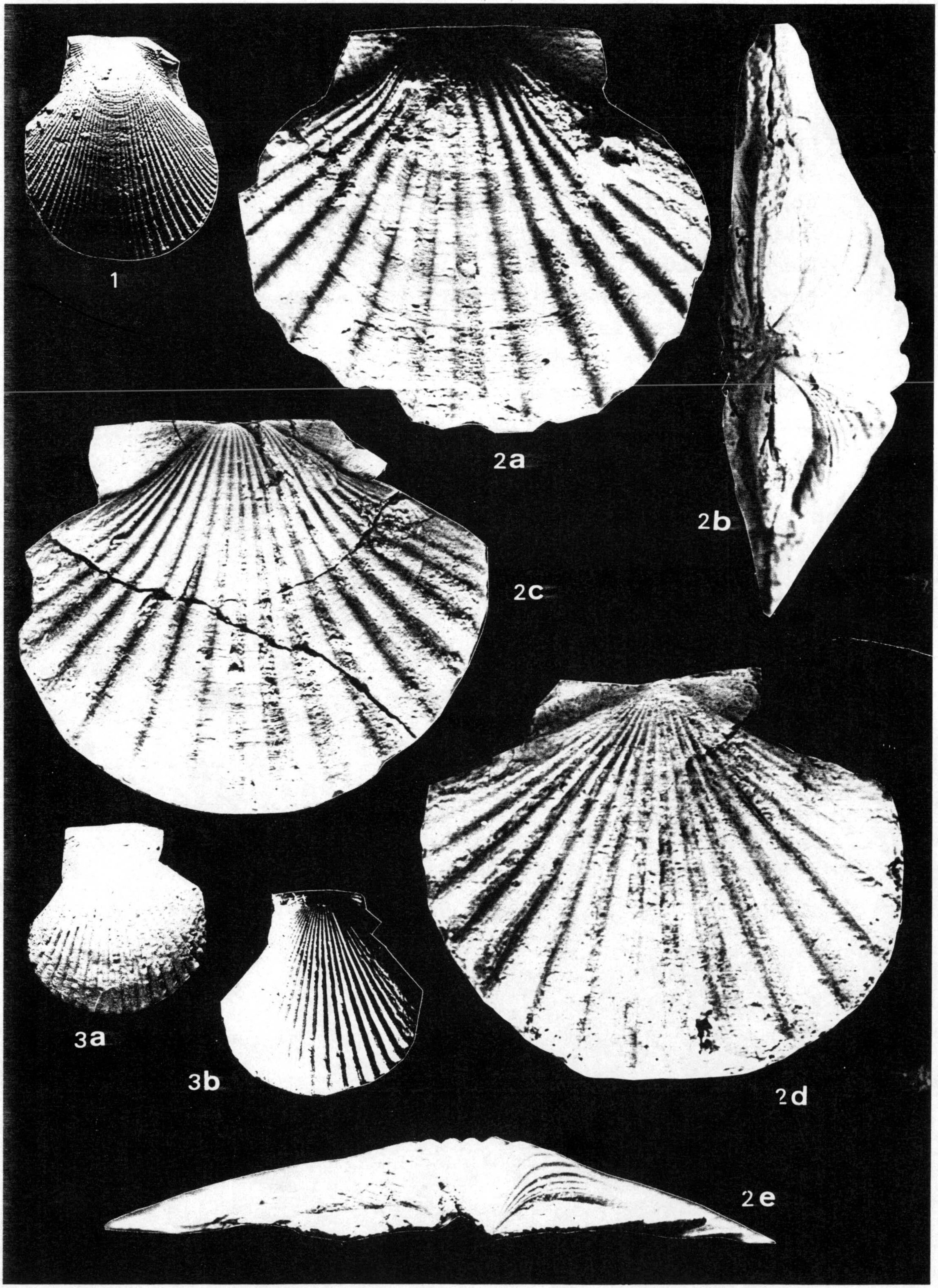


Lámina 2

1- *Pecten* (*Gigantopecten*) *tournali* DE SERRES. Aquitaniense, Bichareh. C1-9, valva derecha con cóstulas sobre las costillas, x1.

2- *Chlamys malvinae* (DUBOIS DE MONTPÉREUX). **2a:** E-13, Burdigaliense, Jorabad, valva izquierda, x2. **2b:** E-a2, Burdigaliense, Shurab, valva derecha, x1.

3- *Chlamys senatoria* (GMELIN). **3a:** C1.11, Aquitaniense, Do Baradar, valva izquierda, x1. **3b:** C1.16, Aquitaniense, Bichareh, valva derecha, x1.

4- *Chlamys northamptoni* (MICHELOTTI). Burdigaliense, Kamar Kuh. **4a:** C3.a2, valva izquierda, x1.5. **4b:** C3.a4, valva derecha, x1.5.

LAMINA 2

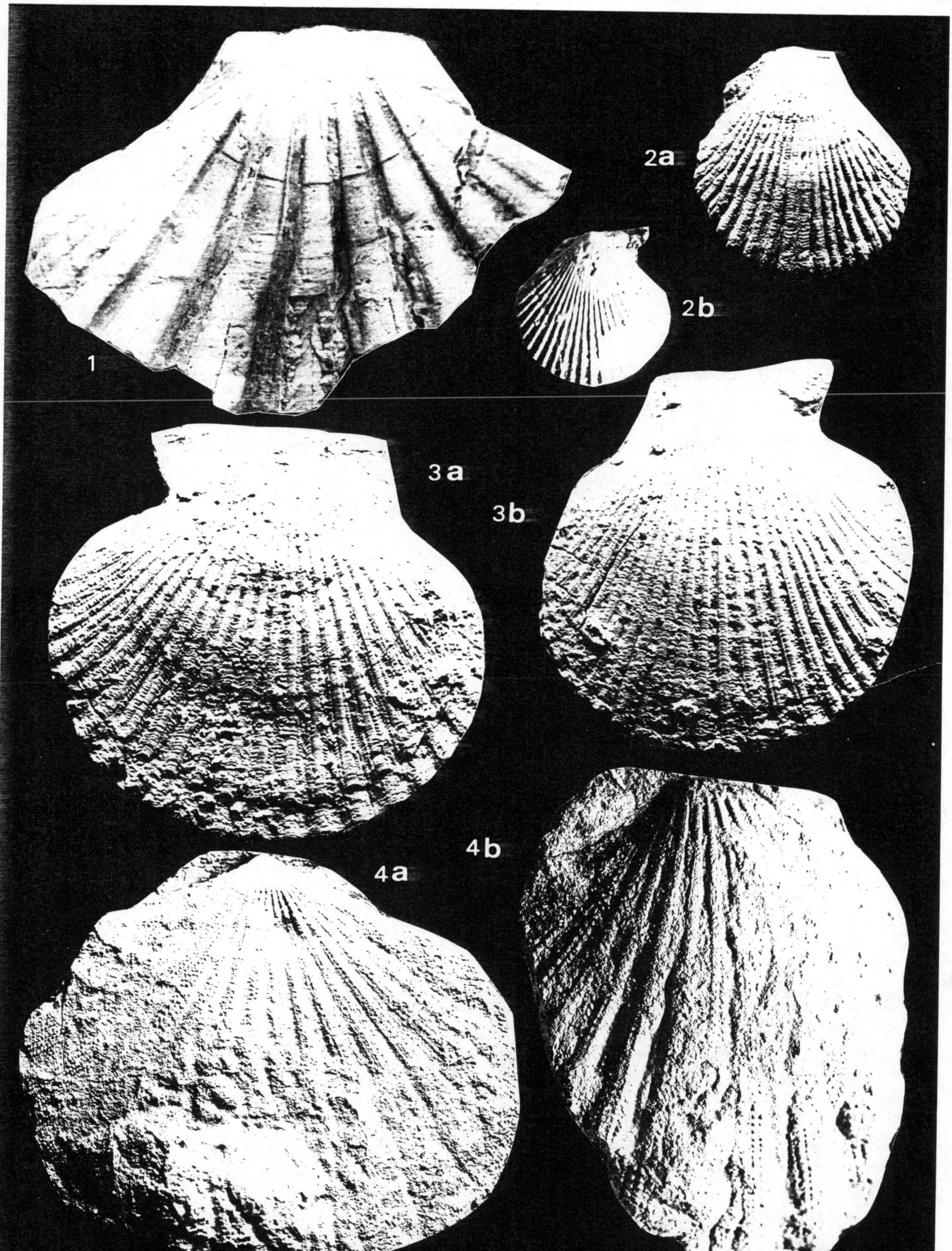


Lámina 3

1- *Pecten (Gigantopecten) tournali* DE SERRES. Burdigaliense, Nardaghi. **1a:** C4.4, valva derecha, x1. **1b:** C4.6, vista dorsal, x1.5. **1c:** C4.5, valva izquierda, x1.

2- *Chlamys submalvinae* (BLANCKENHORN). Aquitaniense, Dochah. C1.1, valva derecha, x1.5.

3- *Chlamys radians* (NYST). Burdigaliense, Shurab. E.2, valva izquierda, x1.5.

4- *Chlamys cookei* (DE GREGORIO). Burdigaliense, Eidajti. **4a:** E.6, valva derecha, x2. **4b:** E.4, valva izquierda, x2.

LAMINA 3

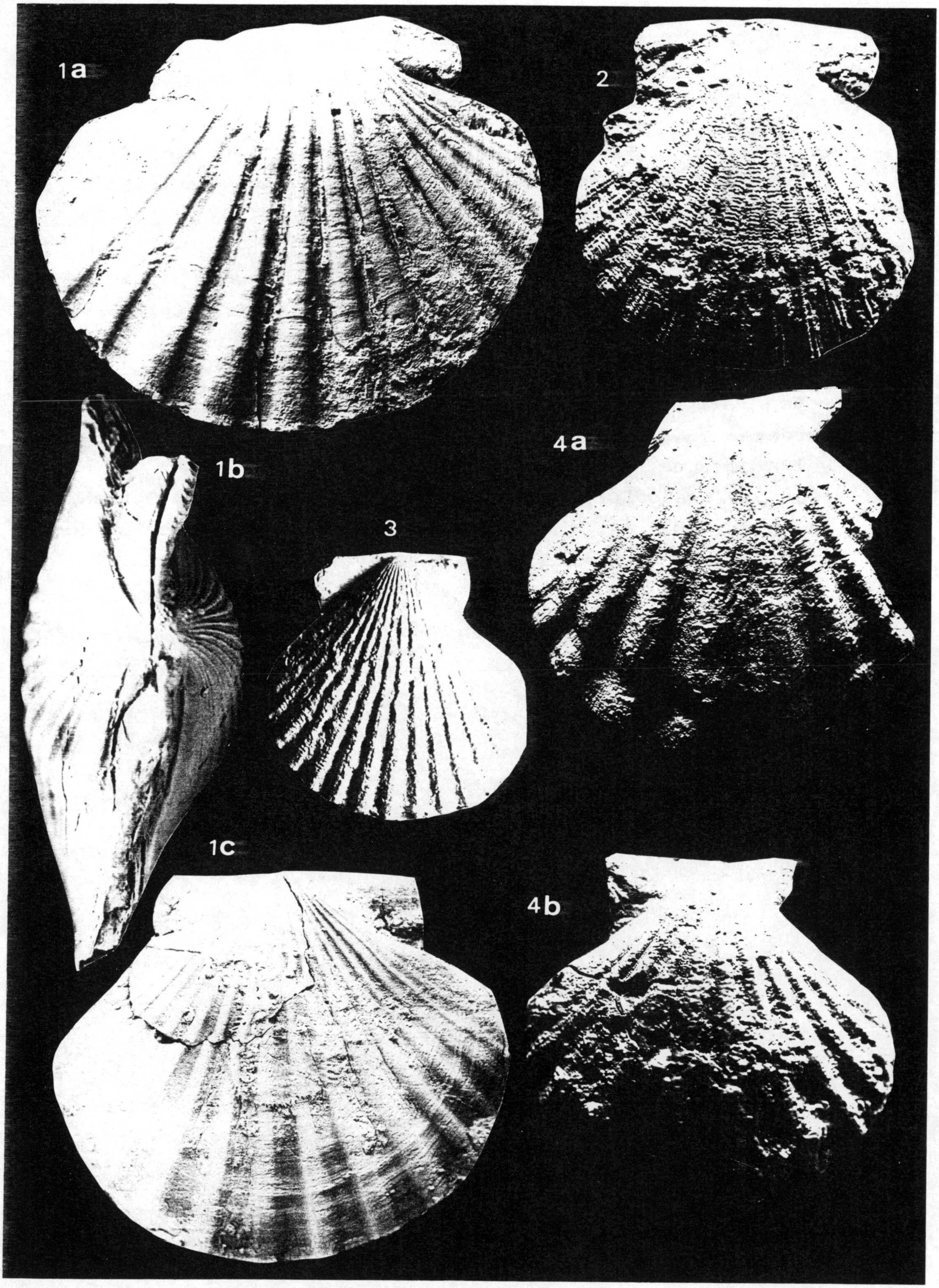


Lámina 4

1- *Pecten beudanti* BASTEROT. Aquitaniense, Jorabad. **1a:** C1.9, valva derecha, x1.5. **1b:** C1.4, valva derecha, variedad de "costillas con surcos" DEPÉRET y ROMAN, x1.5. **1c:** C1.10, vista lateral de la valva derecha, x1.5.

2- *Pecten hornensis* DEPÉRET y ROMAN. Burdigaliense, Nardaghi. **2a:** C3.8, vista lateral de la valva derecha, x1. **2b:** C3.9, valva derecha, x1. **2c:** C3,12, valva derecha con beekitas, x1. **2d:** C3.13, valva derecha, x1.

3- *Pecten* aff. *grayi* MICHELOTTI. Burdigaliense superior, Nardaghi. E.3, **3a:** valva derecha, **3b:** vista lateral de la valva derecha, x1.3.

4- *Pecten paulensis* FONTANNES. Burdigaliense, **4a:** C3.8, Dochah, valva derecha, x1.3. **4b:** C3-13, Nardaghi, vista lateral de la valva derecha, x1.3. **4c:** C3-13, valva derecha, x1.3.

LAMINA 4

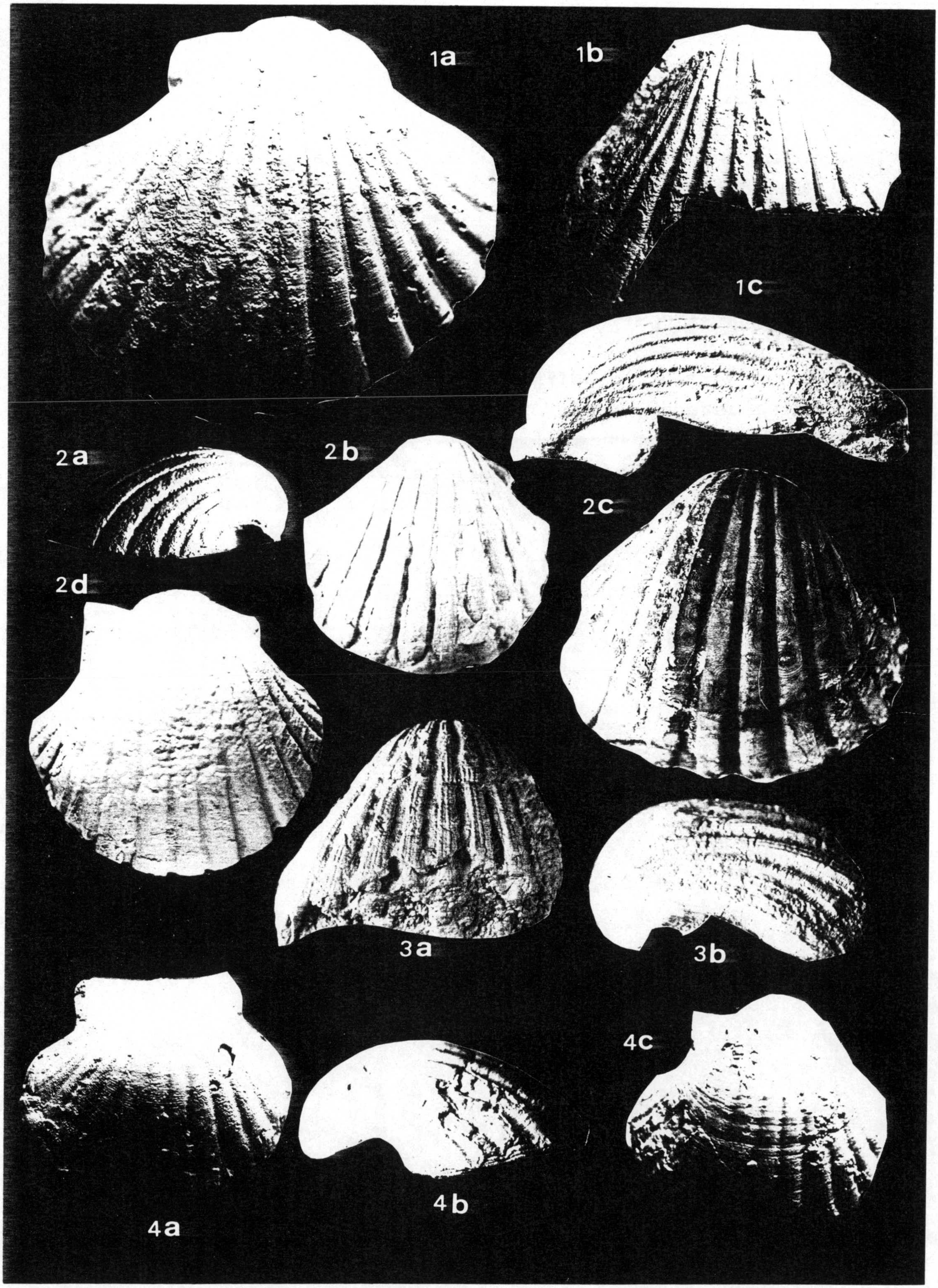


Lámina 5

1- *Pecten subarcuatus* TOURNOUËR. Burdigaliense, **1a:** C3.24, Eidajti, valva derecha, x1.6. **1b:** E.4, Bichareh, valva derecha, x1. **1c:** C3.24, Eidajti, vista lateral de la valva derecha, x1.5.

2- *Pecten revolutus* MICHELOTTI. Burdigaliense, Nardaghi. **2a:** C4.14, valva derecha, x2. **2b:** C4.18, valva derecha, x2. **2c:** C4.18, vista lateral de la valva derecha, x1.7.

3- *Pecten josslingi* SMITH. Aquitaniense, Dochah. C3.11, **3a:** valva derecha, x1.5. **3b:** vista lateral de la valva derecha, x1.5.

4- *Pecten josslingi* var. *expansior* SACCO. Burdigaliense, Nardaghi. **4a:** C3.8, valva derecha, x1. **4b:** C3.9, valva derecha, x1.

5- *Pecten arcuatus* BROCCHI. Oligoceno, Navab. T2.4, **5a:** valva derecha, x1. **5b:** vista lateral de la valva derecha, x1.

LAMINA 5

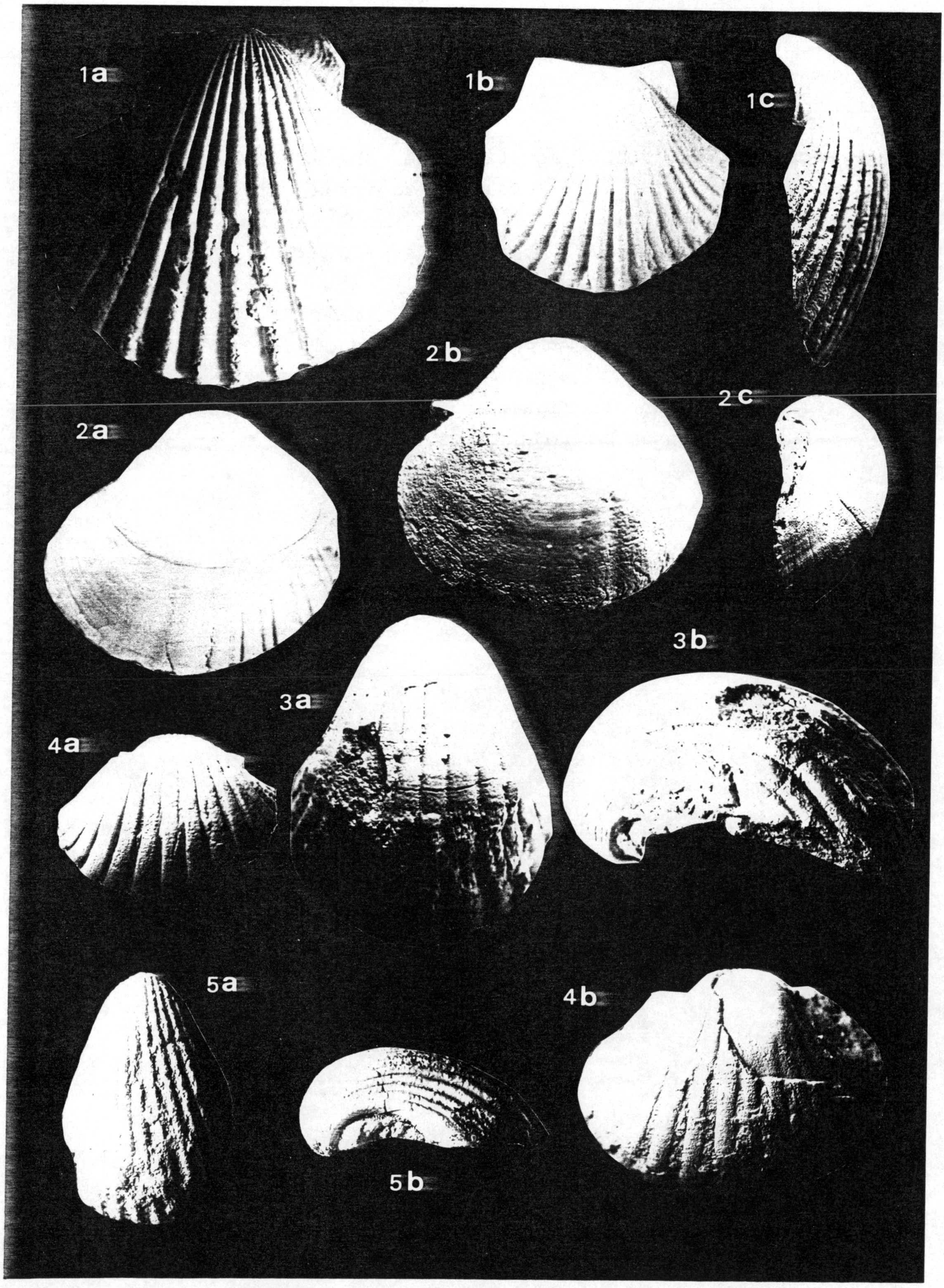


Lámina 6

1- *Pecten tietzi* FUCHS. Aquitaniense, Shurab. C1.17b, **1a:** valva derecha, x1.2. **1b:** valva izquierda, x1.6. **1c:** vista lateral, x1.2.

2- *Flabellipecten* aff. *carryensis* (GOURRET). Aquitaniense, Shurab. C1.9a, valva derecha, x1.

3- *Flabellipecten burdigalensis* (LAMARCK). Aquitaniense, Jorabad. **3a:** C1.14, valva izquierda, x1. **3b:** C1.8, valva izquierda, x1.

4- *Flabellipecten burdigalensis* var. *spinosella* de SACCO. Burdigaliense, Do Baradar. C3.1, individuo fragmentado, x2.

LAMINA 6

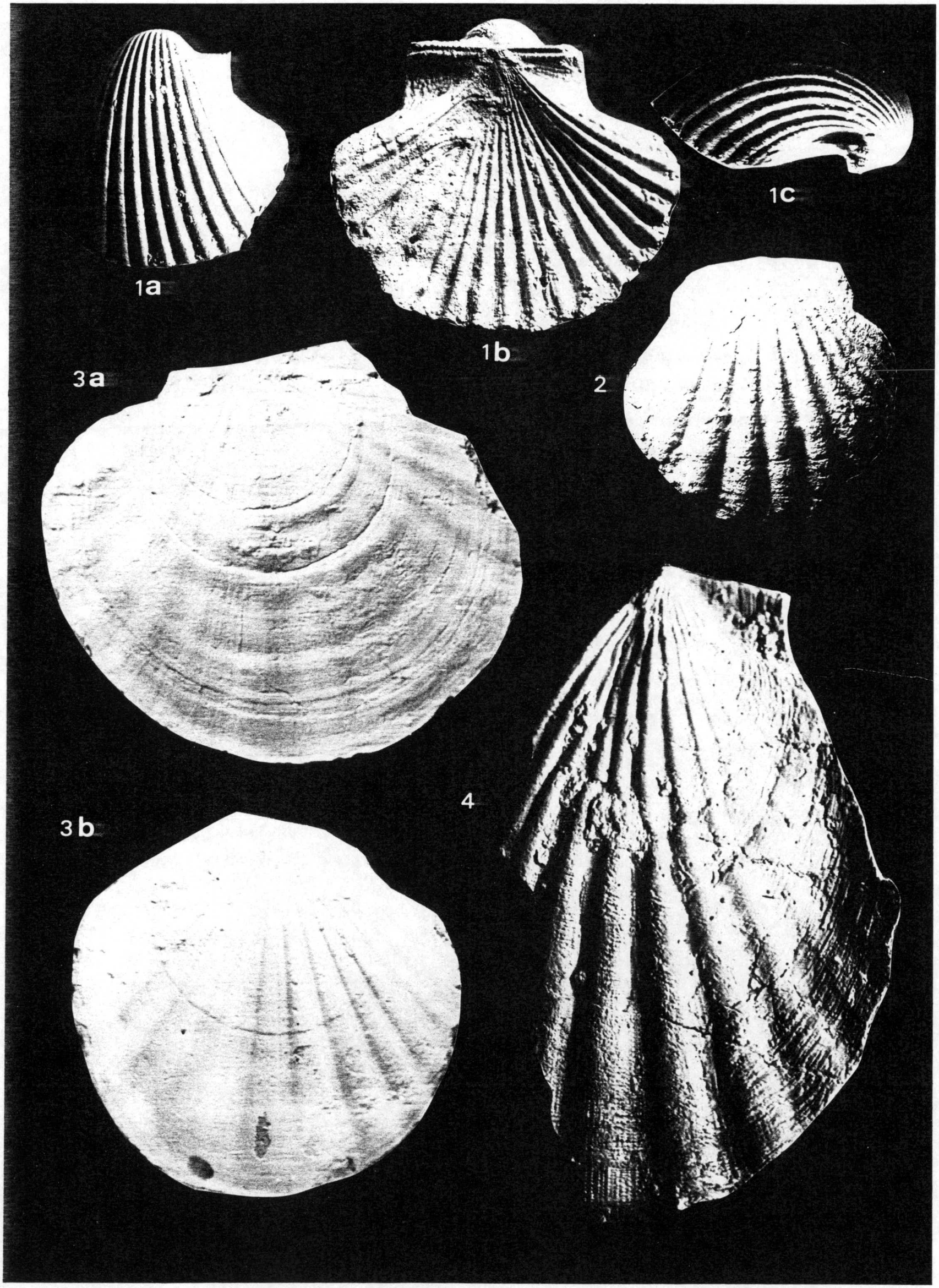


Lámina 7

1- *Flabellipecten tagicus* COTTER. Burdigaliense, Bichareh. C3.8, **1a:** valva izquierda x1.5. **1b:** vista dorsal, x1.8. **1c:** valva derecha x1.3.

2- *Flabellipecten expansus* (SOWERBY). Burdigaliense, Bichareh. C3.9, fragmento de la valva izquierda, x1.2.

3- *Flabellipecten fraterculus* (SOWERBY). Aquitaniense, Eidajti. **3a:** C1.4, valva derecha, x1. **3b:** C1.5, valva derecha, x1.5.

4- *Flabellipecten ficheuri* (BRIVES). Burdigaliense, Eidajti. **4a:** C3.6, valva derecha, x1.2. **4b:** C3.20, valva derecha, x1.2.

LAMINA 7

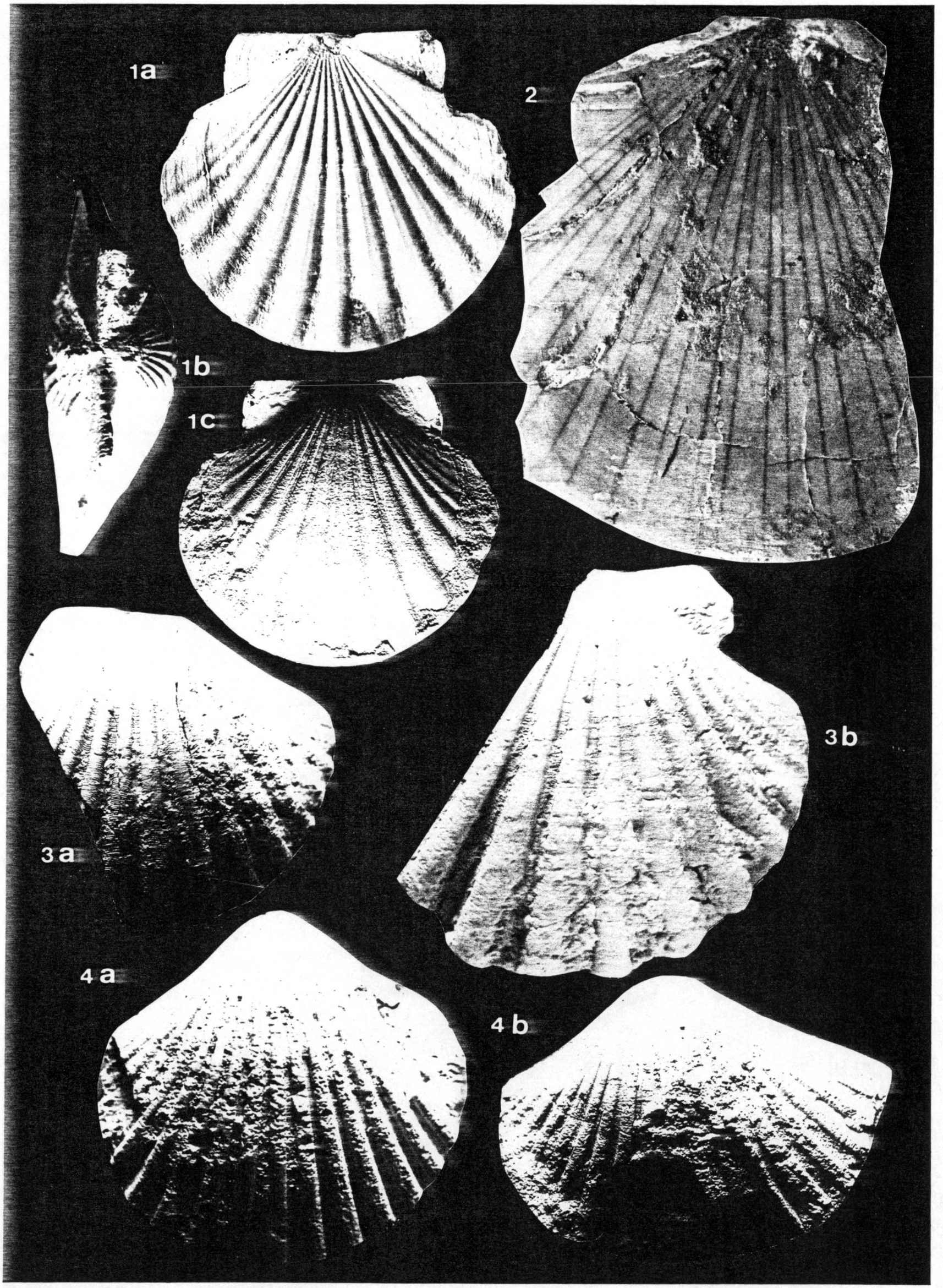


Lámina 8

1- *Amusium cristatum* (BRONN). Burdigaliense, Kamar Kuh. **1a:** E.18, valva derecha, x1.5. **1b:** E.22, valva izquierda, x1.5.
2- *Spondylus (Spon.) gaederopus* LINNÉ. Burdigaliense, Bichareh. **2a:** E.9, valva derecha, x1. **2b:** E.15, vista lateral, x1. **2c:** E.8, valva izquierda, x1.

LAMINA 8

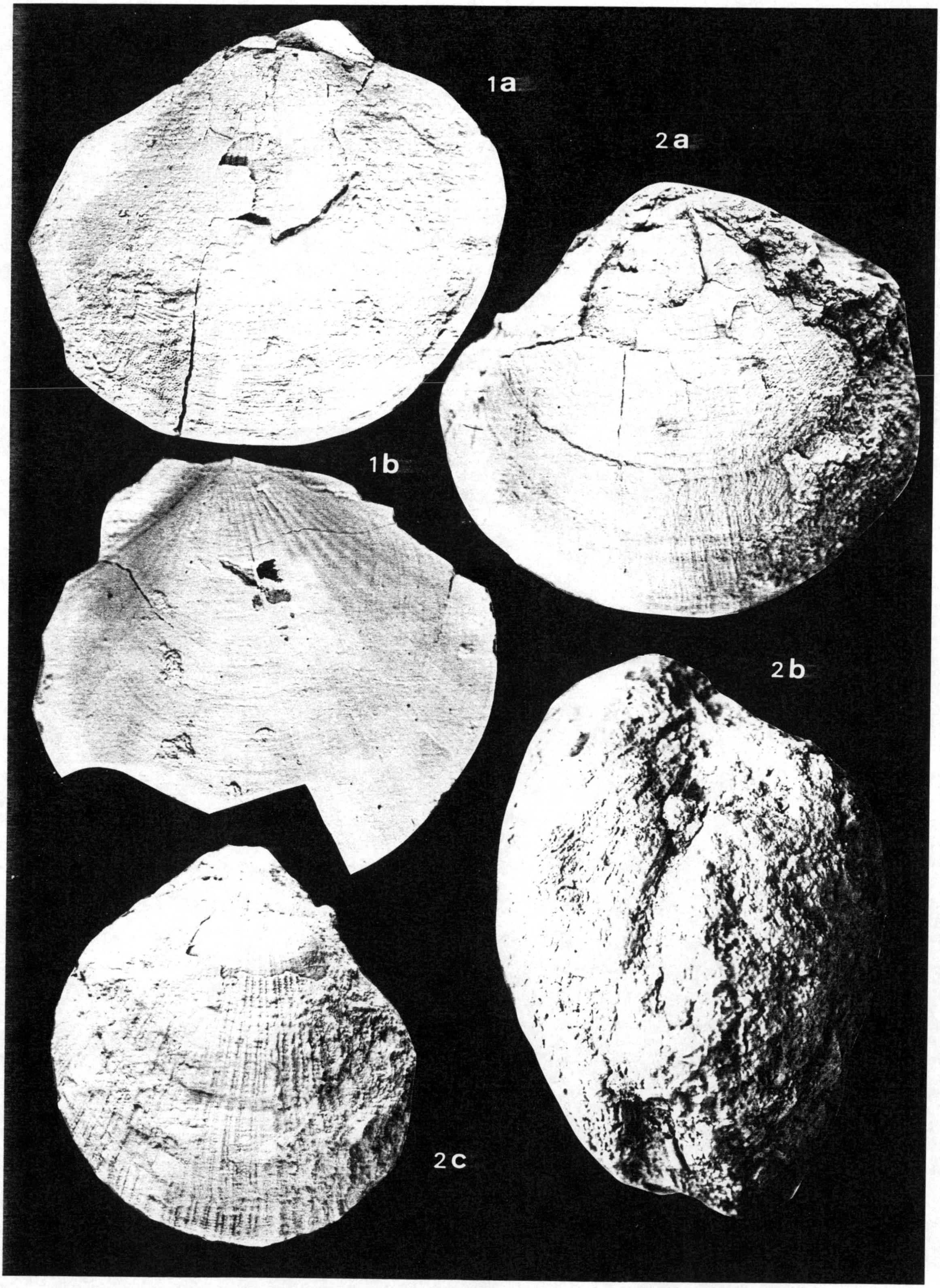
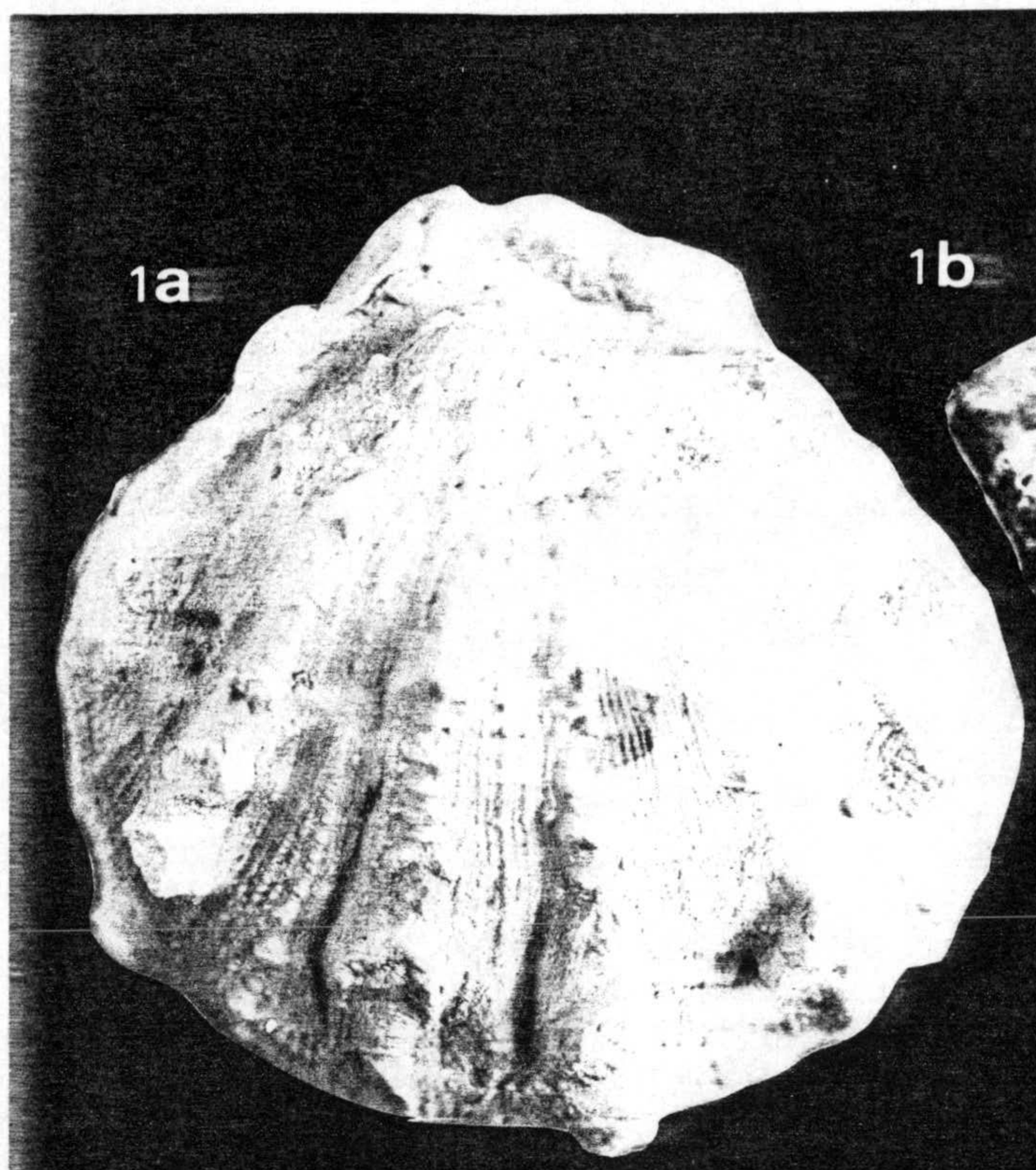


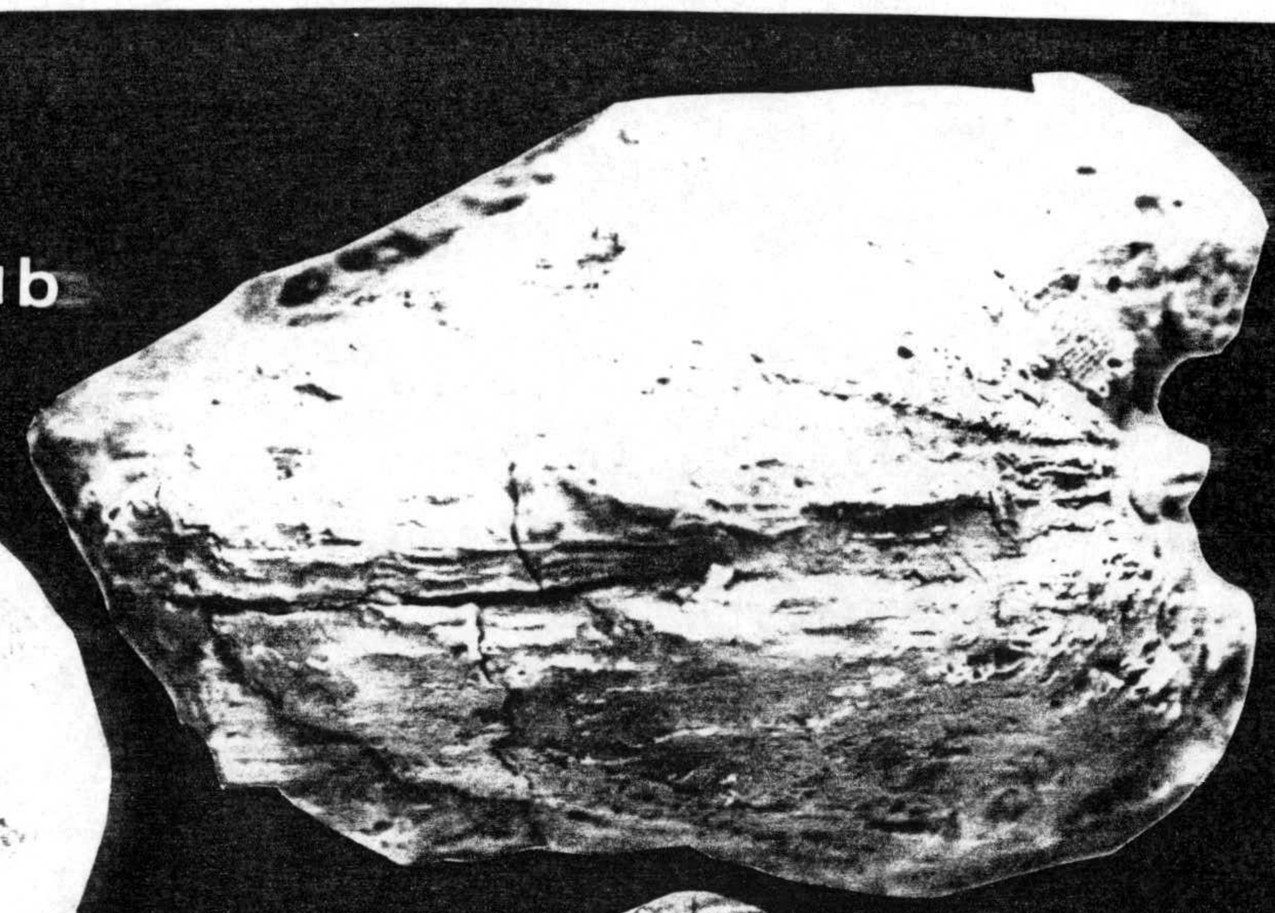
Lámina 9

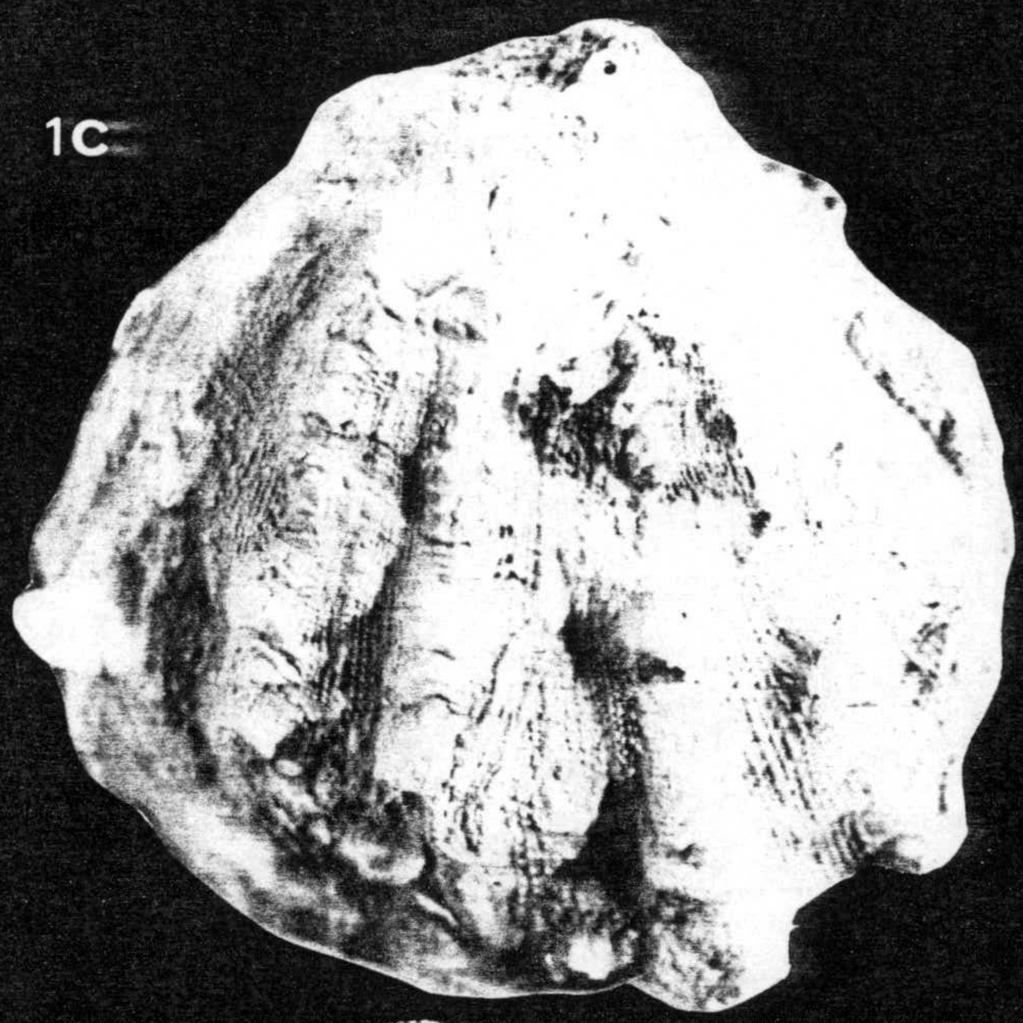
1- *Spondylus (Spon.) crassicosta* LAMARCK. Aquitaniense, Do Baradar. C1.18, **1a:** valva derecha, x1. **1b:** vista lateral, x1.2. **1c:** valva izquierda, x1.

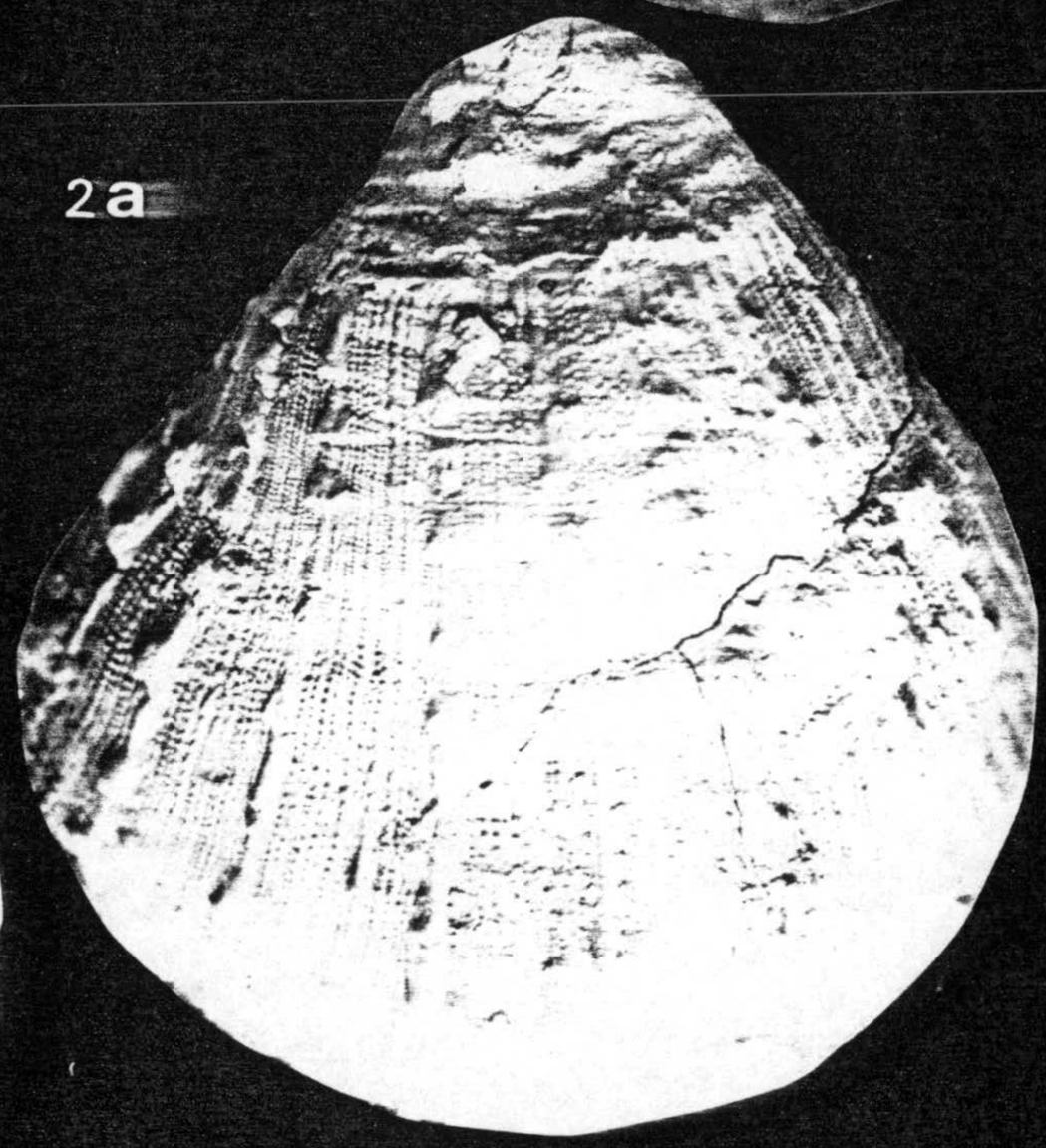
2- *Spondylus (Spon.) crassicosta* LAMARCK, var. *ornatulina* SACCO. Aquitaniense, **2a:** C1.22, Do Baradar, valva derecha, x1.5. **2b:** C1.11, Jorabad, valva derecha, x1. **2c:** C1.32, Jorabad, valva izquierda, x1.1.

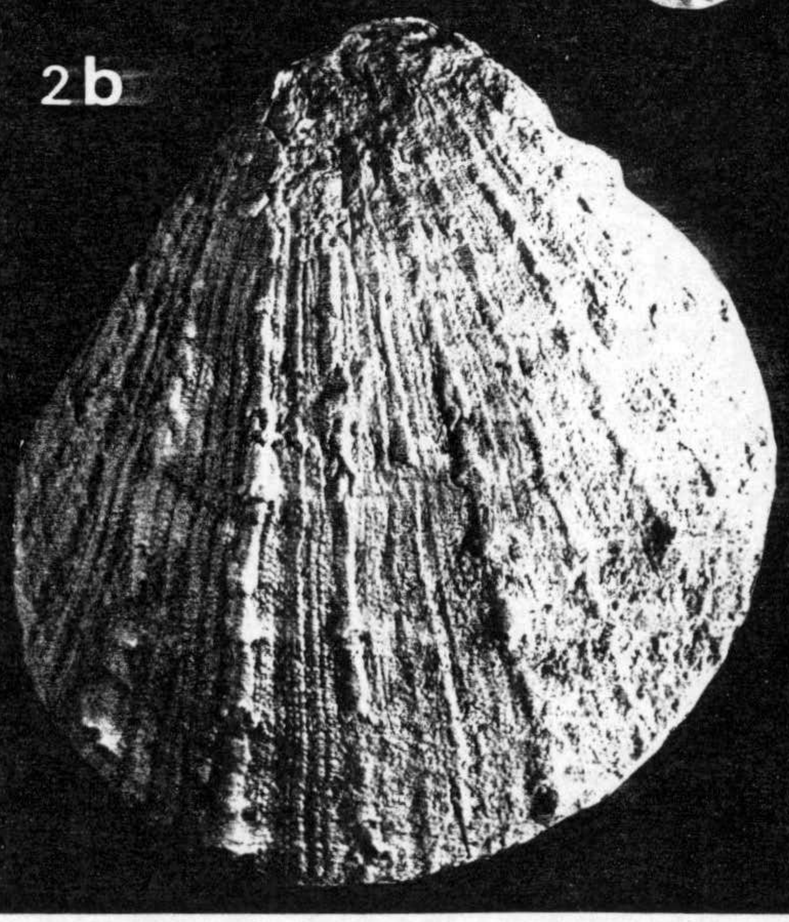
LAMINA 9


1a


1b


1c


2a


2b

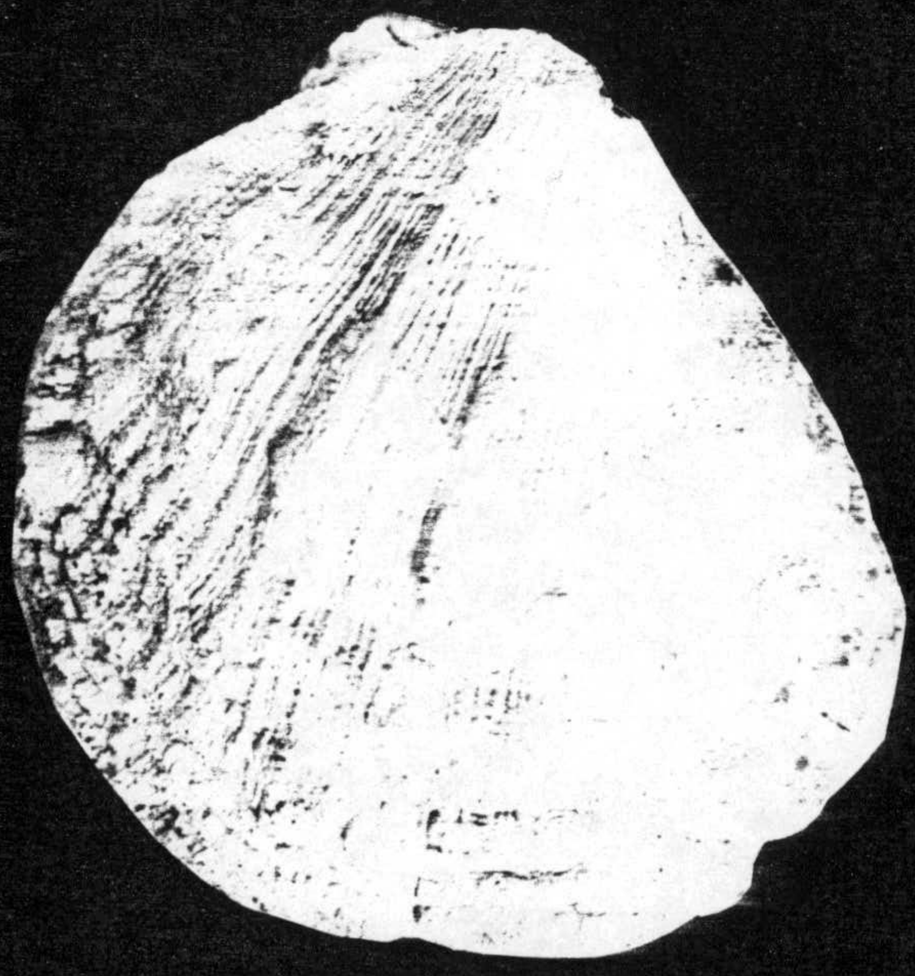

2c

Lámina 10

1- *Spondylus crassicosta* var. *ornatulina* SACCO. Aquitaniense, Jorabad. C1.24, vista lateral, x1.5.

2- *Pinna* sp.. Burdigaliense, Dochah. C3.16, molde interna, x1.5.

3- *Kuphus Polythalaminas* (LINNÉ). Burdigaliense superior, Navab. **3a:** E.11, vista lateral, x1.5. **3b:** E.12, vista lateral, x1.5. **3c:** E.11, Sección transversal, x1.5.

4- *Venus multilamella* (LAMARCK). Burdigaliense superior, Nardaghi. E.4, valva izquierda, x1.5.

5- *Megaxinus bellardinus* (MAYER). Burdigaliense, Nardaghi. C3.18, valva izquierda, x1.5.

6- *Acanthorcardia (Acan.) paucicostatum* (SOWERBY). Langhiense, Kamar Kuh. **6a:** E.4, valva derecha, x1.5. **6b:** E.9, vista anterior, x1.5.

7- *Lucina (Luc.) orbicularis* DESHAYES. Burdigaliense, Nardaghi. E.16, valva derecha, x1.5.

LAMINA 10

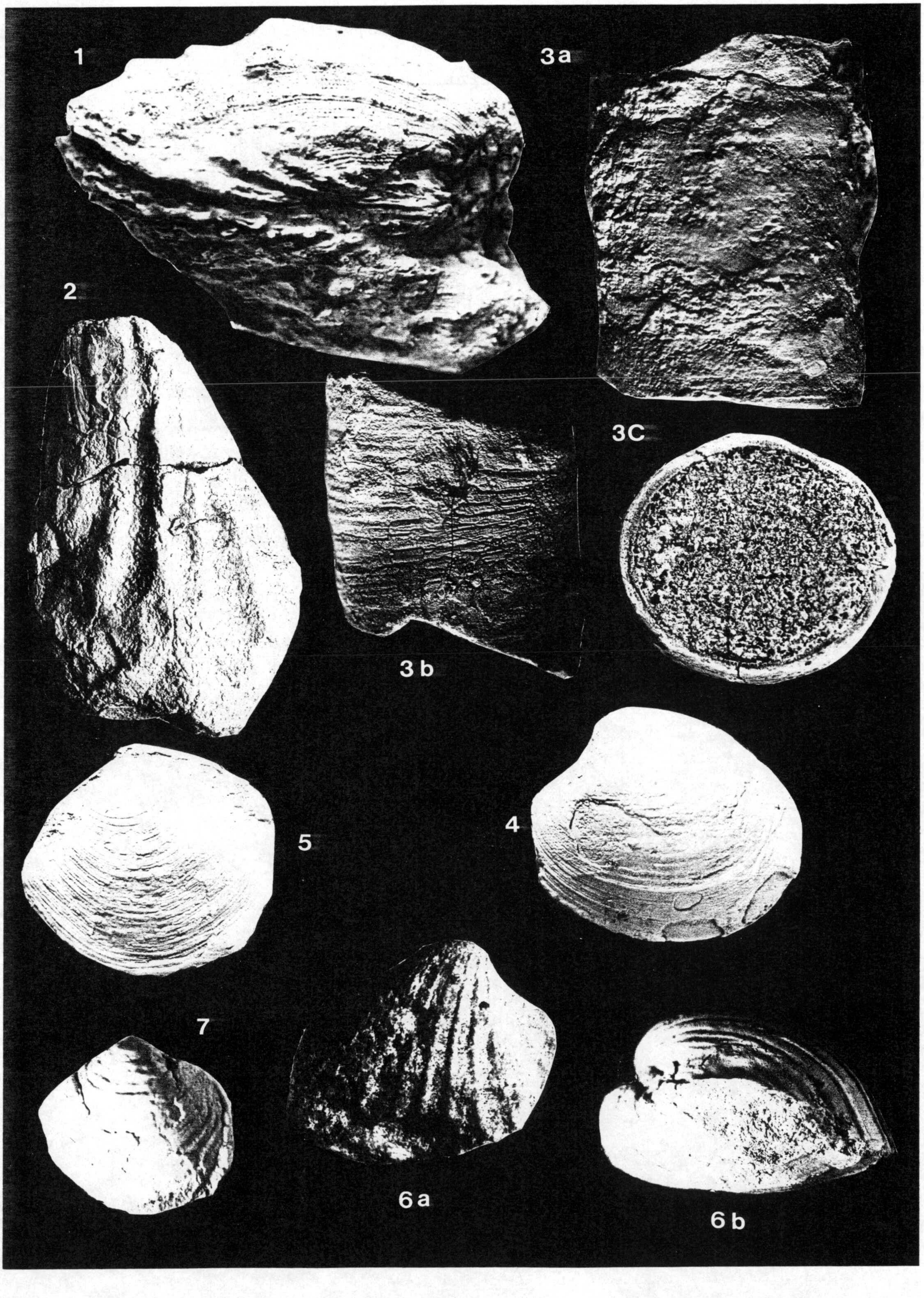


Lámina 11

1- *Pelecyora* (*Cordiopsis*) *islandicoides* (LAMARCK). Burdigaliense, Nardaghi. E.14, valva derecha, x1.5.

2- *Trachycardium* sp. Burdigaliense, Navab. E.4, ejemplar fragmentado, x1.5.

3- *Tapes* aff. *intermedius* (NAM). Burdigaliense, **3a:** C3.14, Eidajti, valva izquierda, x2. **3b:** E.13, Do Baradar, valva izquierda, x1.

4- *Ostrea (Ostrea) lamellosa* BROCCHI. Burdigaliense, Navab. **4a:** E.6, valva superior, x1. **4b:** E.7, valva inferior, x1. **4c:** E.8, interior de la valva superior, x1. **4d:** E.9, valva superior, x1. **4e:** E.10, valva superior, x1. **4f:** E.16, interior de la valva superior, x1.

LAMINA 11

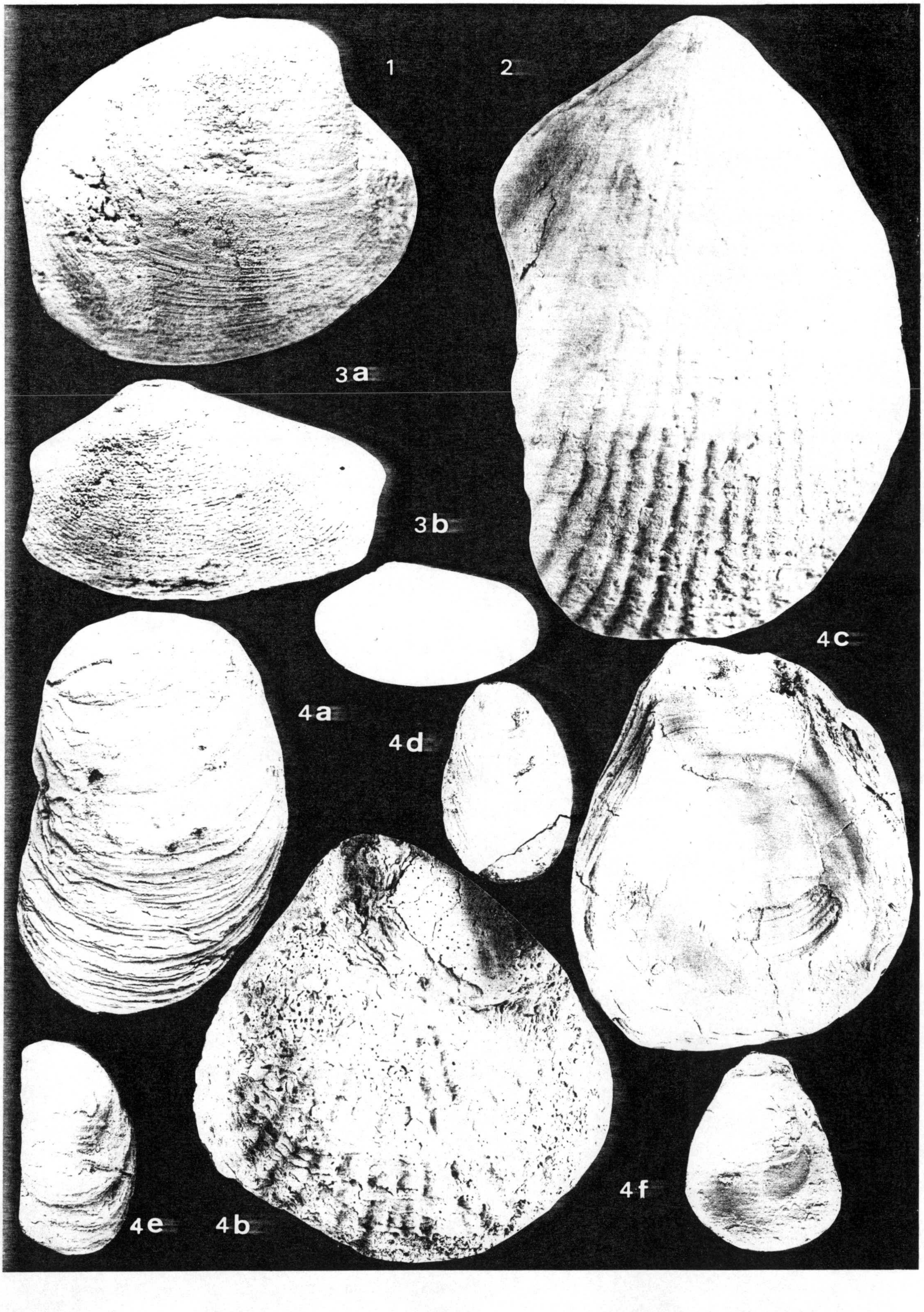


Lámina 12

1- *Hyotissa hyotis* (LINNÉ). Aquitaniense, Shurab. **1a:** C1-4a, valva derecha, x1.5. **1b:** C1-33, valva izquierda, x1.5. **1c:** C1-2b, Margin ventral, x1.5.

2- *Cubitostrea* sp.. Aquitaniense, Jorabad. **2a:** C1-7a, valva izquierda, x1.5. **2b:** C1-7b, valva izquierda, x1. **2c:** C1-7a, valva derecha, x1.

LAMINA 12

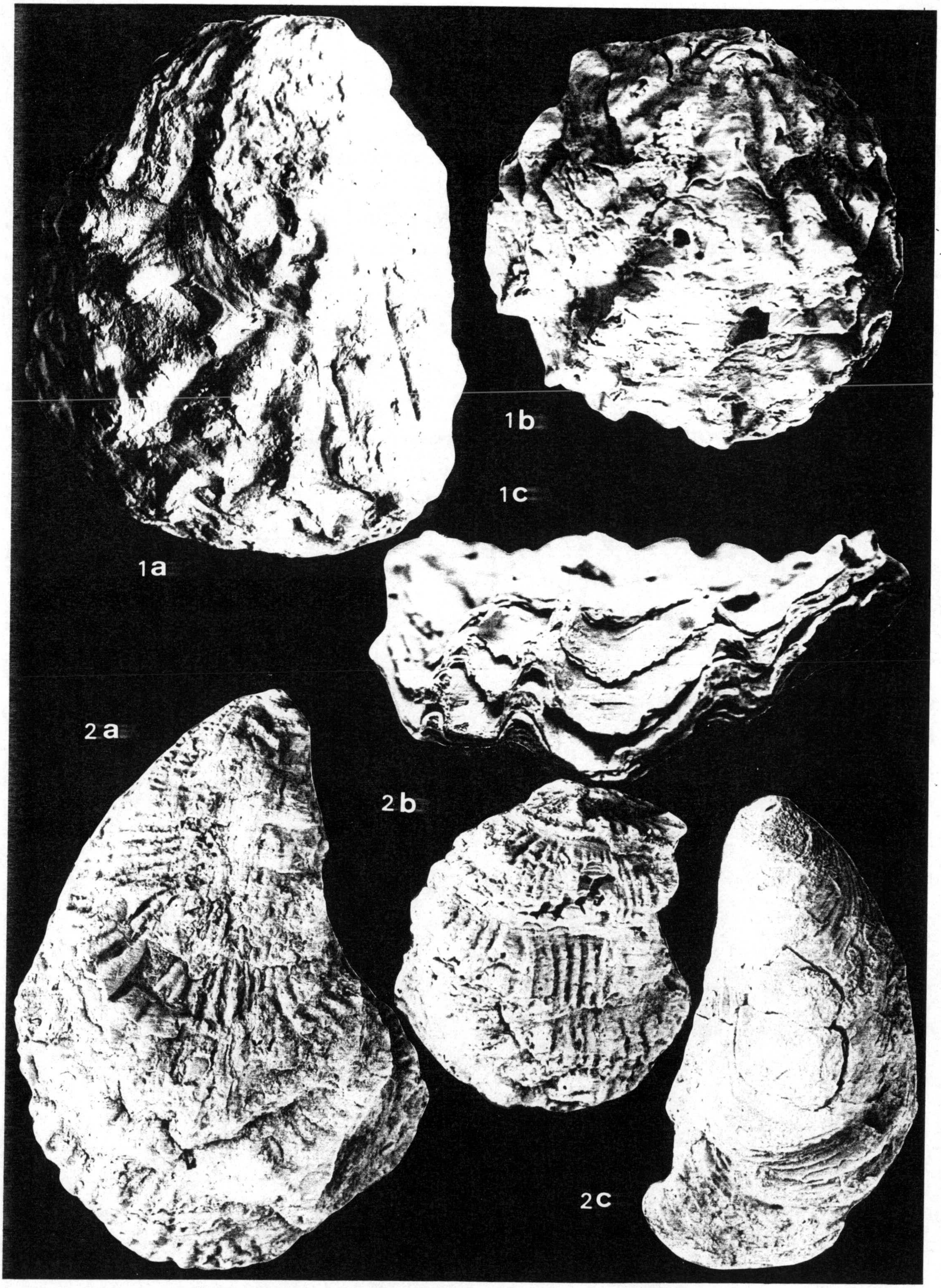


Lámina 13

1- *Fergaena* sp., Aquitaniense, Nardaghi. C1-14, **1a:** valva izquierda, x1.5. **1b:** vista lateral de la valva izquierda, x1.5. **1c:** interior de la valva izquierda, x1.5.

2- *Ostrea digitata* EICHWLD, Burdigaliense superior. Shurab. E-7, valva izquierda, x1.

LAMINA 13

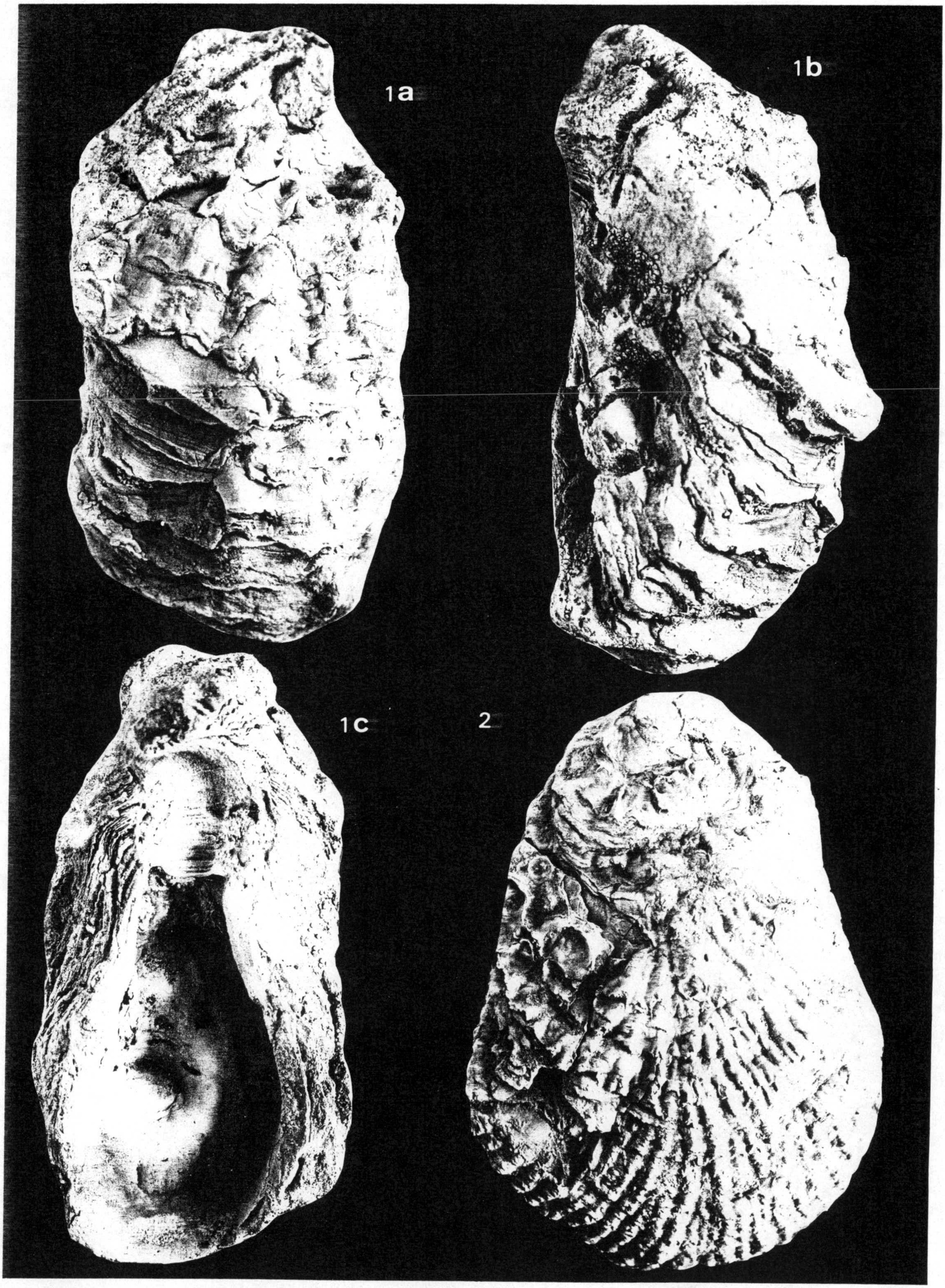


Lámina 14

1- *Pycnodonte* sp.. Burdigaliense. **1a:** E-32, Eidajti, valva izquierda, x1. **1b:** C3-4, Nardaghi, valva derecha, x3/4.

2- *Ostrea digitata* EICHWALD. Burdigaliense superior, Shurab. E-11, **2a:** interior de la valva izquierda, x1. **2b:** valva izquierda, x1.1.

3- *Aturia aturi* (BASTEROT). Burdigaliense, Nardaghi. G2, fragmento, vista lateral, x1.5.

LAMINA 14

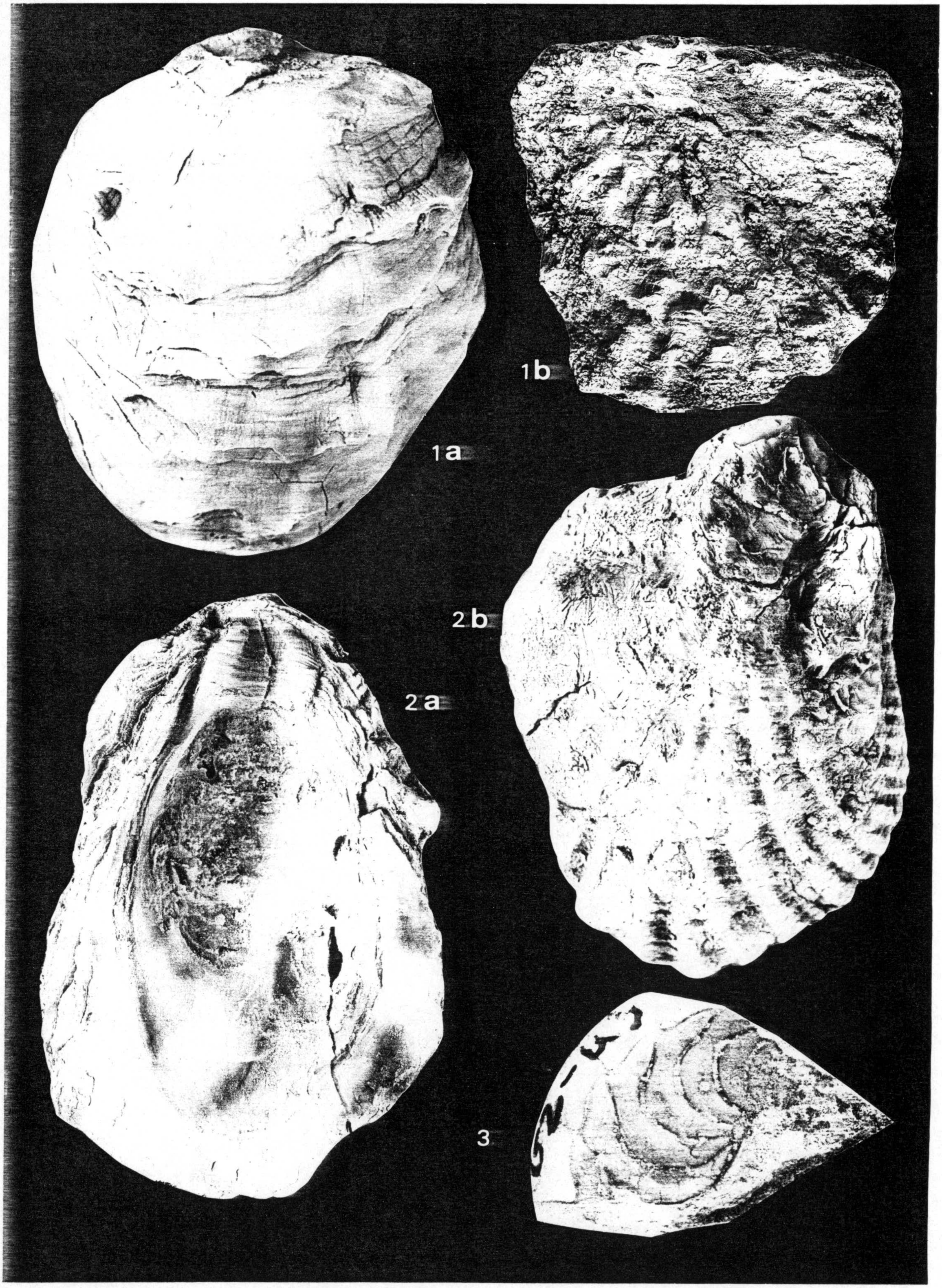


Lámina 15

1- *Cerithiella* (*Cerithiella*) *dertobicarinata* (SACCO). Langhiense. E.24e, vista apertural, x80.

2- *Alvania* (*Alvania*) *montagui trochiformis* CSEPREGHY-MEZNERICS. Langhiense, Kamar Kuh. **2a:** E.24b, vista apertural, x70. **2b:** E.24c, vista apertural, x80.

3- *Narona* (*Brocchinia*) *mitraeformis* (BROCCHI). Langhiense, Kamar Kuh. E.24l, vista apertural, x80.

4- *Odostomia* (*Megastomia*) *conoidea* BROCCHI. Langhiense, Kamar Kuh. E.24a, vista apertural, x80.

5- *Odostomia conoidea* var. *longosismondae* (SACCO). Langhiense, Kamar Kuh. 5a: E.24m, vista apertural, x80. 5b: E.24u, vista apertural, x80.

6- *Odostomia* (*Brachystomia*) *rissoides* HANLEY. Langhiense, Kamar Kuh. E.24d, vista apertural, x80.

7- *Chrysallida* (*Parthenina*) *interstincta* (MONTAGU). Langhiense, Kamar Kuh. E.23f, vista apertural, x90.

8- *Menestho* (*Evalea*) *imperforata* (SACCO). Langhiense, Kamar Kuh. E.24h, vista apertural, x100.

9- *Cypraea* aff. *pantherina* SOLANNDER. Burdigaliense, Eidajti. C3.5, **9a:** vista superior, x1.5. **9b:** vista lateral izquierda, x1.5.

10- *Ficus* (*Ficus*) *conditus conditus* (BRONGNIART). Langhiense, Kamar Kuh. **10a:** E.23k, vista superior, x1.3. 1**0b:** E.23l, vista superior, x1.3.

11- *Triton* (*Sassia*) *Tuberculiferum* BRN. Langhiense, Kamar Kuh. E.23g, vista superior, x1.3.

LAMINA 15

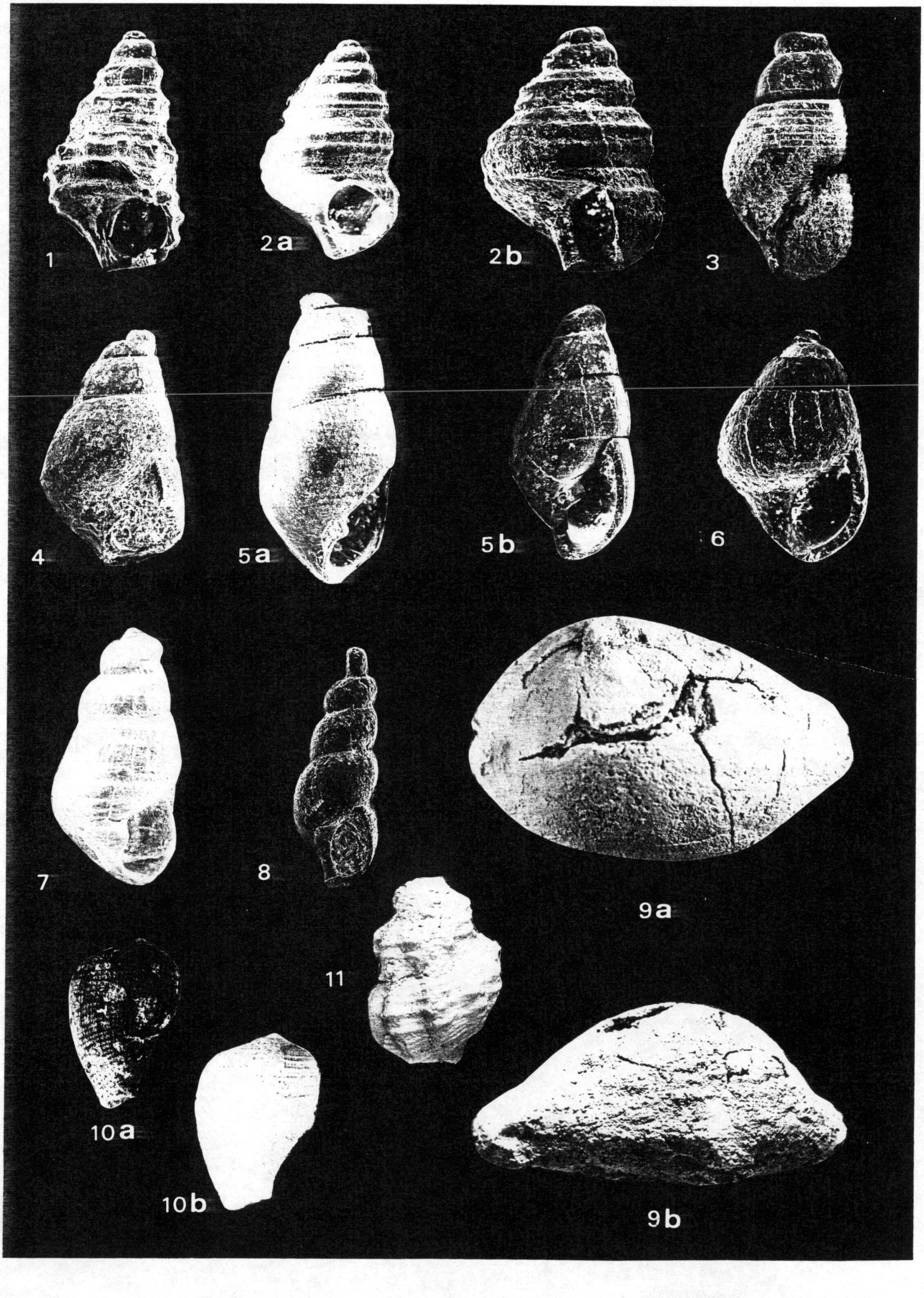


Lámina 16

1- *Strombus* cfr. *nodosus* BORSON. Burdigaliense, Eidajti. E.9, un molde interno erosionado, vista superior, x1.5.

2- *Turritella terebralis* LAMARCK. Langhiense, Kamar Kuh. **2a:** E.23s, vista lateral izquierda, x1.5. **2b:** E.23i, vista apertural, x1.5. **2c:** E.23t, vista lateral, x1.5.

3- *Turritella* (*Haustator*) *tricincta* (BORSON). Langhiense, Kamar Kuh. E.23r, vista lateral, x1.5.

4- *Murex* aff. (*Chicoraeus*) *aquitanicus* GRATELOUP. Aquitaniense, Navab. n.11, molde interno, x2.

5- *Turbonilla* (*Pyrgiscus*) *mioexreticulata* (SACCO). Langhiense, Kamar Kuh. E.24p, vista suprior, x1.5.

6- *Terebralia lignitarum* (EICHWALD). Burdigaliense, Do Baradar. E.15, vista lateral, x1.5.

7- *Turritella* (*T.*) *tricarinata tricarinata* (BROCCHI). Langhiense, Kamar Kuh. **7a:** E.23p,1, vista lateral, x1. **7b:** E.23p,2, vista lateral, x1. **7b:** E.23p,3, vista lateral, x1.

8- *Circulus striatus* (PHILIPPI). Burdigaliense, Do Baradar. E.9, **8a:** vista apical, x1.5. **8b:** vista apertural, x1.

9- *Turritella* (*Archimediella*) *bicarinata* EICHWALD. Langhiense, Kamar Kuh. **9a:** E.24r, vista lateral, x1.5. **9b:** E.24u, vista lateral, x1.5.

10- *Turritella* (*Haustator*) aff. *dixoni figolina* CAREZ. Aquitaniense, Kamar Kuh. C1.15, vista lateral, x1.2.

LAMINA 16

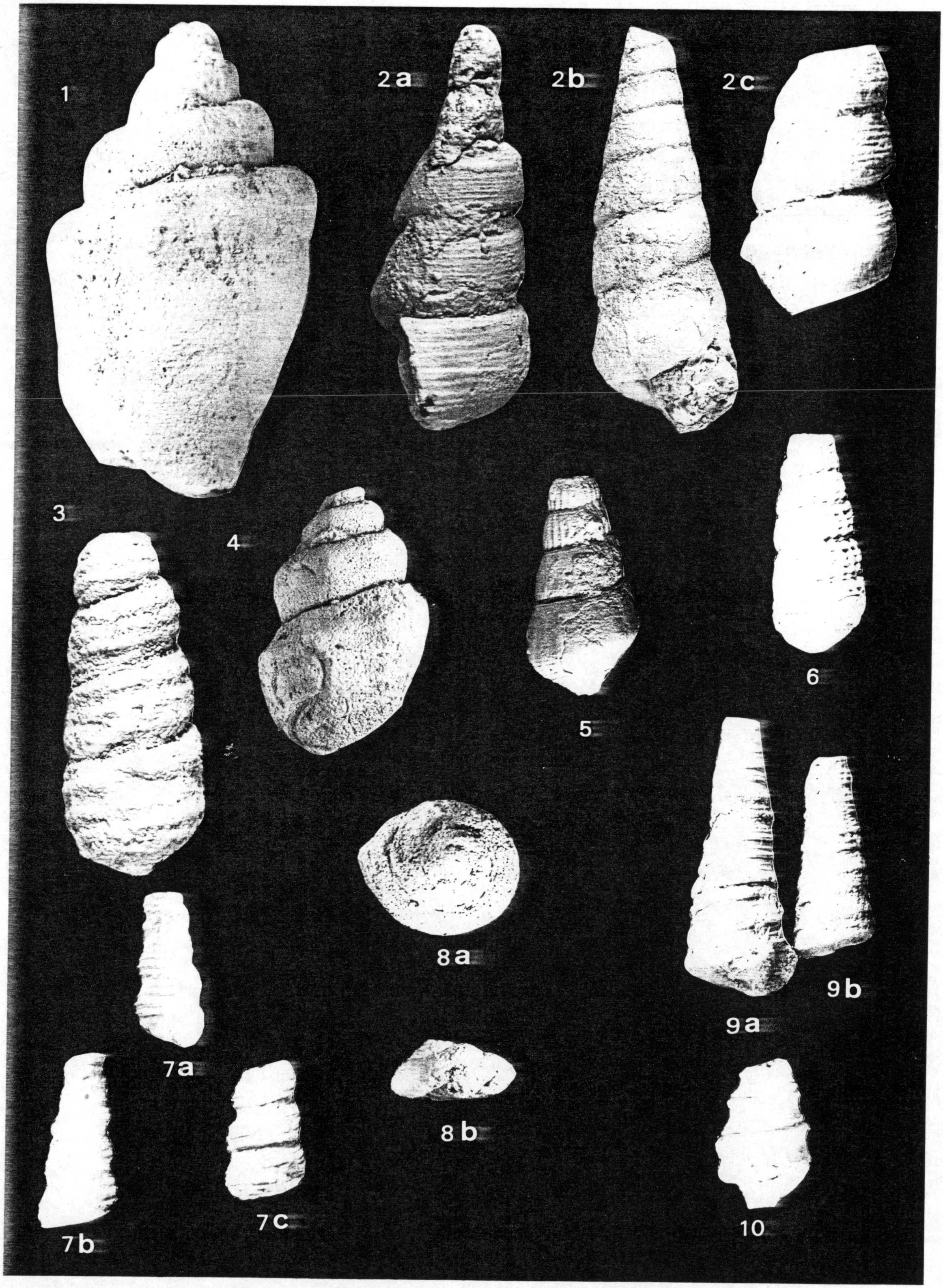


Lámina 17

1- *Clypeaster* aff. *scillae* DESMOULINS. Aquitaniense, Do Baradar. C1.2. **1a:** vista apical, x2/3. **1b:** vista ventral, x1. **1c:** vista lateral, x1,2.

2- *Clypeaster* aff. *folium* MICHELIN. Oligoceno, Dochah. A.4. vista apical, x1.2.

3- *Scutella subrotundus* (LESKE). Aquitaniense, Do Baradar. **3a:** C1.8, vista apical, x2/3. **3b:** C1.11, vista basal, x2/3. **3c:** C1.11, vista apical, x1.

LAMINA 17

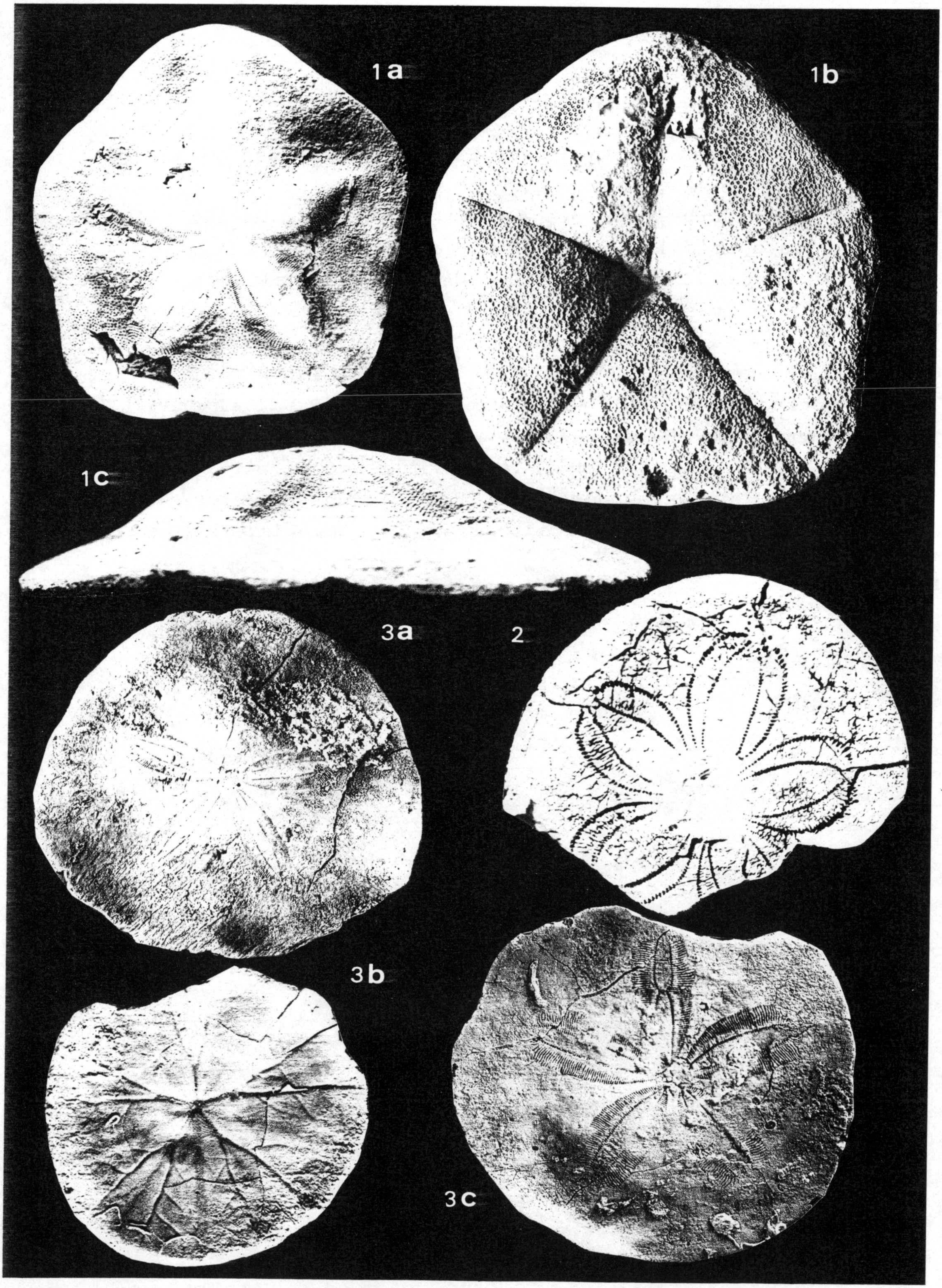


Lámina 18

1- *Scutella* sp. Aquitaniense, Eidajti. C1.2, **1a:** vista apical, x1. **1b:** vista oral, x1.

2- *Echinodiscus balestrai* OPPENH. Oligoceno, Dochah. A.5, **2a:** vista apical, x1.5. **2b:** vista lateral, x1.5.

3- *Amphiope bioculata* (DESMOULINS). Burdigaliense, Eidajti. C3.19, vista apical, x1.

4- *Clypeaster biarritzensis* COTT. var. *trotteri* GREGORY. Aquitaniense, Shurab. A.3, vista apical, x1.

5- *Echinolampas* cfr. *vilanovae* COTTEAU. Burdigaliense, Kamar Kuh. **5a:** C3.a8, vista apical, x1,4. **5b:** C3.a8, vista lateral, x 1.7. **5c:** C3.a10, vista apical, x1.

6- *Maretia* aff. *aragonensis* COTTEAU. Mioceno inferior, Bichareh. C1.3, **6a:** vista apical, x1.2. **6b:** vista lateral, x1.2.

LAMINA 18

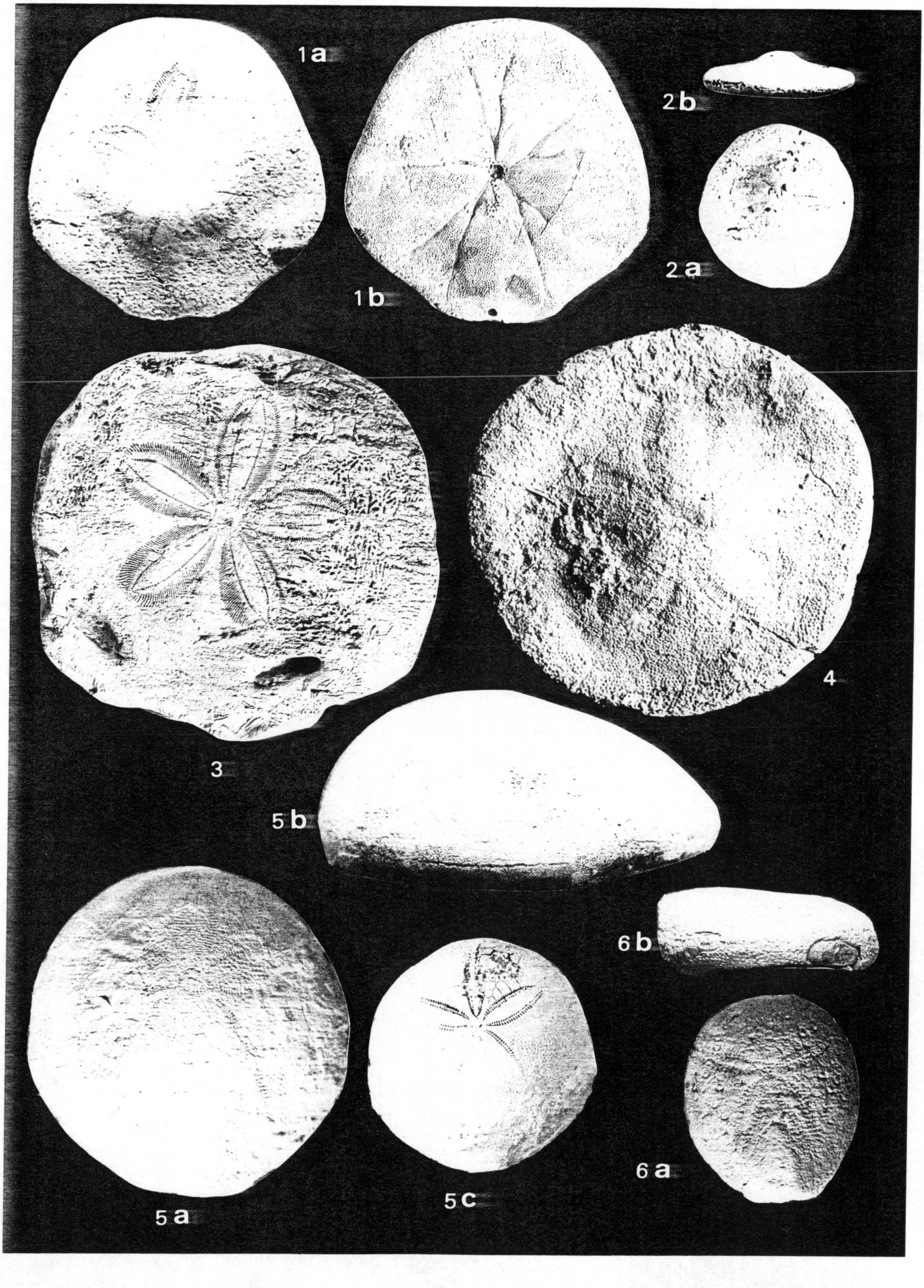


Lámina 19

1- *Echinolampas* (*Macrolampas*) *discus* DESOR. Aquitaniense, Eidajti. C1.15, **1a:** vista apical, x1. **1b:** vista lateral, x1.

2- *Schizaster* cfr. *beloutschistanensis* D'ARCHIAC y HAIME. Burdigaliense, Navab. **2A:** C3.4, vista apical, x1. **2B:** C3.5, vista apical, x1. **2c:** C3.4, vista posterior, x1.3.

3- *Spatangus corsicus* DESOR. Burdigaliense, Nardaghi. **3a:** C4.12, vista apical, x1.1. **3b:** C4.12, vista lateral, x1. **3c:** C4.13, vista apical, x1.

4- *Schizaster* aff. *vilanovae* COTTEAU. Aquitaniense, Jorabad. C1.14, **4a:** vistas apical, x1.3. **4b:** vistas lateral, x1.

LAMINA 19

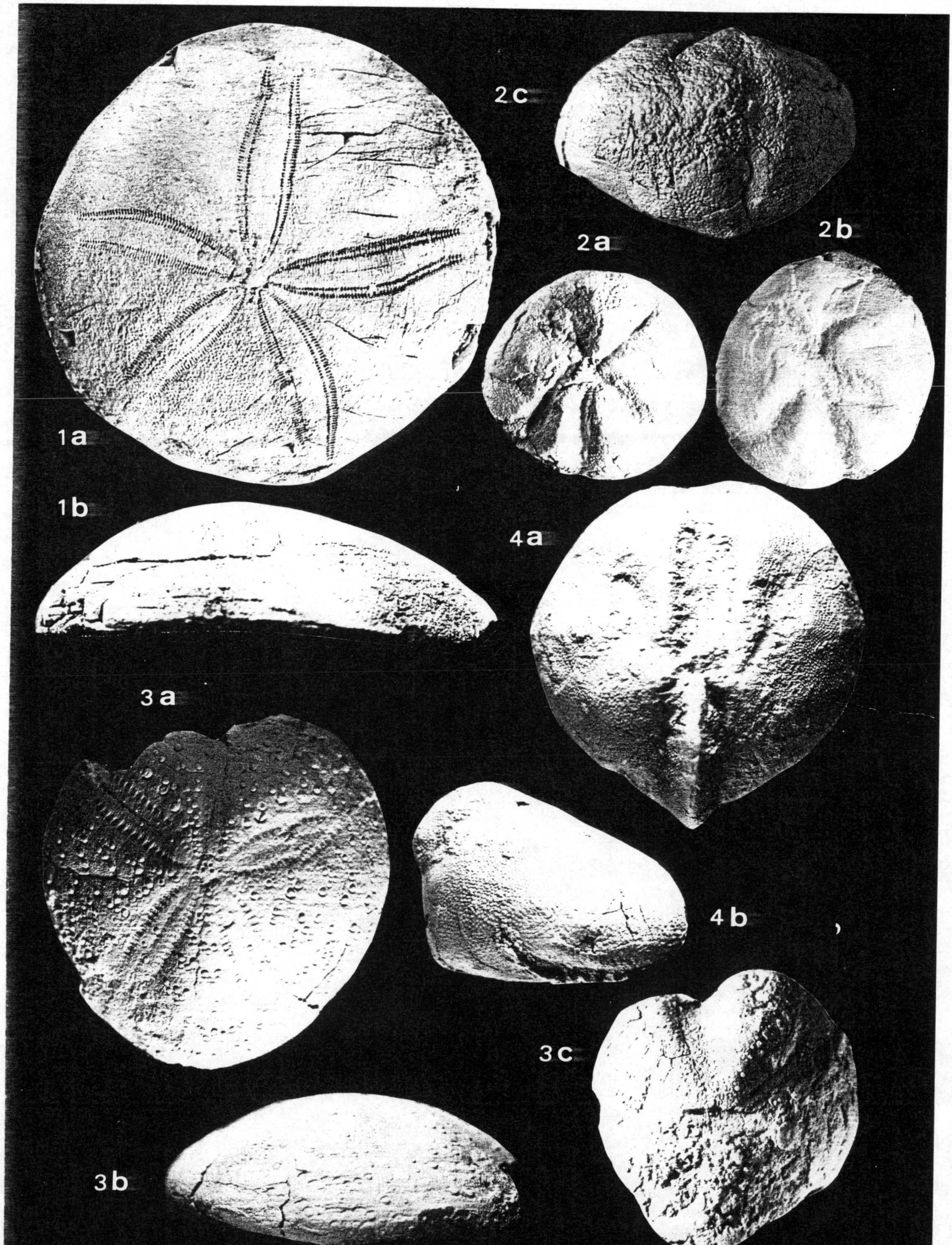


Lámina 20

1- *Lovenia* (*Vascoaster*) *sulcatus* (HAIME). Burdigaliense, **1a:** C3.4, Do Baradar, vista apical, x1.5. **1b:** C3.14, Nardaghi, vista apical, x1. **1c:** C3.14, Nardaghi, vista lateral, x1.

2- *Breynia* aff. *australasiae* (LEACH). Aquitaniense, Kamar Kuh. C1.19, **2a:** vista apical, x1. **2b:** vista lateral, x1.1.

3- *Psammechinus affinis* FUCHS. Burdigaliense, Shurab. C3.4, **3a:** vista oral, x1.3. **3b:** vista lateral, x1.2.

4- *Micropsis* aff. *tremadesi* COTTEAU. Aquitaniense, Eidajti. C1.13, **4a:** vista oral, x1.7. **4b:** vista lateral, x1.7.

5- *Prionocidaris sismondai* (MAYER). Burdigaliense, Jorabad. E.6, fragmento, vista lateral, x2.5.

LAMINA 20

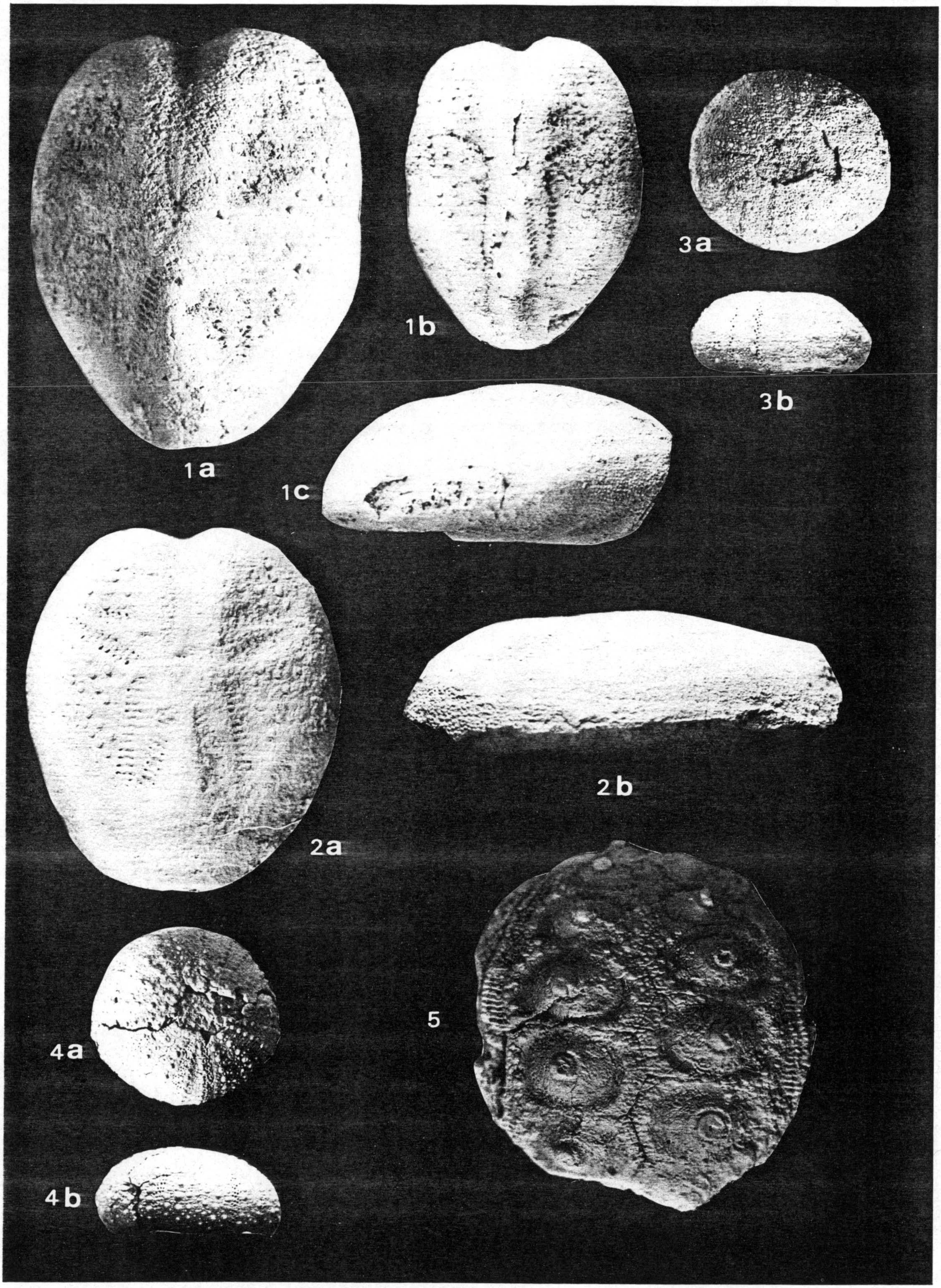


Lámina 21

1- *Operculina complanatus* (DEFRANCE), Eidajti. C1.10l, x15.

2- *Heterostegina* cfr. *costata* D'ORBIGNY, Eidajti. C1.10u, x15.

3- Facies con *Operculina complanatus* (DEFRANCE), *Amphistegina* sp. y *Lepidocyclina* sp., Bichareh. C1.10d, x15.

LAMINA 21

1

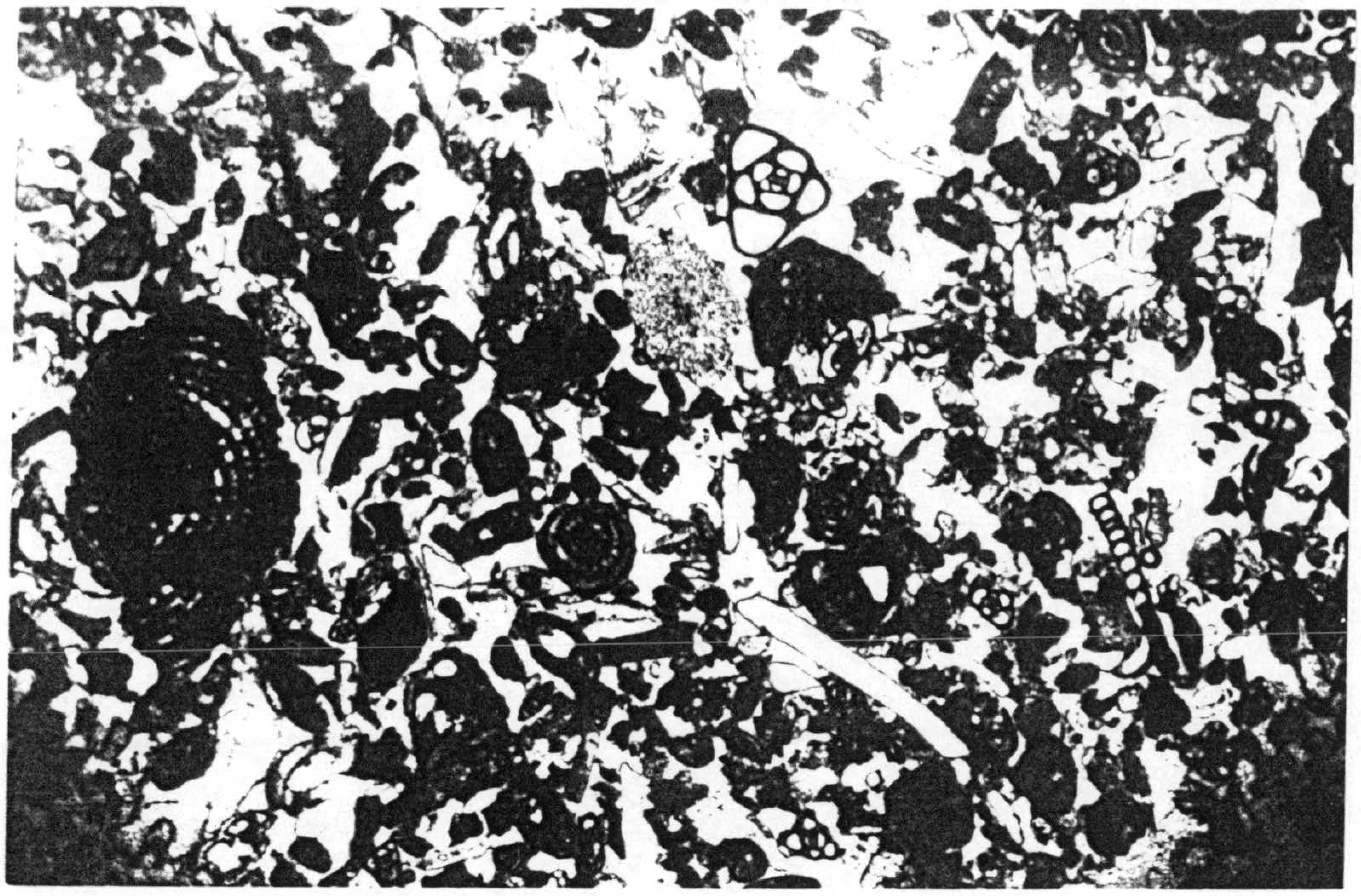
2

3

Lámina 22

1 y 2- Facies con *Borelis melo curdica* REICHEL, *Archaias* sp. y miliólidos, Shurab. E.28d, x15.

LAMINA 22



1

2

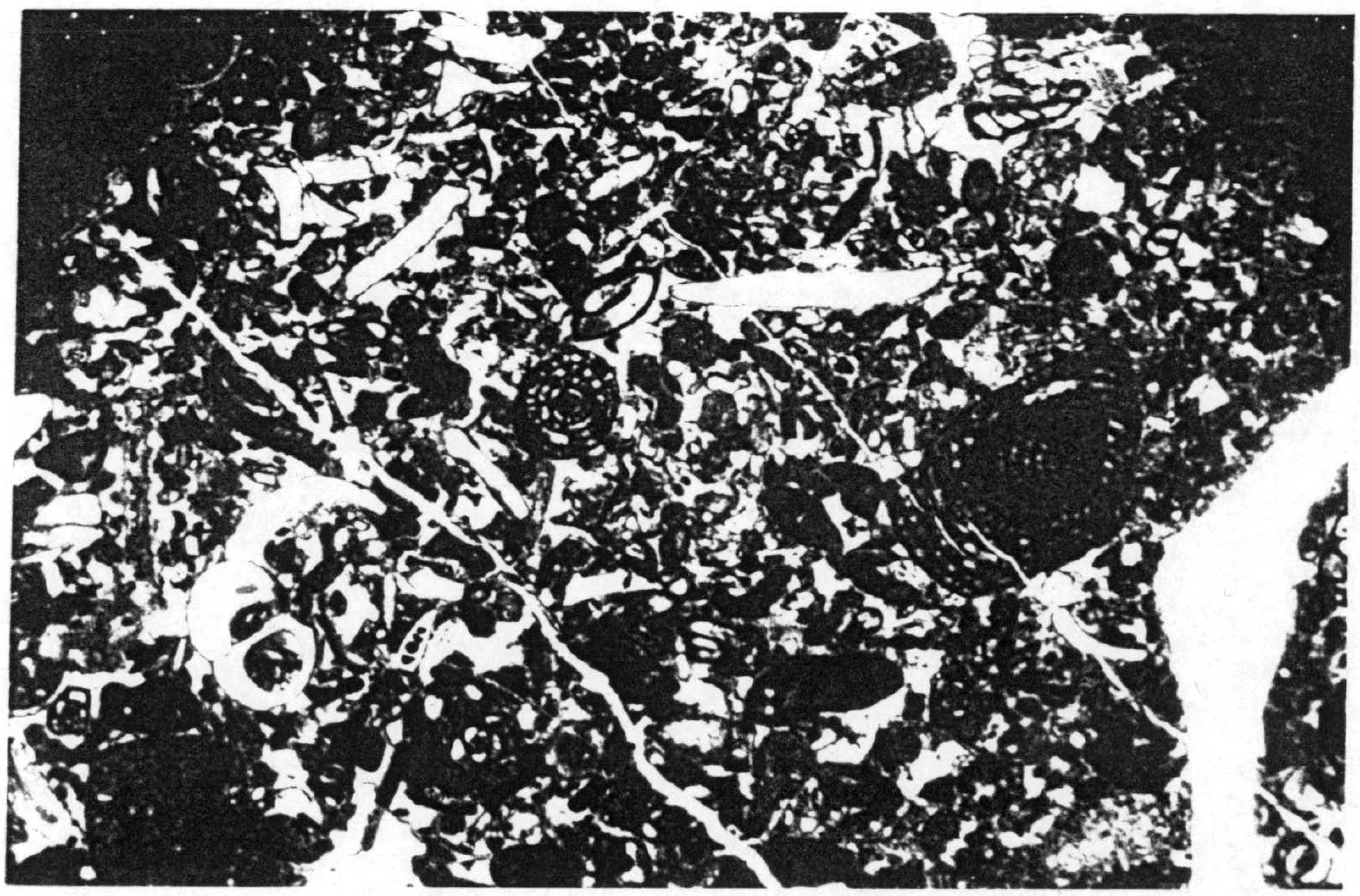
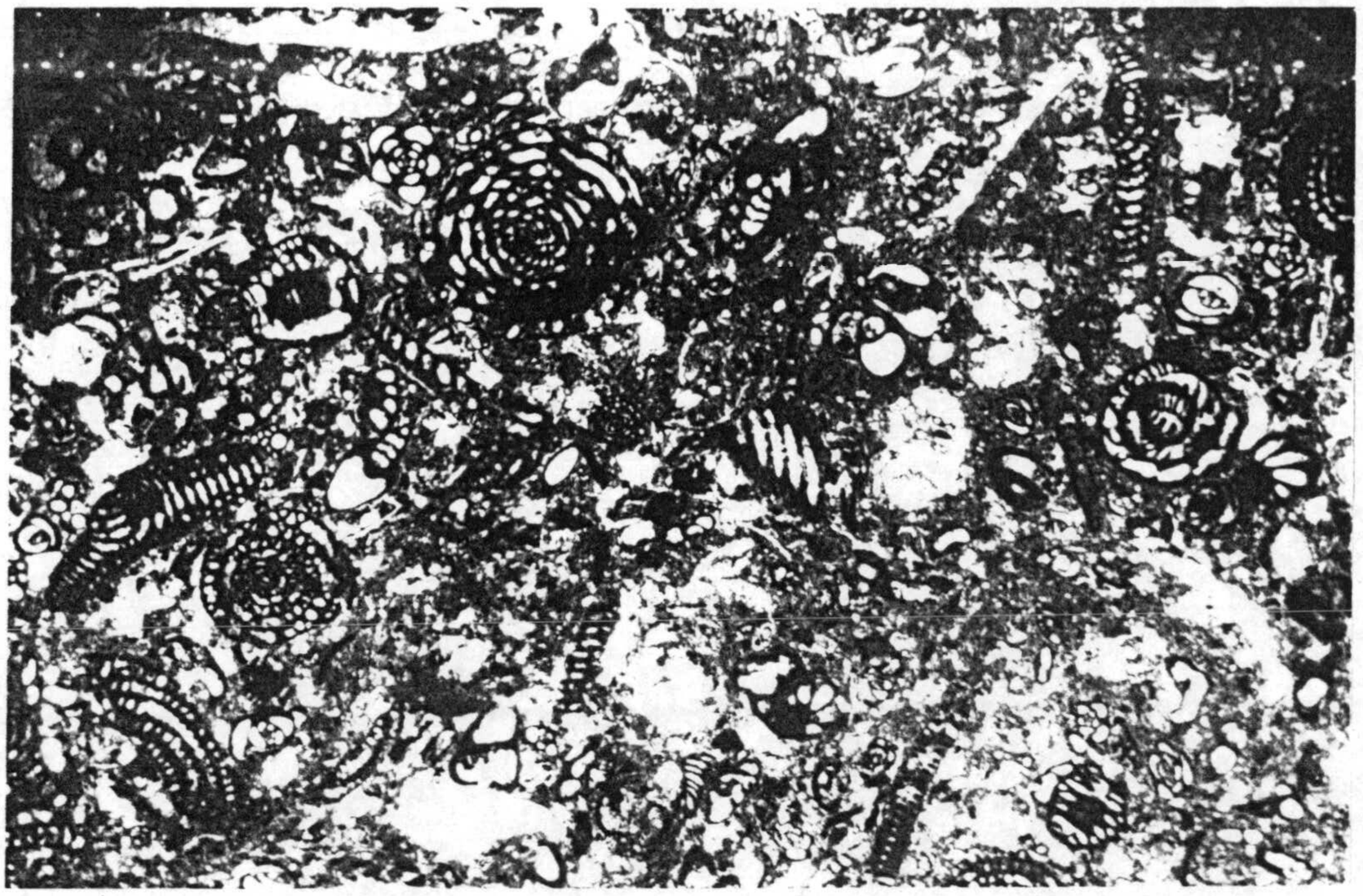


Lámina 23

1 y 2- Facies con *Borelis haueri* (D'ORBIGNY), *Peneroplis thomasi* HENSON, *Dendritina rangi* D'ORBIGNY y *Meandropsina* sp., Kamar Kuh. C1.6d y 7d, x10.

LAMINA 23



1

2

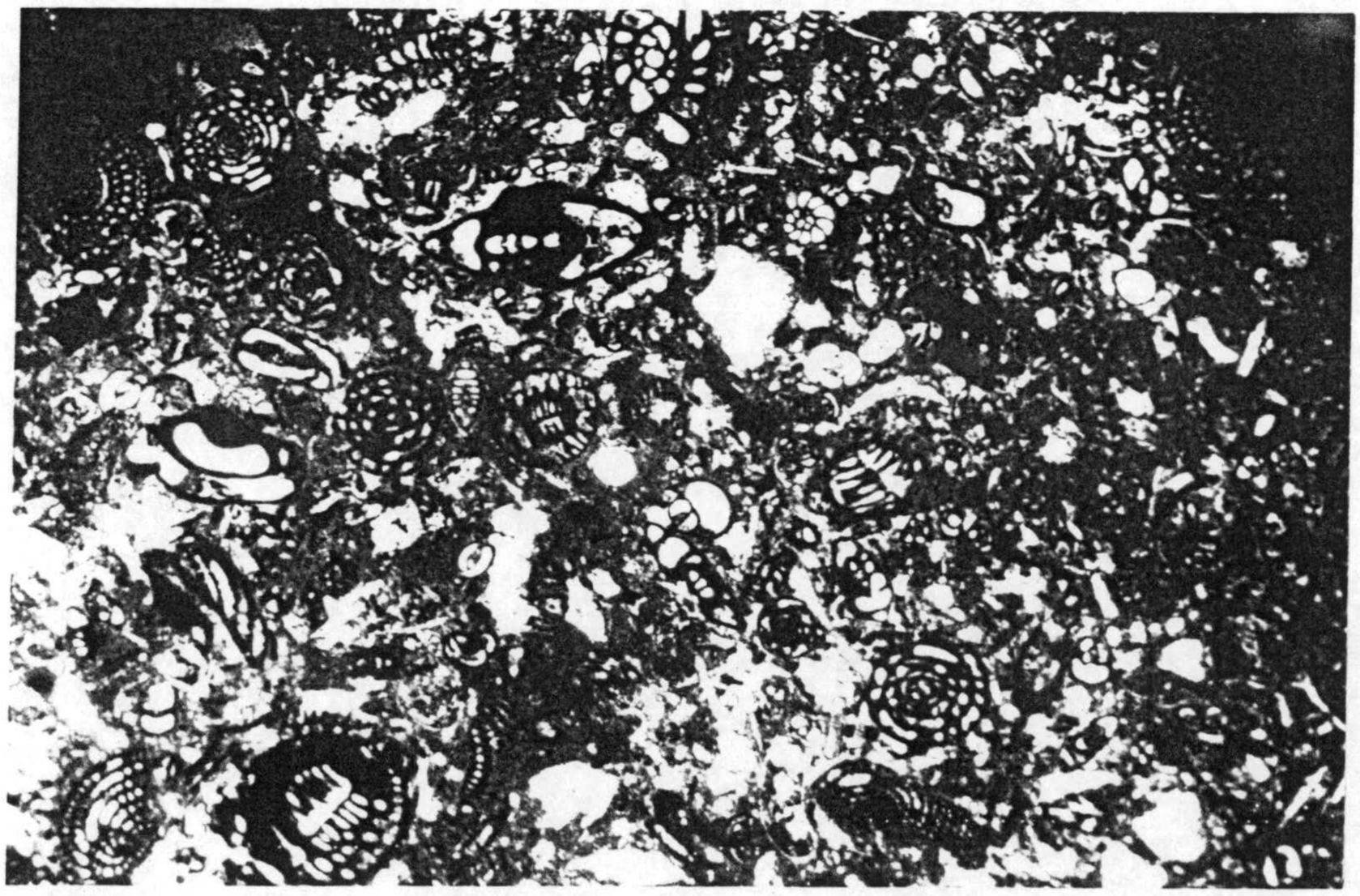
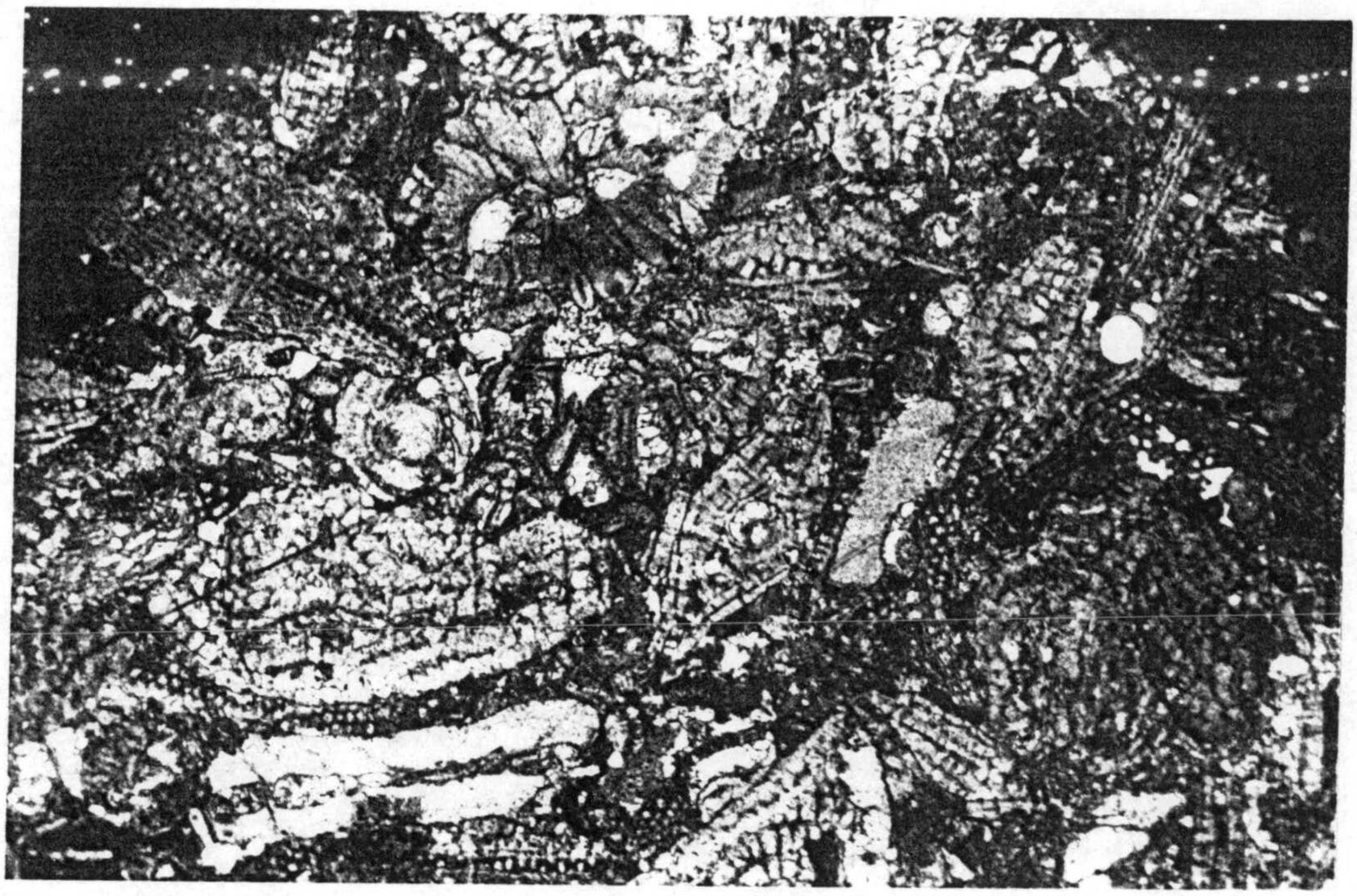


Lámina 24

1- Facies con *Lepidocyclina*, *Spiroclypeus* y *Operculina*, Navab. T2.17d, x15.

2- Facies con *Meandropsina iranica* HENSON y *Lithothamnium* sp., Kamar Kuh. C1.8d, x15.

LAMINA 24



1

2

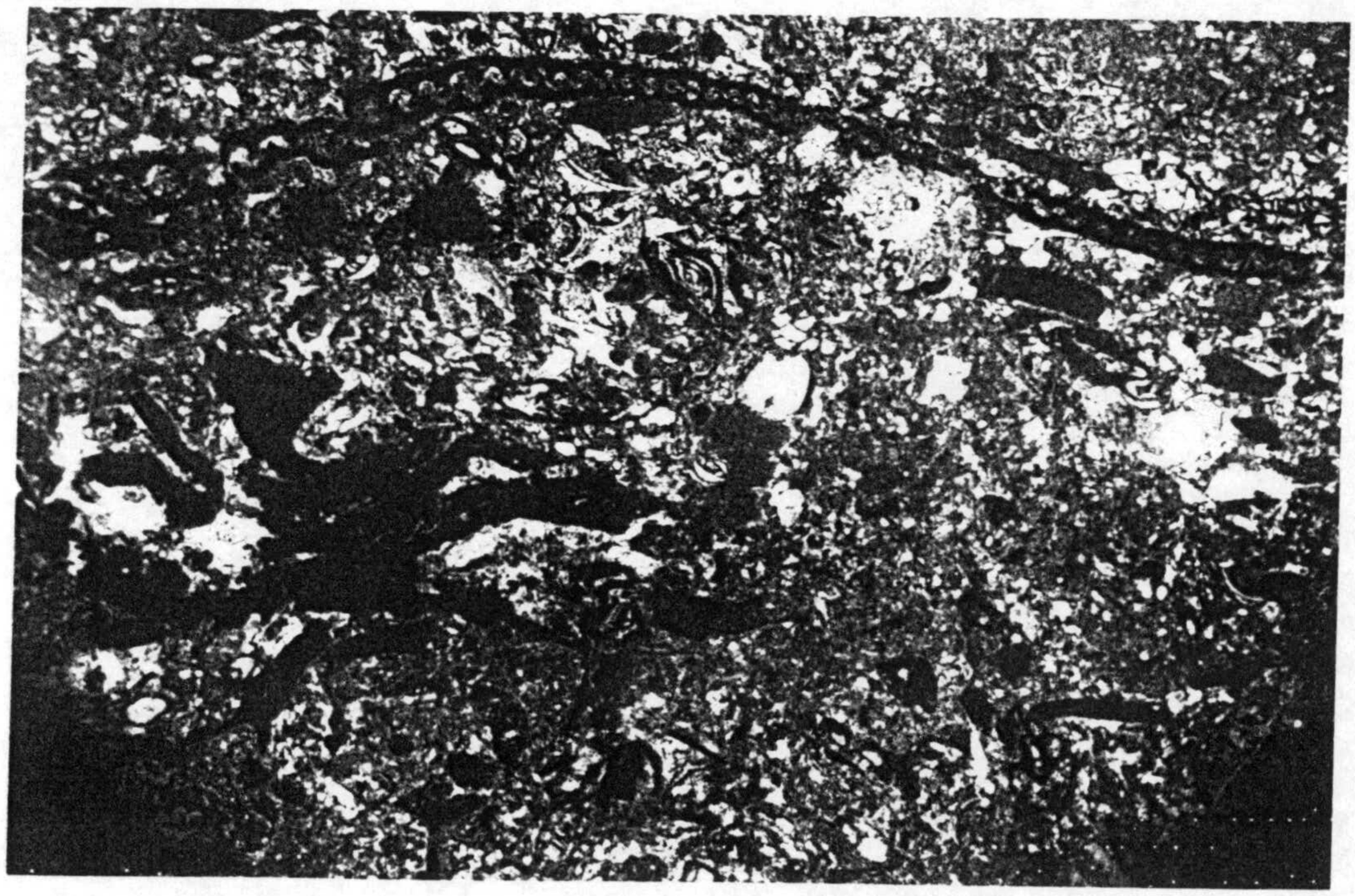
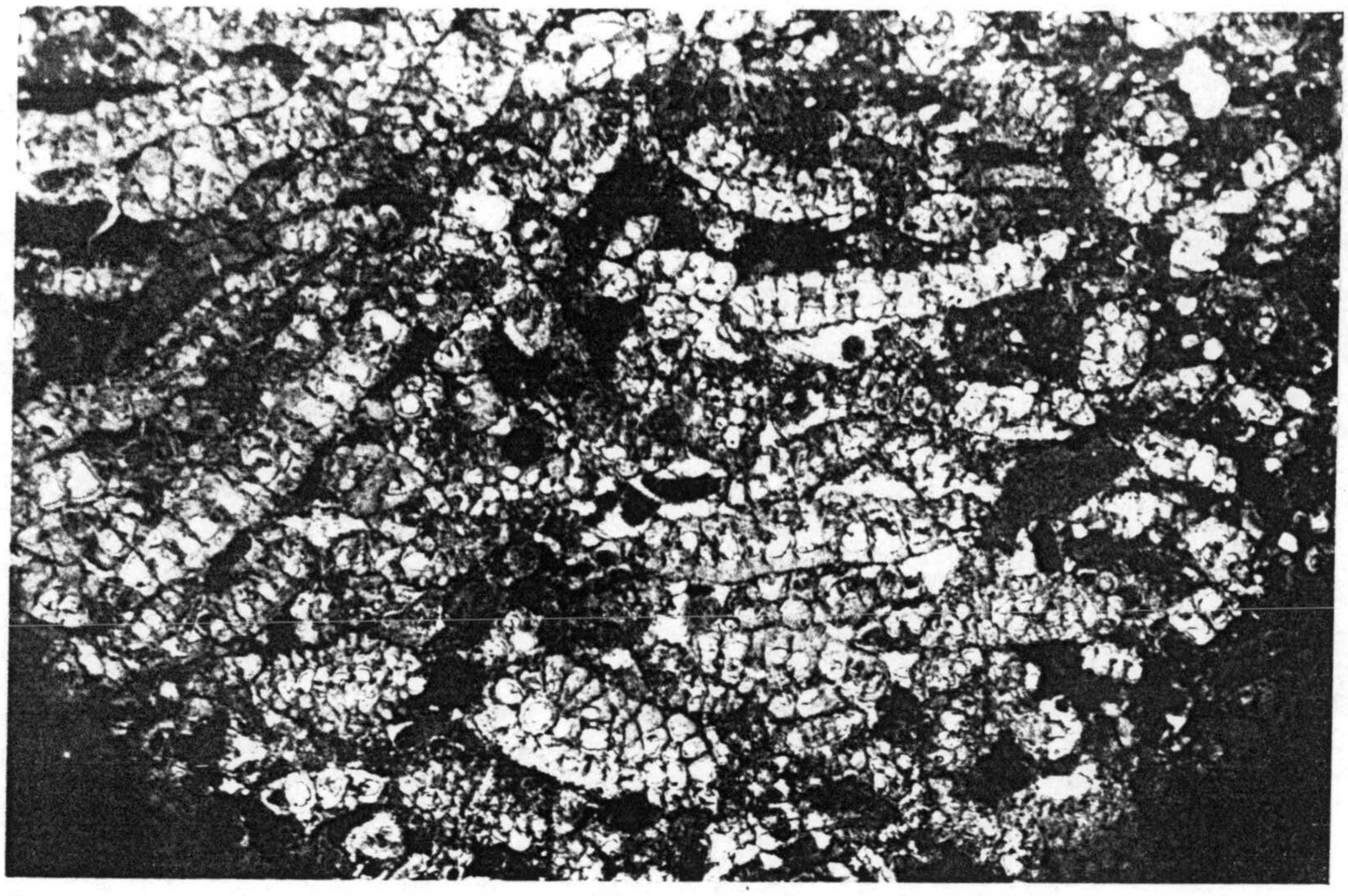


Lámina 25

1- Facies constituida fundamentalmente por *Miogypsinoides complanatus* (SCHLUMBERGER), Do Baradar. C1.9d, x15.

2- Facies con *Miogypsina* aff. *basraensis* BRONNIMANN, *Miogypsina* sp., *Amphistegina* sp. y fragmentos de algas rojas, Jorabad. C1.12d, x10.

LAMINA 25



1

2

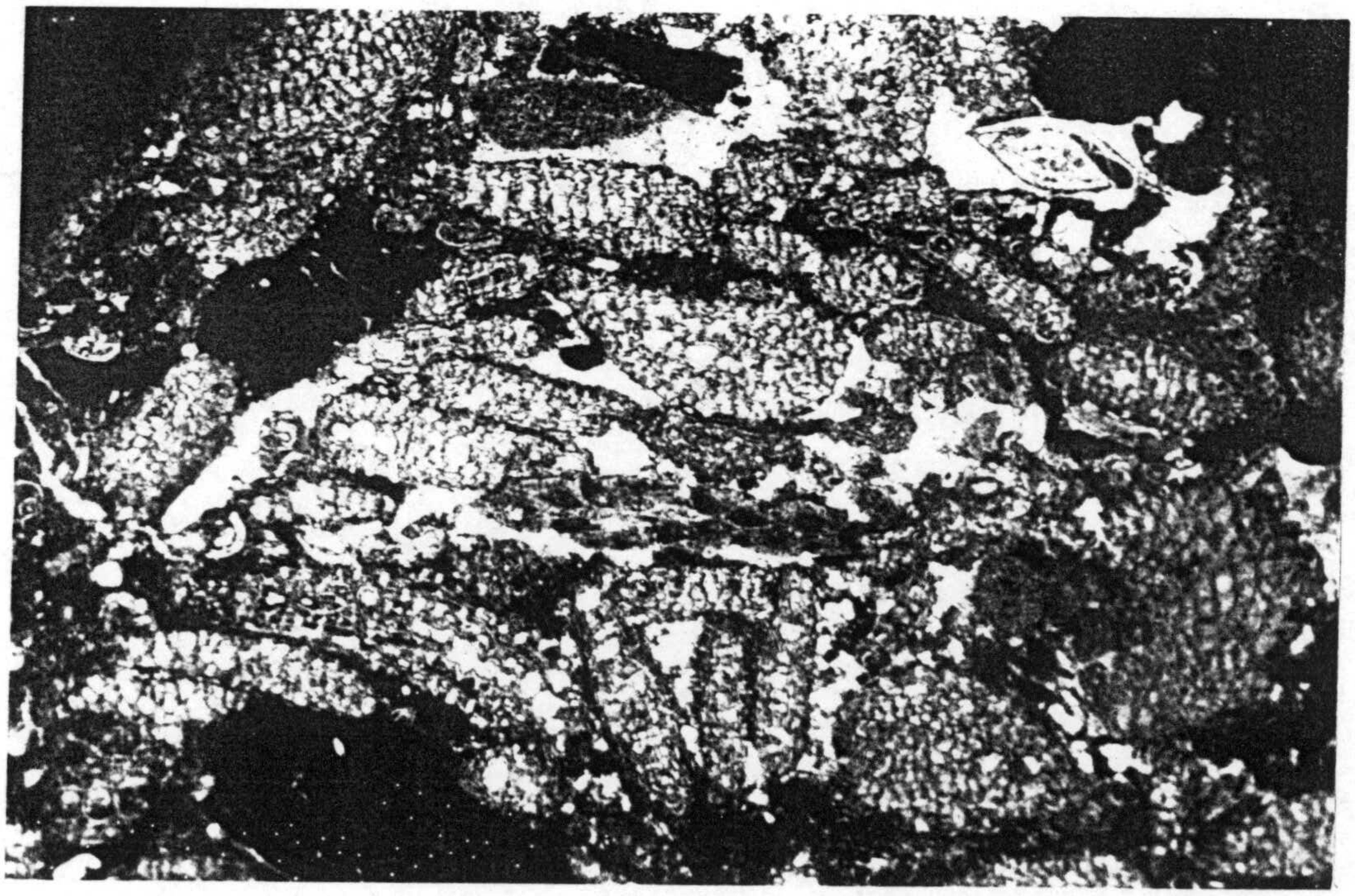


Lámina 26

1- Facies con *Lepidocyclina* (*Nephrolepidina*) *tournoueri* LEMOINE y DOUVILLE, *Amphistegina* sp. y *Mesophyllum* sp., Jorabad. C1.21d, x15.

2- Facies con *Lepidocyclina* (*Nephrolepidina*) *tournoueri* LEMOINE y DOUVILLE, *Spiroclypeus* sp. y fragmentos de algas rojas, Navab. C1.19n, x15.

LAMINA 26

1

2

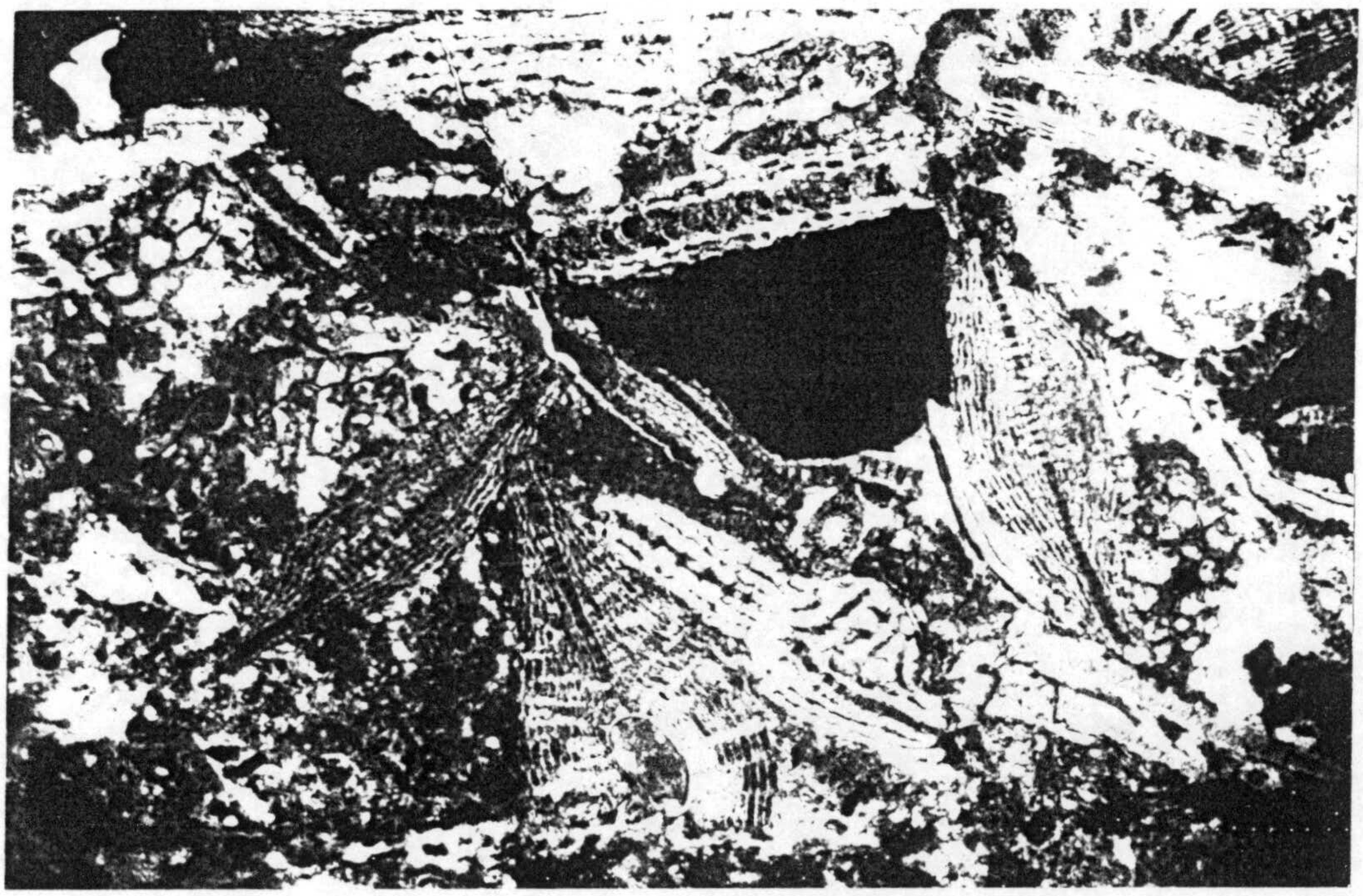
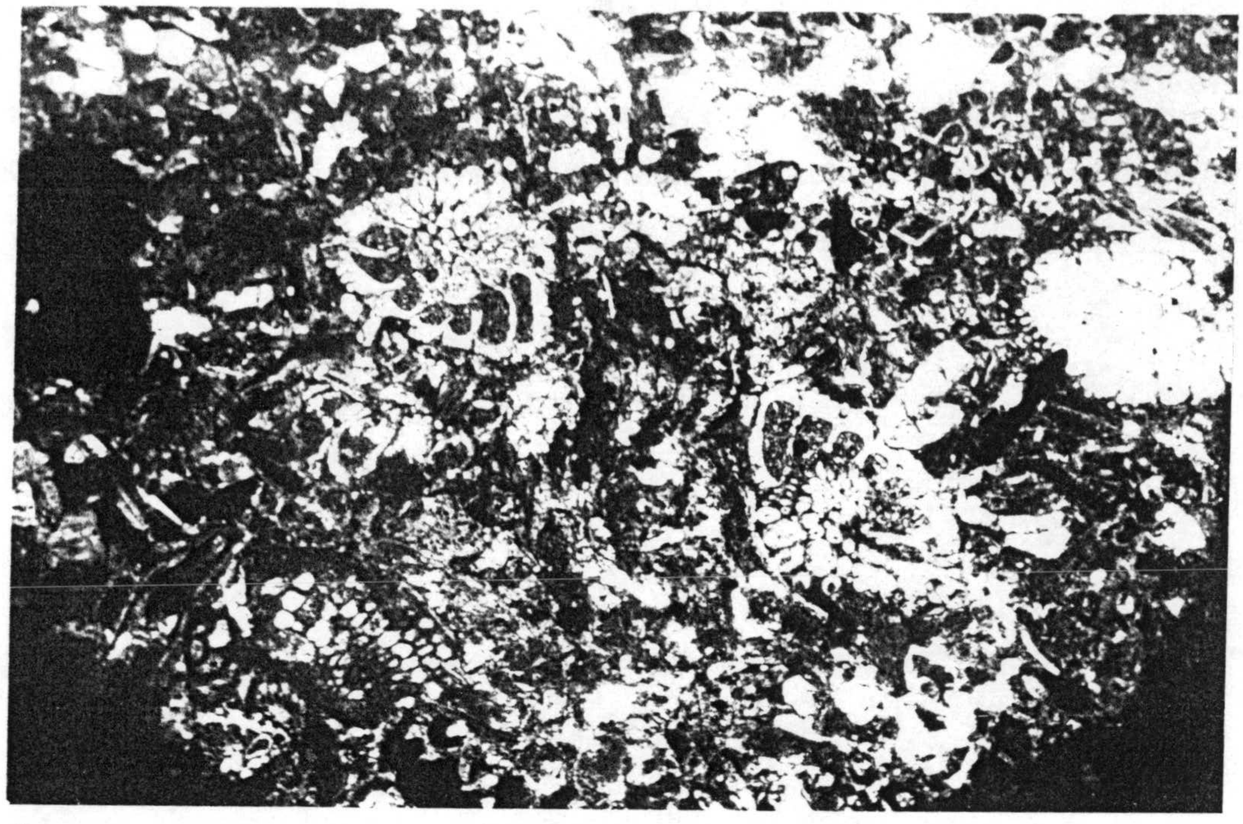


Lámina 27

1- Facies con *Rotalia viennotti* GREIG, Eidajti. C1-13d, x15.

2- Facies con *Rotalia viennotti* GREIG y *Sporolithon* sp., Navab. T2-22d, x15.



1

2

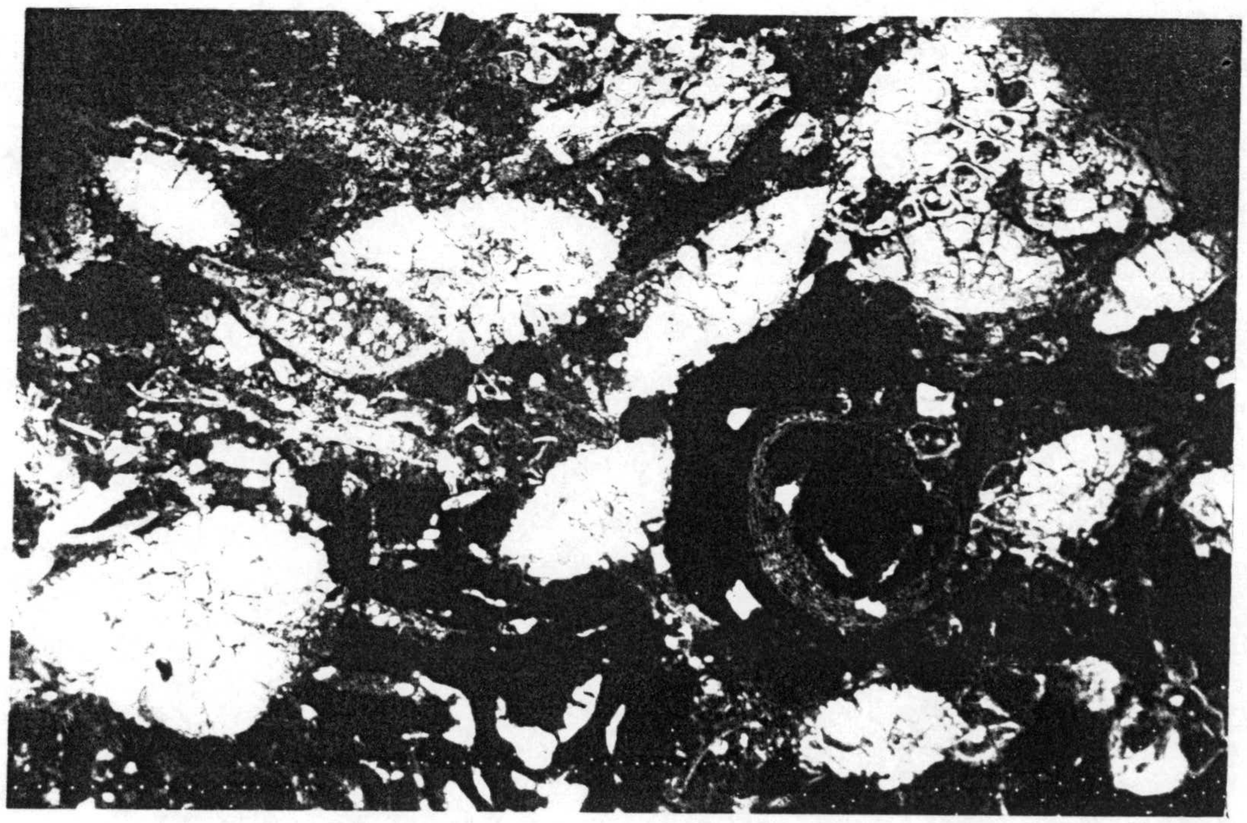
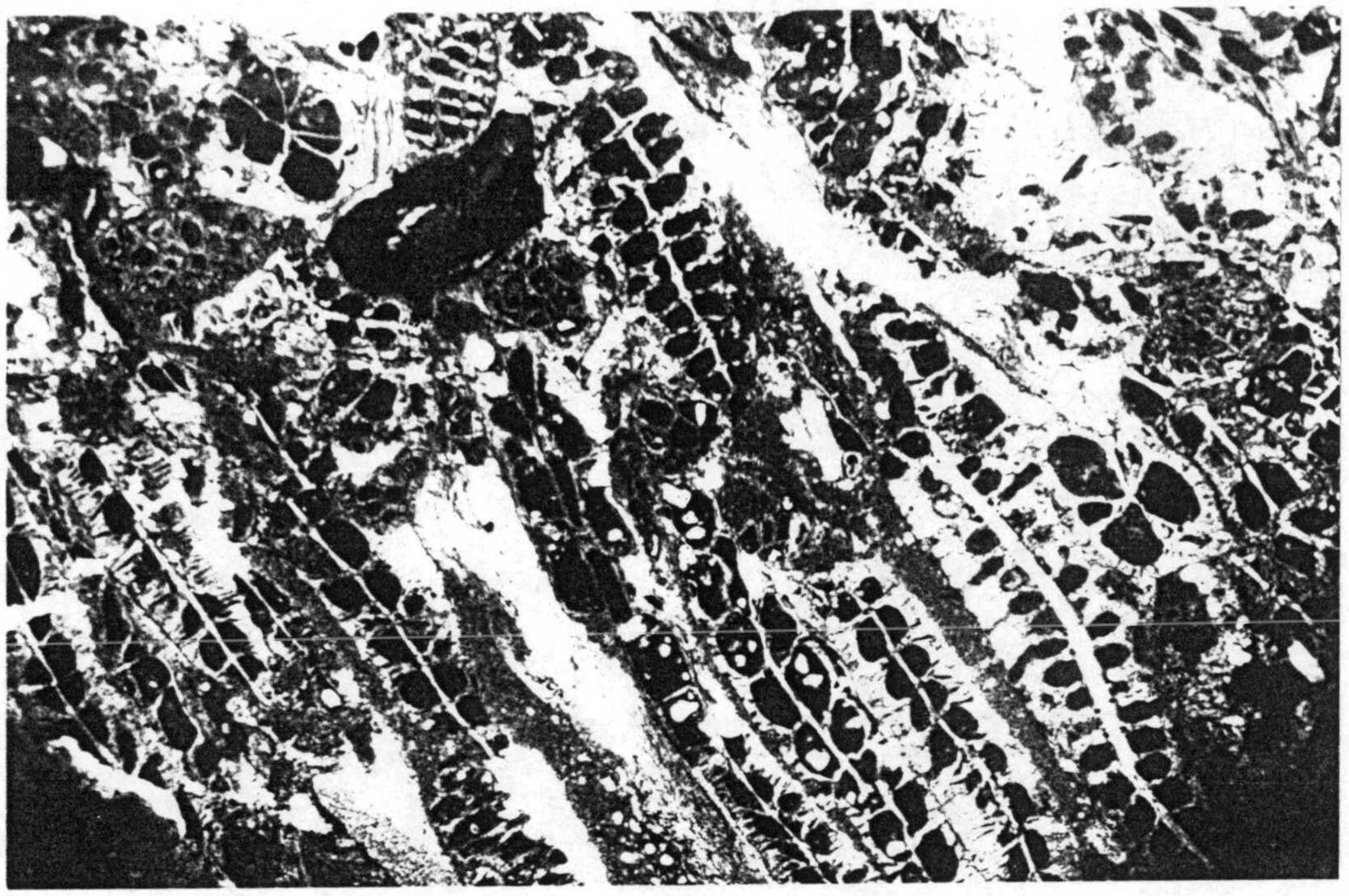


Lámina 28

1- Facies con el briozo *Cellepora* sp., Do Baradar. C1.12d, x15.

2- Facies constituido por el briozo *Smittinella* sp. y fragmentos de algas rojas, Bichareh. C3.15d, x15.

LAMINA 28



1

2

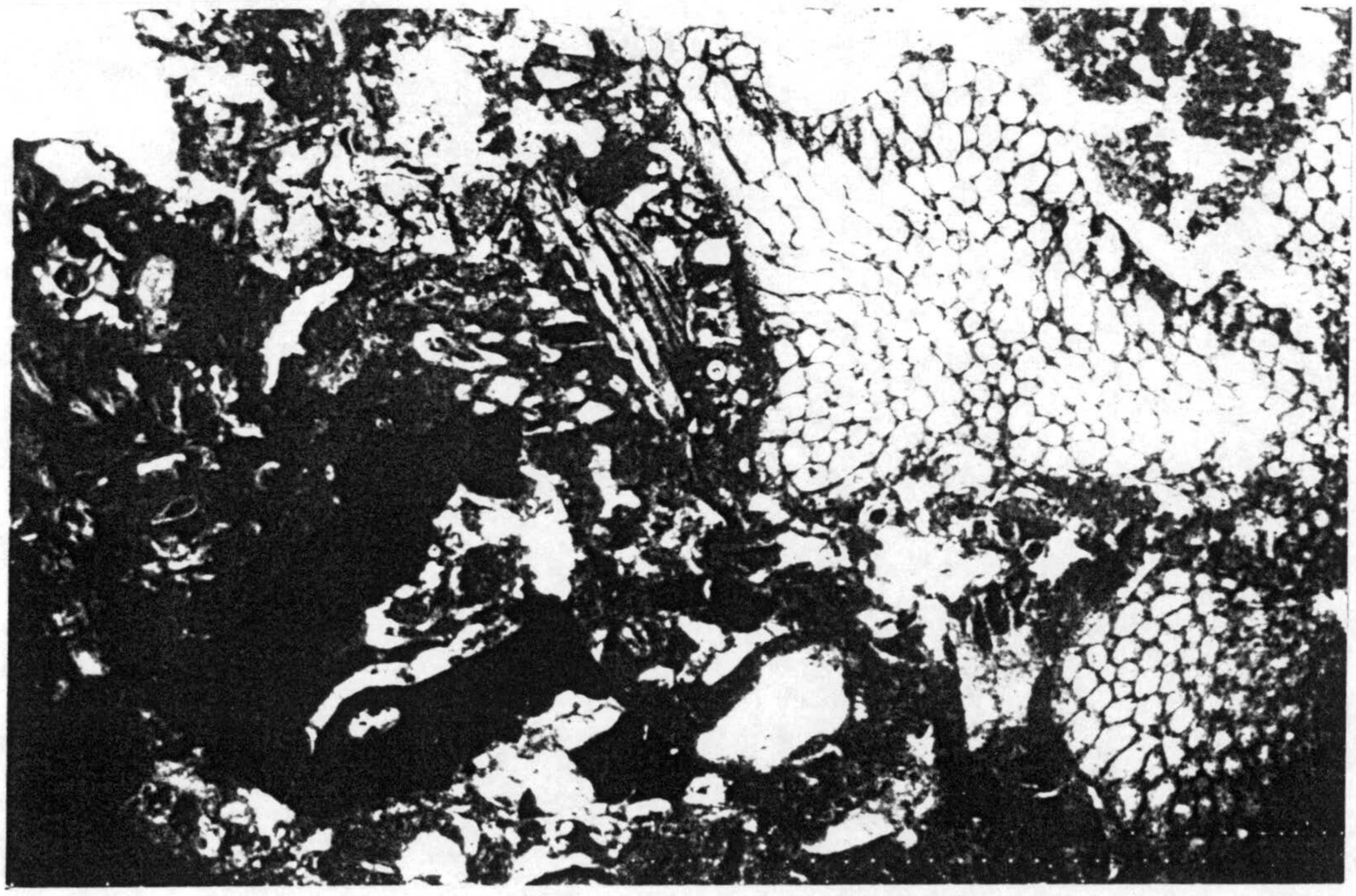
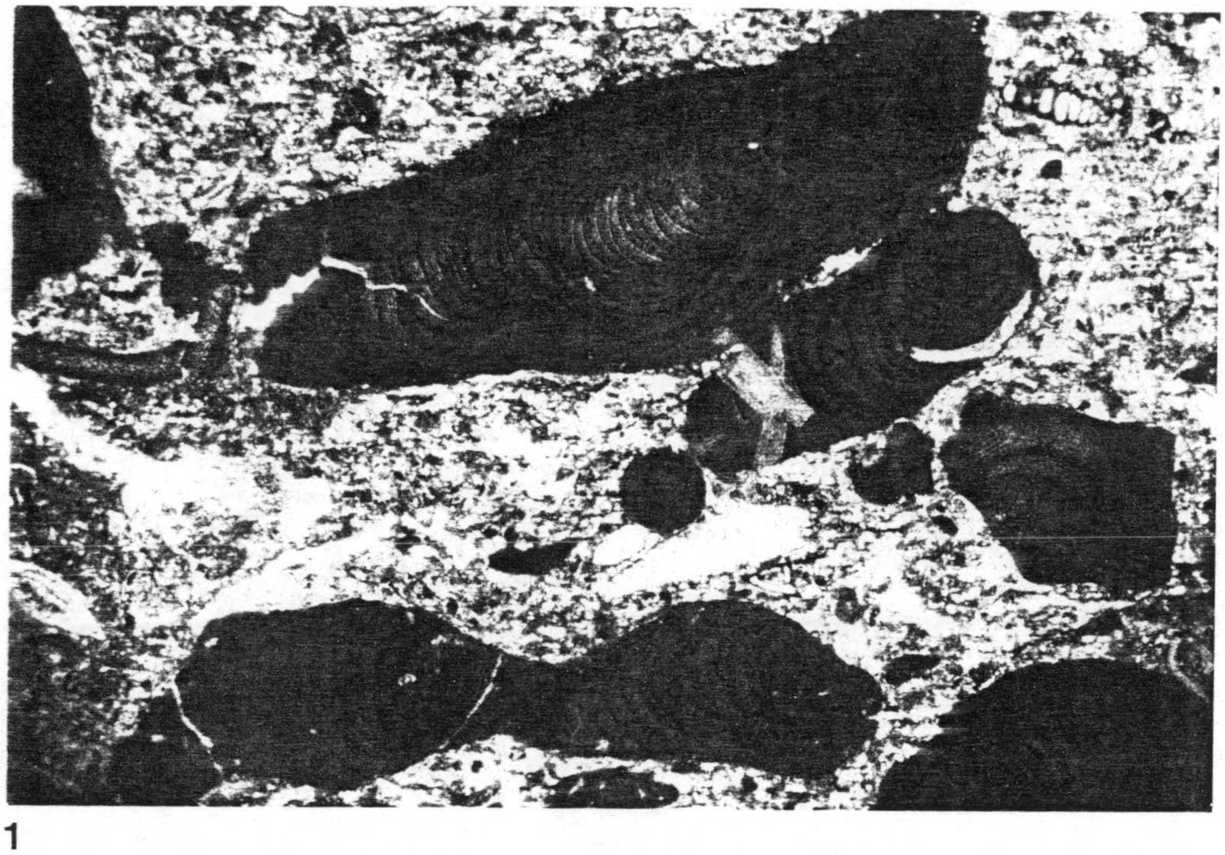


Lámina 29

1- Facies con *Mesophyllum* sp., Do Baradar. C3.22d, x15.

2- Facies con *Sporolithon* sp. y *Lithothamnium* sp., Bichareh. E.25d, x15.

LAMINA 29



1

2

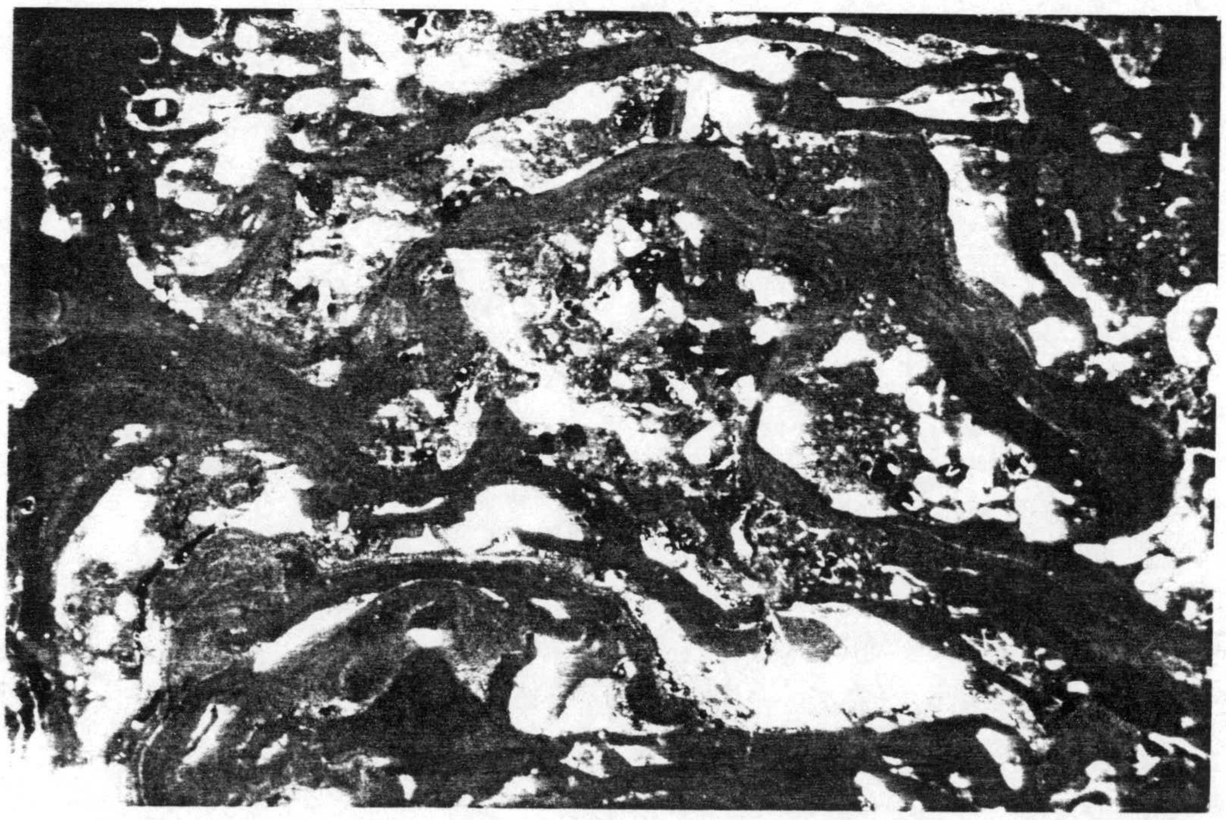
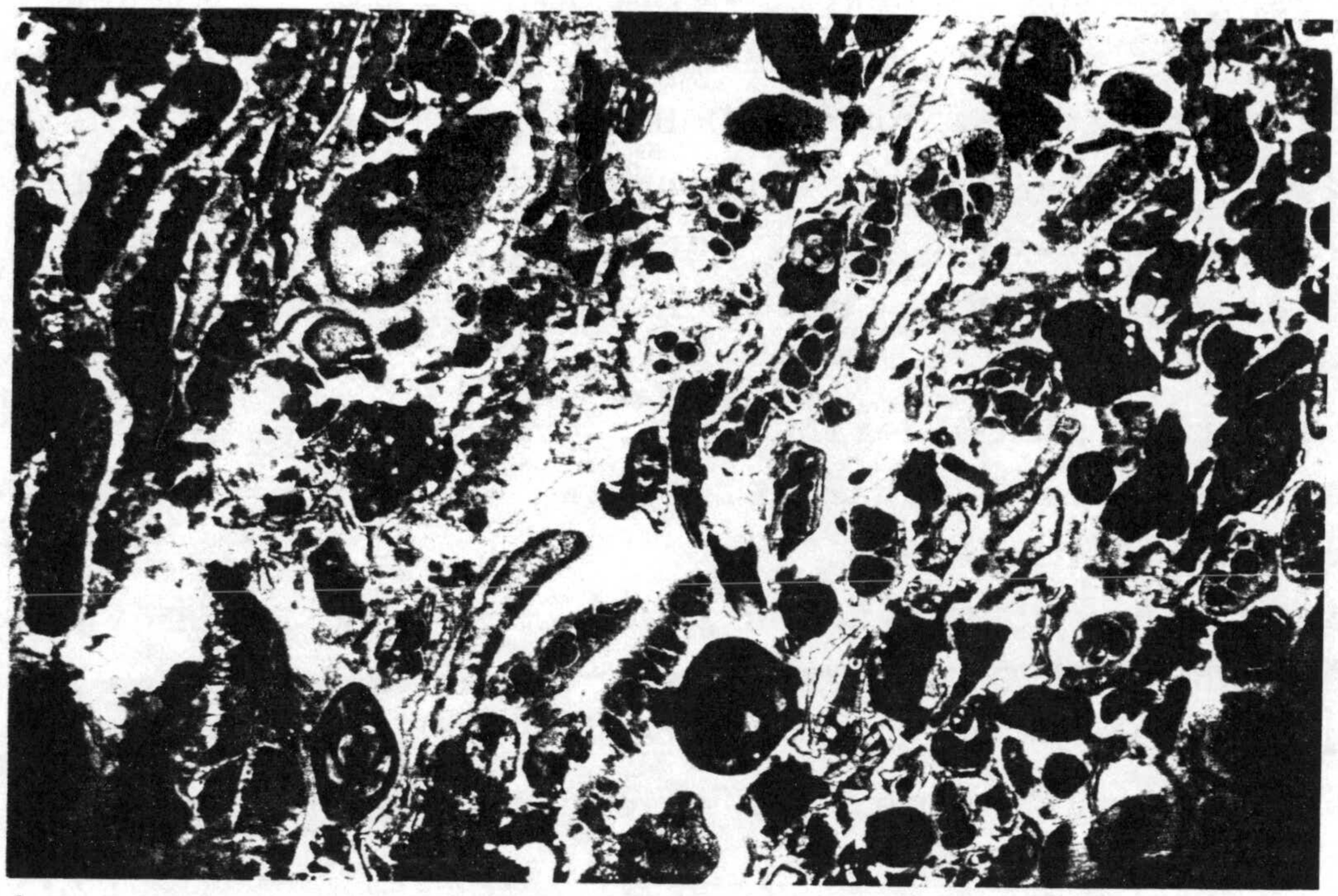


Lámina 30

1- Facies con fragmentos de algas rojas, miliólidos, *Peneroplis thomasi* HENSON y los briozoos *Tubucellaria* sp. y *Cellepora* sp., Bichareh. A.3d, x15.

2- Facies con *Kuphus* sp. (flechas), miliólidos y *Smittinella* sp., Shurab. C1.12d, x15.

LAMINA 30



1

2

Lámina 31

1- *Catapsydrax dissimilis* (CUSHMAN y BERMUDEZ). Burdigaliense, Dochah. **1A:** C4.21a, apertura con bulla, x180. **1b:** C4.21b, vista umbilical, x170. **1c:** C4.21c, vista umbilical, x180.

2- *Catapsydrax* aff. *unicavus* BOLLI, LOEBLICH y TAPPAN. Burdigaliense, Do Baradar. C4.19l, vista umbilical, x160.

3- *Globigerina* (*Globigerina*) aff. *praebulloides* BLOW. Oligoceno superior, Do Baradar. B.6l, **3a:** vista umbilical, x200. **3b:** vista lateral, x200.

4- *Globigerina ouachitaensis ciperoensis* BOLLI. Oligoceno, Dochah. **4a:** B.3l, vista apertural, x180. **4b:** B.3l, vista dorsal, x190. **4c:** B.33, vista apertural, x180.

5- *Globigerina* (*Globigerina*) *praebulloides* BLOW. Burdigaliense, Kamar Kuh. E.22e, **5a:** vista apertural, x230. **5b:** vista dorsal, x230.

6- *Globigerina* (*Globigerina*) *angustiumbilicata* BOLLI. Oligoceno superior, Do Baradar. B.9l, vista apertural, x250.

LAMINA 31

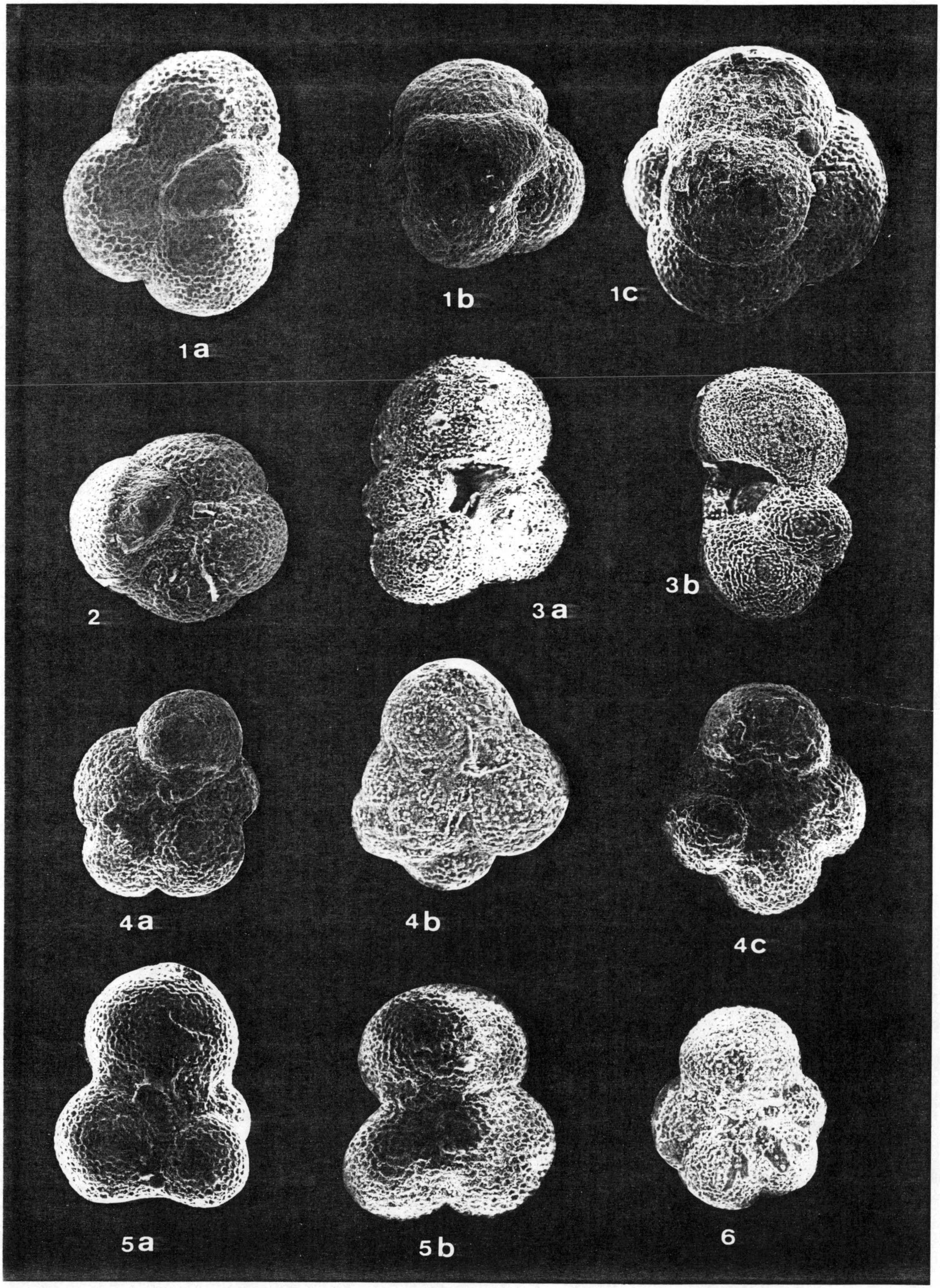


Lámina 32

1- *Globigerinoides bulloideus* CRESCENTI. Langhiense, Kamar Kuh. E.22l, **1a:** vista ventral, x190. **1b:** vista lateral, x190. **1c:** vista dorsal, x190.

2- *Globigerinoides trilobus trilobus* (REUSS). Burdigaliense, Kamar Kuh. **2a:** E.22c, vista apertural, x200. **2b:** E.22a, vista apertural, x200.

3- *Globigerinoides trilobus immaturus* LEROY. Aquitaniense, Kamar Kuh. C1.13l, vista apertural, x150.

4- *Globigerinoides obliquus* BOLLI. Burdigaliense superior, Eidajti. E.20l, **4a:** vista umbilical, x160. **4b:** vista lateral, x160.

5- *Globigerinoides sacculifer* (BRADY). Burdigaliense, Eidajti. E.23n, vista umbilical, x120.

6- *Globorotalia (Turborotalia) opima opima* BOLLI. Oligoceno, Dochah. **6a:** B.5l, vista umbilical, x150. **6b:** B.52, vista umbilical, x100.

LAMINA 32

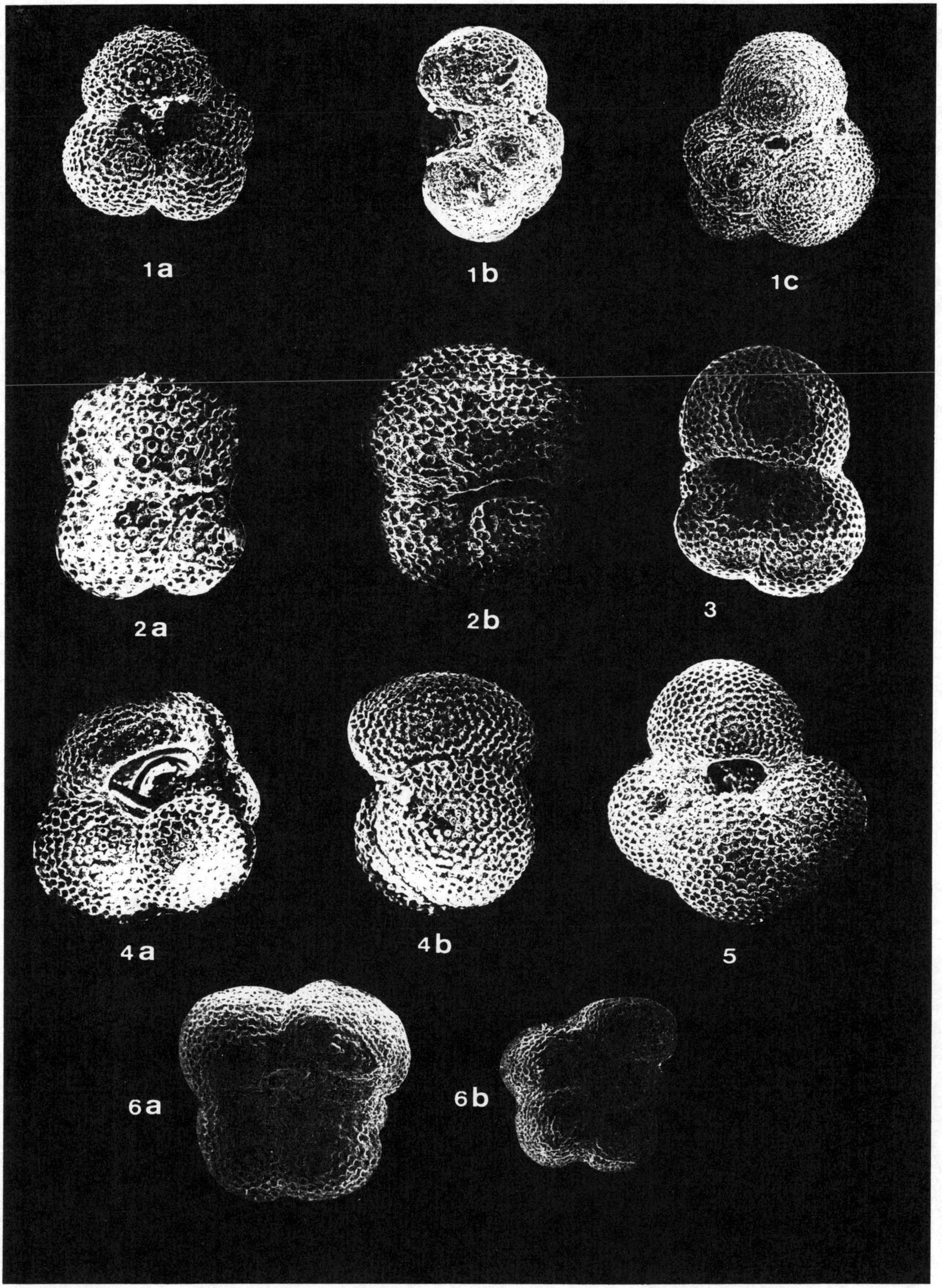


Lámina 33

1- *Cibicidoides pseudoungerianus* (CUSHMAN). Oligoceno superior, Eidajti. B.53, lado espiral, x90.

2- *Elphidium listeri* D'ORBIGNY. Burdigaliense, Kamar Kuh. C4.16, vista lateral, x200.

3- *Rotalina kalembergensis* D'ORBIGNY. Burdigaliense, Dochah. C4.24l, vista umbilical, x100.

4- *Polymorphina acuta* D'ORBIGNY. Burdigaliense, Do Baradar. C4.19l, x100.

5- *Elphidium crispum* LINNÉ. Burdigaliense, Kamar Kuh. C4.15, vista lateral, x80.

6- *Cibicides lobatulus* (WALKER y JACOB). Aquitaniense, Dochah. C1.222, vista umbilical, x120.

7- *Marginulina glabra* D'ORBIGNY. Burdigaliense superior, Dochah. E1.33, x100.

8- *Cancris auriculus* (FICHTEL y MOLL). Burdigaliense superior, Dochah. E.321, vista umbilical, x100.

9- *Cancris oblongus* (WILLIAMSON). Burdigaliense superior, Dochah. E.30l, vista umbilical, x100.

10- *Lenticulina vortex* (FICHTEL y MOLL). Oligoceno superior, Kamar Kuh. B.55, vista lateral, x120.

11- *Gyroidina soldanii* (D'ORBIGNY). Oligoceno Superior, Do Baradar. B.61, lado dorsal, x200.

12- *Heterolepa floridana* (CUSHMAN). Langhiense, Do Baradar. E.26l, vista umbilical, x120.

13- *Hanzawaia boueana* (D'ORBIGNY). Burdigaliense, Dochah. C4.18l, vista umbilical, x200.

14- *Sphaeroidina bulloides* D'ORBIGNY. Burdigaliense, Kamar Kuh. C4.17l, vista apertural, x130.

15- *Anomalina pompilioides* GALLOWAY y HEMINWAY. Oligoceno superior, Do Baradar. B.12l, x100.

LAMINA 33

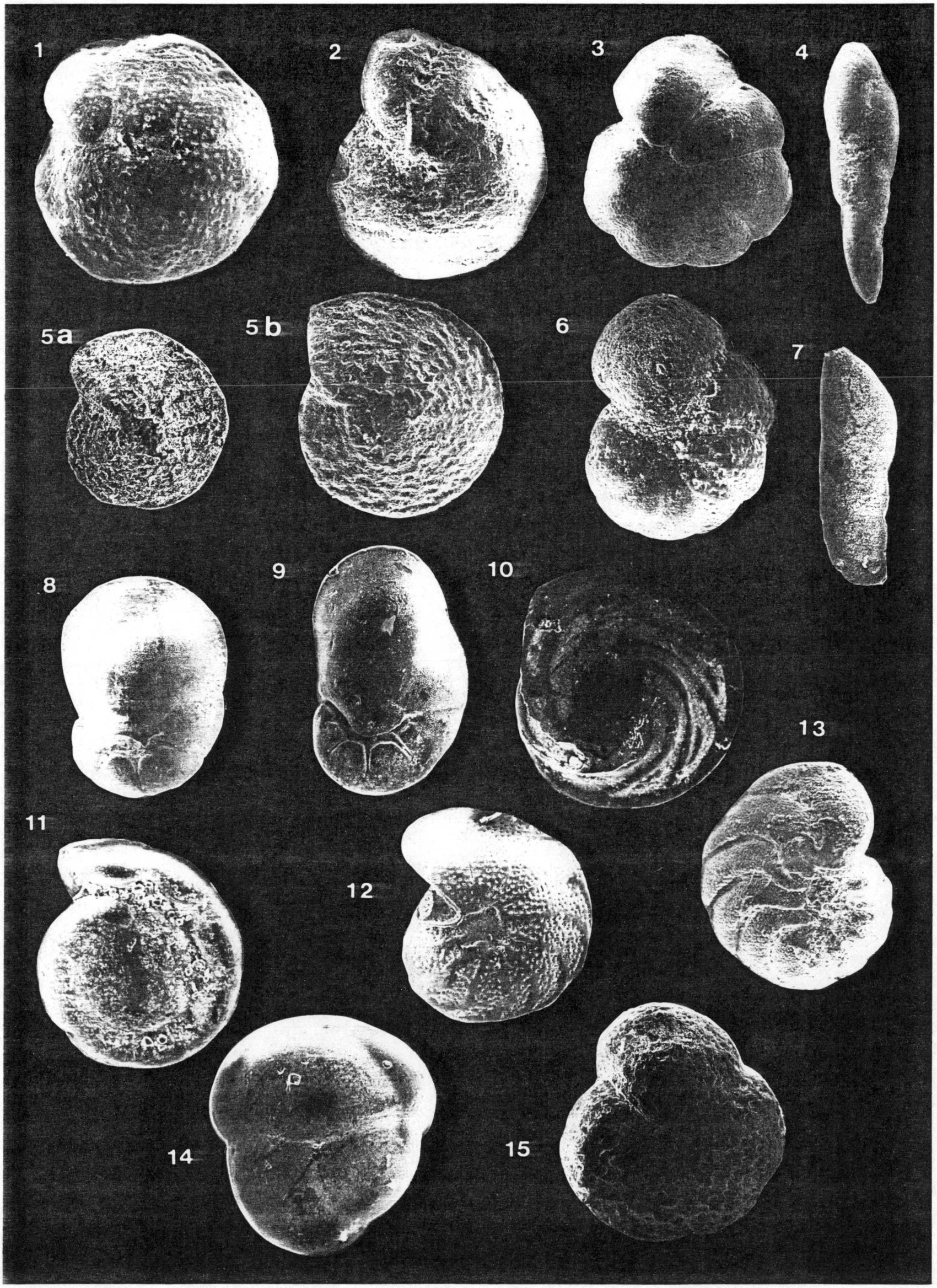


Lámina 34

1- *Globorotalia (Menardella)* aff. *archeomenardii* BOLLI. Mioceno medio, Kamar Kuh. **1a:** E.23b, vista umbilical x120. **1b:** E.23d, vista lateral, x140. **1c:** E.23d, vista dorsal, x120.

2- *Globorotalia (Menardella) praemenardii* CUSHMAN y STAINFORTH. Mioceno medio, Do Baradar. E.27l, **2a:** vista umbilical, x120. **2b:** vista lateral, x120.

3- *Orbulina suturalis* BRONNIMANN. Mioceno medio, Do Baradar. E24l, x150.

4- *Globorotalia (Hirsutella) scitula* (BRADY). Mioceno medio, Eidajti. E.24l1, vista umbilical, x180.

5- *Globigerinella obesa* (BOLLI). Burdigaliense Superior, Dochah. E.28l, **5a:** vista umbilical, x120. **5b:** vista lateral, x120.

6- *Globigerinella siphonifera* (D'ORBIGNY). Mioceno Medio, Do Baradar. E.24l2, vista umbilical, x130.

LAMINA 34

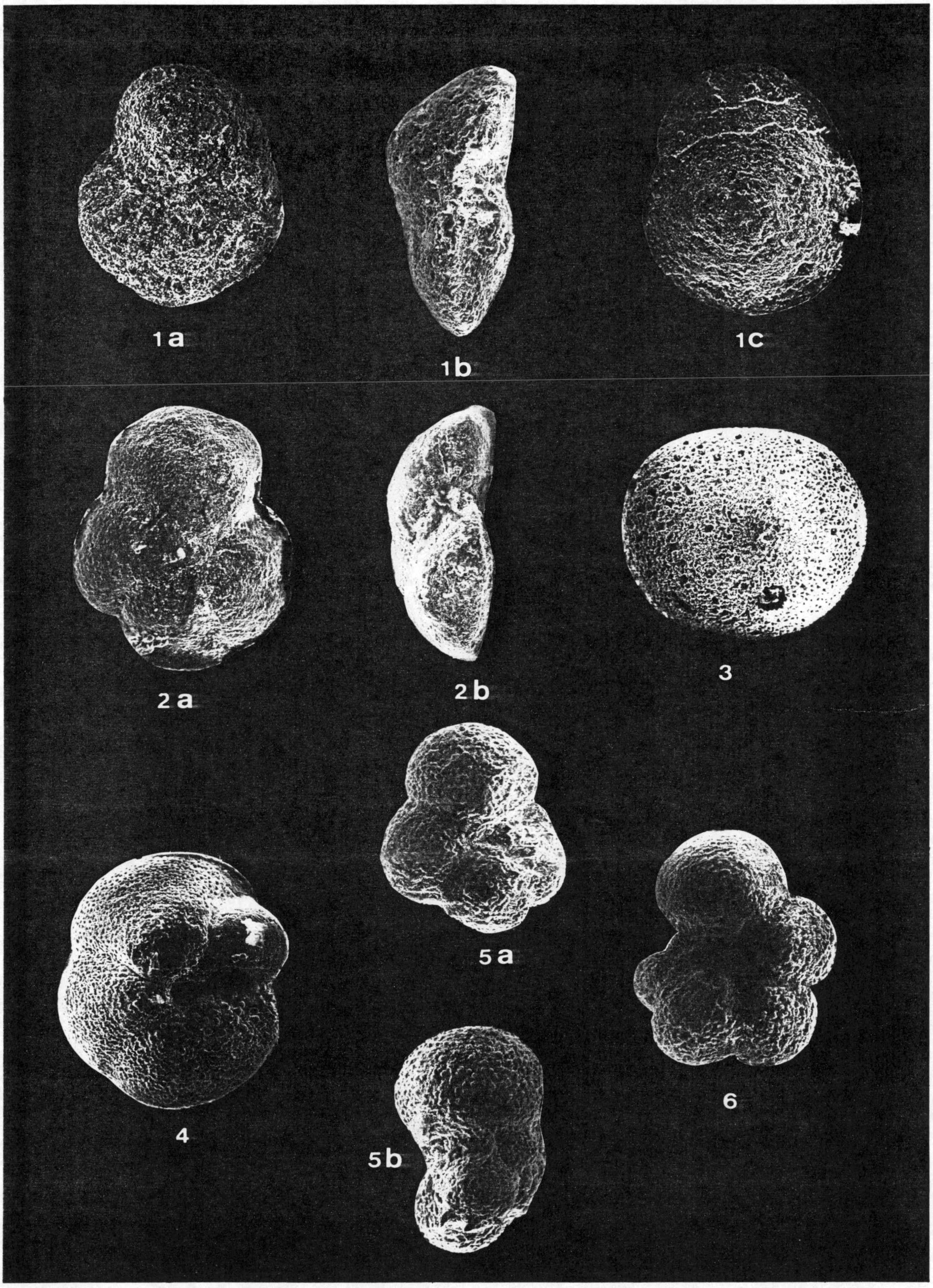


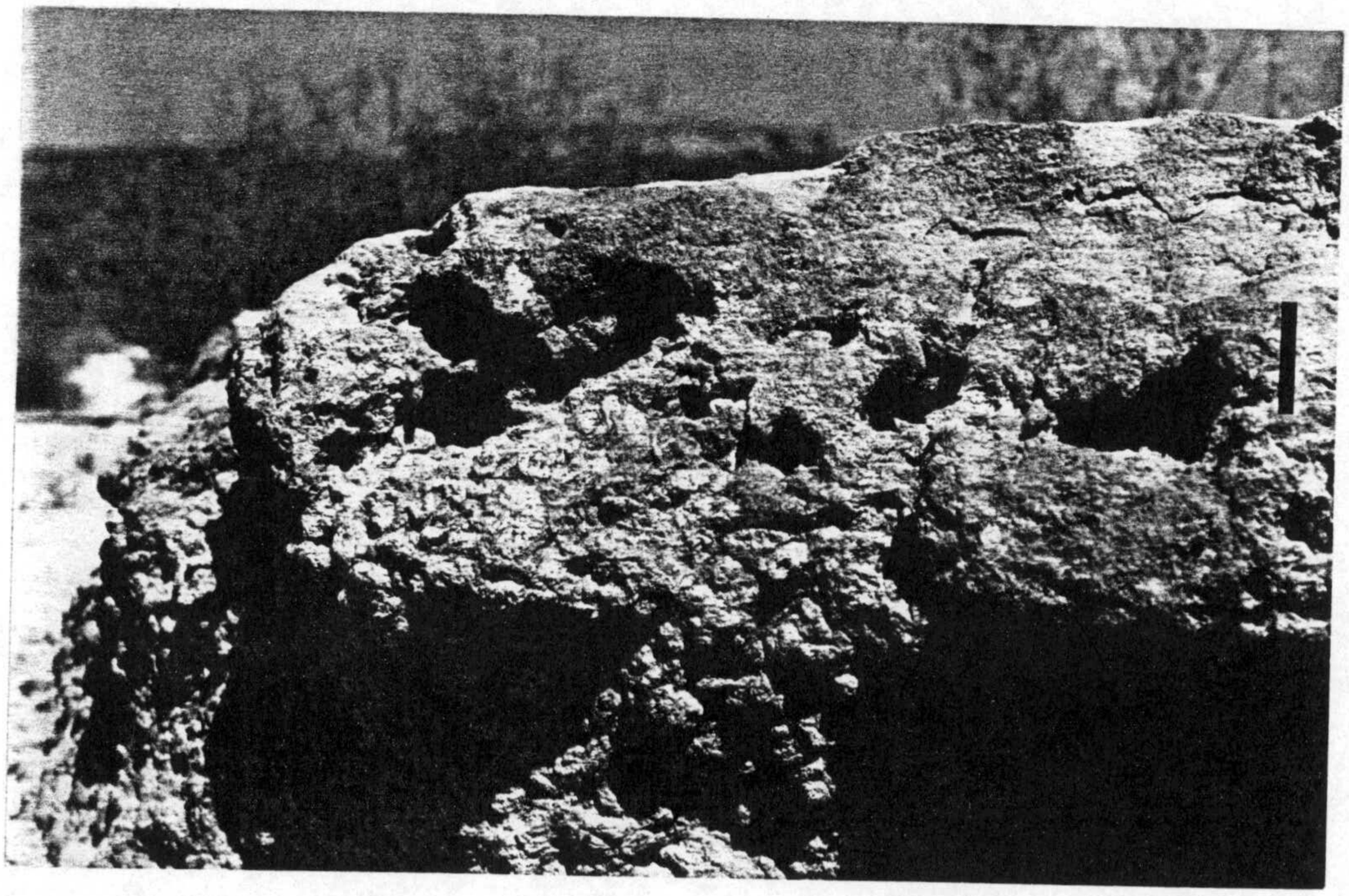
Lámina 35

1- Individuos de *Clipeaster* y *Echinolampas* en posición de vida (Submiembro C1), Eidajti.

2- Banco formado por rodolitos (Submiembro C1), Do Baradar. (Escala: 25 cm).

LAMINA 35

1



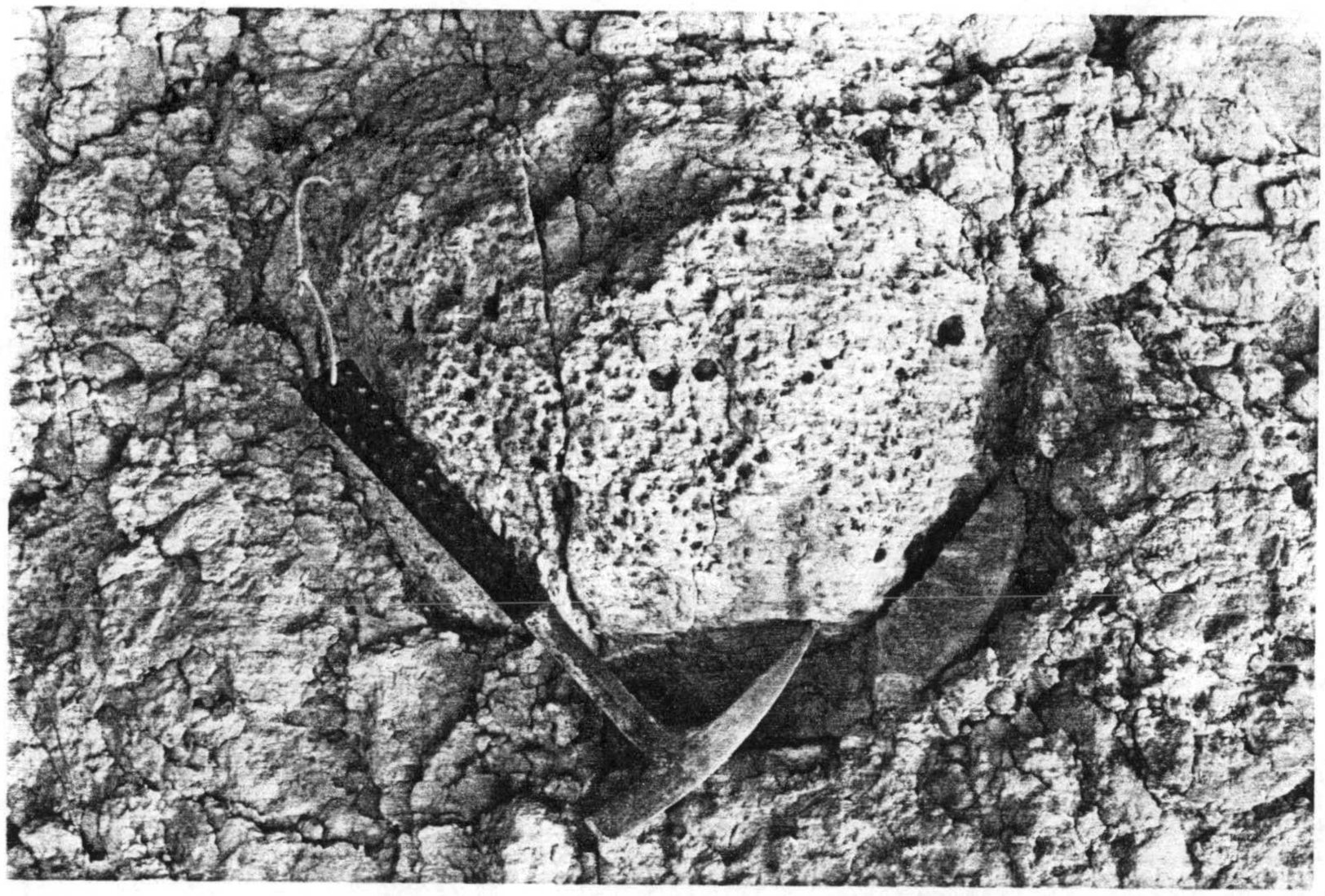
2

Lámina 36

1- Colonia de corales en posición de vida, miembro E, Kamar Kuh.

2- Estromatolitos de tipo LLH (LOGAN et al. 1964), miembro E, Kamar Kuh.

LAMINA 36



1

2

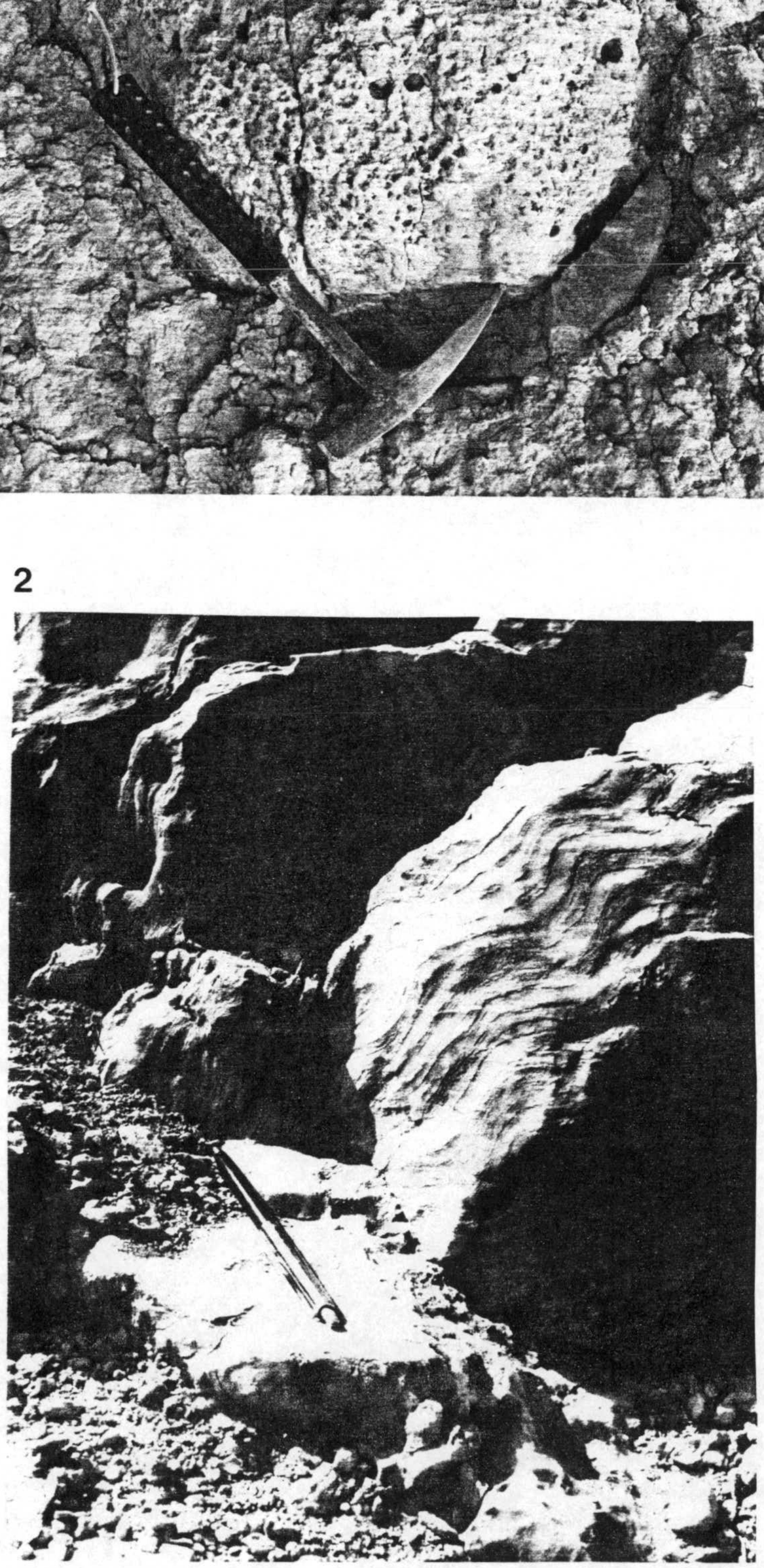


Lámina 37

1- Facies con granos angulosos y subangulosos de cuarzo y fragmentos de briozoos, miembro A, Bichareh.
2- Estromatolitos con numerosas perforaciones post-mortem de bivalvos litófagos (flechas), niveles superiores de las calizas del miembro E, Kamar Kuh.

LAMINA 37

1

2

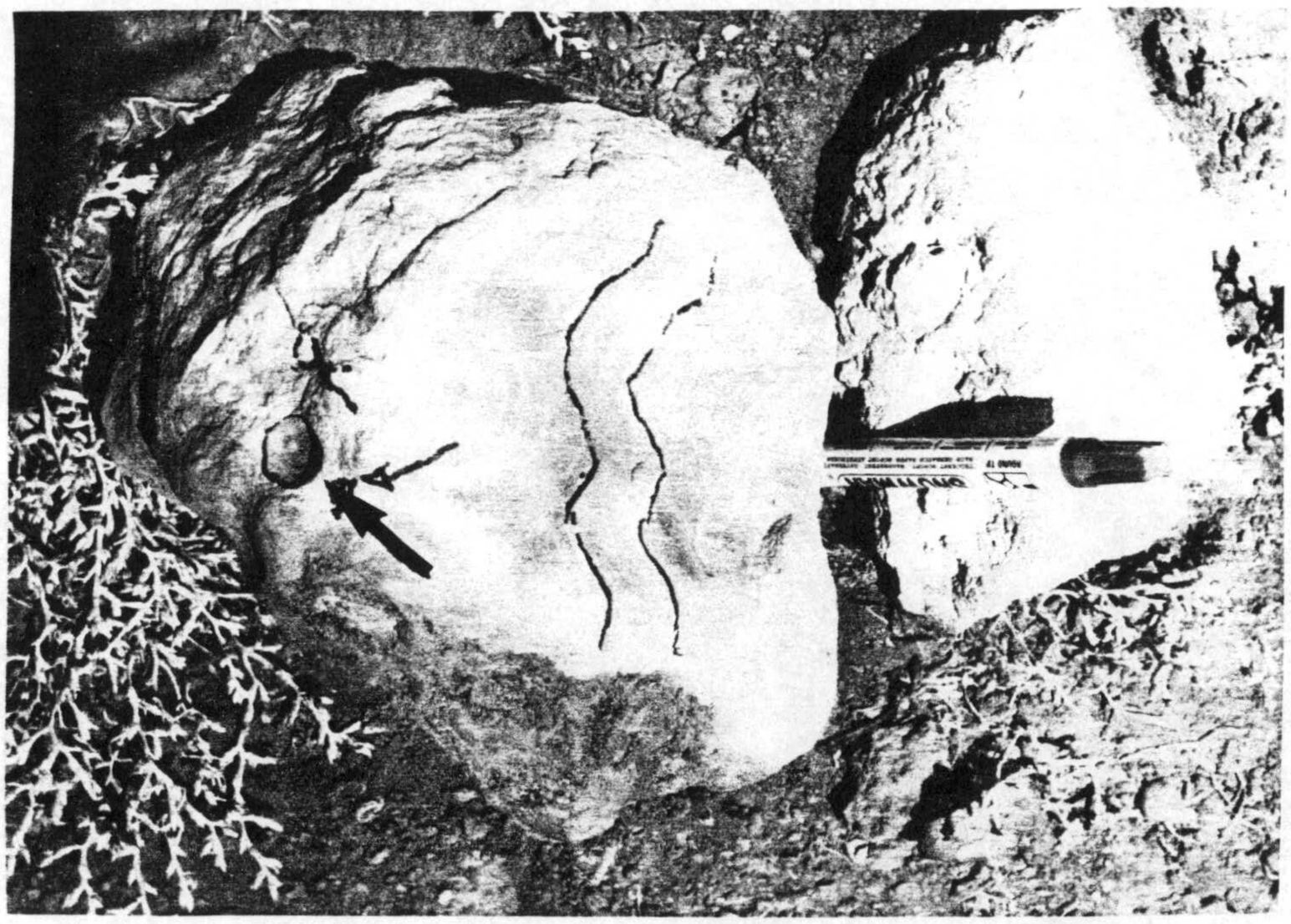
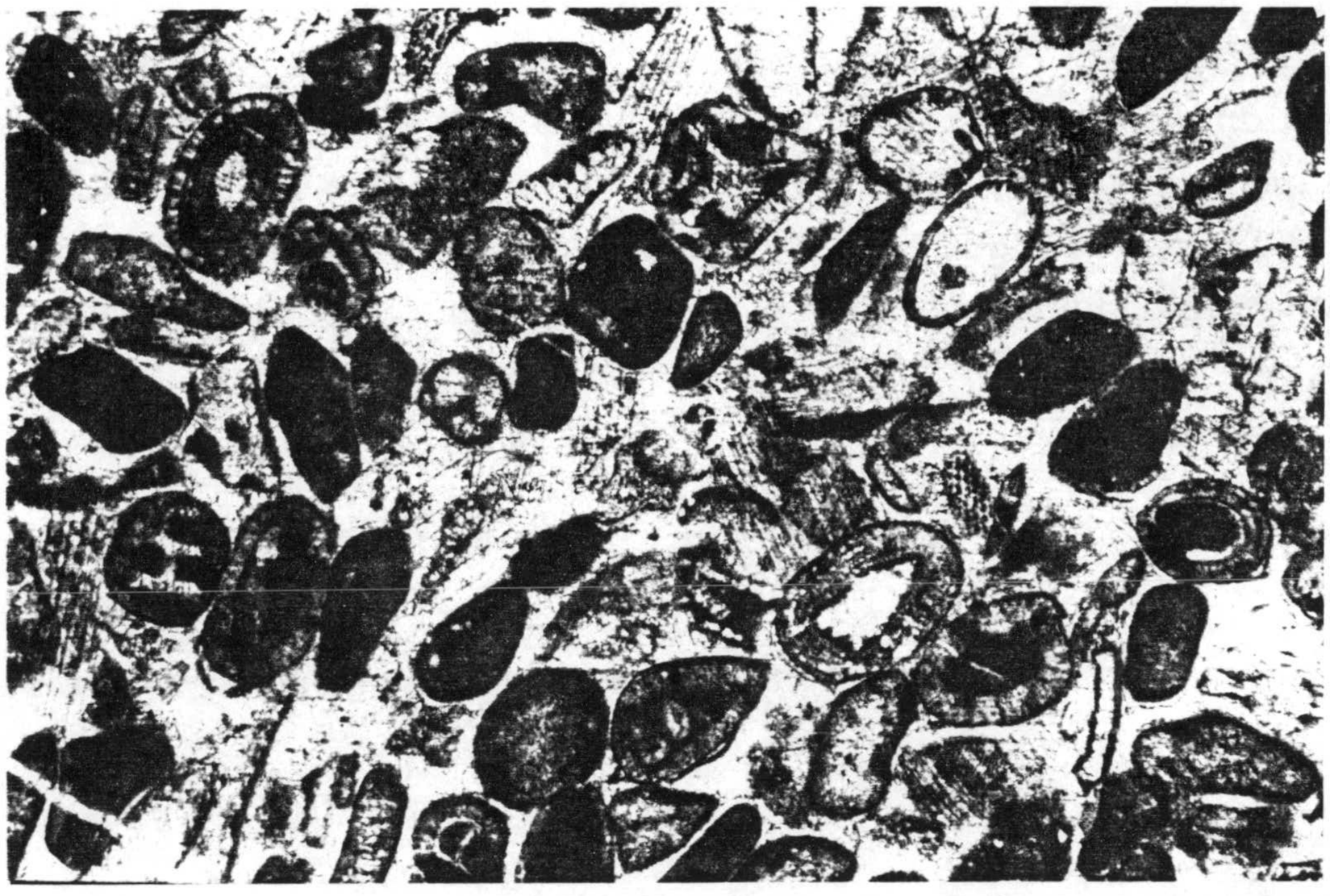


Lámina 38

1- Facies con oolitos y fragmentos de algas rojas, los oolitos presentan capas concentricas, fibrosas o micríticas, miembro A, Jorabad.

21- Facies de oolitos concéntricos con núcleos micríticos algo distorsionados, miembro C3, Navab.

LAMINA 38



1

2

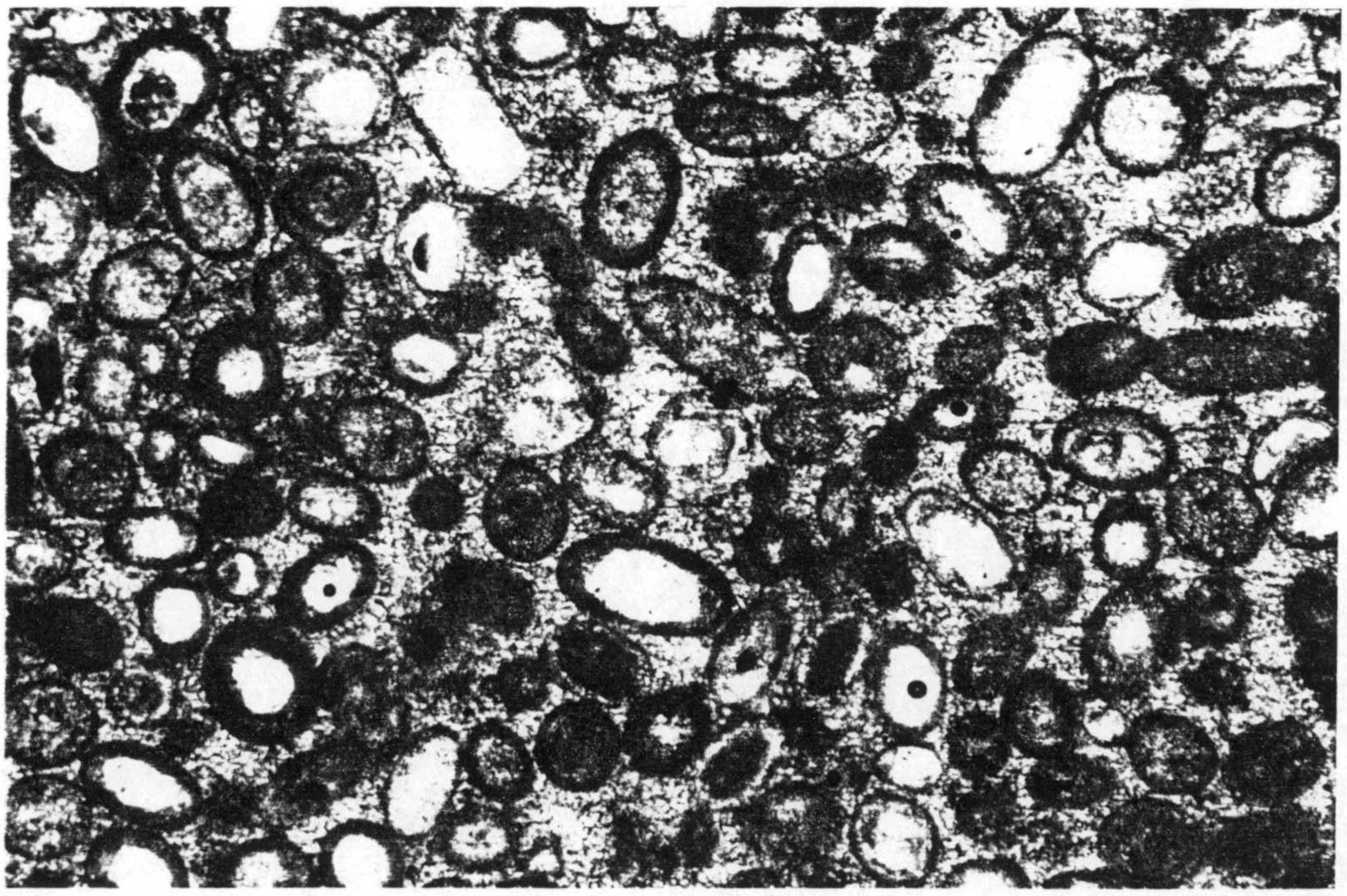
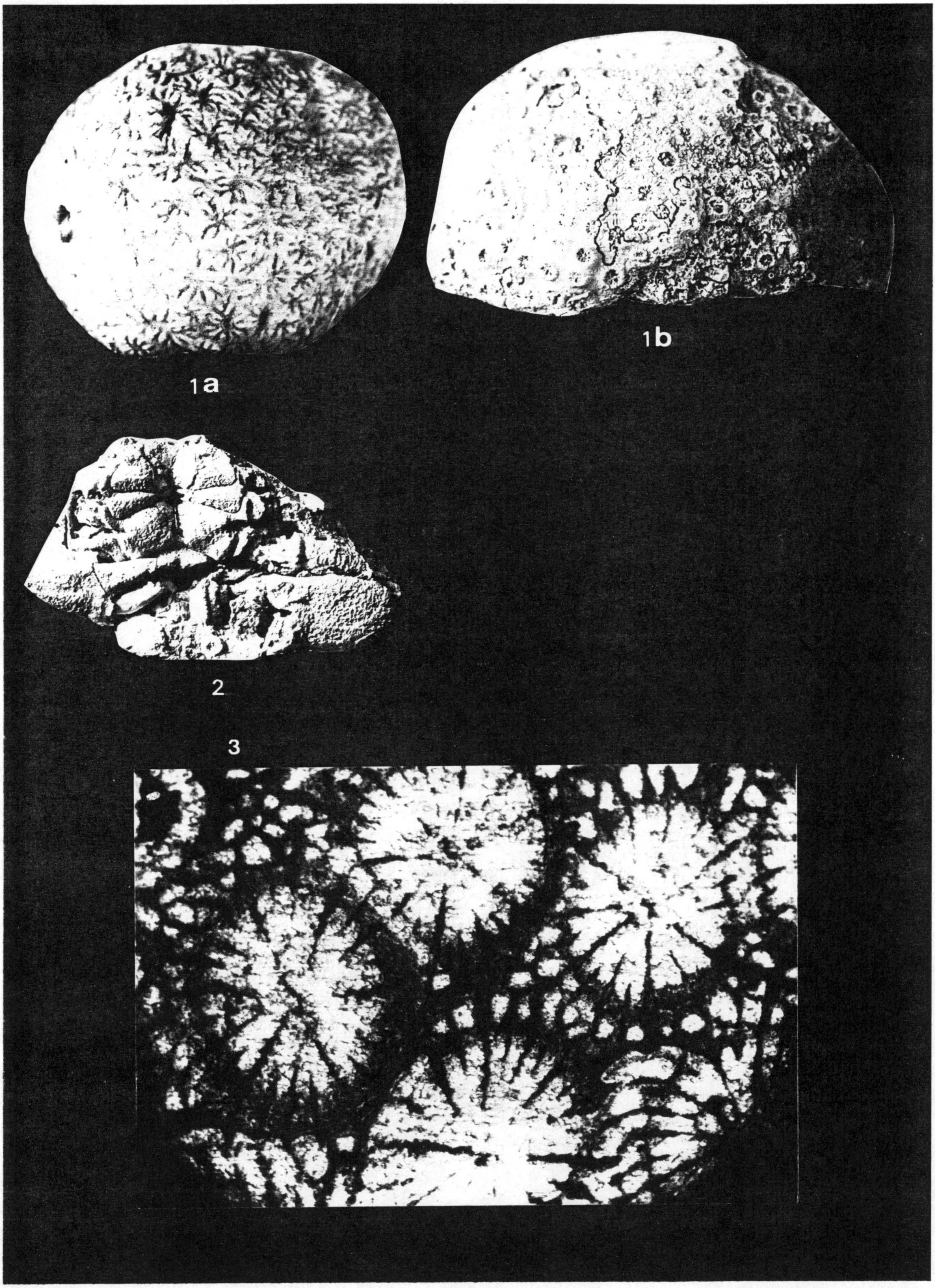


Lámina 39

1- Pequeñas colonias de corales (x1.5), en margas del Burdigaliense Superior del miembro E, Kamar Kuh.
2- Crustáceo indeterminable del Mioceno inferior, en buen estado de conservación (x0.7), submiembro C_4, C4.9, Nardaghi.
3- Lámina delgada de corales presentes en el Burdigaliense Superior del miembro E, E44, x15, Jorabad.

LAMINA 39



1a

1b

2

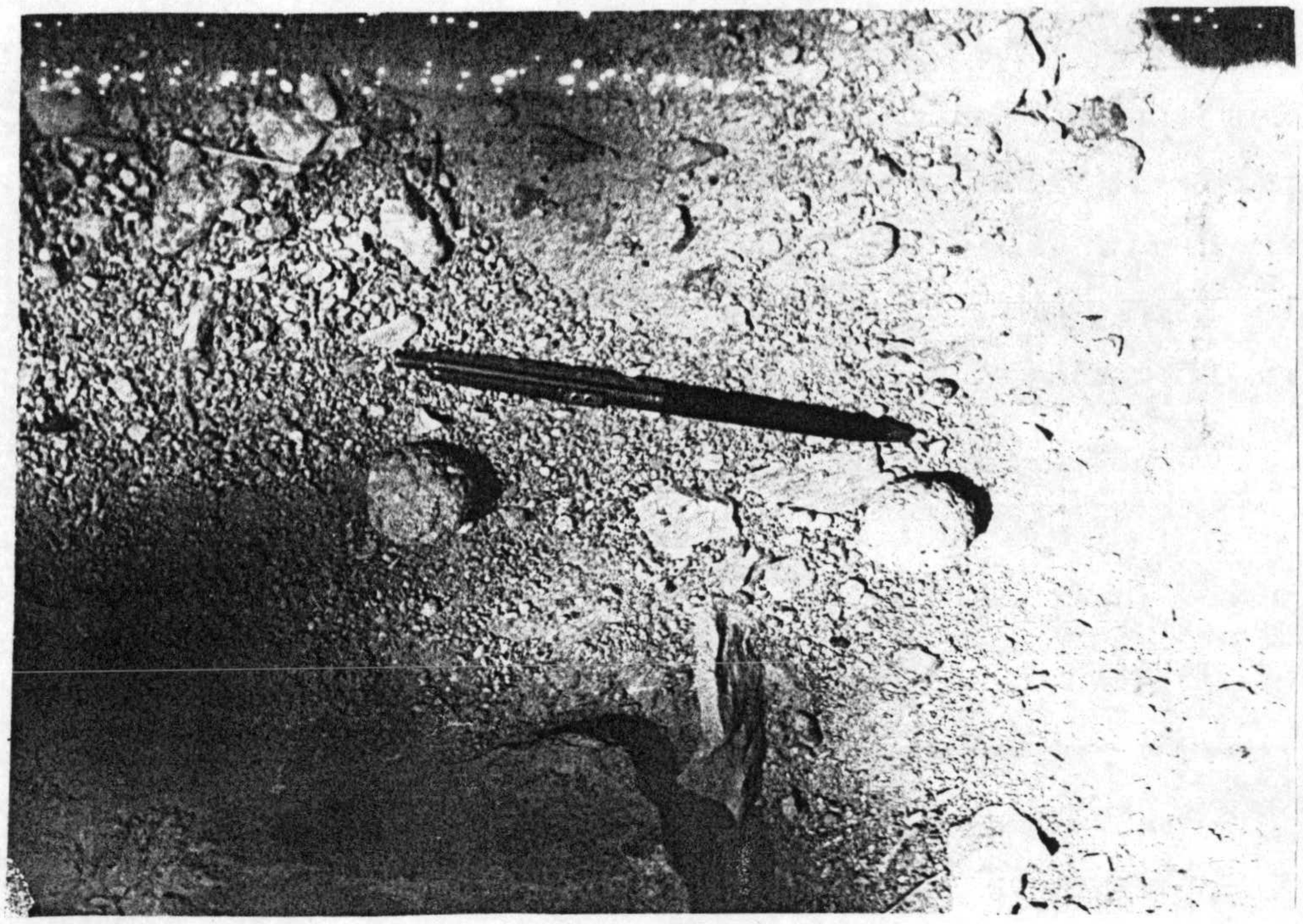
3

Lámina 40

1- Cantos de arcilla armada (armored mud balls), formados internamente por arcilla de la FRI y superficialmente por pequeños fragmentos de rocas volcánicas de la LRF y calizas del miembro A, Dochah.

2- Nódulos de sílice, dentro de las calizas del miembro E, Nardaghi.

LAMINA 40



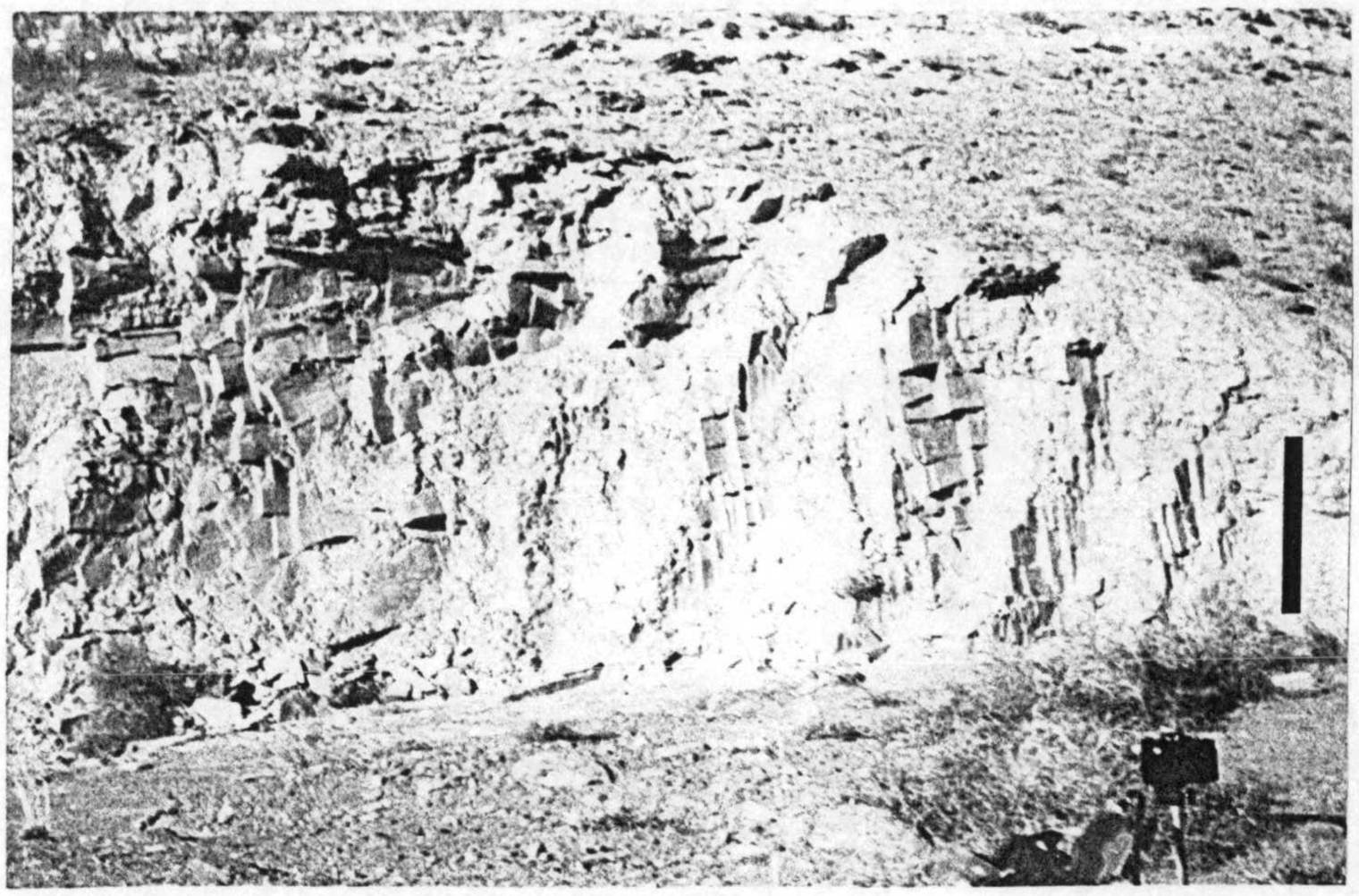
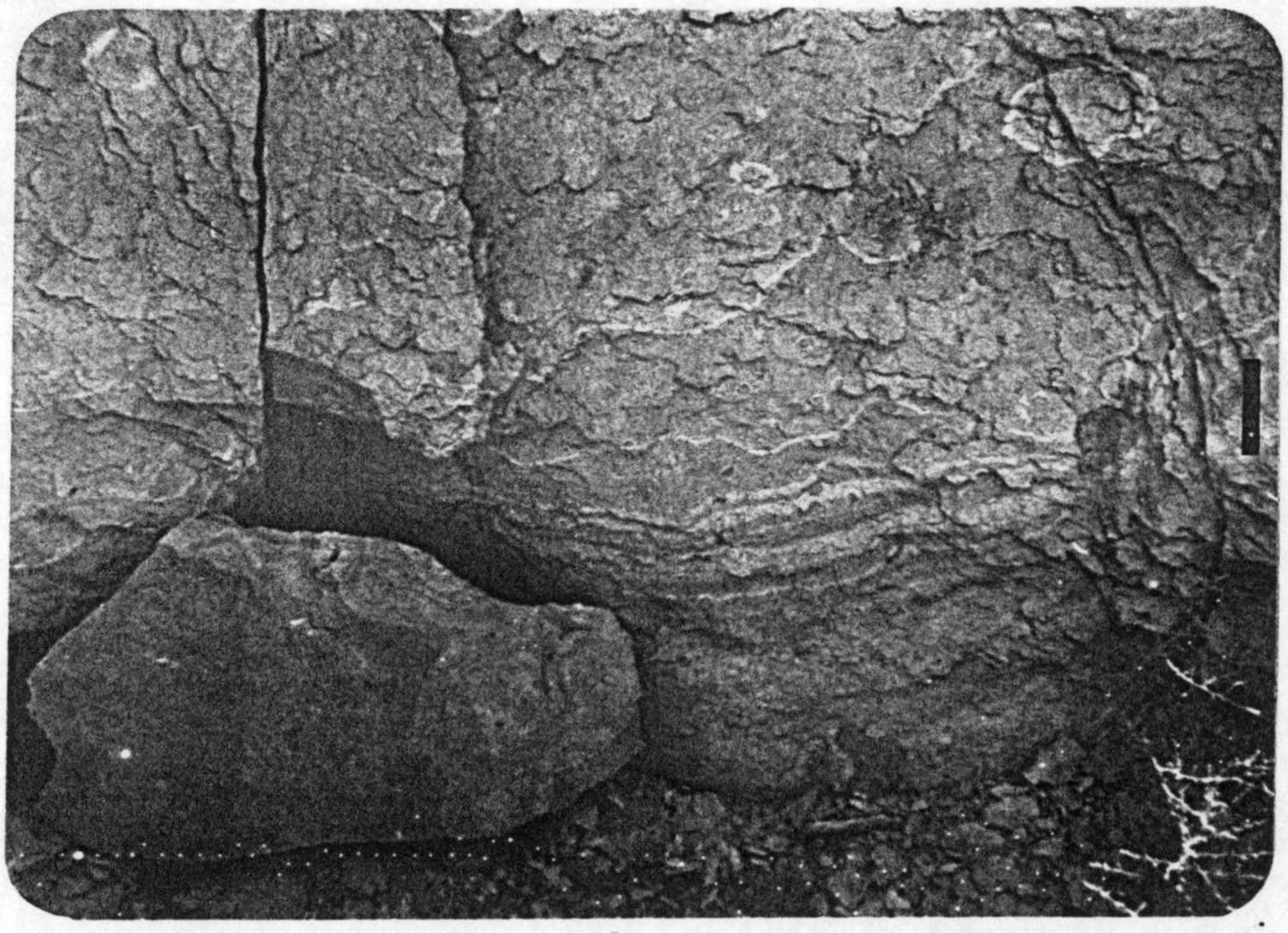
1

2

Lámina 41

1- Calizas laminadas de color oscuro, con patron de fracturas romboidal, la parte basal del submiembro C2, Dochah. (Escala: 1 m).

2- Anillos de Liesegang diagenéticas en el miembro E de Navab. (Escala: 10 cm).



2