

Los sedimentos de la plataforma continental balear

ALONSO, B.⁽¹⁾, GUILLÉN, J.⁽²⁾, CANALS, M.⁽²⁾, SERRA, J.⁽²⁾, ACOSTA, J.⁽³⁾, HERRANZ, P.⁽³⁾,
SANZ, J.L.⁽³⁾, CALAFAT, A.⁽²⁾ y CATAFAU, E.⁽²⁾

(1) Instituto de Ciencias del Mar, P° Nacional s/n, 08003 Barcelona

(2) Departamento de Geología Dinámica, Geofísica y Paleontología, Núcleo Universitario de Pedralbes, 08028 Barcelona

(3) Instituto Español de Oceanografía. Avda. del Brasil 31, 2802 Madrid

RESUMEN

El análisis sedimentológico de distintos sectores de la plataforma continental balear (Bahía de Campos, Sur de Menorca y Canal de Menorca) ha puesto de manifiesto la existencia de siete grupos de facies: A) algales, B) de bivalvos, C) de gasterópodos, D) bioclásticas, E) mixtas, F) de fragmentos líticos y G) cementadas (costras algales y calcarenitas).

La distribución de estas facies sedimentarias guarda una estrecha relación con la profundidad, excepto en el Sur de Menorca, y con las comunidades bentónicas que se desarrollan en la plataforma continental. Las facies que recubren actualmente la plataforma balear se depositaron durante la fase del ascenso del nivel del mar de la transgresión Versiliense.

Palabras clave: Plataforma carbonatada. Mediterráneo. Holoceno. Algas rodofíceas

ABSTRACT

Recent and subrecent sediments of the Balearic Continental Shelf are studied in detail three pilote zones: Campos Bay, South of Menorca and Menorca Channel. As a result, seven main groups of sedimentary facies are identified: A) alga, B) bivalve dominated, C) gastropod dominated, D) bioclastic, E) mixed, F) lithic fragments dominated and G) cemented (algal crusts and calcarenites).

Facies distribution is closely linked with depth (except in the South of Menorca) and benthic communities living at different levels on the shelf. The surficial sediments of the Balearic Continental Shelf were accumulated during Versilian transgresión.

Key words: Carbonated shelf. Mediterranean Sea. Holocene. Red algae.

INTRODUCCIÓN

En función de la sedimentación que en ellas se produce, las plataformas continentales han sido divididas en tres grandes categorías: 1, silícico-clásticas, 2, carbonatadas y 3, mixtas. Dentro de cada una de estas categorías se han confeccionado numerosos modelos sedimentarios. Por lo que respecta a las plataformas carbonatadas, los modelos plenamente desarrollados se refieren a plataformas situadas en regiones tropicales y subtropicales (Milliman, 1974). En este sentido cabe reseñar los modelos elaborados por Ginsburg (1956) en la costa sur de Florida, Emery, (1956) en la costa meridional del Golfo Pérsico, Newell *et al.* (1959) en la plataforma de las Bahamas y Davis (1970) en las costas de Australia Occidental.

En el decurso de la última década, se ha puesto de manifiesto la existencia de numerosas plataformas con sedimentación carbonatada situadas en áreas no tropicales. Citemos entre otros, los trabajos de Hoskin y Nelson (1969) en Alaska, Alexanderson (1972) en el Mar del Norte, Farrow *et al.* (1979) en la plataforma de Escocia, Scoffin *et al.* (1980) en la costa este de Irlanda, Nelson *et al.* (1982) en Nueva Zelanda y Zamarréño *et al.* (1983) en la plataforma sureste de España.

El análisis de la sedimentación carbonatada en la plataforma Balear se ha llevado a cabo en dos grandes tipos de ambientes sedimentarios, establecidos en fun-

ción de sus características fisiográficas: 1, plataforma abierta y 2 «freu» (paso entre islas).

A grandes rasgos el ambiente de plataforma abierta está definido por una disposición batimétrica regular desde la línea de costa hasta la ruptura de pendientes del talud continental, con presencia ocasional de leves accidentes morfológicos que en ningún caso llegan a condicionar significativamente el régimen hidrodinámico. Se ha tomado como representativa de este ambiente la Bahía de Campos, al Sur de Mallorca. También se hace referencia a la plataforma abierta del Sur de Menorca, cuya relativa estrechez y entallamiento por la cabecera del Cañón de Menorca, le confiere unas características fisiográficas especiales. Morfológicamente, el ambiente de «freu» se caracteriza por un fondo regular, desarrollado en el umbral que separa dos islas y sometido a un régimen hidrodinámico intenso. Este tipo concreto de ambiente está representado por el «freu» o Canal de Menorca (Fig. 1).

El presente estudio se enmarca dentro del proyecto pluridisciplinar CARBAL («Estudio bio-sedimentológico y evolutivo de la plataforma Balear: un modelo de plataforma carbonatada de mar templado»), patrocinado por la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica y por la Fundación «Ramón Areces». La caracterización del recubrimiento sedimentario de la plataforma Balear es básico para la futura elaboración, desde una perspectiva pluridisciplinar, de los modelos sedimentarios propios de dicha plataforma.

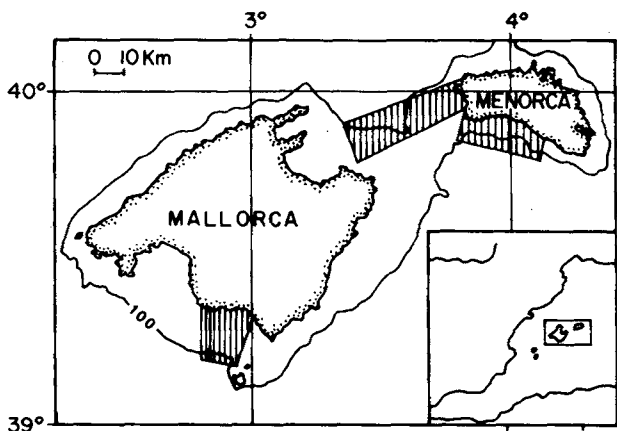


Figura 1.- Situación de las tres zonas de estudio.

Figure 1.- Location map of the three areas studied.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los trabajos de muestreo fueron llevados a cabo entre el 27 de Julio y el 5 de Agosto de 1985, a bordo del buque B/O «CATHERINE LAURENCE», del C.N.R.S., francés. Para el posicionamiento se utilizó un receptor Loran C y el radar de a bordo.

En la selección de las estaciones de muestreo, se utilizaron los perfiles sísmicos, batimétricos y las sonografías obtenidas en la campaña GEOCARBAL/I (Acosta *et al.*, 1986). Las muestras estudiadas fueron extraídas mediante un sacatestigos de pistón del tipo «Kullemborg», armado con lanzas de 2.5 m para fondos y/o subfondos «duros» ó de 5 m para fondos y/o subfondos comparativamente más «blandos», diferenciables a partir de los registros de «mud penetrator» (12 kHz). La gran mayoría de estas muestras están situadas sobre los perfiles sísmicos de 3.5 kHz (Fig. 2).

En la descripción de los 19 testigos de pistón de que se trata en este trabajo se hace referencia, para cada uno de ellos, al color sucesiones litológicas, espesor de los distintos niveles, granulometría, composición de la fracción gruesa (2 mm, 1-2 mm, 0.5-1 mm), grado de preservación de los componentes biógenos y contenido total en carbonato cálcico.

FACIES SEDIMENTARIAS: TIPOS Y DISTRIBUCIÓN

La caracterización sedimentológica de los depósitos del recubrimiento de la plataforma del margen Balear se ha realizado en base a tres criterios: 1, porcentaje de carbonato cálcico, 2, texturas y 3, componentes que integran el sedimento. De los datos suministrados por estos análisis se desprende que los sedimentos estudiados corresponden principalmente a arenas y gravas carbonatadas (> 60% en carbonato).

Atendiendo a la naturaleza del componente esquelético mayoritario y al grado de consolidación del sedimento se han distinguido siete grupos de facies: A) algales, B) de bivalvos, C) de gasterópodos, D) bioclásticas, E) mixtas, F) de fragmentos líticos y G) cementadas (costras algales y calcarenitas). Dentro de estos grupos, algunos presentan varias subfacies en los diferentes sectores estudiados (Tabla 1).

La facies algales (A) son arenas y gravas formadas mayoritariamente por algas rojas o por fragmentos de costras algales; subordinadamente, presentan bioclastos, moluscos, briozoos y equínidos. La facies de bivalvos (B) están representadas bien por arenas fangosas de bivalvos que contienen biclastos, equínidos y gas-

TABLA 1.- Características principales de los diferentes grupos de facies definidos en la plataforma continental balear.

TABLE 1.- Mean characteristics of different facies groups from the balearic continental shelf.

FACIES	SUBFACIES	TEXTURA	% Ca CO ₃	ELEMENTOS MAYORITARIOS	LOCALIZACION
ALGALES (A)	Arenas algales (A1)	arena 85%	86 %	Algas 28%, bioclastos 24%, gasterópodos 12%, bivalvos 9%, equinodermos 7%, briozoos 5%, terrígenos 5%	Sur de Menorca Bahía de Campos
	Gravas y arenas de algas incrustantes (A2)	arena 51% gravas 27%	86 %	Costras algales 39%, bioclastos 20%, briozoos 8%, gasterópodos 6%	Canal de Menorca Bahía de Campos
DE BIVALVOS (B)	Arenas fangosas de bivalvos (B1)	arena 54% pelita 43%	80 %	Bivalvos 38%, bioclastos 14%, equinodermos 13%, gasterópodos 11%	Bahía de Campos
	Arenas de bivalvos (B2)	arena 82%	80 %	Bivalvos 34%, equinodermos 25%, bioclastos 15%, escafópodos 6%	Sur de Menorca
DE GASTERÓPODOS (C)	Fangos arenosos de gasterópodos	arena 36% pelita 57%	88 %	Bioclastos 19%, gasterópodos 47%, bivalvos 16%, equinodermos 5%	Bahía de Campos
BIOLÁSTICAS (D)	Arenas bioclásticas	arena 56% pelita 24%	88 %	Bioclastos 52%, gasterópodos 10%, algas 8%, bivalvos 8%, equinodermos 5%	Bahía de Campos
MIXTAS (E)	Arenas de bioclastos equínidos y algas (E1)	arena 86%	86 %	Bioclastos 22%, equínidos 14%, algas 13%, bivalvos 10%, gasterópodos 11%, briozoos 10%	Sur de Menorca Canal de Menorca Bahía de Campos
	Arenas de bioclastos briozoos y moluscos (E2)	arena 82 %	84 %	Bioclastos 24%, briozoos 13%, bivalvos 10%, gasterópodos 10%, foraminíferos bentónicos 10%, equinodermos 9%, terrígenos 7%	Sur de Menorca Canal de Menorca
TERRIGENAS (F)	Arenas y gravas terrígenas	arena 64% grava 29%	77 %	Terrígenos 41%, bioclastos 15%, bivalvos 9%, gasterópodos 11%, algas 6%	Sur de Menorca
CEMENTADAS (G)	Costras algales (G1)				Bahía de Campos
	Calcarenitas (G2)				Sur de Menorca

terópodos, o bien por arenas compuestas mayoritariamente por bivalvos, que subordinadamente presentan equínidos, bioclastos y escafópodos. Las facies de gasterópodos (C) son fangos arenosos de turritélidos con otros componentes biógenos secundarios. Las facies bioclásticas (D) son arenas formadas por bioclastos y como componentes minoritarios hay gasterópodos y algas. Las facies bioclásticas (D) son arenas formadas por bioclastos y como componentes minoritarios hay gasterópodos y algas. Las facies mixtas (E) se diferencian del anterior grupo por el contenido de bioclastos; estos son inferiores al 24% para las facies mixtas en relación al 52% de bioclastos establecido en las facies bioclásticas. En ambos grupos de facies el resto de componentes están en porcentajes similares. Las facies de fragmentos líticos (F) están formadas por arenas y gravas que incluyen fragmentos de roca, de naturaleza predominantemente carbonatada, procedentes de las islas, fragmentos de costras algales y algunos componentes biógenos. Las facies cementadas (G) están representadas por costras algales y calcarenitas (Tabla 1).

A continuación, trataremos de las características particulares de la distribución horizontal y vertical de los diversos grupos de facies en las tres zonas estudiadas.

Bahía de Campos

Esta zona presenta una plataforma ancha, con una morfología suave y aportes, procedentes de las zonas emergidas, prácticamente nulos. No obstante, se destaca la presencia de algunos paleorelieves que presentan alta reflectividad en los perfiles de 3.5 kHz (Fig. 2A). La unidad superior, sísmicamente transparente, del recubrimiento sedimentario, aumenta paulatinamente de espesor, desde la plataforma interna (espesor prácticamente nulo) hasta la plataforma externa (Acosta *et al.*, 1986). Dicha unidad superior fosiliza los paleorelieves mencionados.

En la Bahía de Campos, se han identificado seis (A,B,C,D,E y G) de los siete grupos de facies definidos para el conjunto de la plataforma Balear (Fig. 3).

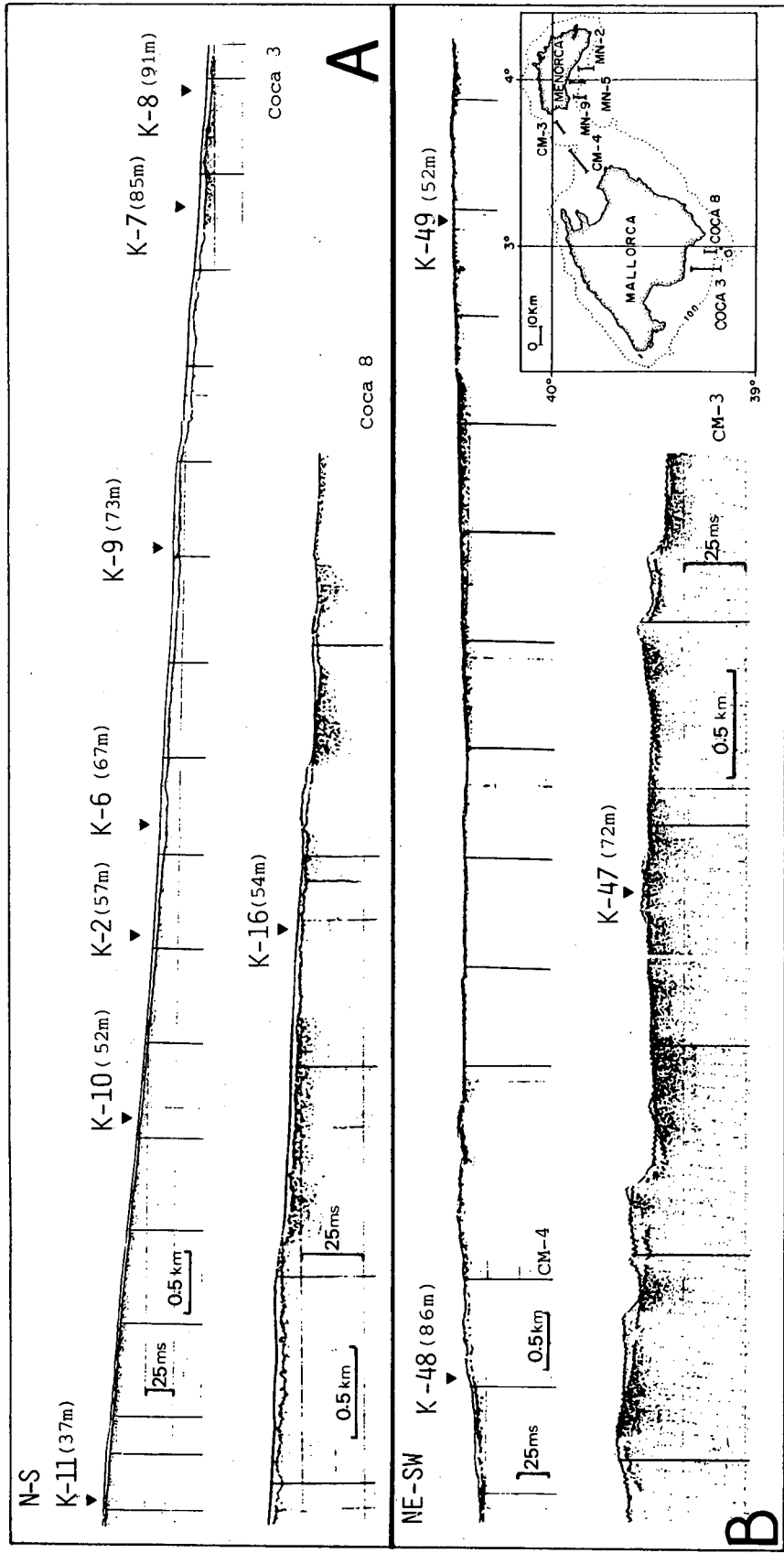
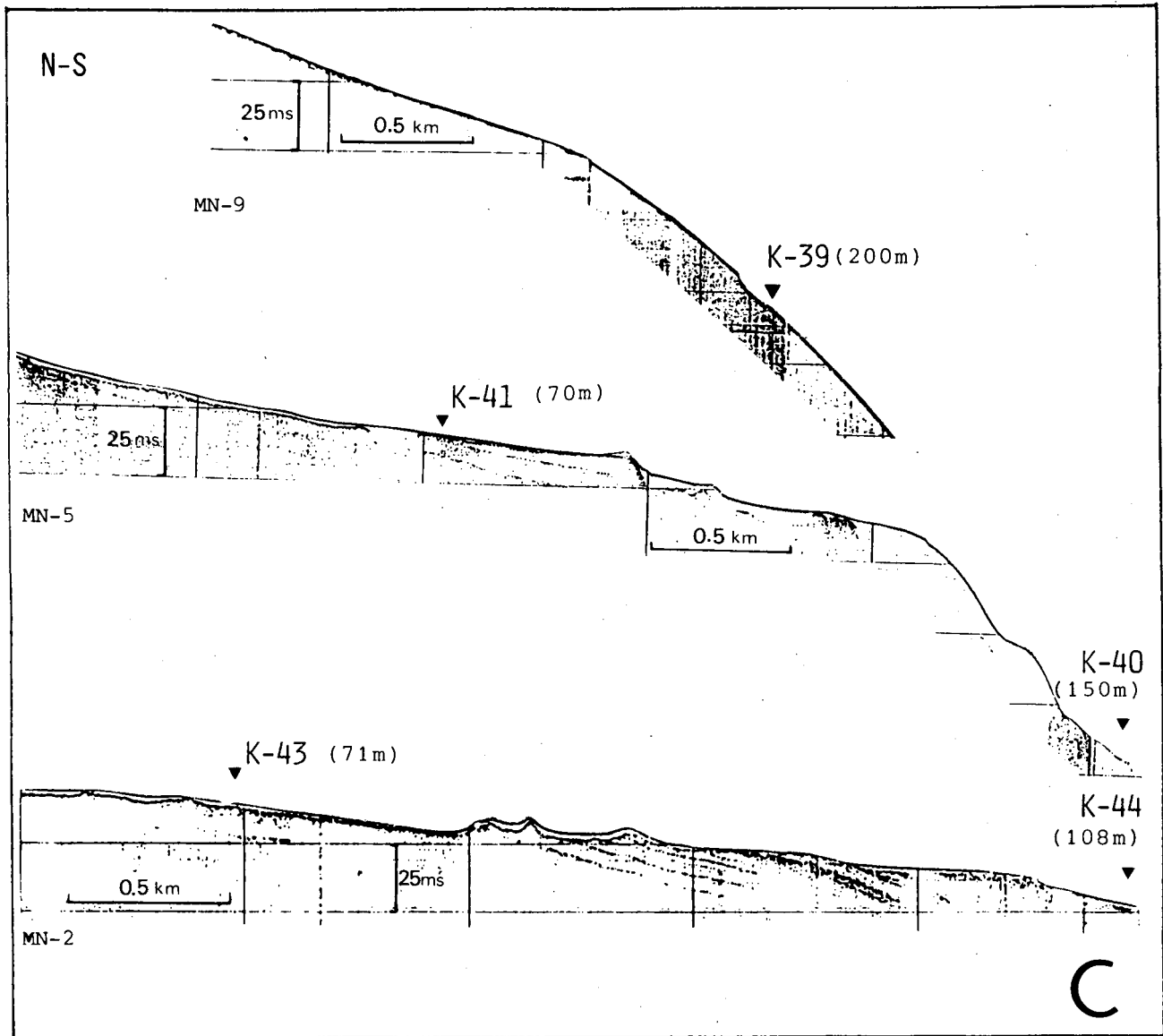


Figura 2.- Perfiles sísmicos de 3.5 kHz con la situación de algunos de los testigos analizados: A, Bahía de Campos; B, Canal de Menorca y C, Sur de Menorca.

Figure 2.- Location of 3.5-kHz seismic profiles and piston cores: A, Campos Bay; B, Menorca Channel and C, South Menorca shelf.



Facies algales (A)

Están representadas por la subfacies de arenas algales (A) y la subfacies de arenas y gravas de algas rojas incrustantes (A2) (Tabla 1).

El componente mayoritario de las arenas algales, como su nombre indica, son los fragmentos de algas rojas ramificadas y abundan también bioclastos, bivalvos y gasterópodos. La proporción de arenas de estos sedimentos es superior al 85% y su contenido en carbonato oscila entre el 81 y 94% (Tabla 1). La potencia máxima observada es de 135 cm en el testigo K-11, situado a 37 m de profundidad (Fig. 3). Estas arenas han

sido recuperadas también en los testigos K-16, K-18 y K-19 situados a 54, 43 y 48 m de profundidad respectivamente, en los que se alcanza una potencia máxima de 85 cm (K-16) y una potencia mínima de 43 cm (K-19).

Las arenas y gravas de algas rojas incrustantes constituyen una subfacies muy heterométrica (25 a 30% de gravas, 52 a 60% de arenas y 10 a 20% de pelitas) con un contenido en carbonato de 86%, aproximadamente. Corresponden a niveles alternantes de algas rojas laminares y fragmentos de costras algales. Otros importantes componentes son los bivalvos (enteros y fragmentos), briozoos (ramificados e incrustantes) y gas-

terópodos (Tabla 1). Las algas laminares suelen incrustar a otros componentes y presentan cemento botroidal de aragonito relleno de los conceptáculos (Fig. 4B). Esta subfacies (A2) ha sido localizada en los testigos K-18 y K-9, situados a 43 y 73 m de profundidad. La potencia máxima se alcanza en el testigo K-9, donde forma un nivel de 120 cm de potencia, limitado por encima con la subfacies de arenas fangosas de bivalvos (B1) y por debajo con una costra algal (G) que se observa también en el K-18 (Fig. 3).

Facies de bivalvos (B)

Este grupo está representado por la subfacies de arenas fangosas de bivalvos (B1). Su contenido en carbonato es de un 80%. Son arenas (54%) y pelitas (43%) con un característico color gris-verdoso (Tabla 1). Está constituida por bivalvos acompañados de bioclastos, equínidos, gasterópodos y briozoos (Tabla 1). Los componentes biogénicos suelen estar poco retrabajados y conservan, al menos en parte, su brillo y color originales.

Esta subfacies se presenta en los testigos K-6, K-7 y K-8 recubriendo a las facies de gasterópodos (C) y en el testigo K-9 está situada por encima de la subfacies de arenas algales (A2). Presenta un espesor máximo de 90 cm en el K-7 y un espesor mínimo de 15 cm en el testigo K-9 (Fig. 3).

Facies de gasterópodos (C)

Presentan un contenido en carbonato (81%) y unas características sedimentológicas muy homogéneas en todos los testigos en que aparecen. Texturalmente, son fangos arenosos (36% de arena y 57% de pelitas) de tonos gris-verdosos (10Y6/2, 5Y6/1) (Tabla 1). Los turrítelidos (enteros o poco fragmentados y, ocasionalmente, perforados) son sus componentes biogénicos principales. Secundariamente, posee bivalvos (enteros y fragmentados) y, menos abundantes, placas de equínidos, restos de vegetales y escafópodos (Tabla 1). Los turrítelidos se disponen en niveles alternantes de unos 10 cm de espesor.

Las fangos arenosos con turrítelidos se hallan en los testigos K-6, K-7 y K-8, a profundidades de 67, 85 y 91 m respectivamente, con una potencia máxima de 130 cm (K-6) y mínima de 70 cm (K-8). En estos testigos las fangos arenosos de turrítelidos pasan gradualmente a la subfacies de arenas fangosas de bivalvos (B1) (Fig. 3).

Facies bioclásticas (D)

Estas son las más abundantes de cuantas facies han sido definidas en la Bahía de Campos en lo que se refiere al espesor total recuperado en los testigos de pistón (≈ 3.8 m). Presentan contenidos en carbonato que oscilan entre el 85 y el 90%. Texturalmente, están constituidas por arenas (56%) y pelitas (24%) sin que el contenido en gravas llegue a superar en ningún caso el 6.5% en peso del sedimento (Tabla 1). Estas arenas están compuestas mayoritariamente por bioclastos y, en menor abundancia, hay gasterópodos, algas, bivalvos y equínidos (Tabla 1). La gran abundancia de bioclas-

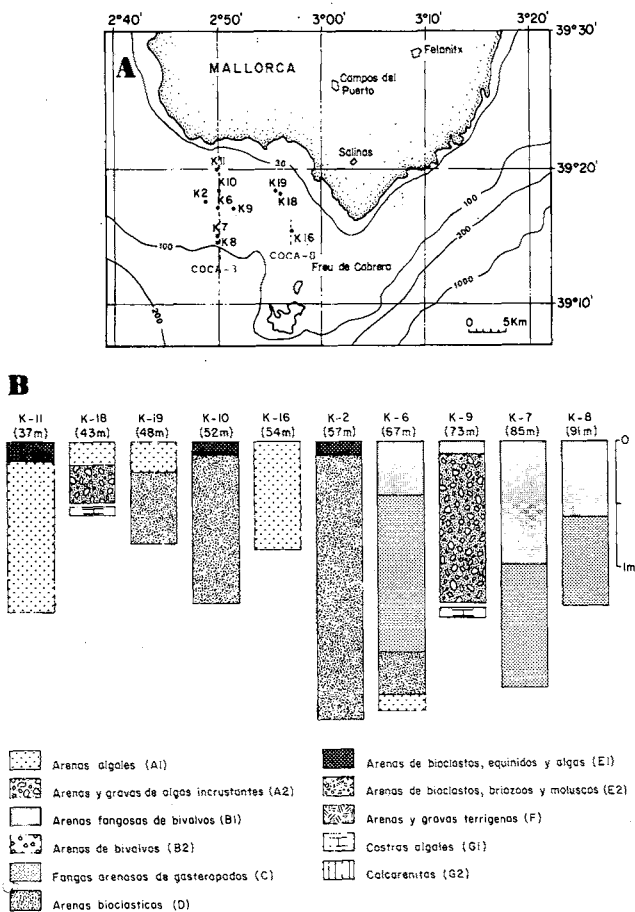


Figura 3.- Bahía de Campos: A, mapa de situación de los testigos (.) y perfiles sísmicos de 3.5 kHz (---); B, «log» gráfico de los testigos citados en el texto.

Figure 3.- Bay of Campos (Cabrera Strait): A, map showing the location of piston cores (.) and 3.5 kHz seismic profiles (---); B, graphic log of cores referenced in the text.

tos da idea del alto grado de retrabajamiento de sus componentes, con frecuentes pátinas.

Las facies bioclásticas están representadas en los testigos K-2, K-6, K-10 y K-19, situados, respectivamente, a 57, 67, 52 y 48 m de profundidad (Fig. 3). Forman niveles de 20 a 220 cm de potencia que presentan contactos netos con los sedimentos suprayacentes formados bien por la subfacies de arenas algales (A1) en el sector más somero (48 m), o bien, por las facies de gasterópodos (C) situada a mayor profundidad (67 m).

Facies mixtas (E)

En estas facies se ha diferenciado la subfacies de arenas bioclásticas con equínidos y algas (E1), que presenta unos valores elevados de carbonato (86%). Texturalmente, está compuesta por arenas (86%) con contenidos en pelitas de hasta el 13% (Tabla 1). Estas arenas están formadas por bioclastos, equínidos, algas, bivalvos, gasterópodos y briozoos en proporciones muy semejantes entre ellos (Tabla 1).

Se localiza en el techo de los testigos K-2, K-10 y K-11 situados a 57, 52 y 37 m de profundidad, y corresponde a los 20 cm más superficiales del recubrimiento sedimentario (Fig. 3). Por debajo de ella, en la zona más somera (37 m), está situada la subfacies de arenas algales (A1), y en la zona más profunda (52-57 m) están localizadas las facies de arenas bioclásticas (D).

Facies cementadas (G)

Están representadas por costras algales (G1) que están formadas por foraminíferos planctónicos, gasterópodos, bivalvos y algas, englobados en una matriz micrítica de grano muy fino. Estas costras algales están fuertemente cementadas y recubiertas por una pátina gris-negrusca. Están localizadas en la base de los testigos K-9 (72 m) y K-18 (48 m), a 128 cm del techo en el primer caso y a 45 cm en el segundo (Fig. 3).

Las costras algales han constituido el límite de penetración del sacatestigo de pistón empleado y han sido recuperadas dentro de la ojiva. Por este motivo, la costra se encuentra separada del «log» gráfico de los testigos (Fig. 3). La evidencia de la gran extensión que esta costra subsuperficial ocupa en la Bahía de Campos se otuvo a partir de una campaña de inmersión previa (A. Rodríguez, com. pers.) y ha sido constatada en los testigos K-9 y K-18, que contienen fragmentos de la misma.

Sur de Menorca

La plataforma continental es en esta zona estrecha (3 a 6 kms) y tiene un desarrollo morfológico irregu-

lar. Está entallada por la cabecera del cañón de Menorca y sus tributarios. La ruptura de pendiente entre la plataforma y el talud continental se sitúa en promedio a los 100 m de profundidad (Fig. 2c). La unidad superficial sísmicamente transparente tiene entre 5 y 25 m de potencia (Acosta *et al.*, 1986). (Fig. 2).

En esta zona se han identificado cinco grupos de facies sedimentarias (A, B, E, F y G) (Tabla I).

Facies algales (A)

Están representadas por la subfacies de arenas algales (A1) con algas y bioclastos como componentes ma-

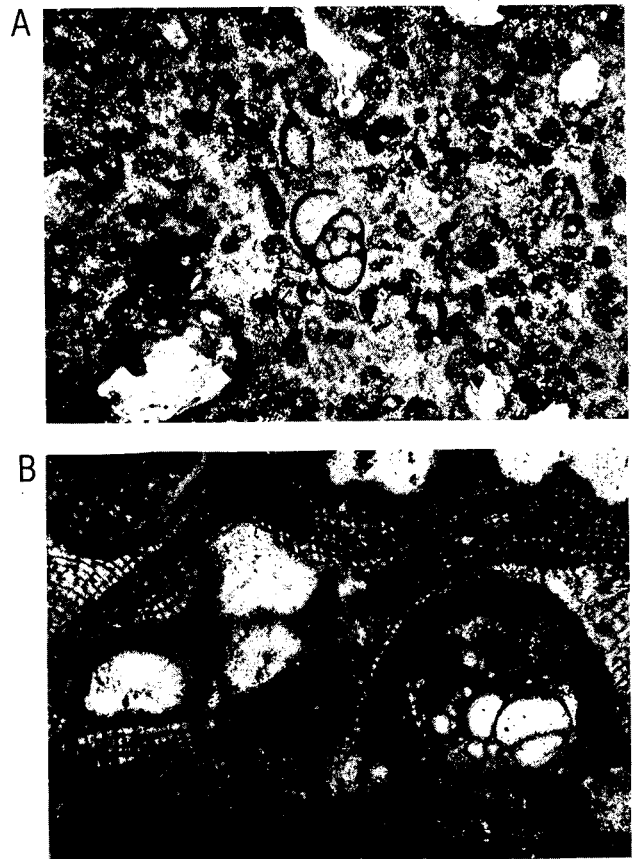


Figura 4.- Algas rojas laminares que incrustan a otros componentes; A, núcleo de roca preexistente con foraminíferos porcelanosos; B, cemento botrioidal relleno de conceptáculos.

Figure 4.- Laminar red algae incrusting sedimentary particles of different origins: A, rock fragment with porcelainous forams; B, botryoidal cement filling algal conceptacles.

yoritarios, al igual que en la Bahía de Campos (Tabla 1). Las arenas algales están localizadas en los testigos K-35 y K-41 y en las batimetrías inferiores a 104 m (Fig. 5). Constituyen los 15 cm más superficiales del recubrimiento sedimentario del testigo K-41, mientras que en el testigo K-35 están situadas por debajo de la subfacies de arenas bioclásticas con briozoos y moluscos (E2) (Fig. 5).

Facies de bivalvos (B)

Están representadas por la subfacies de arenas de bivalvos (B2). El contenido en carbonato es próximo al 80%. Texturalmente, predominan las arenas (82%) siguiéndoles en importancia las pelitas (15%) (Tabla 1). Cabe señalar que dentro de estas arenas hay tramos en que predominan las arenas finas y tramos en los que

predominan las arenas gruesas, siendo los contactos entre ambos netos. Como su nombre indica, estas arenas se caracterizan por una gran abundancia de bivalvos, acompañados de equínidos, bioclastos y escafópodos. Los componentes biogénicos conservan en general parte de su brillo original, especialmente los bivalvos (Tabla 1).

Las arenas de bivalvos (B2) se localizan exclusivamente en el testigo K-39, situado a 200 m de profundidad, en el que superan los 140 cm de potencia (Fig. 5).

Facies mixtas (E)

Dentro del grupo de facies mixtas se han reconocido la subfacies de arenas con bioclastos, equínidos y algas (E1), definida anteriormente para la Bahía de Campos, y la subfacies de arenas bioclásticas, briozoos y moluscos (E2). La subfacies de arenas con bioclastos, equínidos y algas (E1) ha sido localizada en los testigos K-40, K-41, K-43 y K-44 situados entre 70 y 150 m de profundidad. Por debajo de estas arenas suelen presentarse las facies de fragmentos líticos (F) y por encima están limitadas bien por la subfacies de arenas algales (A1) o bien por la subfacies de arenas bioclásticas, briozoos y moluscos (E2) (Fig. 5).

La subfacies de arenas bioclásticas, briozoos y moluscos (E2) presenta un contenido en carbonato entre un 82 y un 86%. Texturalmente está constituida por arenas (82%) con escasa matriz pelítica (17%) (Tabla 1). Los componentes mayoritarios son bioclastos, briozoos, bivalvos, gasterópodos y foraminíferos bentónicos. Otros componentes secundarios son serpúlidos, equínidos y algas. La mayoría de estos componentes están fragmentados y no conservan su brillo original. Estas arenas han sido halladas en los testigos K-35, K-40 y K-44, que comprenden el rango batimétrico de 104 a 150 m (Fig. 5).

Facies de fragmentos líticos (F)

Presentan un contenido en carbonato próximo al 77%, el más bajo de las facies diferenciadas. Texturalmente, son arenas (64%) y gravas (29%) (Tabla 1). Los componentes mayoritarios son fragmentos líticos que incluyen fragmentos de rocas, de naturaleza esencialmente carbonatada, procedentes de las islas y fragmentos de costras algales. Además, contienen bioclastos, bivalvos, gasterópodos y algas (Tabla 1).

Estas facies se han reconocido en los testigos K-40 y K-41 situados a 70 y 150 m de profundidad. Estratigráficamente, se encuentran por debajo de la subfacies de arenas bioclásticas, equínidos y algas (E1) (Fig. 5).

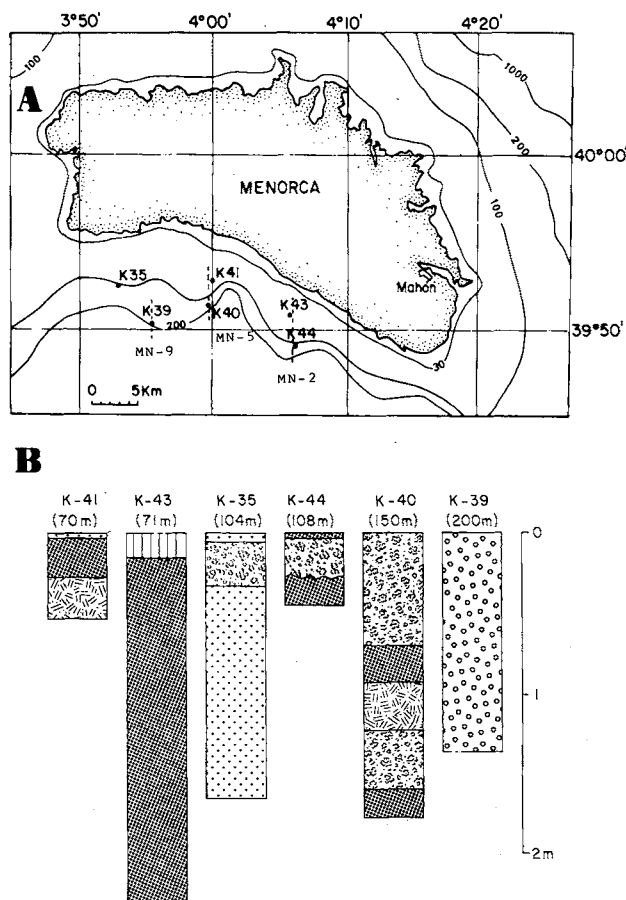


Figura 5.- Sur de Menorca: A, mapa de situación de los testigos (.) y perfiles sísmicos de 3.5 kHz (---); B, «log» gráfico de los testigos citados en el texto. Ver leyenda en la Fig. 3.

Figure 5.- South Menorca Shelf: A, map showing the location of piston cores (.) and 3.5 kHz seismic profiles (---); B, graphic log of cores referenced in the text. See legend in Figure 3.

Facies cementadas (G)

Representadas por calcarenitas (G2) constituidas por componentes biógenos muy fragmentados entre los que destacan por su abundancia los gasterópodos y los foraminíferos bentónicos. Estas calcarenitas, de grano fino, forman un nivel de unos 15 cm de espesor en el techo del testigo K-43, situado a 71 m de profundidad. Este nivel está separado de los sedimentos infrayacentes por la subfacies de arenas bioclásticas, equínidos y algas (E1) (Fig. 5).

Canal de Menorca

La plataforma continental Balear alcanza su máxima anchura precisamente en el canal que separa Mallorca y Menorca (Fig. 1). La morfología del fondo del canal es suave y llana excepto en el sector menorquín, donde aparecen formas onduladas más o menos irregulares. La unidad superficial sísmicamente transparente es prácticamente inexistente en las partes centrales del canal, aflorando en numerosos lugares el basamento acústico (Fig. 2B).

En esta zona se han obtenido tres testigos de pistón situados a lo largo de una línea imaginaria que iría desde Ciutadella hasta el promontorio de Cap Farrutx, en Mallorca (Fig. 6). Las facies mixtas (E1 y E2), definidas anteriormente en el Sur de Menorca, y la subfacies de arenas y gravas de algas incrustantes (A2), descritas para la Bahía de Campos, son las únicas que presentan estos testigos.

La subfacies de arenas bioclásticas, equínidos y algas (E1) está localizada en los testigos K-47 y K-48, situados a 72 y 76 m de profundidad. La subfacies de arenas bioclásticas, briozoos y moluscos (E2) se encuentra exclusivamente en el K-60 a 120 m de profundidad, constituyendo en este testigo el límite superior de la subfacies de arenas y gravas de algas incrustantes (A2). Estas arenas se encuentran también en los testigos K-47 y K-48 y en toda la longitud del testigo K-49, situado a 52 m de profundidad (Fig. 6).

EDAD Y TASAS DE ACUMULACIÓN

Las dataciones por C^{14} , realizadas por el «Servei de Datació per Radiocarboni» de la Universidad de Barcelona, permiten situar en el tiempo los depósitos estudiados y calcular las tasas de acumulación. Los sedimentos datados, correspondientes en su mayoría a la base de los testigos, tienen edades comprendidas entre los 9.500 y 13.500 años a.a. (Tabla 2), cifras que les sitúan en la transgresión Versiliense. Las tasas de acumulación resultantes oscilan entre 1.29- 1.47 cm/100

años en los sedimentos groseros y más de 4 cm/100 años en los sedimentos con una importante fracción pelítica. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la tasa de acumulación no es superior desde que el nivel del mar alcanzó cotas próximas a la actual. Este hecho debe ser atribuido a la retención de las partículas sedimentarias en una plataforma cuya anchura es sensiblemente mayor en los períodos de alto nivel eustático, como el actual, que en los períodos de nivel eustático bajo.

Queremos señalar, no obstante, que los resultados de las dataciones por C^{14} han de ser tomados con precaución debido a las variaciones introducidas en función del componente biógeno elegido, del grado de preservación, de los procesos diagenéticos y de la removilización de los componentes.

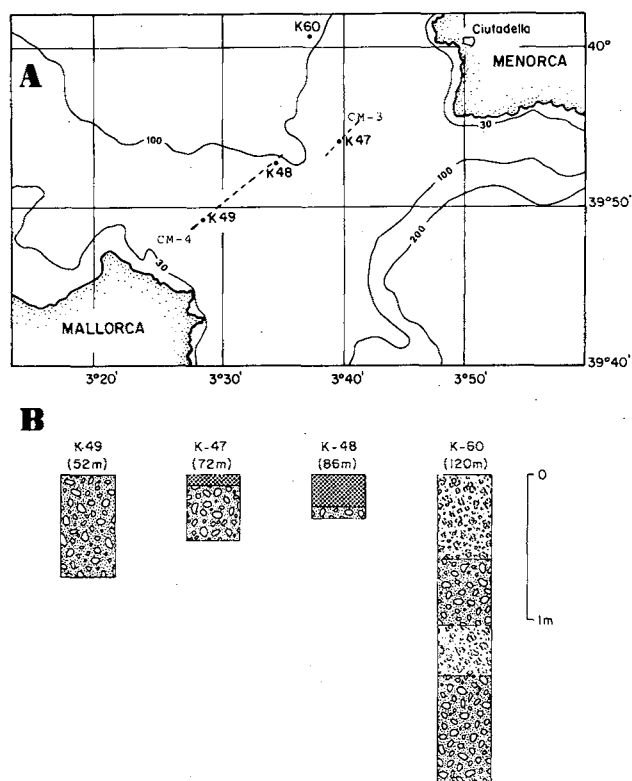


Figura 6.- Canal de Menorca: A, mapa de situación de los testigos (.) y perfiles sísmicos de 3.5 kHz (---); B, «log» gráfico de los testigos citados en el texto. Ver leyenda en la Fig. 3.

Figure 6.- Menorca Channel: A, map showing the location of piston cores (.) and 3.5 kHz seismic profiles (---); B, graphic log of cores referenced in the text. See legend in Fig. 3.

TABLA 2.- Resultados obtenidos en las dataciones con C¹⁴.

TABLE 2.- Results obtained by C¹⁴ datation.

Nº de muestra	Cota (cm)	Localidad	Edad años (A.A.)
85-CA- 9	140	Sur de Mallorca	9610 ± 100
85-CA-60	160-190	Canal de Menorca	11840 ± 210
85-CA-60	160-190	Canal de Menorca	13500 ± 315

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los sedimentos que recubren la plataforma continental de la Bahía de Campos, del Sur de Menorca y del Canal de Menorca son esencialmente arenas y gravas biogénicas, con contenidos variables pero, en general, escasos de pelitas. Estas, únicamente llegan a constituir la fracción granulométrica dominante en los fangos arenosos de gasterópodos (C) (Tabla 1). Los porcentajes de carbonato en el sedimento total son siempre muy elevados, oscilando entre el 77 y el 84%.

La composición de las facies sedimentarias evidencia que la gran mayoría de sus componentes proceden de las comunidades vivas desarrolladas en la plataforma continental. Las comunidades bentónicas pueden considerarse, de forma global, las típicas del Mediterráneo Occidental Central (Peres y Picard, 1964), y su distribución está condicionada fundamentalmente por la naturaleza del sustrato (roca, arena o fango), la microtopografía del terreno, el hidrodinamismo y los demás parámetros que dependen de la profundidad (quimismo del agua, luz, temperatura, etc.).

Por este motivo, las facies sedimentarias se pueden relacionar con los grandes tipos de comunidades productoras de sedimento carbonatado. Entre las comunidades de mayor importancia, en cuanto a su contribución en la composición de las diferentes facies sedimentarias definidas para el margen balear cabe citar las praderas de fanerógamas marinas («Posidonia oceánica»), las comunidades de sustratos arenosos (con poblaciones de equinodermos y comunidad de «*Vidalia Volubilis*», etc.), las comunidades de algas rojas de vida libre («*maërl*»), las comunidades «coralígenas» y las asociaciones de moluscos instaladas en sustratos arenofangosos. En muchos casos, los componentes de las distintas facies sedimentarias no proceden de una sola comunidad sino de varias de ellas. Ello es consecuencia de la variabilidad de las comunidades vivas en el tiempo y de la redistribución del sedimento por acción de la dinámica marina.

Por ejemplo, las arenas algales (A1) se relacionan con los diferentes tipos de comunidades de algas rojas y con las praderas de fanerógamas marinas. Otro ejemplo es el de los componentes de las facies de arenas fangosas de bivalvos, que proceden de comunidades de bivalvos instalados en sustratos arenosos y de comunidades de algas rojas.

Por las características de los componentes biogénicos y por su relación con las comunidades vivas productoras (Ballesteros, 1986), que se desarrollan actualmente en la plataforma, deben ser consideradas facies actuales las arenas algales (A1), las arenas fangosas de bivalvos (B1), las arenas bioclásticas de equínidos y algas (E1) y las arenas de fragmentos líticos (F), y facies no actuales las arenas y gravas de algas incrustantes (A2), los fangos arenosos de gasterópodos (C) y las arenas bioclásticas (D).

La distribución superficial de las facies sedimentarias en el ambiente de plataforma abierta (Bahía de Campos) muestra que la zona litoral (hasta 35 m de profundidad) está recubierta por arenas y gravas de fragmentos líticos (Guillén *et al.*, 1987). La plataforma interna y media, está ocupada por las facies de arenas algales (A1) en las zonas de mayor energía y en las restantes por arenas bioclásticas de equínidos y algas (E1). Los sedimentos de la plataforma externa corresponden a las arenas fangosas de bivalvos (B1).

En la Bahía de Campos, la distribución de las facies en la vertical permite definir, atendiendo a su emplazamiento dentro de la plataforma, dos tipos de secuencias sedimentarias: 1, plataforma interna y media y 2, plataforma externa. Las secuencias de plataforma interna y media, formadas por sedimentos arenosos, corresponden fundamentalmente a las facies de arenas algales (A1) y arenas bioclásticas (D). Las secuencias de plataforma externa, caracterizadas por un tramo basal con las mismas facies que en las secuencias anteriores, están formadas por un tramo más pelítico correspondiente a las facies de fangos arenosos de gasterópodos (C) y arenas fangosas de bivalvos (B1) (Fig. 3).

No obstante, en función de las particularidades morfológicas e hidrodinámicas de la zona, pueden variar las características y distribución de las facies sedimentarias. Así, en el Sur de Menorca, desde el litoral hasta la plataforma externa (50-150 m) se diferencian en superficie arenas algales (A1) y arenas mixtas (E) (mayoritariamente arenas de bioclastos, moluscos y briozoos, E2). La secuencia sedimentaria está formada por sedimentos arenosos, y la sucesión de facies característica consta de los siguientes términos: arenas y gravas de fragmentos líticos (F) y arenas de bioclastos, equínidos y algas (E1) en el tramo inferior y arenas de

bioclastos, moluscos y briozoos (E2) en el tramo superior (Fig. 5). Otro tipo de facies que puede presentarse en algunos sectores (73 y 104 m) son las arenas algales (A1) intercaladas entre las dos subfacies de arenas mixtas (E). En el límite de la plataforma externa con el talud se desarrolla una secuencia formada exclusivamente por arenas de bivalvos (B) (Fig. 5).

En el ambiente de «freu» (Canal de Menorca), los sedimentos superficiales están constituidos por débiles espesores de arenas mixtas (E) sobre arenas y gravas de algas incrustantes (A2). A profundidades inferiores a 85 m, en las arenas mixtas (E) predomina el componente algal, mientras que a profundidades superiores predominan los briozoos. La secuencia sedimentaria está formada por una alternancia de facies de arenas mixtas (E) y facies de arenas y gravas de algas incrustantes (A2).

En resumen, y para el conjunto de las zonas estudiadas, en la vertical se pueden diferenciar textural y composicionalmente dos grandes asociaciones de facies:

1, con predominio de la sedimentación arenosa (arenas pertenecientes a las facies de fragmentos líticos, F; algales, A1; y bioclásticas, D) y tendencia «deepening upwards». Esta asociación de facies está localizada en áreas con escasa sedimentación pelítica, como son la plataforma interna y media de la Bahía de Campos, plataforma Sur de Menorca y Canal de Menorca.

2, asociación areno-fangosa caracterizada por las facies de arenas fangosas de bivalvos (B1), de fangos arenosos de gasterópodos (C) y de arenas fangosas bioclásticas (D). Las facies de esta asociación, que pueden recubrir a las facies de la asociación arenosa, están limitadas exclusivamente al ambiente de plataforma externa de la Bahía de Campos.

Todas las facies descritas se han formado durante el ascenso eustático Versiliense, según se desprende de los resultados de las dataciones por C^{14} .

AGRADECIMIENTOS

A la tripulación del B/O Catherine Laurence, por su colaboración durante el desarrollo de la campaña oceanográfica.

A R. Buscail y T. Courp del «Laboratoire de Sedimentologie et Geochimie Marines» de la Universidad de Perpignan (Francia), a E. Ballesteros del Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona y a J. Fornós del Departamento de Geología de la Universidad de Palma, por su valiosa ayuda durante la campaña de muestreo.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, J., SERRA, J., HERRANZ, P., CANALS, M., MATEU, G., GUILLEN, J., SANZ, J.L., CALAFAT, A., SAN GIL, C., CATAFAU, E., FORNOS, J., 1986: Resultados preliminares de la campaña de geología marina GEOCARBAL-85/1, realizada en la plataforma continental de las islas Baleares. *Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanog.* n° 44, 11 p.
- ALEXANDERSSON, T., 1972: Mediterranean beachrock cementation: marine precipitation of Mg-calcite in D.J. Stanley, ed. *The Mediterranean sea: a natural sedimentation laboratory*, pp. 203-223, Stroudsburg, Pennsylvania (USA), Dowden Hutchinson & Ross, Inc.
- BALLESTEROS, E., 1986: Aproximació al coneixement de les comunitats bentòniques de l'illa de Mallorca. In *Mems. tasca efect. G.G.M.-U.B. dins l'àmbit progr. Inv. Carbal (1985-1987)*. Conv. Inv. C.I.R.I.T.-G.G.M., 15 p.
- DAVIS, G.R. 1970: Carbonate bank sedimentation, eastern Shark Bay, Western Australia in B.W. Logan, G.R. Davis, J.F. Read y D.E. Cebulski, ed. *Carbonate sedimentation and environments, Shark Bay Western Australia*, Mem. Am. Assoc. Pet. Geol. 13: 85-168.
- EMERY, K.O., 1956: Sediments and water of the Persian Gulf. *Bull. Am. Assoc. Pet. Geol.* 40: 2354-2383.
- FARROW, G., SCOFFIN, T., BROW, B. y CUCCI, M., 1979: An underwater television survey of facies variation on the inner scottish shelf between Colonsay, Islay and Jura. *Scott. J. Geol.*, 15: 13-29.
- GINSBURG, R.N., 1956: Environmental relationships of grain size and constituent particles in some south Florida carbonate sediments. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.* 40: 2384-2427.
- GUILLEN, J., SERRA RAVENTOS, J., ALONSO, B., CATAFAU, E., CANALS, M. y CALAFAT, A., 1987: Influence des oscillations du niveau marin sur la sedimentation carbonatée: exemple de la plateforme continentale Balear. *Actes du Colloque International d'Océanologie*. C.I.E.S.M. Perpignan, Junio, 1:32.
- HOSKIN, C.M., NELSON, R.V. 1969: Modern marine carbonate sediment, Alexander Archipelago. Alaska. *Jour. Sed. Petrol.*, 39: 481-540.
- MILLIMAN, J.D., 1974: *Recent sedimentary carbonates*, Part 1. Marine carbonates. Berlin, Ed. Springer-Verlag, 375 p.
- NELSON, C.H., HANCOCK, G.E., KAMP, P.J.J., 1982: Shelf to Basin, temperate skeletal carbonate sediments, Three Kings Plateau, New Zealand. *Jour. Sed. Petrol.*, 52(3): 717-732.
- NEWELL, N.D., IMBRIE, V., PURDY, E.G., THURBER, D.L., 1959: Organism communities and bottom facies, Great Bahama Bank. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 117: 177-228.
- PERES, J.M., PICARD, J., 1964: Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, 31 (47), 147 p.
- SCOFFIN, T.P., ALEXANDERSSON, E.T., BOWES, G.E., CLOKIE, G.J., FARROW, G.E., MILLIMAN, J.D., 1980: Recent temperate, sub-photic carbonate sedimentation: Rockall-Bank, Northeast Atlantic. *Jour. Sed. Petrol.*, 50 (2): 331-356.
- ZAMARREÑO, I., VAZQUEZ, A., MALDONADO, A., 1983: Sedimentación en la plataforma de Almería: un ejemplo de sedimentación silíceo-carbonatada en clima templado in J. Castellvi, ed. *Estudio Oceanográfico de la Plataforma Continental. Seminario Científico*. Cadiz, pp. 97-119. Barcelona.

Recibido, julio 1986