

La migración holocena del ambiente litoral y su influencia en la génesis y distribución de las facies sedimentarias de la plataforma continental: el ejemplo del Cabo de Gata (Almería - España)

Antonio VAZQUEZ⁽¹⁾ e Isabel ZAMARREÑO⁽²⁾

(1) U.E.I. Geología Marina, Instituto de Ciencias del Mar, C.S.I.C., Paseo Nacional s/n, 08003 Barcelona

(2) Instituto Jaime Almera C.S.I.C., Martí i Franqués s/n, 08028 Barcelona.

RESUMEN

Se establecen las estabilizaciones del nivel del mar durante la transgresión Holocena a partir de la comparación de las terrazas cartografiadas en la plataforma continental del Cabo de Gata y las líneas de costa, deducidas del grado de fracturación de los bivalvos en muestras alineadas en perfiles perpendiculares a la costa actual y paralelos entre sí.

La existencia y distribución de sedimentos litorales en gran parte de la plataforma se explica por el bajo índice de aportes y por los procesos de estabilización-migración durante la transgresión Holocena.

Palabras clave: Transgresión Holocena. Plataforma Continental. Cabo de Gata (Almería). Mediterráneo Occidental.

ABSTRACT

The continental shelf of Cabo de Gata (southeastern Spain) is located in a passive continental margin. It is predominantly mantled with biogenic carbonate sediments, whereas siliciclastic sediments are restricted to narrow belts within the inner and outer platform settings.

The areal distribution of fragmental shells (*Bivalvia*) coupled with the distribution of transgressive terraces shows the migration of biogenic littoral deposits during the last transgression.

INTRODUCCIÓN

El análisis de las facies y los procesos a los que van ligados los materiales del recubrimiento sedimentario de la plataforma continental de Almería y del Cabo de Gata más específicamente, ha puesto de manifiesto el interés que presenta el estudio de materiales carbonatados de origen biógeno en áreas no tropicales. Los estudios realizados contribuyen a establecer un modelo

de sedimentación carbonatada de aguas templadas con características genéticas y composicionales diferentes de las propias de los modelos clásicos tropicales, que puede facilitar la interpretación de determinadas secuencia del registro geológico (Zamarreño et al. 1982, 1983, Vázquez y Zamarreño 1983).

Este trabajo remarca la utilidad del estudio pormenorizado del grado de fracturación de los bivalvos de la fracción arena en el establecimiento e interpretación de los procesos eustáticos recientes en una plataforma continental de margen pasivo, con aportes sedimentarios escasos y en la que el desarrollo de una sedimentación biógena carbonatada caracteriza el recubrimiento sedimentario Holoceno.

Las oscilaciones del nivel del mar son muy importantes en la sedimentación y el modelado de las plataformas continentales. Así, las numerosas terrazas y restos de barras y cordones litorales presentes en las plataformas continentales, son en su mayoría el resultado de pulsos transgresivos rápidos del nivel marino, consecutivos a un ascenso lento o estabilización del mismo. El ambiente litoral y las formaciones asociadas a él (dunas, barras, cordones, bioconstrucciones, bermas), se desplazan de forma continuada hacia tierra con la elevación gradual del nivel del mar. Si se produce un pulso transgresivo rápido, todas estas formaciones salen del nivel de influencia litoral, donde serían erosionadas (Kennett, 1982), transformándose las bermas en terrazas y pasando a ser relictas las otras morfologías (Figueiredo et al. 1982). La localización, cartografía y análisis de estas formaciones permite determinar las estabilizaciones del nivel marino y los sucesivos pulsos transgresivos. No obstante, tanto las terrazas como las otras morfologías sufren posteriores

modificaciones, pudiendo incluso llegar a desaparecer.

En el Mediterráneo Occidental se han cartografiado numerosas terrazas a unas batimetrías que oscilan generalmente entre los 17 m y los 135 m (Monaco, 1971; Aloisi et al., 1975, 1977; Serra, 1975; Verdaguer, 1983; Diaz et al., 1984; I.G.M.E., 1982, 1985). No obstante, estas batimetrías no son constantes y las diferentes terrazas no suelen presentar una continuidad lateral elevada, ya que los fenómenos de subsidencia y neotectónica pueden modificar las cotas originales. Por otro lado los procesos erosivos y/o deposicionales pueden, a su vez producir la desaparición o enmascaramiento de las propias terrazas. Las terrazas en la plataforma del Cabo de Gata solo han podido ser cartografiadas de manera discontinua (Fondo documental del I.G.M.E. perteneciente a las hojas 84-85 y 84S-85S, Almería-Garrucha, Chella-Los Genoveses). En consecuencia, se ha realizado una determinación de líneas de máximos energéticos basado en el método de Pilkey et al. (1969), que ha permitido el establecimiento de sucesivas líneas de estabilización de la transgresión o antiguas líneas de costa. A partir de estas se establece un modelo genético para el recubrimiento sedimentario de la plataforma continental del Cabo de Gata.

MARCO GEOLÓGICO

La plataforma Continental del Cabo de Gata está situada en la provincia de Almería, entre los 2° 05' y los 2° 15' de longitud W y los 36° 32' y los 36° 45' de latitud N. La longitud máxima es de 20.4 km y la anchura de 6.8 km. Ocupa una extensión de 139 km² aproximadamente. Está enclavada en una zona climática subdesértica, con una temperatura media anual de 18 C°. Esto se refleja en las elevadas temperaturas del agua superficial con relación a otras zonas del Mediterráneo español. Las precipitaciones son menores de 200 mm/año, en régimen torrencial provocando el desarrollo de ramblas y abarracamientos dentro de un contexto general de amplia erosión del continente.

Esta plataforma constituye, con la del Cabo de Fe-galo en Argelia, el extremo de una línea que, uniendo ambos lados, constituye el límite de separación entre dos cuencas bien diferenciadas: El Mar de Alborán hacia occidente y el Mar Surbalear o Algero-Balear a levante. Este carácter de límite o frontera entre dos cuencas condiciona la complejidad de los procesos oceanográficos de la zona.

De forma esquemática las características oceanográficas de esta plataforma son función del régimen de circulación general de la cuenca y de las corrientes y pro-

cesos ligados a los fenómenos climáticos. Se produce en esta zona la confluencia de dos corrientes superficiales de direcciones y características bien diferenciadas. Una, que procedente del mar Surbalear tiene una dirección SW, discurriendo cerca de la costa y está formada por agua mediterránea, y otra de agua atlántica que, procedente del estrecho de Gibraltar se aproxima al litoral a la altura de Málaga y con dirección E confluye con la anterior en esta zona (Stanley et al., 1975). Por otra parte las corrientes y fenómenos climáticos adquieren particular importancia. Así, el régimen de oleaje es dominante hacia el W y subordinado hacia el E, en relación con las direcciones E-W y S-W de los vientos más importantes. El oleaje presenta valores máximo de 3 m, alta frecuencia y un período de permanencia entre 7 y 8 días. Los temporales, abundantes en este área, poseen una dirección E-W (I.G.M.E., 1982).

La zona terrestre o antepais de la plataforma, está constituido por los materiales calcoalcalinos del complejo volcánico del Neógeno de la Sierra de Gata, que con una altitud máxima de 479 m presentan laderas escarpadas hacia el mar. Estos materiales afloran en el fondo marino en numerosos puntos, tanto de la propia plataforma de Cabo de Gata, como en áreas próximas del margen continental (bancos de Chella, Sabinal, Polux, Monte de los Genoveses y Macizo de la Polanra).

La plataforma continental propiamente dicha, se sitúa a favor de un alto estructural localizado en un margen pasivo de tipo abrupto que ha sido generado como resultado de una tectónica divergente que dio lugar al Mar de Alboran (Auzende et al., 1975; Dillon et al., 1980; Maldonado y Zamarreño, 1983). La morfología de la plataforma se caracteriza por presentar un notable desarrollo longitudinal (20.4 km) hacia el mar lo que le confiere un aspecto de espolón muy característico, sobresaliendo de forma muy acusada del resto de las plataformas adyacentes, que solo poseen una extensión media hacia el mar de 5 km. La zona litoral presenta el desarrollo de un cuerpo prismático progradante que se bisela aguas afuera entre las batimetrías de 30 y 60 m. La superficie de la plataforma interna distal, media y externa presenta afloramientos volcánicos relacionados con la Sierra de Gata y está surcada por restos de barras y bioconstrucciones, escarpes de terrazas y surcos (I.G.M.E., 1982; Vázquez y Zamarreño, 1983).

El talud se inicia a partir de un brusco cambio de pendiente, situado a 160 m aproximadamente. La pendiente del talud continental es muy acusada alcanzándose la batimetría de 500 m muy rápidamente.

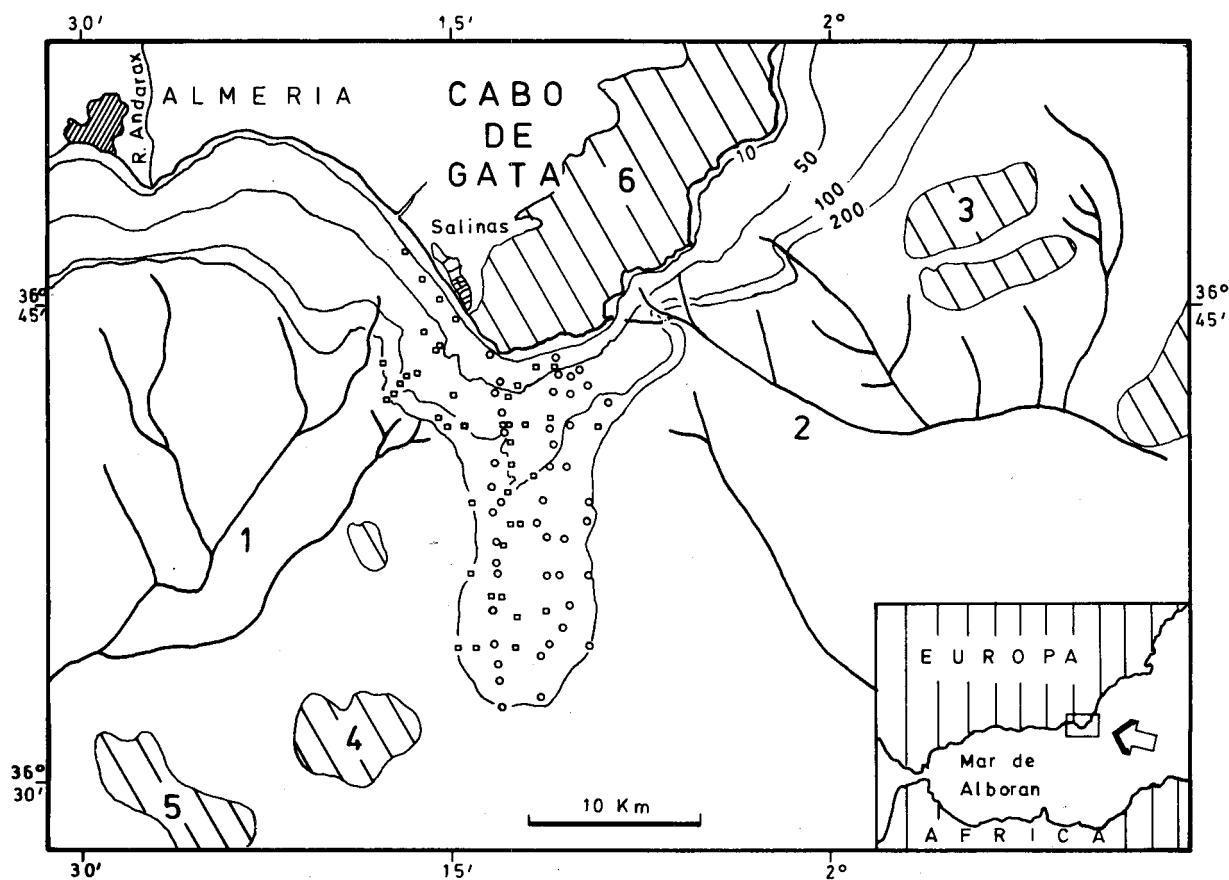


Figura 1.- Plataforma continental del Cabo de Gata, representación de las muestras analizadas, en las representadas con círculos se ha calculado el grado de fracturación de los bivalvos contenidos en la fracción superior a 1 mm. 1 y 2, cañones de Almería y Gata. 3, 4 y 5, afloramientos volcánicos en el margen continental ligados al complejo de la Sierra de Gata (6). Los pequeños afloramientos existentes en la plataforma del Cabo de Gata no han sido representados.

Figure 1.- Sample locations on the Cape of Gata continental shelf. Circles represent samples in which bivalve fragmentation have been determined. 1 and 2, Almería and Gata canyons which channelize the siliciclastic material transported by littoral drifts to deep water settings. 3, 4 and 5, Calco-alkaline neogene volcanic outcrops of Sierra de Gata complex (6). Smaller volcanic outcrops on the continental shelf of Gata are not represented.

METODOLOGIA

Las muestras utilizadas en este estudio fueron obtenidas en el curso de dos campañas de geología marina (CO-80-1 y GC-81-2) con los buques oceanográficos B/0 Cornide de Saavedra y B/0 García del Cid en los años 1980 y 1981. Las estaciones de muestreo se realizaron en perfiles perpendiculares y paralelos a la costa (Fig. 1).

En cada muestra se han determinado los componentes presentes en los diversos tamaños de la fracción arena, individualizándose el grado de fracturación y el carácter moderno o relictivo de los bivalvos presentes en la fracción 2-1 mm, el contenido total en carbonatos así

como su textura. Se han utilizado como diámetros límite en la diferenciación de grava, arena, limo y arcilla los propuestos por Wentworth (1922). Los criterios de identificación de los componentes biogénos han sido los propuestos por Bathurst (1971) y Milliman (1974).

Para determinar la posible existencia de antiguas líneas de costa, que corresponderían a estabilizaciones eustáticas importantes, se han representado las muestras alineadas según perfiles perpendiculares a la línea de costa actual, respecto a su distancia a ésta, diferenciándose los fragmentos relictos y los modernos. La correlación de los diferentes picos de máximo contenido relativo en fragmentos relictos de bivalvos sobre un pla-

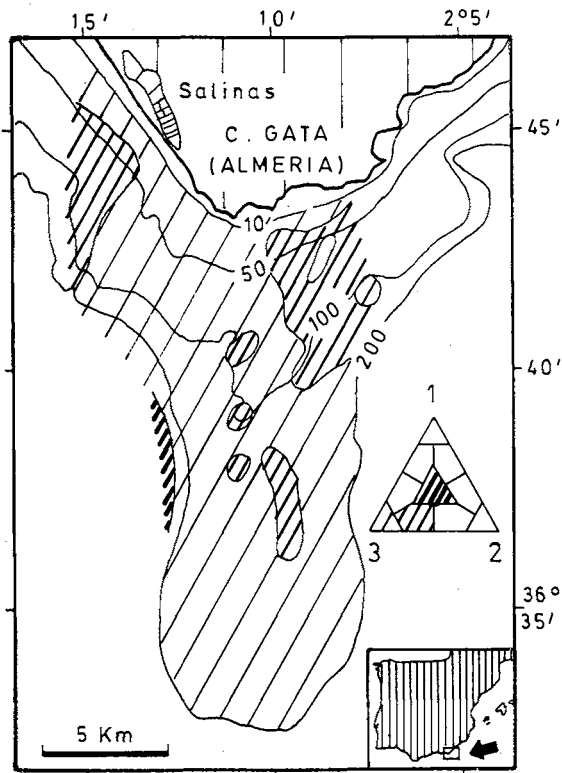


Figura 2.- Cartografía textural de las muestras a partir de un diagrama triangular en el que el vértice 1 indica el porcentaje de cada muestra en arcillas, el 2 en limos y el 3 la suma de los porcentajes de arenas y gravas.

Figure 2.- Textural distribution of sediments deduced from a triangle diagram. Vertex 1, clay; vertex 2, silt and vertex 3, gravel + sand, values in %. This map show the gravel and sand predominance in surficial sediments. Silt and clay contents are minor than 30%. The central triangle area correspond to upper talus samples which are clearly different than platform samples.

no de la plataforma, señala aproximadamente la situación de las líneas de costa transgresivas. (Pilkey et al. 1969).

CARACTERISTICAS TEXTURALES Y FACIES SEDIMENTARIAS

Las características texturales de los sedimentos

Los sedimentos que forman el recubrimiento de la plataforma son fundamentalmente gravas y arenas con contenidos en limos y arcillas generalmente menores del 30%. No obstante existen dos zonas en las que la proporción de finos alcanzan este valor. Una de ellas se encuentra al NW, bajo la influencia de los procesos sedimentarios que tienen lugar en la Bahía de Almería y la otra zona esta situada al NE en relación con la corriente de deriva litoral de dirección NE-SW (Fig. 2).

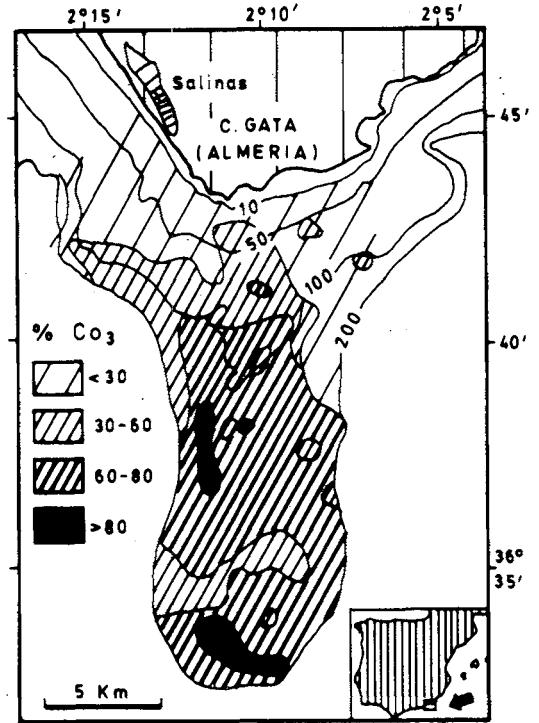


Figura 3.- Distribución del contenido en CaCO_3 de los sedimentos superficiales de la plataforma.

Figure 3.- Carbonate content distribution. Major part of platform is covered by carbonate sediments. Proximal settings are under siliciclastic sedimentation. Middle inner shelf and outer shelf present intermediate sediments. Carbonate sediments more than 60 % CaCO_3 , intermediate ranging from 60 to 30 % and siliciclastic sediments lower than 30% (Zamarreño et al., 1983).

El contenido en carbonatos para el conjunto de todas las muestras oscila entre el 96.0% y el 6.1% con una media del 44.5%. Las gravas y arenas presentes en la zona litoral y en la parte proximal de la plataforma interna son de naturaleza siliciclastica con bajos contenidos en carbonatos. Los materiales que recubren las restantes zonas de la plataforma con excepción de las más distales, presentan siempre valores superiores al 30% siendo de naturaleza carbonatada o mixta (Fig. 3).

Las facies del recubrimiento sedimentario

Se han establecido tres grandes grupos de sedimentos en la superficie de la plataforma del Cabo de Gata: actuales, relictos y palimpsest, diferenciando en ellos

TABLA I

Características de las facies del recubrimiento sedimentario Holoceno en la plataforma continental del Cabo de Gata.

(1) Prisma litoral; (2), arenas de plataforma externa; (3), Praderas de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*; (4), Algas calcáreas rojas y briozoos; (5), Arenas mixtas de moluscos; (6), Arenas y gravas carbonatadas palimpsest proximal; (7), Arenas carbonatadas palimpsest distal; (8), Arenas carbonatadas transgresivas relictas. M, valor máximo; m, valor mínimo; X, media aritmética; gr. gravas; lm, limos; ac, arcilla; ter, terrígenos; biv, bivalvos; ost, ostrácodos; eq, equínidos; mol, moluscos; lith, algas calcáreas rojas; ser, serpulidos; pt, pterópodos; br, briozoos; relic, relictos; fpl, foraminíferos planctónicos, fbt, foraminíferos bentónicos, fep, foraminíferos epifíticos.

TABLE I

(1), Sandy littoral prism; (2), Outer shelf muddy sands; (3), *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa* meadows; (4), Calcareous red algae and Bryozoans; (5), Mollusk mixed sands; (6), Proximal palimpsest carbonate gravel and sands; (7), Distal palimpsest carbonate sands; (8), Littoral transgressive carbonate relict sands. M, Maximum value; m, minimum value; X, mean; gr, gravel; lm, silt; ac, clay; te, terrigenous components; biv, bivalvs; ost, ostracods; eq, echinoderms; mol, mollusks; lith, calcareous red algae; ser, serpulids; pt, pteropods; br, bryozoans; relic, relict; fpl, planktonic foraminifers; fbt, benthonic foraminifers; fep, epiphytic foraminifers.

facies	arenas			gr.	lm.	ac.	carbonato			componentes	provincia	
	M	m	X	X	X	X	M	m	X			
modernas	(1)	98.5	70.3	85.0	1.6	11.7	1.1	32.8	6.1	15.0	ter,biv	litoral
	(2)	75.4	40.0	55.4	0.0	33.5	10.6	23.5	6.2	16.8	ter,fpl,fbt	pl.externa
	(3)	84.0	67.3	73.6	0.0	22.3	5.6	17.5	10.4	13.2	ter,fep,fbt,ost,esc,eq	pl.interna-media
	(4)	85.2	32.1	64.0	17.3	14.9	3.6	75.0	50.0	61.2	br,lith,mol fbt,eq,ost	sobre afloramientos del sustrato
	(5)	92.7	45.2	72.4	12.0	12.7	2.7	58.1	13.3	33.2	mol,eq,ter lith.relic.	pl.interna prox.
palimpsest	(6)	84.1	7.0	48.3	39.5	8.8	3.2	75.9	49.3	68.9	lith y mol relic.,ter	pl.interna
	(7)	90.1	58.7	78.3	7.7	8.9	4.9	70.8	49.2	60.8	br y lith relic,mol, fbt,ter	pl.externa
relictas	(8)	95.1	59.9	80.0	7.8	8.1	3.6	96.7	56.5	74.4	lith,br,mol, ser relic, ost,pt	pl.interna distal, pl.media y pl. externa proximal

ocho facies sedimentarias (Tabla 1). Estas son el resultado de la acción combinada de una serie de procesos que han marcado las condiciones sedimentarias durante la transgresión Holocena y en la actualidad (Vázquez, 1984).

Las ocho facies sedimentarias establecidas presentan las siguientes características:

— Prisma litoral silicoclastico.

Es una facies arenosa terrígena formada por sedimentos con valores de arena comprendidos entre 98.5%

y 70.3%, con un porcentaje medio de carbonatos de 15.0%. El componente dominante en la fracción arena son las partículas terrígenas. Esta facies ocupa el actual ambiente litoral del área estudiada presentando espesores variables y una geometría prismática progredante que se bisela en la plataforma interna proximal o media.

— Arenas limosas de plataforma externa.

Estas son arenas limosas silicoclasticas con porcentajes medios de 55.4% y 33.5% en arenas y limos res-

pectivamente. El valor en carbonatos varía entre 23.5% y 6.2% con un promedio de 16.8%. Los componentes predominantes son los terrígenos y los foraminíferos planctónicos y bentónicos enteros y fragmentados. Esta facies se localiza en una banda estrecha paralela a la batimetría en las zonas distales de la plataforma y en la parte superior del talud.

— Praderas de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*.

Estas arenas son terrígenas con un porcentaje medio de arenas de 73.6% que oscila entre 84.0% y 67.3%. El valor promedio de carbonatos es de 13.2% oscilando entre 17.5% y 10.4%. Los componentes principales son restos vegetales (Raíces de *Posidonia* y *Cymodocea*), terrígenos, foraminíferos epifíticos y bentónicos enteros y fragmentados y ostrácodos. Esta facies se localiza en dos áreas restringidas de la plataforma interna media, desarrollándose sobre su sustrato areno-limoso amplias praderas de fanerógamas marinas (*Cymodocea nodosa* y *Posidonia oceanica*), situadas una de ellas hacia la Bahía de Almería y la segunda en la parte NE. de la plataforma.

— Facies de algas calcáreas rojas y briozoos.

Esta facies son arenas y gravas carbonatadas con un 64.0% de valor medio en la fracción arena, oscilante entre 85.2% y 32.1%. El contenido medio de gravas es 17.3%. El porcentaje en carbonatos varía entre 75.0% y 50.0% con un promedio de 61.2%. Los componentes más importantes de las fracciones superiores a 63 micras son: briozoos ramificados e incrustantes, algas calcáreas rojas ramificadas o formando rodolitos de pequeño tamaño, moluscos y foraminíferos. Esta facies se localiza en determinadas zonas de la plataforma interna y media en relación con los afloramientos basálticos neógenos del complejo de Sierra de Gata.

— Arenas mixtas de moluscos.

Son arenas limosas mixtas con gravas con un valor medio de arenas de 72.4% entre extremos de 92.7% y 45.2%, y de gravas y limos de 12.0% y 12.7% de valores medios respectivamente. El valor del contenido en carbonatos varía entre 58.1% y 13.3% y un promedio de 33.2%. Dentro de los tamaños arena y grava destacan como componentes caracterizadores los moluscos (bivalvos fundamentalmente). Esta facies se localiza en una banda estrecha que bordea la zona de biselamiento del prisma litoral.

— Arenas y gravas litorales transgresivas carbonatadas.

En este grupo se incluyen arenas carbonatadas que al-

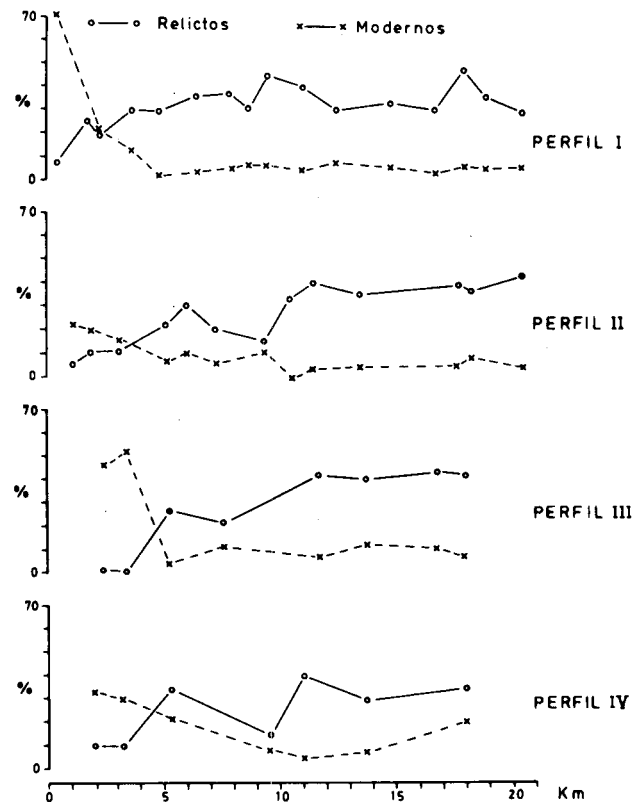


Figura 4.- Representación de los porcentajes de fragmentos modernos y relictos de bivalvos en la fracción superior a 1 mm. (eje vertical) con respecto a la distancia a la actual línea de costa (eje horizontal), según perfiles aproximadamente perpendiculares a la misma.

Figure 4.- Plot of fragmental bivalvia shell percentages versus distance from shoreline for four parallel transects on the continental shelf. The presence of abundant broken bivalves is an indication of shoreline conditions, this correlation between highest values in the four transects represent different sea-level still-stands during Holocene transgression.

canzan un valor medio de 80.0% con una oscilación entre 95.1% y 59.9%. Los valores en carbonatos varían entre 96.7% y 56.6% con una media de 74.4%. Los componentes dominantes son algas rojas calcáreas (tanto ramificadas como rodolitos), briozoos ramificados e incrustantes, fragmentos de bivalvos y gasterópodos, todos relictos, y foraminíferos. Se localizan en la plataforma interna distal, la plataforma media y la externa proximal. Son los materiales con una mayor extensión geográfica en la plataforma. Las subfacies que se pueden distinguir de acuerdo con la mayor abundancia de determinados organismos presentan una distribución en mosaico con límites difusos.

— Arenas y gravas carbonatadas palimpsest proximal.

La composición textural de estos sedimentos presenta unos valores medios de 48.3% y 39.5% en arenas y gra-

vas respectivamente. Los valores de carbonatos oscilan entre 75.9% y 49.3% con una media de 68.9%. Son arenas y gravas carbonatadas. Los componentes mayoritarios son: algas rojas calcáreas y fragmentos de moluscos, ambos relictos y con una abundancia similar, los terrígenos. Esta facies se localiza en la plataforma interna en contacto con el prisma litoral, las praderas de Posidonias y la facies mixta de moluscos.

— Arenas carbonatadas palimpsest distal.

Estos sedimentos poseen un porcentaje medio de arenas de 80.0% con unos valores máximos 59.9% y 95.1%. El valor medio de limos es 8.1% y el de carbonatos de 60.8% oscilando entre 49.2% y 70.8%. Son arenas limosas carbonatadas. Los componentes principales de las fracciones arena de esta facies son los briozoos y algas rojas relictas. Los componentes terrígenos presentan porcentajes significativos pero menores que los que tienen en la facies palimpsest proximal. Se localizan estos depósitos en las partes externas de la plataforma, entre las facies transgresivas carbonatadas relictas y las arenas limosas de plataforma externa.

ESTUDIO DEL GRADO DE FRACTURACIÓN DE LOS BIVALVOS

Los gráficos obtenidos al representar el porcentaje de bivalvos fracturados, en muestras alineadas según cuatro perfiles perpendiculares a la actual línea de costa, permiten constatar la existencia de unos máximos relativos en los porcentajes de fragmentos de bivalvos relictos. Estos máximos en ocasiones se pueden correlacionar entre los diversos perfiles, estando situados a distancias similares a la línea de costa (Fig. 4).

Dichas líneas de correlación representadas en un mapa de la plataforma muestran unas alineaciones subparalelas a la línea de costa y entre sí (Fig. 5). Según Pilkey et al. (1969), las conchas se fracturan en mayor medida en las zonas de máximos energéticos, siendo el agente físico principal la energía de las olas, de tal modo que «la presencia de abundantes fragmentos de conchas es un indicador de líneas de costa». Estas líneas, que son en realidad bandas estrechas que corresponden a máximos energéticos, se pueden asimilar con un pequeño margen de error espacial a antiguas líneas de costa producidas en los diversos estadios eustáticos del nivel marino durante las últimas fases de la glaciación Würm. En la zona de este estudio se localizan a profundidades de 50m, 80m, 90m, 110m, 125m y 180m. Por otra parte las terrazas se localizan a unas batimetrías de 72m, 82m, 88m, 100m, 119m, 129m, 131m, y 134m (Fig. 5).

Las diferencias entre las batimetrías a las que se si-

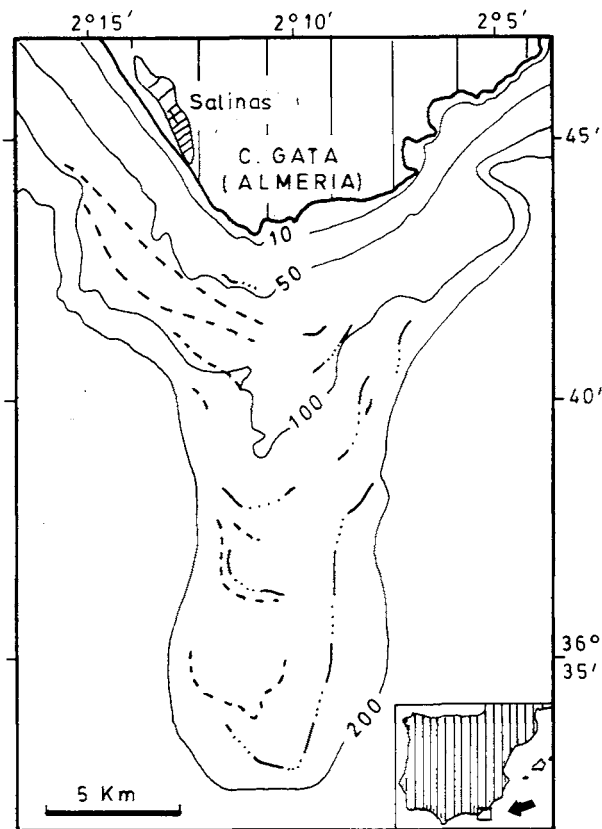


Figura 5.- Representación de las terrazas (trazo discontinuo) y líneas de máxima fracturación de bivalvos relictos (trazo alternado). La cartografía de las terrazas ha sido obtenida del fondo documental de las hojas 84-85 y 84S-85S, Almería-Garrucha, Chella-Los Genoveses, del Mapa Geológico de la Plataforma Continental Española y Zonas Adyacentes a escala 1:200.000, que se encuentra depositado en el I.G.M.E.

Figure 5.- Terraces (dotted lines) and older shorelines (lines and dots) on the Cape of Gata platform. Terrace location is based on 3.5 KHz seismic data from. I.G.M.E. Data Center. Shoreline positions are induced from Bivalv fragmentation values plotted on Fig. 4.

tuan las líneas de máxima acumulación de fragmentos de bivalvos y las de las terrazas del Mediterráneo Occidental propuestas por los diversos autores se deben a que los productos de acumulación resultantes del máximo energético se sitúan algo desplazados con respecto a la línea real de costa.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Durante la exposición subaerea, correspondiente al último máximo glacial, se produjo una estabilización del nivel marino a nivel mundial entre -100m y -140m con respecto al actual (Milliman y Emery, 1968) dando lugar a que los procesos de erosión y deposición alu-

vial sean dominantes en la superficie de las plataformas actuales (Kennett, 1982), tal como ha ocurrido en la plataforma del Cabo de Gata. Durante el mínimo eustático el ambiente litoral se sitúa próximo al actual borde de la plataforma. Esta instalación del nivel marino, correspondiente al mínimo regresivo ha dado lugar a la formación de un escarpe localizado en la parte distal tanto en la plataforma del Cabo de Gata como en la plataforma oriental de Almería (I.G.M.E., 1982). Con el ascenso del nivel del mar posterior al máximo de la glaciación se produce una transgresión rápida a lo largo de la plataforma (Curry, 1956). Ello origina una rápida migración de los ambientes litorales que se instalan en zonas cada vez más próximas a la línea actual de costa. En estos ambientes litorales, que se han desplazado con velocidades variables y cuyos períodos de permanencia en las diversas zonas han sido también variables, se generan barras, bioconstrucciones y otras formaciones litorales que son posteriormente retrabajadas dando lugar a los surcos, terrazas, acumulaciones arenosas y restos de bioconstrucciones presentes en la zona estudiada.

El avance rápido de la transgresión tiene como consecuencia que los sedimentos no son totalmente erosionados y arrastrados con la migración litoral, de tal forma que permanecen in situ o próximos a la zona de génesis (Curry, 1965) ya que, el avance transgresivo erosional solamente bisela la superficie de las formaciones, que se sitúan fuera del perfil de equilibrio y cuyos restos son extendidos en las zonas adyacentes según el modelo de Swift (1976).

Por otro lado, la mayor abundancia en este área de restos biogénicos y formaciones carbonatadas refleja unas condiciones ecológicas favorables a su desarrollo durante el Holoceno, indicando una baja tasa de aportes terrígenos durante la transgresión, ya que la abundancia de CO_3Ca de origen biógeno es función de la productividad y de la importancia del aporte terrígeno. La baja tasa de aportes silicoclasticos está relacionada de forma muy directa con la existencia de dos cañones submarinos que se sitúan exteriormente en las proximidades de esta plataforma (Cañón de Almería y Cañón de Gata), actuando como vías de canalización y transporte hacia zonas profundas, de la mayoría de los aportes sedimentarios terrígenos que potencialmente podrían llegar hasta la plataforma del Cabo de Gata desde la Bahía de Almería y el sector oriental de la plataforma Almeriense (Fig. 1). Además la abundancia de materiales carbonatados se ve favorecida por su mayor resistencia frente a los procesos erosivos que tienen lugar durante la transgresión.

La existencia de cordones y barras litorales cuya gé-

nesis fué explicada en un principio por procesos mareales, ha sido puesta de manifiesto en la actualidad en trabajos realizados en mares en los que los rangos mareales son prácticamente nulos, en relación con fenómenos de oleaje y tormenta (Stubblefield et al., 1983; Swift et al., 1983); estando corroborado por la presencia de estas formaciones en esta zona.

Finalmente concluimos resaltando el valor del análisis sistemático de una característica física como el grado de fracturación de los bivalvos, en la delimitación de las líneas de estabilización del nivel marino durante la transgresión holocena. La determinación de estas líneas y la cartografía de las terrazas submarinas a partir de registros sísmicos de alta resolución, permiten establecer en los estadios más notables la historia transgresiva holocena de las plataformas continentales en las que no existen aportes suficientes para el desarrollo de grandes cuerpos sedimentarios progradantes. Ello explica además, la distribución textural y composicional de los materiales relictos y palimpsest que recubren en la actualidad amplias zonas de las plataformas continentales en márgenes pasivos.

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. Asimismo agradecemos al Dr. J. Medialdea por permitirnos el acceso a los fondos documentales del Instituto Geológico y Minero de España, que han constituido una importante ayuda en la elaboración de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALOISI, J.C., MONACO, A., THOMMERET, J. y THOMMERET, Y., 1975: «Evolution paléogéographique du plateau continental languedocien dans le cadre du Golfe du Lion. Analyse comparée des données sismiques, sédimentologiques et radiométriques concernat le Quaternaire récent». *Rev. Geogr. Phys. Géol. Dyn.*, V (XVIII): 13-22.
- ALOISI, J.C., AUFFRET, G.A., AUFFRET, J.P., BARUSSEAU, J.P., HOMMERIL, P., LARSONEUR, C.L. y MONACO, A., 1977: «Essai de modélisation de la sédimentation actuelle sur les plateaux continentaux français». *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 19: 183-195.
- AUZENDE, J.M., REHAULT, J.P., PASTOURET, L., SPEZ, B. y OLIVET, J.L., 1985: «Les bassins sédimentaires de la mer d'Alboran». *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 17: 98-107.
- BATHURST, R.G.C., 1971: «Carbonate sediments and their diagenesis». Elsevier. Amsterdam. 620 p.
- CURRY, J.R., 1965: «Late Quaternary History, Continental Shelves of the United States» in H.E. Wright y D.G. Frey, eds. *The Quaternary of the United States*, pp. 723-735. Princeton. University Press. Princeton, New Jersey.

- DIAZ, J.I., ALONSO, B., FARRAN, M., GIRO, S., MALDONADO, A. y VAZQUEZ, A., 1984: «Tipos geomorfológicos en las plataformas continentales de los márgenes pasivos del Mediterráneo Español». *I Congreso Español de Geología*, 1, pp. 313-325, Ilustre Colegio Oficial Geólogos, Segovia.
- DILLON, W.P., ROBB, J.M., GREENE, H.G. y LUCENA, J.C., 1980: «Evolution of the continental margin of southern Spain and the Alboran Sea». *Marine Geology*, 36: 205-226.
- FIGUEIREDO, A.G., SANDERS, J.E. y SWIFT, D.J.P., 1982: «Storm graded layers inner shelves: Example from southern Brazil and the Atlantic coast of the central United States». *Sedimentary Geology*, 31 (3-4): 171-190.
- IGME, 1982: Mapa geológico de la plataforma continental española y zonas adyacentes. Escala 1:200.000. Memoria y Hojas 84, 85, 84S, y 85S. Almería, Garrucha, Chella y Los Genoveses. Instituto Geológico y Minero de España. 105 p. Madrid.
- IGME, 1985: Mapa geológico de la plataforma continental española y zonas adyacentes. Escala 1: 200.000. Memoria y Hojas 41 y 42. Tarragona. Instituto Geológico y Minero de España. (En prensa). Madrid.
- KENNETT, J., 1982: *Marine Geology*. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs. New Jersey. 813 p.
- MALDONADO, A. y ZAMARREÑO, I., 1983: «Modelos sedimentarios en las plataformas continentales del Mediterráneo español: Factores de control, facies y procesos que rigen su desarrollo» in Josefina Castellví ed. *Estudio Oceanográfico de la Plataforma Continental Española*, pp. 15-52, Gráficas Buper, Barcelona.
- MILLIMAN, J.D., 1974: «Recent sedimentary carbonates Part. 1. Marine carbonates». Springer Verlag. Berlin, 375 p.
- MILLIMAN, J.D. y EMERY, K.O., 1968: «Sea levels during the Past 35.000 years». *Science* 162: 1121-1123.
- MONACO, A., 1971: «Contribution à l'étude géologique et sédimentologique du plateau continental du Roussillon». *Thèse Univ. Sc. et Tech. du Languedoc*, pp. 295.
- PILKEY, O.H., BLACKWELDER, B.W., DOYLE, L.J., ESTES, E. y TERLECKY, P.M., 1969: «Aspects of Carbonate Sedimentation on the Atlantic Continental Shelf off the Southern United States». *Jour. Sed. Petrol.*, 39 (2): 744-768.
- SHEPARD, F.P., 1954: «Nomenclature based on Sand-Silt-Clay ratios». *Jour. Sed. Petrol.* 24 (3): 151-158.
- STANLEY, D.J., KELLING, G., VERA, J.A. y SHENG, M., 1975: «Sands in the Alboran Sea: A model of Input in a Deep marine Basin». *Smithsonian Contributions of Earth Sciences*, 15, 51 p.
- STUBBLEFIELD, W.L., McGRAIL, D.W. y KERSEY, D.G., 1984: «Recognition of transgressive and post-transgressive sand ridges on the New Jersey Continental shelf» in R.W. Tillman and C.T. Siemens eds. *Siliclastic Shelf Sediments*. SEPM Special Pub., 34.
- SWIFT, D.J.P., 1976: «Coastal Sedimentation» in D. J. Stanley y D.J.P. Swift, eds. *Marine Sediment Transport and Environmental Management*, New York, John Wiley and Sons, Inc.
- SWIFT, D.J.P., McKINNEY, T.F. y STAHL, L., 1984 «Recognition of transgressive and post-transgressive sand ridges on the New Jersey continental shelf: Discussion» in R.W. Tillman and C.T. Siemens eds. *Siliciclastic Shelf Sediments*. SEPM Special Publication, 34.
- VAZQUEZ, A., 1984: «Sedimentación carbonatada a la plataforma continental del Cabo de Gata (Almería): procesos sedimentarios y consideraciones paleoecológicas». *Tesis de Licenciatura*. Universidad Complutense. 102 p. y 11 anexos. (Sin publicar).
- VAZQUEZ, A. y ZAMARREÑO, I., 1983: «La sedimentación en la plataforma continental del Cabo de Gata (Almería)» in A. Obrador ed. *X Congreso Nacional de Sedimentología, Simposium sobre Geología marina del Mediterráneo Español*. pp. 8.11-8.16 Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.
- VERDAGUER, A., 1983: «La plataforma continental silicico clásica del Ebro (Mediterráneo Nor-Occidental). Un modelo sedimentario. *Tesis Doctoral*. pp. 422. Universidad de Barcelona, (sin publicar).
- WENNTWORTH, C.K., 1922: «A scale of grade and class terms for clastic sediments». *J. Geol.* 30: 337-392.
- ZAMARREÑO, I., MALDONADO, A., CANALS, M., DIAZ, I., FARRAN, M. y VAZQUEZ, A., 1982: «Temperate Carbonate Sedimentation on the Continental Shelf of Shoutheastern Spain (Western Mediterranean Sea). *XI International Congress on Sedimentology*, Abstracts of Papers. p. 95-96. Hamilton, Ontario (Canada).
- ZAMARREÑO, I., VAZQUEZ, A. y MALDONADO, A., 1983: «Sedimentación en la Plataforma de Almería: un ejemplo de sedimentación mixta Silicico-Carbonatada en clima templado» in Josefina Castellví, ed. *Estudio Oceanográfico de la Plataforma Continental*. pp. 97-119. Gráficas Buper. Barcelona.

Recibido, Mayo 1985