

## Significación de los briozoos en los sedimentos superficiales de la plataforma continental del Cabo de Gata (Almería - España)

S. REGUANT<sup>(1)</sup>, A. VAZQUEZ<sup>(2)</sup>, I. ZAMARREÑO<sup>(3)</sup> y P. MALUQUER<sup>(1)</sup>

- (1) Departamento de Estratigrafía y Geología Histórica. Facultad de Geología. Universidad de Barcelona. Gran Vía de les Corts Catalanes 585, 08007 Barcelona  
(2) U.E.I. Geología Marina, Instituto de Ciencias del Mar, C.S.I.C., Paseo Nacional s/n, 08003 Barcelona  
(3) Instituto Jaime Almera C.S.I.C. Martí i Franques s/n, 08028 Barcelona

### RESUMEN

Los briozoos son parte importante de los constituyentes esqueléticos en los sedimentos superficiales de la plataforma continental del Cabo de Gata. El estudio específico de los briozoos en 12 muestras analizadas, permite caracterizar las formas y tipos zoariales existentes y su relación con los parámetros ambientales y biógenos. La abundancia de fragmentos y el número de especies de Cheilostomata, en relación con la profundidad, presenta dos máximos, pauta que confirma observaciones de autores precedentes. La morfología de la plataforma del Cabo de Gata y la dinámica marina se suman a las exigencias de estos organismos para explicar la distribución de los fragmentos de briozoos en las distintas muestras. Estas asociaciones de briozoos presentan diferencias importantes con respecto a las existentes en sedimentos de áreas próximas y a las asociaciones fósiles del Plioceno y Cuaternario del Mediterráneo Occidental.

*Palabras clave:* Briozoos. Sedimentación carbonatada. Holoceno. Plataforma Continental. Mediterráneo Occidental.

### ABSTRACT

The Bryozoans are important constituents in carbonate surficial sediments of the Cabo de Gata continental shelf, and they provide ecological information related to environmental settings. Fourteen zoarial forms of Cheilostomata and Cyclostomata have been identified. The most abundant zoarial types are Adeoniform, Pustuliporiform and Celleporiform. A 77 Fortran program has been performed in order to elucidate zoarial growth-form distribution in relation to sedimentary facies patterns. The variables considered are 29 biogenic and sedimentary parameters, plus the 14 zoarial types. Although the degree of dependence between sedimentary parameters and growth-forms is not well established, several results have been obtained. Eschariporiform, Lunulitiform, Tubuliporiform, Membraniporiform B and Celleporiform are closely to moderately related to clear shallow water areas with no active transport or resedimentation in *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa* meadows. The Membraniporiform A and Lichenoporiform are mainly associated with relict littoral biogenic gravels predominantly composed of molluscs and red algae debris. In relation to depth the Cheilostomata present two maxima (50 m and 100 m) and a minimum at 100 m.

This distribution pattern in depth is also present in the Rhone delta and Gironde platform surficial sediments. The two maxima are interpreted as due to: a) living bryozoan distribution, and b) lower depositional rates in the outer shelf after the Holocene transgression.

### INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los sedimentos superficiales de la plataforma continental del Cabo de Gata están formados fundamentalmente por carbonatos biógenos de texturas que van desde gravas a arenas. Los constituyentes esqueléticos de estos sedimentos en su mayor parte están formados por fragmentos (o conchas enteras) de bivalvos, gasterópodos, algas calcáreas rojas, briozoos, equinodermos y foraminíferos bentónicos y planctónicos. Con menor abundancia se encuentran escafópodos, ostrácodos y serpúlidos.

Se ha procurado que las doce muestras utilizadas en el estudio pormenorizado de los briozoos de la plataforma del Cabo de Gata, se hallaran situadas de modo que cubrieran la mayor parte de las provincias deposicionales en lo que respecta a las facies de sedimentación biógena carbonatada presentes en dicha plataforma. Las fracciones de las que se han extraído los briozoos han sido de 0.5 mm. a 2.0 mm.

Los objetivos de esta investigación son fundamentalmente tres:

- 1) Caracterización de las asociaciones de briozoos en los sedimentos de la plataforma continental del Cabo de Gata a fin de llegar a un mayor conocimiento de dichas asociaciones en los sedimentos superficiales. Con ello se pretende contribuir a su conocimiento dado que las investigaciones al respecto son es-

TABLA I

Porcentajes de los diversos grupos zoariales de los briozoos de la plataforma continental del Cabo de Gata en relación al número total de fragmentos. (1), peso total de briozoos en %; (2), número de fragmentos; (3), Cheilostomata Anasca; (4), Cheilostomata Ascophora; (5), Cyclostomata; (6), Membraniporiformes A; (7), Membraniporiformes B; (8), Setoselliniformes; (9), Celleporiformes; (10), Lichenoporiformes; (11), Eschariformes; (12), Adeoniformes; (13), Tubuliporiformes; (14), Vinculariiformes; (15), Idmoneiformes; (16), Pustuliporiformes; (17), Reteporiformes; (18), Cellariiformes; (19), Lunulitiformes; (20), no determinados.

TABLE I

Relationships between the various bryozoan zoarial forms and bryozoan fragmental debris on the Cape of Gata continental shelf (Almería - Spain). (1), Total weight of Bryozoan in %; (2), number of Bryozoan fragments; (3), Cheilostomata Anasca; (4), Cheilostomata Ascophora; (5), Cyclostomata; (6), Membraniporiforms A; (7) Membraniporiforms B; (8), Setoselliniforms; (9), Celleporiforms; (10), Lichenoporiforms; (11), Eschariforms; (12), Adeoniforms; (13), Tubuliporiforms; (14), Vinculariiforms; (15), Idmoneiforms; (16), Pustuliporiforms; (17), Reteporiforms; (18), Cellariiforms; (19), Lunulitiforms; (20), Undetermined.

	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%							
08307	7.0	140	6	4	39	28	95	68		5	4	4	3	1	1			29	21		2	1	5	4	90	64		2	1		2	1					
08315	16.8	63	11	17	52	83												52	83													2	3	1	2		
08214	5.4	108	13	12	68	63	27	25	3	3			9	8	18	17	3	3	34	31		8	7	2	2	22	10	5	5	4	4						
08313	15.3	96	16	17	62	65	18	19	5	5	1	1	13	14	16	17			26	27		12	13	9	9	8	8	2	2	3	3						
04603	4.6	63	19	30	34	54	9	14					19	30	14	22			17	27	1	1	2	3	6	10	3	5	1	2	1	2					
08212	3.7	107	26	24	64	60	17	16	2	2	1	1	17	16	7	7	1	1	28	26		19	18	6	6	10	9	7	7	9	8						
05303	8.5	210	22	10	97	46	91	43	5	2	5	2	13	6	25	12		4	2	26	12		18	9	16	8	75	36	15	7	8	4					
05103	44.9	376	15	4	248	66	113	30	3	1	2	1	13	3	8	2			130	35		58	15	51	14	62	16	47	13	2	1						
04102	18.2	79	5	6	57	72	17	22			2	3			14	18		13	16	24	30	4	5			13	16	4	5			5	6				
04604	41.2	414	12	3	225	62	147	36	54	13			3	1	39	9	6	1	103	25				62	15	79	19	59	14	9	2						
04506		143	17	12	71	50	55	38	4	3	7	5	1	1	5	3			24	17	3	2	18	13	94	10	38	27	15	10	11	8	3	2			
01307	27.2	396	17	4	238	60	141	36			2	1	16	4				6	2	1	0	122	31	3	1	99	25	39	10	93	23	15	4				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)																	

casas hasta el presente. En áreas próximas a la aquí estudiada tenemos los trabajos de Lagaaij y Gautier (1965), para los sedimentos marinos del delta del Ródano, Caulet (1972), en las arenas biógenas del precontinente argelino, en el Mediterráneo y el de Labracherie (1973), en el Atlántico frente al estuario de la Gironda.

- 2) Relacionar las asociaciones de briozoos presentes, las formas zoariales, la abundancia en número de fragmentos y de especies, los grandes grupos o las especies concretas, así como la variabilidad de las mismas, con los parámetros ambientales y también con los parámetros suministrados por los constituyentes biógenos.
- 3) Hacer un análisis comparativo de los datos obtenidos, en la plataforma continental del Cabo de Gata, con los resultados obtenidos por los autores a los que hemos hecho referencia. Hacer lo propio en relación con lo que se conoce de los briozoos vivientes del Mediterráneo Occidental y con los datos que

disponemos de los briozoos fósiles del Cenozoico Superior de la misma área.

### CARACTERIZACIÓN DE LOS BRIOZOOS DE LOS SEDIMENTOS DE LA PLATAFORMA DEL CABO DE GATA

La caracterización taxonómica permite separar los fragmentos preliminarmente en tres grandes grupos: Cheilostomata Anasca, Cheilostomata Ascophora y Cyclostomata. Los Cheilostomata se han separado por especies cuya atribución está siendo revisada y completada, ya que numerosos fragmentos no presentan los caracteres adecuados para una identificación fácil. No se ha procedido aún a la separación por especies en los Cyclostomata, dadas las dificultades suplementarias que presentan en su condición de fragmentos pequeños en los que resulta difícil encontrar, en muchos casos, los elementos esenciales para una total identificación.

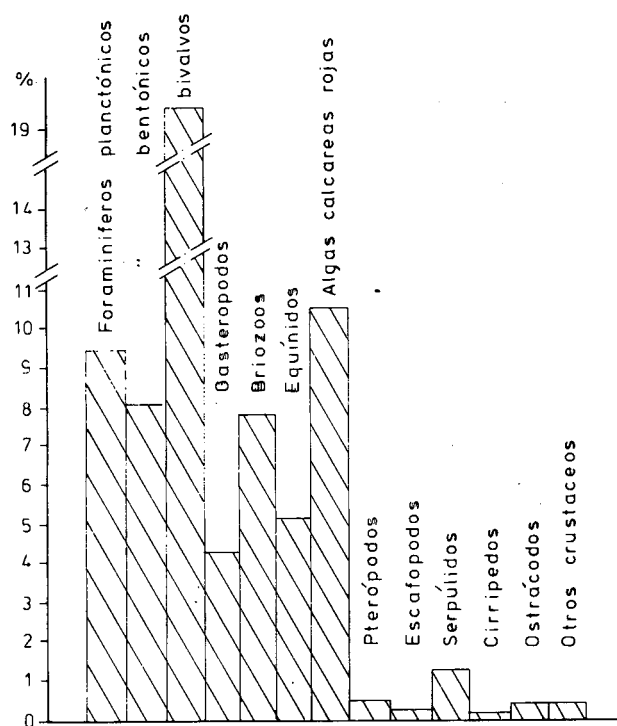


Figura 1.- Histograma de distribución de los distintos componentes biógenos presentes en el recubrimiento sedimentario de la plataforma continental del Cabo de Gata.

Figure 1.- Histogram showing the most important biogenic components in the surficial sediments on the Cape of Gata continental shelf (Almeria - Spain). The major components are Bivalvs, Gastropods, Benthic foraminifers, Calcareous Red Algae and Bryozoa, indicating biogenic carbonate sedimentary processes in platform settings. These biogenic debris cover the major part of middle to distal shelf in response to the transgressive facies migration during the Holocene. The other major components are planktonic Foraminifers which are predominant constituents in the outer platform sediments related with the general current regime in that area.

En vistas a posibles inferencias relativas a la paleoecología de los briozoos estudiados se ha procedido a la caracterización de los tipos zoariales. Se han seguido para los Cheilostomata los criterios de los autores que modernamente se han ocupado de la cuestión (Lagaaij y Gautier, 1965; Labracherie y Prudhomme, 1966; Schopf, 1969). Para los Cyclostomata se ha seguido a Zavala (1983) quien acepta los tipos descritos por Harmelin (1976). Los escasos fragmentos del género *Lichenopora* o géneros de porte afín se han denominado Lichenoporiformes. Esta denominación quizás no sea afortunada, por cuanto el término parece haber sido usado por sus creadores (Labracherie y Prudhomme, 1966) en un sentido distinto (cfr. las notas críticas al respecto en Schopf *op. cit.*). A efectos de evaluaciones paleoecológicas conviene recordar que las formas

zoariales reconocidas pueden agruparse del siguiente modo:

Formas erectas rígidas (er): Eschariformes (Esc), Adeoniformes (Ade), Tubuliporiformes (Tub), Vinculariiformes (Vin), Idmoneiformes (Idm), Pustuliporiformes (Pus) y Reteporiformes (Ret).

Formas erectas flexibles (ef): Cellariiformes (Clr),

Formas incrustantes (in): Membraniporiformes A y B (MbA y MbB), Setoselliniformes (Set), Celleporiformes (Clp) y Lichenoporiformes (lic)

Formas libres (li): Lunulitiformes (Inm).

Los tipos Pustuliporiformes e Idmoneiformes están formados por ramas estrechas prácticamente cilíndricas, con morfologías análogas al tipo Vinculariiforme. Por el contrario, el tipo Tubuliporiforme está formado por ramas aplanadas similares a los tipos Adeoniformes o Eschariforme.

La Tabla I muestra los resultados conseguidos en las muestras examinadas, indicándose los porcentajes de cada grupo con respecto al total de fragmentos y también que tanto por ciento en peso representan en el total de la muestra la totalidad de los briozoos de cada una de ellas.

## LOS BRIOZOOS DE LA PLATAFORMA DEL CABO DE GATA Y LOS PARAMETROS BIOLÓGICOS Y AMBIENTALES

En un estudio anterior (Vázquez, 1984), realizado a partir de 80 muestras se ha determinado la abundancia de los diferentes componentes biógenos presentes en el recubrimiento sedimentario de la plataforma continental del Cabo de Gata (Fig. 1). Los componentes mayoritarios son predominantemente indicadores de ambientes sedimentarios carbonatados biógenos del litoral. Su distribución superficial en gran parte de la actual plataforma continental, desde la zona interna a las partes más distales, está ligada fundamentalmente a la migración hacia tierra de las facies litorales como consecuencia del ascenso transgresivo del nivel del mar durante el Holoceno (Vázquez, 1984). De este esquema debemos excluir, no obstante, la abundancia de foraminíferos planctónicos, cuyos porcentajes máximos se localizan en las zonas más distales de la plataforma como consecuencia de los aportes actuales en suspensión a favor del régimen general de circulación en la zona (Zamarreño et al., 1983).

En el caso concreto de los briozoos, cuya distribución espacial se observa en la Fig. 2, éstos se presentan como constituyentes fundamentales y en ocasiones mayoritarios de las facies de algas calcáreas rojas y briozoos (Vázquez, 1984). Sus valores máximos se locali-

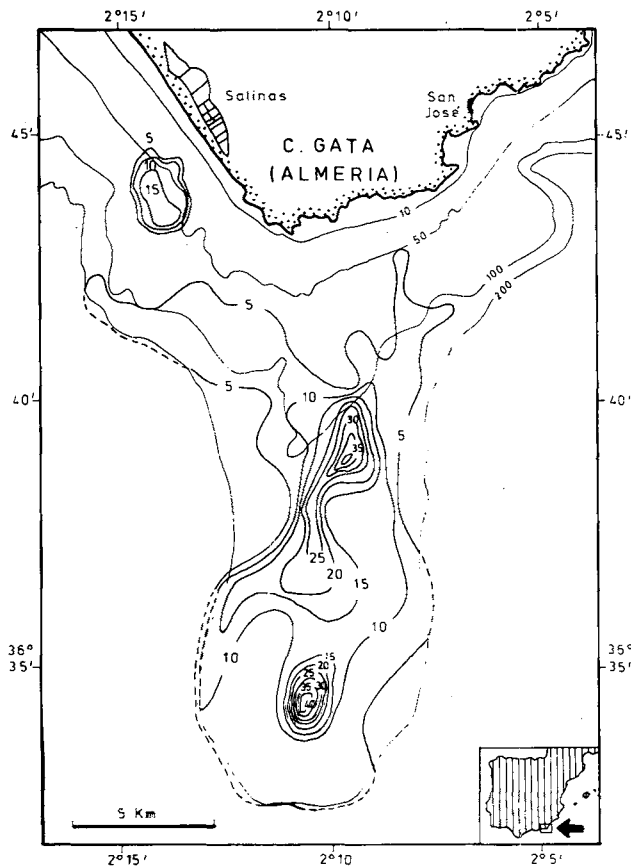


Figura 2.- Abundancia de briozoos (en %) en la fracción arena de los sedimentos superficiales de la plataforma continental del Cabo de Gata.

Figure 2.- Distribution of Bryozoan from the sandy fractions in the Cape of Gata sediments. Bryozoans are major constituents in the Calcareous Red Algae and Bryozoan facies, with values closely related with the distribution of this facies (See also Fig. 3). Physico-chemical, biological and sedimentary parameters, and substrate nature are the most important factors in the distribution and abundance of these organisms. The highest values of Bryozoa are found on neogene basaltic outcrops, which are consolidate substratums preserving biogenic sedimentation from siliciclastic littoral progradation.

zan en íntima relación con la distribución de dicha facies, tal como puede observarse en la figura 3. La existencia y distribución de la facies de algas calcáreas rojas y briozoos es el resultado de una serie de factores físico-químicos y biológicos del medio, tales como la luminosidad, oxigenación, temperatura, contenido en nutrientes, energía y otros. Es importante además la ausencia de sedimentación terrígena y la presencia de determinados tipos de sustratos parcial o totalmente consolidados. Este último factor es determinante, por

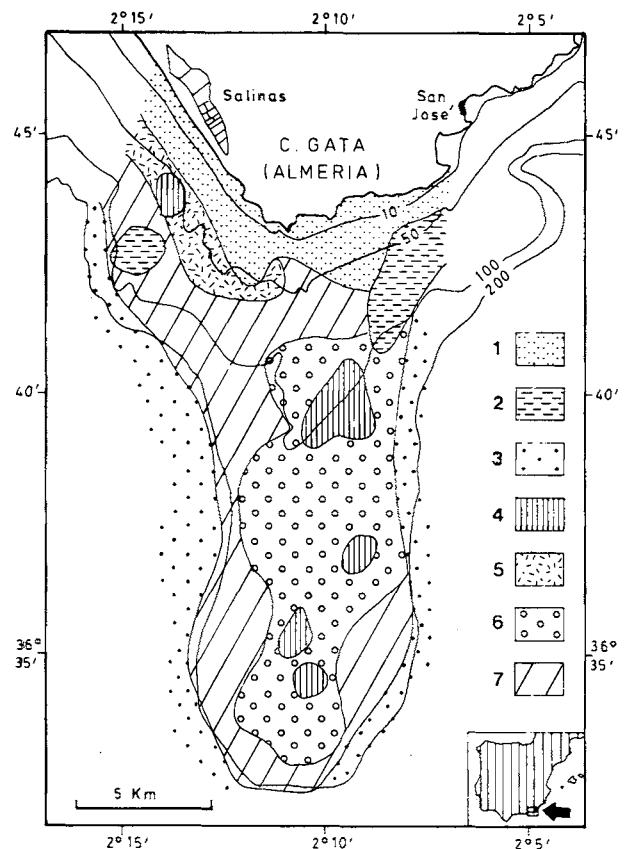


Figura 3.- Mapa de distribución de facies sedimentarias en la superficie de la plataforma del Cabo de Gata: (1), Prisma litoral siliciclástico; (2), Praderas de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*; (3), Arenas limosas de plataforma externa; (4), Algas calcáreas rojas y briozoos; (5), Arenas mixtas de moluscos; (6), Arenas y gravas litorales transgresivas carbonatadas relictas; (7), Arenas palimpsest carbonatadas.

Figure 3.- Sedimentary facies distribution on the platform: (1), Sandy littoral prism; (2), *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa* meadows; (3), Outer shelf muddy sands; (4), Calcareous Red Algae and Bryozoans; (5), Mollusk mixed sands; (6), Transgressive littoral sands; (7) Palimpsest sands, (1), (2), (3), (4) and (5) recent facies; (6), relict facies and (7) palimpsest facies. (1), (2) and (3) siliciclastic facies; (4), (6) and (7) carbonate facies, and (5) intermediate facies.

ejemplo, en la abundancia de biozoos existente en la zona NW. de la plataforma. Estos briozoos se instalan a favor de un afloramiento del basamento volcánico calcoalcalino neógeno del sistema de Sierra de Gata. Este además de constituir un sustrato con consolidación adecuada para la implantación y desarrollo de los briozoos, posee una especial topografía que impide la progradación siliciclástica del prisma litoral, explicando la existencia excepcional en este area de los briozoos en una zona tan próxima a la línea de costa.

Por lo que se refiere a las 12 muestras seleccionadas, se ha realizado un doble tipo de estudio. Por un lado se ha intentado establecer la relación entre el número de fragmentos y el número de especies reconocidas de Cheilostomata y su distribución espacial. También se ha elaborado una gráfica de la evolución de los dos contajes aludidos y la batimetría a la que se halla la muestra. Para una mayor información se han separado los grandes grupos zoariales dentro del número global de fragmentos o de especies de Cheilostomata. Por las razones aludidas anteriormente el número de especies identificadas de Cheilostomata es inferior al real pero a efectos comparativos no deja de ser significativo.

El mapa de distribución espacial del número de especies de Cheilostomata halladas en las doce muestras (Fig. 4), así como el de la abundancia total de briozoos (Fig. 2), revelan una asimetría entre el Este y el Oeste de la plataforma continental del Cabo de Gata y una mayor variabilidad de formas en la parte centro oriental de dicha plataforma. Al parecer ello está relacionado con la diferencia de material en suspensión transportado por las dos corrientes que con direcciones opuestas confluyen en esta plataforma. Así, la corriente litoral procedente de Málaga capta a su paso por la Bahía de Almería parte de los abundantes materiales aportados a la misma por el río Andarax. La mayoría de estos sedimentos son canalizados y transferidos a zonas profundas por el cañón de Almería antes de llegar a la plataforma de Gata. No obstante las partículas que permanecen en suspensión y que se depositan en la zona oriental de esta plataforma, son más abundantes, aunque escasas, que las transportadas por la corriente procedente del litoral oriental almeriense. Este litoral, que comprende el sector entre el Cabo de Gata propiamente dicho y el pueblo de La Garrucha, presenta unas cuencas de recepción de materiales y unos sistemas de escorrentía reducidos lo que unido al desarrollo en la plataforma de diversos conjuntos de cañones encajados que alcanzan la zona costera, tiene como consecuencia el casi nulo transporte de materiales.

La diferencia de deposición de materiales finos, que si bien es reducida en cantidades absolutas aportadas, es significativa en su comparación recíproca y produce una mayor acumulación de los mismos en la zona occidental de la plataforma del Cabo de Gata, explica la menor abundancia de especies de Cheilostomata y del número total de fragmentos presentes en este área con respecto a la zona centro oriental.

La evolución en profundidad (Fig. 5) permite ver la existencia de dos máximos tanto en número de especies identificadas de Cheilostomata como en el número

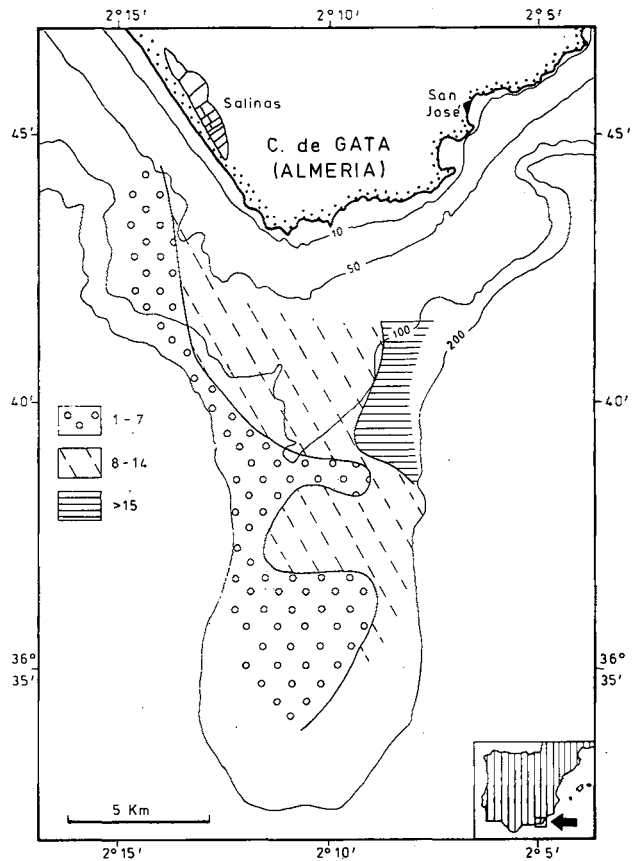


Figura 4.- Distribución del número de especies de Cheilostomata en los sedimentos superficiales de la plataforma del Cabo de Gata.

Figure 4.- Abundance of Cheilostomata species in the surficial sediments of the Cape of Gata continental shelf. The more diversity eastward is related with the lower input of terrigenous sedimentation in that area, in response to the minor transport capacity of the eastern drift compared with the western drift.

total de fragmentos. Estos máximos se sitúan en los 85 y los 105-110 m, con una brutal inflexión mínima en los 100 m. Como veremos más adelante por lo que se refiere al número de especies, esta pauta parece seguirse en las asociaciones de briozoos de los sedimentos superficiales pero no en las distribuciones actuales de briozoos vivos.

#### ANÁLISIS DE LAS FORMAS ZOARIALES.

Se ha analizado la relación entre grandes grupos zoariales y los 14 tipos zoariales hallados por un lado y los 29 parámetros biógenos y sedimentarios por otro. La lista de los parámetros biógenos y sedimentarios utilizados viene dada en la tabla II.

TABLA II

Parámetros sedimentarios y biógenos usados en este estudio (fpf incluye foraminíferos epifíticos).

TABLE II

Sedimentary and biogenic parameters used in this study, fpf include epiphytic Foraminifers.

Fragmentos de foraminíferos planctónicos	fpf
Foraminíferos planctónicos	fp
Foraminíferos bentónicos	fb
Fragmentos de foraminíferos bentónicos	fbf
Bivalvos	Be
Fragmentos de bivalvos	Bf
Gasterópodos	Ge
Fragmentos de gasterópodos	Gf
Escafópodos	E
Briozoos	Br
Equinodermos	Eq
Serpúlidos	s
Algas calcáreas rojas	A
Ostrácodos	O
Otros crustáceos	Cr
Fanerógamas	Fm
Bivalvos relictos	BeR
Fragmentos de bivalvos relictos	BfR
Fragmentos de gasterópodos relictos	GfR
Briozoos relictos	BrR
Equinodermos relictos	EqR
Algas calcáreas rojas relictas	ar
Partículas terrígenas	t
Limo	l
Arcilla	a
Contenido en carbonato	Co3
Gravas	g
Arena	are
Profundidad	p

Las correlaciones significativas pueden observarse en las tablas III y IV, en las que los valores superiores a 0.90 representan correlación muy buena, de 0.90 a 0.60 correlación buena y de 0.60 a 0.45 simplemente correlación.

Los Adeoniformes están presentes en todas las muestras y en un alto porcentaje, casi siempre superior al 20%. Aunque hay alguna muestra en la que no se han encontrado, los Pustuliporiformes son también muy abundantes. En tercer lugar se encuentran los Celle-

poriformes. En general las formas más abundantes son los erectos rígidos y los incrustantes. Por el contrario, las formas erectas flexibles están casi siempre presentes pero en porcentajes que nunca llegan al 10%. Finalmente las formas libres o Lunulitiformes se encuentran en cantidades muy pequeñas y en pocas muestras.

Sin embargo los Lunulitiformes junto con los Eschariformes y los Tubuliporiformes (ambos también escasos y presentes en pocas muestras) presentan altos valores de correlación con los parámetros biógenos y sedimentarios indicativos de comunidades de *Posidonia oceanica* en aguas someras, donde el fondo marino está constituido por arenas limosas. Los Membraniporiformes B y los Celleporiformes, que son los dos tipos que incrustan sustratos flexibles se correlacionan bien con este medio. Posiblemente representan fragmentos de colonias epifíticas en estas áreas. En efecto, los constituyentes biógenos predominantes son, aparte de los briozoos, foraminíferos epifíticos, ostrácodos, escafópodos y bivalvos. Todas estas formas están íntimamente relacionadas con áreas de aguas claras poco profundas sin transporte activo o resedimentación. Esto parece concordar con los datos de Schopf

TABLA III

Correlaciones entre los grandes grupos zoariales y los parámetros biógenos y sedimentarios. Los valores superiores a 0.90 indican muy buena correlación, los comprendidos entre 0.90 y 0.60 señalan buena correlación y los valores situados entre 0.60 y 0.45 representan correlación simple.

TABLE III

Significative correlations between encrusting rigid, encrusting flexible and free-living Bryozoans, and biogenic and sedimentary parameters. Values higher than 0.90 represent very good correlation, from 0.90 to 0.60 good correlation and from 0.60 to 0.45 correlation.

	in	er	ef	li
fp	0.47			0.54
fb	0.54			
fpf				0.91
Be				0.55
E				0.99
Br		0.72		
Eq			-0.45	
O				0.95
Bfr			0.56	
BrR				0.57
t		-0.52		
l			-0.50	
Co3				-0.46
p				-0.57
in		0.49		

TABLA IV

Correlaciones significativas entre las formas zoariales y los parámetros biógenos y sedimentarios.

TABLE IV

Significative correlations between the 14 zoarial forms and sedimentary and biogenic parameters.

	MbA	Set	MbB	Clp	Esc	Ade	Tub	Vin	Idm	Pus	Ret	LnM	Clr	Lic
fpf			0.64		0.92		0.82					0.91		
o			0.67	0.45	0.99		0.95					0.95		
E			0.59	0.48	0.95		0.88					0.99		
fb													0.45	
fbf					0.48									
are								-0.51						
fp				0.63	0.49									
Ge		0.63												
Be			0.59		0.59		0.49					0.55		
BeR		-0.59		0.54	0.45									
p		0.47		-0.50	-0.70	0.46	-0.71						-0.57	0.45
Co3			-0.51		-0.53			0.46					-0.46	
BrR							0.80						0.57	
Bf		0.56												-0.69
l			0.50				0.49							
Cr		0.51												
Gf			0.64											-0.63
BfR	0.68		-0.58											0.66
ar	0.53		-0.53							0.47				0.88
eq		0.57		-0.50										
s				-0.50				0.75						
g				-0.52				0.76						
GfR	0.54													0.88
t						-0.61								
Br						0.72		0.79			0.51			

(1969) para quien estas formas son más abundantes en áreas con corrientes moderadas y baja tasa de sedimentación.

Los Lunulitiformes representarían una excepción pues viven bien con tasas de sedimentación medias y altas. Su extrema escasez en las muestras no permite ninguna discusión referente a posibles divergencias entre nuestras muestras y los datos citados de Schopf.

Los Membraniporiformes A y los Lichenoporiformes están asociados fundamentalmente con gravas biógenas litorales relictas, donde los contribuyentes prin-

cipales son fragmentos de moluscos y algas calcáreas rojas. Por el contrario una correlación notable pero de signo inverso se da entre los Lichenoporiformes y los fragmentos de moluscos y algas calcáreas rojas actuales sugiriendo una colonización selectiva de los briozoos sobre fragmentos relictos.

Los Vinculariiformes se encuentran abundantemente en áreas con gravas carbonatadas bien clasificadas, asociados a abundantes organismos incrustantes (serpúlidos). No es fácil comprender la verdadera razón de esta correlación por cuanto los Pustuliporiformes y los

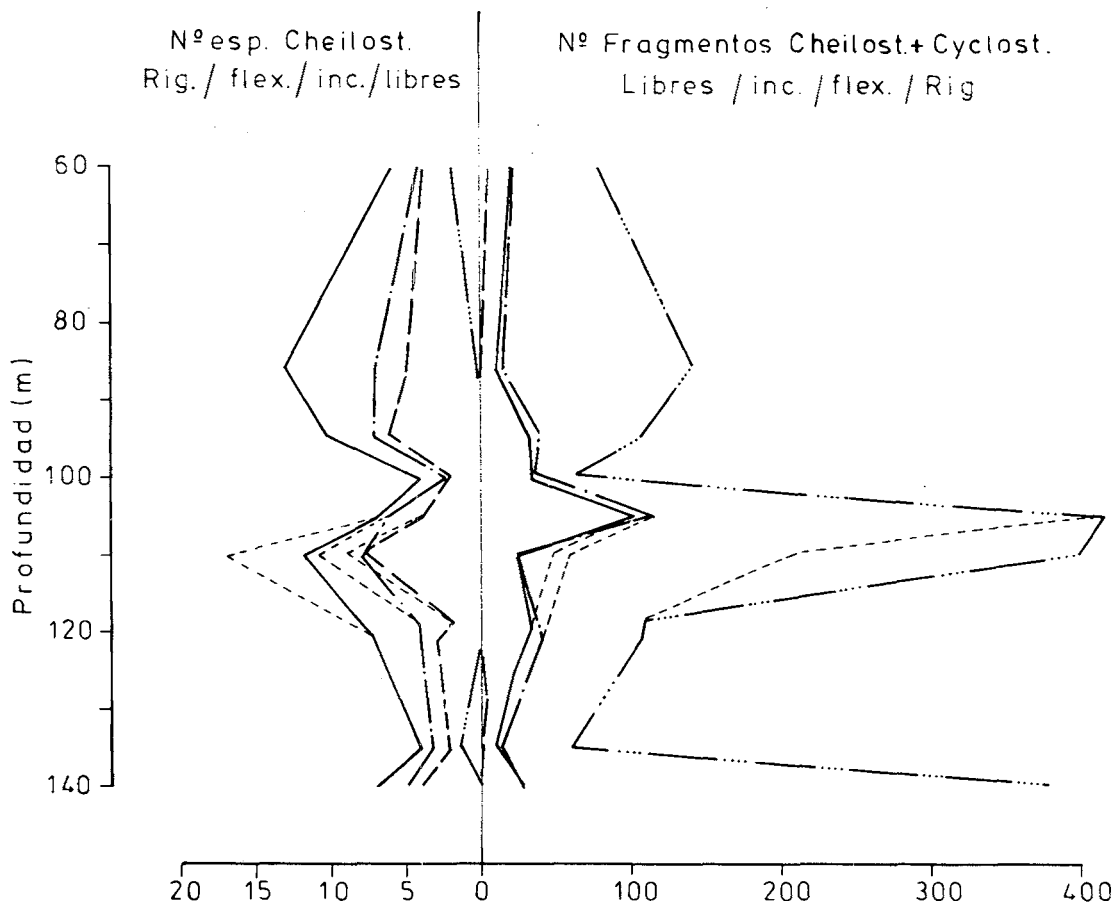


Figura 5.- Distribución del número de especies de Cheilostomata y del número total de fragmentos en relación con la profundidad. En ambos casos se han separado los distintos grandes grupos zoariales. En la cota 110 m. hay dos valores, el indicado en trazo discontinuo corresponde a la muestra 05303.

Figure 5. Relationships of number of Cheilostomata species and total amount of Bryozoan fragments with depth. On the left, number of Cheilostomata species: Rigid, Flexible, Encrusting and Free-living. On the right, total Cheilostomata + Cyclostomata fragments: Free-living, Encrusting, Flexible and Rigid. At 110 m there are two samples, the dotted line corresponds to sample 05303.

Idmoneiformes parecen tener la misma arquitectura que los Vinculariiformes y no presentan correlación apreciable con los parámetros indicados.

En referencia a los indicadores de profundidad las formas libres, los Eschariformes y Tubuliporiformes y, en segundo término los Celleporiformes presentan una correlación inversa con la profundidad, es decir, son formas propias de aguas poco profundas dentro de la no muy amplia gama de profundidades que se han analizado. Los Adeoniformes y los Setoselliniformes y Lichenoporiformes presentan alguna correlación con la profundidad. En realidad, un dato importante obtenido hasta el presente es la presencia abundante en las muestras de la plataforma del Cabo de Gata de la forma *Adeonellopsis distoma* (Lam. I. fig. 3), que vive actualmente en aguas mas bien profundas y que podría explicar la mayor abundancia de Adeoniformes a

mayor profundidad. Esta especie se sitúa de una manera gradual en relación con la distancia a la costa, de modo que en las muestras muy próximas a la costa no existe; en áreas intermedias representa un porcentaje sobre los fragmentos superior a 10, y es superior a 20 en las áreas más alejadas, llegando excepcionalmente en algún punto a representar el 85% de los fragmentos de briozoos de la muestra.

#### LOS BRIOZOOS DE LA PLATAFORMA DE GATA Y OTRAS ASOCIACIONES ACTUALES Y FÓSILES

Estudiando la variación del número de especies con la profundidad en la plataforma continental de Nueva Inglaterra, Schopf (1969) comparó sus resultados con



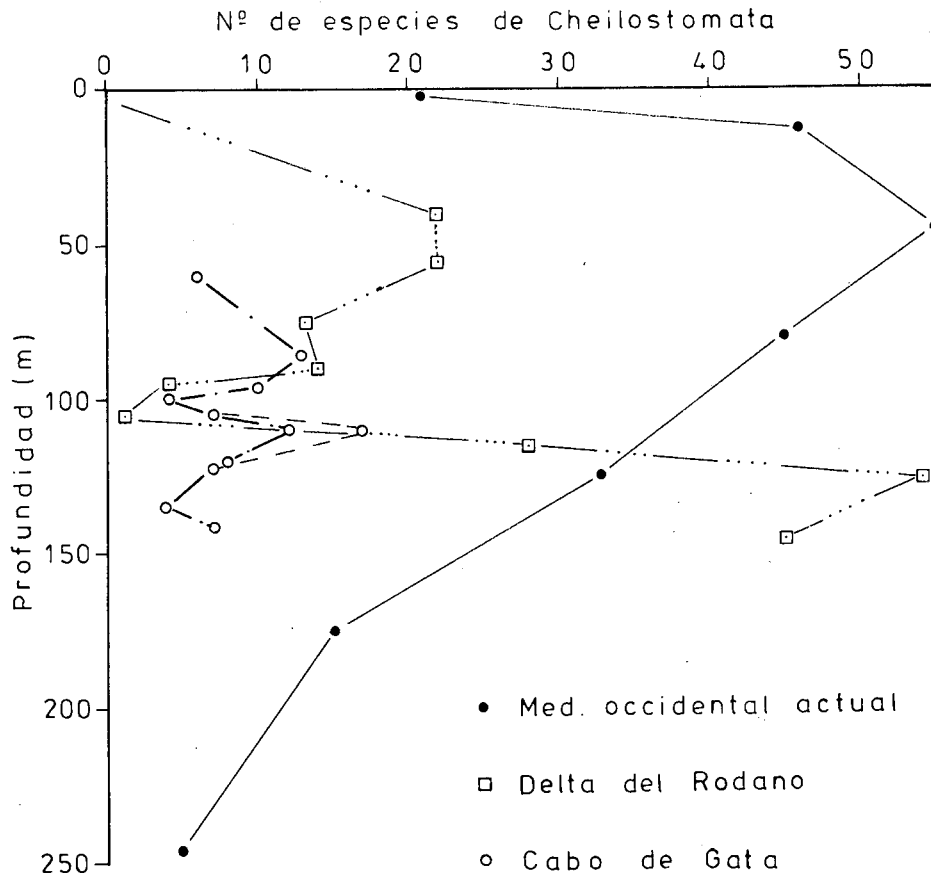


Figura 6.- Distribución del número de especies de Cheilostomata en relación con la profundidad en asociaciones vivientes (Mediterráneo Occidental) y en sedimentos (Delta del Ródano y Cabo de Gata). Para la cota de 110 m es válida la observación sobre los 2 valores de la figura 5.

Figure 6.- Number of Cheilostomata species in the Cape of Gata Shelf (open circles) and Rhone delta (open squares) in surficial sediments, compared to Western Mediterranean living Bryozoan communities (black circles) in relation to depth. Distribution patterns in Cape of Gata and Rhone delta sediments are similar to Fig. 5, whereas modern communities show maximum values at 50 m. depth decreasing abruptly downward. This difference is related to lower terrigenous sedimentation rate with depth, therefore samples located in the distal continental shelf represent a larger time interval. At 110 m there are two samples.

los obtenidos en el estudio sobre Cheilostomata actuales del Mediterráneo Occidental realizado por Gautier (1961). En estos dos estudios sobre briozoos actuales existe una pauta de distribución con un único máximo a profundidades reducidas que en el caso del Mediterráneo Occidental se sitúa alrededor de los 50 metros de profundidad. Por el contrario, tanto en los sedimentos de la desembocadura del Ródano (Lagaaij y Gautier, 1965) como en la plataforma del Cabo de Gata, la pauta de distribución presenta dos máximos con un mínimo muy acusado en torno a la profundidad de los 100 metros (Fig. 6). Una pauta análoga se da en los sedimentos no consolidados del Atlántico frente al estuario de la Gironde como se deduce de los mapas presentados por Labracherie (1977). Caulet (1972) parece haber encontrado una pauta diferente, más próxima

a las de Schopf (1969) y Gautier (1961), si bien no ha estudiado la relación entre el número de especies y la profundidad sino la existente entre el número de especies de briozoos en los sedimentos y la profundidad, en una plataforma en la que la ruptura de pendiente se sitúa alrededor de los 100 m.

La explicación de esta divergencia entre asociaciones actuales vivientes y asociaciones subactuales sedimentadas no ha sido sugerida que conozcamos. Quizás se deba a un efecto secundario producido por una menor sedimentación terrígena a mayor profundidad que permite una mayor acumulación de fragmentos de briozoos y consiguientemente un mayor número de especies (cfr. Fig. 5). En esta hipótesis las muestras más profundas representarían un intervalo de tiempo supe-

rior con respecto a las muestras del mismo tamaño y condiciones más someras.

Las asociaciones de briozoos de la plataforma de Gata así como las existentes frente al estuario de la Gironda presentan un número extraordinariamente reducido y en pocas muestras de Lunulitiformes. En el delta del Ródano no existen según los datos de Lagaaij y Gautier (op. cit.). Este hecho contrasta con la enorme abundancia y en ocasiones predominio de estas formas en el Plioceno del área mediterránea. Por ejemplo en el Plioceno de Val d'Arda, cerca de Piacenza, Italia (Poluzzi, 1975) y de Huelva (Reguant *in litt.*) Los Lunulitiformes actuales parecen concentrarse en mares cálidos y la especie cosmopolita *Cupuladria canariensis* (Lam. I, fig. 2) de la que Lagaaij (1963) ha efectuado una monografía completísima, se encuentra limitada por la isoterma superficial de los 14°C.

El descenso generalizado de temperaturas a partir del Neógeno superior provocó un desplazamiento de estas formas hacia latitudes más bajas. El cabo de Gata se sitúa aproximadamente en la isoterma de 14°C. Es decir en el límite de distribución de algunas de estas formas.

En las asociaciones del delta del Ródano la forma más abundante, que representa casi el 50% del total de ejemplares estudiados (10.895 sobre 23.579 ejemplares) es la *Cellaria fistulosa* (Lam. I, fig. 4). En los sedimentos de la Costa Brava, Gerona, España (Reguant y Serra, 1975), la presencia de *Cellaria* es constante e importante, lo mismo que en los sedimentos frente al estuario de la Gironda. Por el contrario, en las muestras de la plataforma continental del Cabo de

Gata aquí estudiadas aunque los *Cellaria* se encuentran en casi todas ellas su número en ejemplares es escasísimo no llegando nunca a representar el 5% del total de los briozoos presentes. El hecho de esta escasez de formas erectas flexibles puede estar relacionado con la ausencia de tasas de sedimentación elevadas (Schopf, 1969).

## OBSERVACIONES FINALES

El examen crítico y comparativo de las formas zoariales en las asociaciones de briozoos de los sedimentos de la plataforma del Cabo de Gata en sí mismos y en relación con otros estudios, nos permite afirmar que aún es escaso el número de observaciones respecto a su valor paleoecológico y sedimentológico. Son pocos aún los trabajos sobre briozoos en los sedimentos de los fondos marinos actuales. Ello impide obtener conclusiones definitivas sobre las relaciones entre su presencia, proporciones y los distintos parámetros ambientales y biógenos.

El trabajo presente es una caracterización de dichas asociaciones, y de la presencia y proporción de las distintas formas zoariales. No obstante, permite observar que el cambio climático y los procesos de sedimentación provocan que las asociaciones de briozoos sedimentados no sean una imagen fiel de las asociaciones de briozoos vivientes en la misma área. Este hecho puede ayudar a interpretar los cambios introducidos por el paso de una comunidad viviente a una comunidad fósil y de esta manera valorar el significado de las asociaciones fósiles más antiguas sobre todo del Cenozoico Superior.

### LAMINA I

Ejemplos de cada uno de los cuatro grupos de formas zoariales presentes en la plataforma continental del Cabo de Gata.

fig. 1) *Setosella vulnerata* (BUSK 1860). Forma incrustante.

fig. 2) *Cupuladria canariensis* (BUSK 1858). Forma libre.

fig. 3) *Adeonellopsis distoma* (BUSK 1858). Forma erecta rígida.

fig. 4) *Cellaria fistulosa* (AUCTT). Forma erecta flexible.

### PLATE I

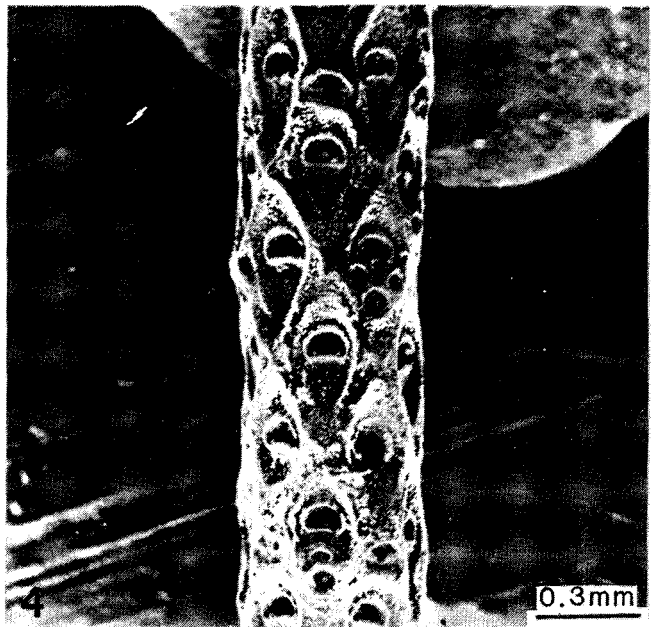
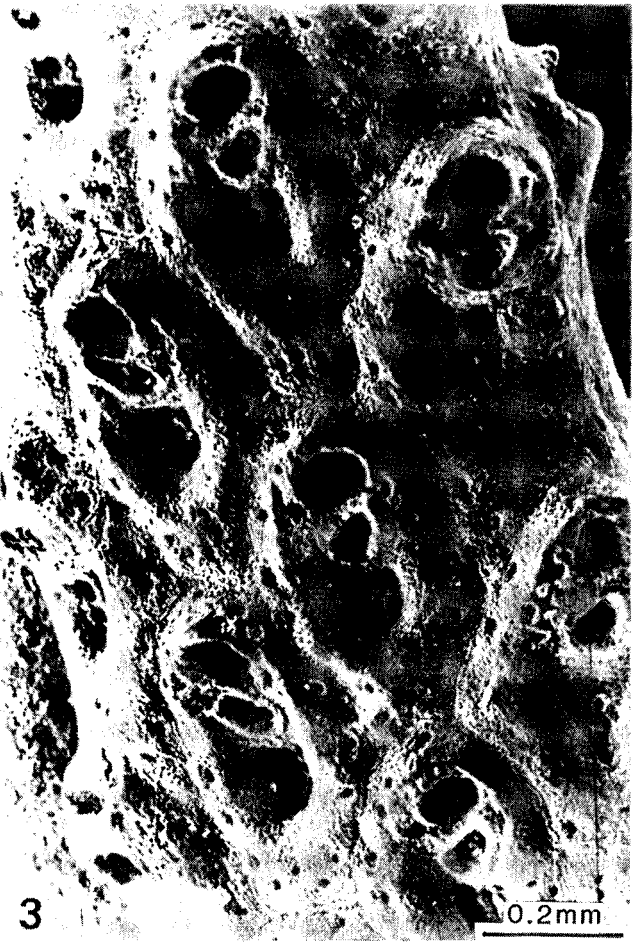
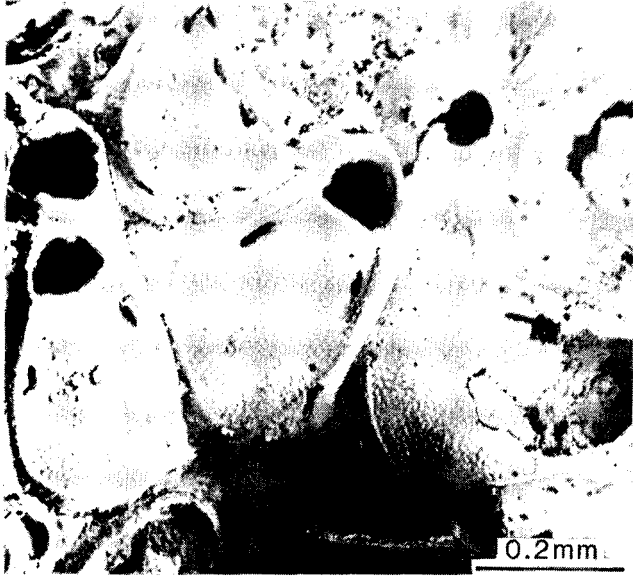
Examples of the fourth zoarial groups present in the Cape of Gata Continental Shelf.

fig. 1) *Setosella vulnerata* (BUSK, 1860). Encrusting.

fig. 2) *Cupuladria canariensis* (BUSK, 1858). Free-living.

fig. 3) *Adeonellopsis distoma* (BUSK, 1858). Erect, rigid.

fig. 4) *Cellaria fistulosa* (AUCTT). Erect, flexible.



## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido llevado a cabo dentro del Convenio IGME-CSIC para la realización de la cartografía de las Hojas nº 84-85 y 84S-85S, del Mapa geológico de la Plataforma Continental española y zonas adyacentes a escala 1:200.000.

Expresamos nuestro agradecimiento al Dr. A. Maldonado por la revisión del manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

- CAULET, J., 1972: «Les sédiments organogènes du précontinent algérien». *Mém. Museum. Nat. Hist. Nat.*, Serie C, Sciences de la Terre, 25: 289 p.
- GAUTIER, Y.V., 1961: «Recherches écologiques sur les Bryozoaires Cheilostomes en Méditerranée Occidentale». These Fac. Sci. Univ. Aix-Marseille, 424 p.
- HARMELIN, J.G., 1976: «Le sous-ordre des Tubuliporina (Bryozoaires Cyclostomes) en Méditerranée. Ecologie et systematique». *Mem. Inst. Oceanogr.*, 10: 326 p.
- LABRACHERIE, M., 1973: «Les assemblages de bryozoaires des sédiments meubles du Golfe de Gascogne dans la zone W-Gironde. Contribution à la connaissance de la distribution des formes de croissance zoariale». *Bull. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine*, 13: 87-99.
- LABRACHERIE, M. ET PRUD' HOMME, J., 1966: «Essai d'interprétation de paleomilieux grâce à la méthode de distribution des formes zoariales chez les bryozoaires». *Bull. Soc. Geol. France*, 8 (7): 102-106.
- LAGAAIL, R., 1963: «*Cupuladria canariensis* BUSK, portrait of a bryozoan». *Paleontology*, 6 (1): 172-217.
- LAGAAIL, R. and GAUTIER, Y.V., 1965: «Bryozoan assemblages from marine sediments of the Rhone delta, France». *Micro-paleontology*, 11: 39-58.
- POLUZZI, A., 1975: «I briozoi cheilostomi del pliocene della Val d'Arda (Piacenza, Italia)». *Mem. Soc. Ital. Scien. Nat. Mus. Civ. Storia Nat. Milano*, XXI (II): 37-77.
- REGUANT, S. (in litt.) «Una faúmula de Briozoos del Plioceno de Huelva».
- REGUANT, S. and SERRA, J., 1975: «Bryozoa from The Quaternary platform sediments, between Blanes and Palamos (Prov. Gerona, Spain). Preliminary note». *Bryozoa 1974, Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, HS 3 (2): 467-482.
- SCHOPF, T.J.M., 1969: «Paleoecology of ectoprocts (Bryozoans)». *J. Paleontology*, 43 (2): 234-244.
- VAZQUEZ, A., 1984: *Sedimentación en la plataforma continental del Cabo de Gata (Almería): procesos sedimentarios y consideraciones paleoecológicas*. Tes. Licenciatura, Univ. Complutense, 102 p. y Anexos.
- ZAVALA, M., 1983: *Estudi sistemàtic i faunístic dels briozous (Ectoprocta) dels països catalans*. Tesis Doctoral. Univ. de Barcelona, 852 p.
- ZAMARREÑO, I., VAZQUEZ, A. y MALDONADO, A., 1983: «Sedimentación en la plataforma de Almería: un ejemplo de sedimentación mixta silicico-carbonatada en clima templado». J. Castellvi edit. *Estudio oceanográfico de la Plataforma Continental. Seminario Científico*, 97-119, Barcelona, Gráficas Buper.

Recibido, Mayo 1985