

EVOLUCIÓN DE LAS ASOCIACIONES FÓSILES DEL PLIOCENO MARINO DE CABO ROCHE (CÁDIZ)

Julio AGUIRRE RODRÍGUEZ

Departamento de Estratigrafía y Paleontología,
Facultad de Ciencias, Fuentenueva, s/n. Universidad de Granada
18002-Granada

ABSTRACT

In this paper, the Late Pliocene fossil associations in the Cabo Roche area (coast of Cadiz), their spatial and temporal change and their taphonomic properties, have been analysed. This analysis evidences, together with sedimentological criteria, a regressive sedimentary evolution and a distribution of different sedimentary environments from deep water in the central part of the area to shallower and emerged in its margins.

Keywords: Pliocene, Fossil assemblages, Taphonomic properties, Taphonomic gradients, Cadiz, Spain.

RESUMEN

En este trabajo se ha realizado un estudio de las asociaciones fósiles marinas y de los cambios experimentados en la composición faunística y en las propiedades tafonómicas de las mismas en el Plioceno superior de Cabo Roche (costa de Cádiz). Este análisis, junto con criterios sedimentológicos, pone de manifiesto una evolución regresiva durante el periodo de tiempo considerado, así como una distribución espacial de distintos medios sedimentarios en la que se reconoce un cambio en las condiciones, profundas en la parte central del área estudiada y zonas más someras en los extremos.

Palabras claves: Plioceno, Asociaciones fósiles, Propiedades tafonómicas, Gradientes tafonómicos, Cádiz, España.

INTRODUCCIÓN

El modo para llegar a determinar las condiciones ambientales donde se generaron determinadas asociaciones de fósiles ha sido comparar con los medios actuales donde se forman asociaciones faunísticas con una composición taxonómica similar o próxima ("taxonomic uniformitarian analysis" de Dodd y Stanton 1981) (Hudson 1963a, b, Masse 1988, Palmqvist *et al.* 1989).

No obstante, el análisis de las propiedades tafonómicas de las asociaciones faunísticas y las características sedimentológicas de los cuerpos rocosos en los que se hayan incluidas dichas asociaciones, aportan datos de forma directa sobre las condiciones ambientales del medio sedimentario donde se originaron. Aquí, los medios actuales únicamente sirven para comparar, no para determinar condiciones. En este contexto se define el concepto de tafofacies de Speyer y Brett (1988), de modo que cada tafofacies presenta unas características tafonómicas determinadas que corresponden a un medio dado.

En estrecha relación está el modelo de grados tafonómicos de Brandt (1989). La diferencia más sustancial entre ambos radica en la escala a la que puede ope-

rar cada uno, de tal forma que el análisis de tafofacies es aplicable a mayor escala que el de grados tafonómicos, que tiene un potencial de estudio a nivel de estratos (Brandt 1989).

Usando estos dos modelos tafonómicos, conjuntamente con el análisis actualista, es posible determinar de manera directa las condiciones ambientales que reinaron en los medios sedimentarios durante la formación de diversas asociaciones fósiles. A su vez, también se pueden establecer los gradientes tafonómicos ("taphonomic gradients" de Speyer y Brett 1988) para ver la evolución espacio-temporal de dichas asociaciones. Para la elaboración de este trabajo se aplicarán todos estos modelos de forma cualitativa.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y CONTEXTO GEOLÓGICO

Los materiales estudiados afloran en los acantilados que se extienden entre la Urbanización de Roche y la playa de el Puntalejo (NW de Conil de la Frontera, Cádiz) (Fig. 1). El acceso a la zona se puede efec-

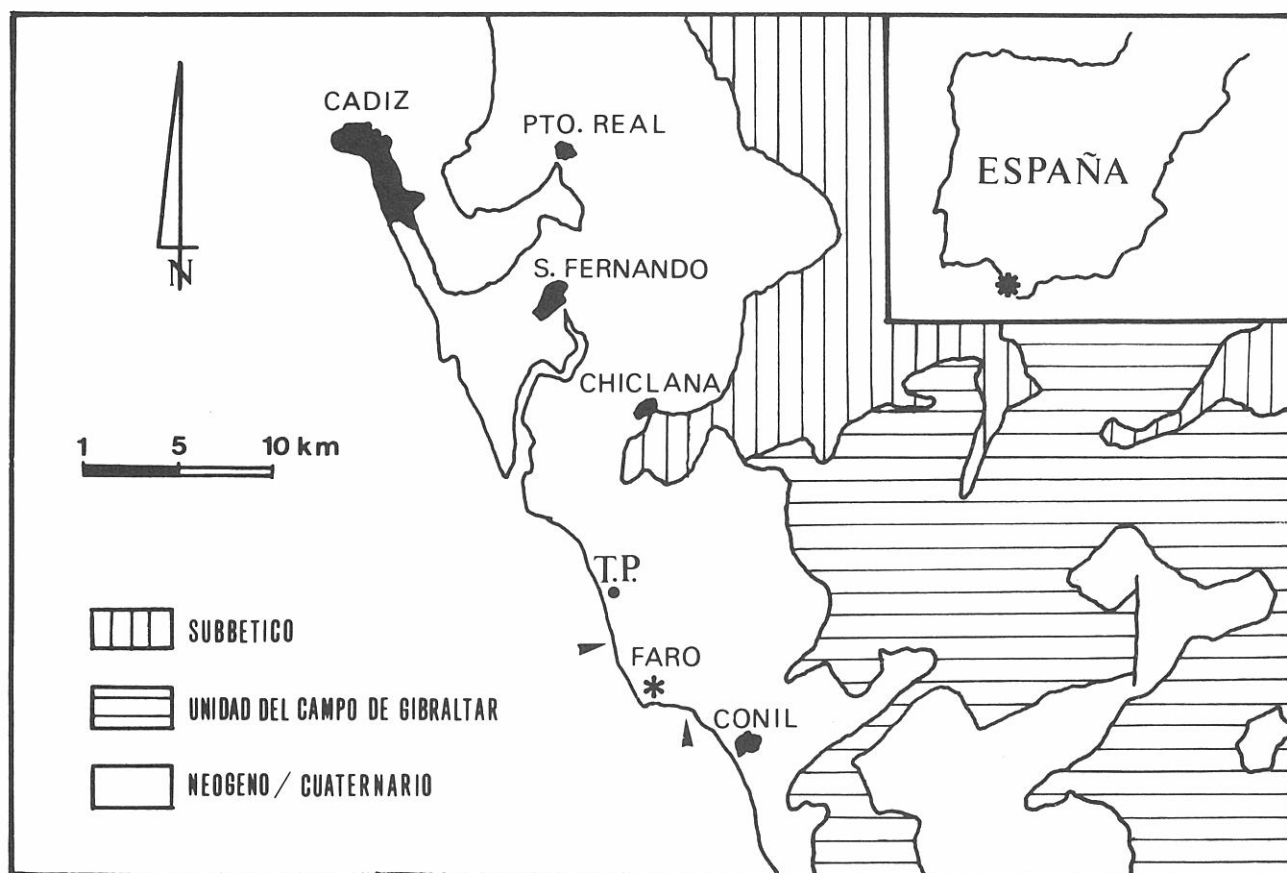


Figura 1. Localización geográfica y geológica de la zona de estudio, comprendida entre las flechas. T.P.- Torre del Puerto.

tuar por la carretera de entrada a la Urbanización de Roche o por Conil, en dirección al Faro de Roche.

Estos acantilados están formados por depósitos pertenecientes al Plioceno en los que se pueden distinguir tres unidades separadas por discontinuidades de distinta naturaleza (Aguirre 1991).

La unidad inferior, unidad I, está constituida por unos limos-arenas finas grisáceos muy homogéneos en facies que pertenecen a la base del Plioceno inferior por la asociación de *Globorotalia margaritae* y *Globigerina nepenthes* (zona PL 1 de Berggren 1973). En el techo de esta unidad se desarrolla una superficie de intensa bioturbación de tipo *Thalassinoides* con mineralizaciones de óxidos entre las galerías que se interpreta como un "hardground".

Por encima se dispone un conjunto calcarenítico-bioclástico y arenoso, unidad II, observable a partir del Faro de Cabo Roche (Fig. 1) y hacia el E. Se trata de una unidad regresiva donde se pasa de unas facies submareales en la base a unos depósitos litorales a techo.

Finalmente, y en discordancia angular, está la unidad objeto de estudio en este trabajo, unidad III, perteneciente al Plioceno superior (ver Aguirre 1991 para una revisión cronológica). Es una unidad muy fosilífera con claro predominio de algas coralináceas formando rodolitos. No obstante, aquí se prestará atención a la fauna que también es muy abundante.

El techo de esta última unidad está afectado por una carstificación fosilizada por los depósitos conocidos como facies de "arenas rojas" consideradas del Cuaternario antiguo (ver Viguier 1974, Zazo 1980 para una discusión cronológica de estas facies).

ESTRATIGRAFÍA DE LA UNIDAD III

La estratigrafía del Plioceno superior en el área de estudio es simple y litológicamente muy constante. En base a los rasgos sedimentológicos y a las asociaciones faunísticas y sus propiedades tafonómicas se puede establecer una división en la horizontal en tres sectores que de NW. a SE. serán denominados sectores Noroccidental, Central y Oriental, respectivamente (Fig. 2). En la vertical se produce una evolución regresiva gradual (Gavala 1927, Zazo et al. 1983 entre otros autores) hasta culminar con la carstificación a techo de la unidad estudiada. En la horizontal, cada sector presenta rasgos similares, por lo que se tratará la estratigrafía general de cada uno de ellos, esquematizada en la Fig. 2.

En la base aparece un conjunto fosilífero bastante homogéneo y sin estructuras sedimentarias aparentes donde los fósiles están incluidos en una matriz producto de la trituración de ellos mismos (Fig. 3). En el sector

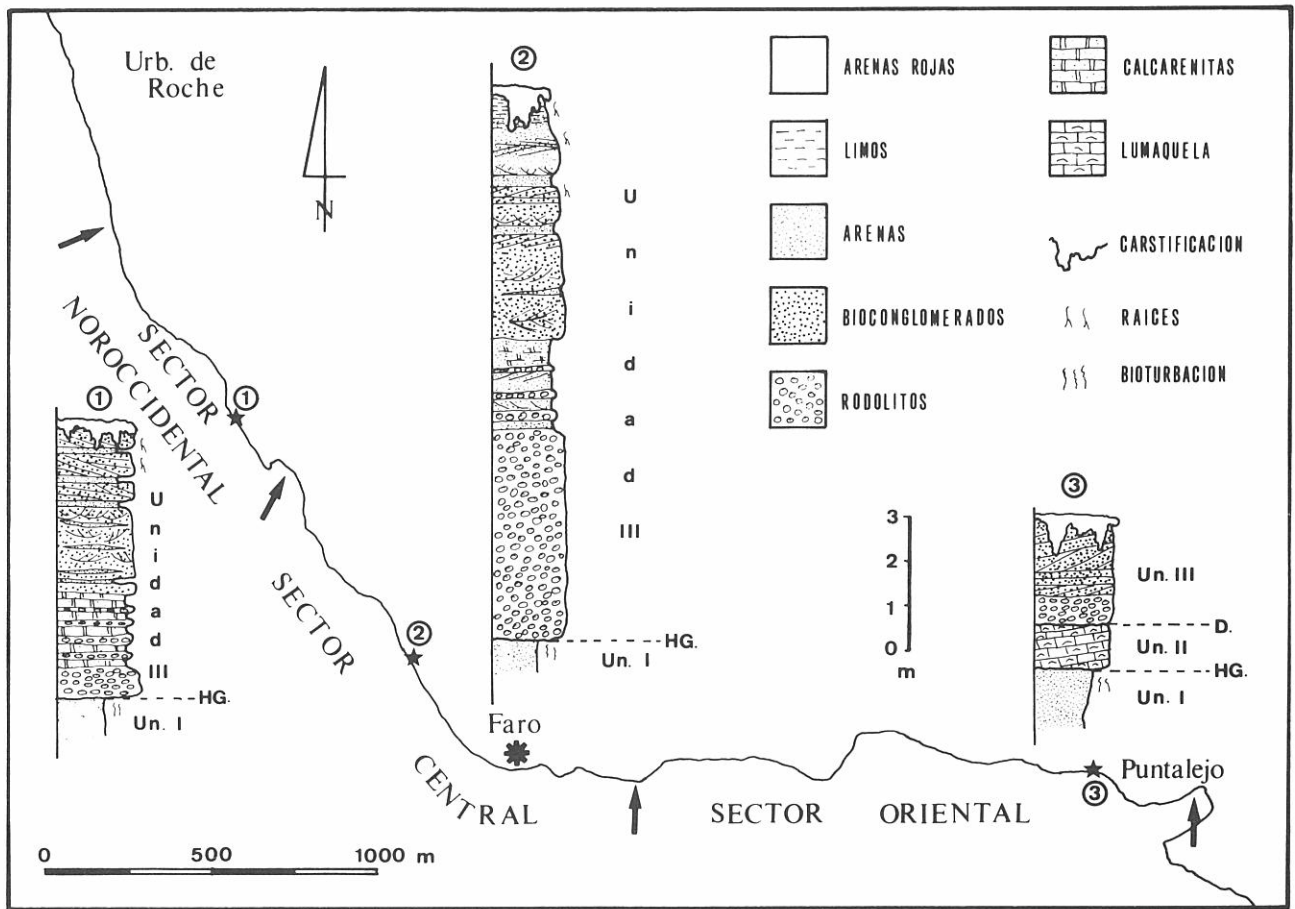


Figura 2. Distribución de los tres sectores considerados en el área de estudio y las columnas estratigráficas representativas de cada uno de ellos. HG.- "hardground"; D.- Discordancia angular.



Figura 3. Detalle del primer tramo de la unidad considerada formado por una acumulación masiva de rodolitos con otros organismos asociados. (Sector Central).

Central este primer tramo alcanza una potencia máxima de hasta cinco metros, mientras que en el sector Oriental forma una tabla continua de un metro de espesor medio. Sin embargo, en el sector Noroccidental se muestra con una distribución espacial irregular y nunca supera el metro de potencia.

En los sectores Noroccidental y Central se puede distinguir un tramo intermedio, de transición, con características compartidas con los tramos infra y supra-yacentes. Está constituido por una alternancia de niveles arenoso-calcareníicos y acumulaciones masivas de nódulos algales (Fig. 4). Los primeros presentan laminaciones cruzadas planares de bajo ángulo y son discontinuos y poco frecuentes en la base, aumentando hacia techo. En este mismo sentido los niveles de nódulos algales pasan a bioconglomerados por un importante enriquecimiento en material detrítico y comienzan a desarrollar estratificaciones cruzadas. Localmente aparecen trazas de bioturbación de tipo *Ophiomorpha*.

Se pasa así, de forma gradual, al último tramo, presente en los tres sectores considerados. Está formado por cuerpos bioconglomeráticos con estratificaciones cruzadas en artesas y bidireccionales a la base pasando a techo a estratificaciones cruzadas planares de bajo ángulo y unidireccionales con superficies de reactivación, que se interpretan como estructuras de "foreshore" (Fig. 5). Entre estos se intercalan niveles centimétricos de arenas con estratificación cruzada en artesas que aumentan en número y en continuidad lateral hacia techo. Todas estas estructuras sedimentarias están rotas por el efecto de rizocreciones a partir del tercio

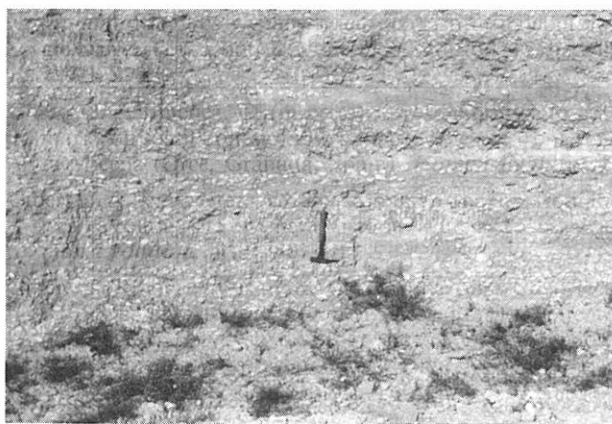


Figura 4. Alternancia de niveles arenosos y acumulaciones masivas de rodolitos del tramo intermedio. (Sector Central).



Figura 5. Estratificación de tipo "foreshore" desarrollada a techo de la unidad III. (Sector Noroccidental).

superior del tramo. En el sector Central es posible observar bancos con una cementación diferencial muy acusada, donde se concentra gran cantidad de fósiles, intercalados dentro de este último tramo que se interpretan como depósitos de "beachrock". En este mismo sector, la serie culmina con un nivel arcilloso-margoso con laminación horizontal y presencia de nódulos y niveles de carbonato cálcico blanco pulverulento. Lateralmente pasa a unas arenas finas con laminación horizontal puesta de relieve por el desarrollo de caliches y distorsionada por rizocreciones.

Por último, se desarrolla la superficie de carstificación fosilizada por las facies de "arenas rojas". Se trata de unas arenas de color rojo intenso con desarrollo de niveles edáficos y con conglomerados intercalados, depositadas durante el Cuaternario antiguo.

Como se puede ver de esta descripción estratigráfica y sedimentológica, en los tres sectores distinguidos se producen secuencias regresivas durante todo el Plioceno superior. Esta evolución se pone de manifiesto por el paso gradual de facies claramente marinas subma-

reales en la base, hasta depósitos litorales y con exposición subaérea a techo (facies de "foreshore", presencia de rizocreciones y caliches). Las diferencias más significativas entre los tres sectores aparecen en el tramo basal de las series donde se aprecian variaciones horizontales de las distintas asociaciones de fósiles, así como de sus propiedades tafonómicas, aspecto que se detallará en el siguiente apartado.

LAS ASOCIACIONES FAUNÍSTICAS Y SUS RASGOS TAFONÓMICOS

Dentro de la unidad estudiada, se prestará atención a las asociaciones fósiles, que tienen una abundante y variada fauna. Se asocian con rodolitos (formados por algas coralíneas, serpúlidos, briozoos, verméticos y foraminíferos encostrantes asociados todos ellos de forma más o menos compleja) que son los fósiles que caracterizan dicha unidad. Zazo (1980) lo denominó "nivel de *Lithothamnium*".

Un fenómeno generalizado dentro de esta unidad es el estado de moldes en los que se conservan los fósiles de concha aragonítica, lo que dificultó su extracción y posterior clasificación. No obstante, gran parte de ellos se presentan como moldes internos o externos muy bien formados, con rasgos ornamentales o, en el caso de los bivalvos, la impresión de las huellas musculares y/o línea paleal. Esta magnífica preservación de los moldes sugiere que se trata de una disolución tardía del aragonito. También afecta, aunque en menor grado, a organismos con material esquelético calcítico como las conchas de serpúlidos y el tejido de las algas coralíneas.

Al margen de estos rasgos generales de conjunto, en cada tramo y sector se dan unas asociaciones faunísticas con unas propiedades tafonómicas determinadas que son indicativas de las condiciones del medio de depósito. Las variaciones más notables y significativas a tratar aparecen en el tramo basal de la unidad III, como ya se comentó al final del apartado anterior. Por su parte, los tramos superiores muestran rasgos muy similares en los tres sectores considerados.

En el sector Central es donde se encuentran las asociaciones faunísticas más ricas y variadas para este primer tramo. Los serpúlidos son los organismos más abundantes. Se presentan colonizando cualquier tipo de sustrato duro y son importantes constructores de rodolitos, estando algunos de ellos formados casi exclusivamente por serpúlidos. Los bivalvos, tanto epifaunáticos (bisados, libres y cementados) como infáunáticos (someros y profundos), gasterópodos y colonias "hemisféricas" de briozoos (según Balson y Taylor 1982) son el resto de la fauna más representativa y abundante de este tramo. Los bivalvos más abundantes son pecetínidos, *Anomia ephippium*, *Ostrea edulis*, *Pholas* sp. y *Tapes* sp. y representantes de la familia Cardiidae. En menor proporción aparecen decápodos, equinodermos

y restos de vertebrados marinos (dientes de tiburón y huesos de mamíferos marinos).

Hacia los otros sectores se produce una disminución en esta riqueza y variedad de fauna, siendo más acusada hacia el sector oriental caracterizado únicamente por *O. edulis* y, en muy baja proporción, *Pecten jacobaeus*. Por su parte, hacia el sector Noroccidental la variación no es tan acusada aunque sí son significativas las diferencias existentes en sus propiedades tafonómicas.

Consideremos ahora el gradiente de las propiedades tafonómicas que se da en la horizontal dentro de este tramo basal, controlado por las variaciones en los medios sedimentarios. En el sector Central los fósiles están esencialmente "in situ", mostrando las siguientes características:

*) Por un lado, aparecen bivalvos infáunicos profundos como *Pholas* sp y *Tapes* sp en posición de vida y con las valvas articuladas.

*) También conservan la posición de vida los bivalvos epifáunicos cementados como *O. edulis* y *A. ephippium*.

*) Algunos de los epifáunicos libres o bisados pueden presentar las valvas articuladas aunque generalmente están desarticuladas pero conservando rasgos ornamentales delicados, como pequeñas espinas en las conchas de *Chlamys varia* (Fig. 6). Los infáunicos someros no conservan la posición de vida pero se encuentran articulados. Como sugieren Trewin y Welsh (1972), Boyd y Newell (1972) y Studencki (1988), la desarticulación de los primeros puede estar en estrecha conexión con la acción bioturbadora de otros organismos más que con la acción de corrientes.



Figura 6. Detalle de una valva de *Chlamys varia* en la que se puede observar pequeñas espinas en buen estado de preservación. (Sector Central).

*) El grado de fragmentación es bajo, preservándose conchas finas enteras como *Mytilus edulis* y *A. ephippium* o restos de crustáceos.

*) Los briozoos forman colonias "hemisféricas" cementadas generalmente sobre rodolitos. Estas colonias crecen radialmente hacia la periferia a partir del

sustrato colonizado y conservan una polaridad de crecimiento normal.

*) Finalmente, los rodolitos están muy bien conservados y en posición de vida. Presentan crecimientos asimétricos, con desarrollos preferenciales hacia el techo, indicativo de poca removilización (Bosellini y Ginsburg 1971, Orszac-Sperber *et al.* 1977, Toomey 1985, Studencki 1988, Pisera y Studencki 1989). Además, se producen texturas geopetales, colonización de epizoos y bioperforaciones sobre superficies que indican una estabilidad coincidente con los crecimientos preferenciales de las algas.

También aparecen ciertos niveles de gran acumulación de *A. ephippium* y otros de *O. edulis* prácticamente monoespecíficos. De ostras hay concretamente dos niveles bastante continuos que se disponen, uno a la mitad del tramo aproximadamente y el otro en el techo del mismo. Estos niveles se interpretan como acumulaciones fosilíferas del tipo I del modelo de Kidwell (1985, 1986), formados por una reducción progresiva en la entrada de material detrítico.

Hacia el techo de este tramo y siguiendo en el sector Central, la fauna muestra señales de una cierta removilización. Así, los bivalvos muestran un mayor grado de desarticulación y los briozoos "hemisféricos" son más escasos. Esto indica un medio con cierto grado de turbulencia que impediría el desarrollo de estos epizoos sobre sustratos estables (Ziegler y Michalik 1980, Balson y Taylor 1982, Kidwell 1985, 1986, Beckvar 1988, Speyer y Brett 1988, Parson *et al.* 1988, Meldhal y Flessa 1990).

Por su parte, en el sector Oriental la fauna está claramente removilizada. Aquí sólo se conservan valvas desarticuladas, rotas, abrasionadas y con la concavidad hacia abajo de *O. edulis* y, en menor proporción *P. jacobaeus*.

En el sector Noroccidental la fauna muestra unas características similares a las descritas para el techo de este tramo basal en el sector Central. Todos los bivalvos, incluso los infáunicos profundos, están desarticulados y sin conservar la posición de vida. Además, las colonias "hemisféricas" de briozoos son escasas y cuando aparecen suelen estar invertidas de su posición normal de crecimiento.

Parece claro que se produce un gradiente en el medio sedimentario desde facies profundas y en calma en el sector Central hacia ambientes turbulentos en los sectores Noroccidental y Oriental al comienzo del depósito de la unidad estudiada.

En el segundo tramo no hay una asociación faunística clara que lo defina ya que, por ser de transición entre los tramos infra y suprayacentes, participa de rasgos similares a ellos. No obstante, sí parece significativa una reducción importante en la riqueza y abundancia de organismos. Los restos más representativos son valvas desarticuladas, rotas y con la concavidad hacia abajo de *O. edulis*, *A. ephippium*, *M. edulis*, *P. jacobaeus* y varias especies del género *Chlamys*. Hacia la parte superior de este tramo estos fósiles, enteros o fragmentados, están incorporados a estructuras de corrien-

tes. Todas estas características son indicativas de un medio somero agitado y expuesto a la acción de corrientes.

El último tramo, homogéneo en los tres sectores, está caracterizado por la abundancia de valvas aisladas, rotas, abrasionadas y con la concavidad hacia abajo de *O. edulis*. Todos estos rasgos tafonómicos, más las estructuras sedimentarias ya mencionadas, evidencian unas condiciones someras donde los organismos estuvieron sometidos a una cierta turbulencia y corrientes. Por otra parte, las rizocreciones que aparecen hacia el techo del tramo indican exposición subaérea.

Las características tafonómicas de estos dos tramos finales ponen de manifiesto esa evolución regresiva durante el Plioceno superior en la zona estudiada, coincidente con el análisis sedimentológico.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El primer tramo de la unidad estudiada en el sector Central se formó en un ambiente submareal protegido, caracterizado por una fauna conservada "in situ" (grado tafonómico A de Brandt 1989). Este tramo no contiene material fino en la matriz, sino que presenta una granulometría desde arena media hacia tamaños mayores. Shinn (1968) y Colin *et al.* (1986 en Bromley 1990), señalan que en zonas de intensa bioturbación el material producto del retrabajamiento orgánico es acumulado en la entrada de galerías. Se trata de una capa de sedimento fino y suelto que, aunque la intensidad de la corriente sea débil, es fácilmente lavada debido al estado de disgregación que presenta, quedando únicamente la fracción más grosera. De igual forma, Prager (1987), en su estudio de los rodolitos de la plataforma externa de Florida, apunta que el material fino es lavado por corrientes poco intensas antes de depositarse. Son dos procesos complementarios que se pueden aplicar a la parte basal de la unidad estudiada.

Como han indicado varios autores en otros ejemplos actuales y fósiles (Lagaaij y Gautier 1965, Bosellini y Ginsburg 1971, Balson y Taylor 1982, Burgess y Anderson 1983, Reguant *et al.* 1986-87, Prager 1987, Studencki 1988, Harmeling 1988, McKinney y Jackson 1989), el gran desarrollo de colonias "hemiesféricas" de briozoos como epizoos así como los crecimientos exhuberantes de algas coralíneas, indicaría una tasa de sedimentación moderada.

Hacia los sectores Noroccidental y Oriental se establece un gradiente ambiental para este tramo basal de tal forma que se produce una somerización con respecto al sector Central. Desde un ambiente submareal y con aguas en calma en el sector Central se pasa a unas condiciones más someras y turbulentas en los sectores Noroccidental y Oriental. En el sector Noroccidental la asociación faunística no cambia sustancialmente con respecto a la del sector Central, pero sí las propiedades tafonómicas (grado tafonómico B-C de Brandt 1989), características de un medio submareal alto. En el sector

Oriental ocurre algo similar a lo descrito para el sector Noroccidental pero con mayor grado de abrasión, erosión y fragmentación de los fósiles (grado tafonómico D2 de Brandt 1989) que, unido a los rasgos sedimentológicos ya descritos, se puede pensar en un medio submareal alto-intermareal bajo.

Como se comentó en el apartado anterior, hacia el techo del tramo basal se produce una somerización que también se pone de manifiesto por la presencia de los niveles de acumulaciones de ostras. Estas se cementan entre sí formando una estructura bioconstruida más o menos rígida. También hay ostras aisladas en una matriz arenosa pero con las valvas articuladas. Morfológicamente son ostras subcirculares con mayor desarrollo en superficie que en altura. Sobre la valva izquierda aparece una ornamentación de fuertes costillas, espinas y una comisura en zig-zag muy acusada. Todos estos rasgos morfológicos más el tipo de bioconstrucción que forman son propios de medios someros expuestos al oleaje, como sugieren Stenzel (1971) y Masse (1988). Esto confirma la somerización que se produce hacia el techo de la serie.

El segundo tramo, por ser de transición, muestra rasgos afines a los tramos infra y suprayacentes. No obstante, predominan formas someras como *O. edulis*, *A. ephippium* y *M. edulis* (Glémarec 1988). Esta somerización se observa también en las características tafonómicas de dicha asociación y en las estructuras sedimentarias ya comentadas. Se trata de un medio submareal alto-intermareal bajo (grado tafonómico C de Brandt 1989).

El predominio casi exclusivo de *O. edulis* y las características tafonómicas (grado tafonómico D de Brandt 1989) y sedimentológicas del último tramo considerado son indicativas de un medio somero. Según las estructuras sedimentarias evoluciona en la vertical desde un sistema de "ridge and runnel" a depósitos de "backshore" y dunas litorales.

Se puede ver que la unidad estudiada presenta una tendencia claramente regresiva, puesta de manifiesto por las distintas asociaciones de fósiles que se suceden en la vertical así como por sus características tafonómicas. En el sector Central se encuentran las series más completas del Plioceno superior que van desde ambientes submareales protegidos y con aguas en calma, hasta depósitos de playas y "backshore" con exposición subaérea manifestada por el desarrollo de caliches y rizocreciones. En los sectores Noroccidental y Oriental toda esta unidad se depositó en un medio que estuvo sometido a la acción de corrientes y en condiciones más someras que en el sector Central.

Este modelo de cambios horizontales y verticales propuesto para las asociaciones fósiles estudiadas, puede integrarse en el mosaico de tafofacies de Speyer y Brett (1988) para establecer los gradientes tafonómicos en función de los cambios que se producen en las condiciones del medio. Así, el primer tramo descrito experimenta un paso de la tafofacies 5 con una tasa de sedimentación moderada en el sector Central a una tafofacies 3-4 en el sector Noroccidental y 2-3 en el sector

Oriental. En la vertical evoluciona a las tafofacies 1-2 desarrolladas en las zonas más someras a techo de la secuencia del Plioceno superior.

De todo lo expuesto, parece claro que tanto las asociaciones faunísticas (análisis actualista) y sus propiedades tafonómicas (grados tafonómicos y tafofacies), como las variaciones que experimentan en la horizontal y vertical (gradientes tafonómicos), indican las condiciones ambientales dentro del medio sedimentario en el que se originaron. Estas son congruentes con los resultados de los análisis sedimentológicos.

Como conclusión final, quiero resaltar la importancia que tiene realizar un estudio integrado usando varios criterios conjuntamente para determinar las condiciones paleoecológicas en las que se formaron determinadas asociaciones fósiles.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Grupo de Investigación Paleogeografía de Cuencas Sedimentarias. Quiero agradecer a Juan Carlos Braga y Antonio Pablo Jiménez la lectura y corrección del manuscrito. Así como a Francisco Javier Ferriz su colaboración en la mecanografía del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J. 1991. Estratigrafía del Plioceno de la costa de Cádiz entre Chiclana y Conil. *Geogaceta*, **9**: 84-87.
- Balson, P.S. & Taylor, P.D. 1982. Paleobiology and systematics of large Cyclostome bryozoans from the Pliocene Coralline Crag of Suffolk. *Paleontology*, **25**: 529-554.
- Beckvar, N. 1988. Minimal shell transport detected in a coarse-grained Pleistocene marine terraces, Sonora, Mexico. *Palaaios*, **3**: 365-369.
- Berggren, W.A. 1973. The Pliocene time scale: Calibration of planktonic foraminiferal and calcareous nannoplankton zones. *Nature*, **243**: 391-397.
- Bosellini, A. & Ginsburg, R.N. 1971. Form and internal structure of recent algal nodules (rhodolites) from Bermuda. *J. of Geol.*, **79**: 669-682.
- Boyd, D.W. & Newell, N.D. 1972. Taphonomy and diagenesis of a Permian fossil assemblage from Wyoming. *J. of Paleont.*, **46**: 1-14.
- Brandt, D.S. 1989. Taphonomic grades as a classification for fossiliferous assemblages and implications for paleoecology. *Palaaios*, **4**: 303-309.
- Bromley, R.G. 1990. *Trace Fossils. Biology and Taphonomy*. Unwin Hyman, London. 280 pp.
- Burgess, C.J. & Anderson, J.M. 1983. Rhodoids in temperate carbonates from the Cenozoic of the Zealand. In *Coated Grain* (Ed. Peryt). Springer-Verlag, Berlin, 243-258.
- Dodd, J.R. & Stanton, R.J. 1981. *Paleoecology, Concepts and Applications*. John Wiley & Sons, New York, 559 pp.
- Gavala, J. 1927. Cádiz y su Bahía en el transcurso de los tiempos geológicos. *Bol. Inst. Geol. y Min. de España*, **49**: 3-29.
- Glémarec, M. 1988. Les facteurs déterminant la distribution des bivalves actuels sur les plates-formes nord-est atlantiques. *Géologie Méditerranéenne*, **15**: 73-81.
- Harmeling, J.G. 1988. Les bryozoaires, de bons indicateurs bathymétriques en paléocéologie?. *Géologie Méditerranéenne*, **15**: 49-63.
- Hudson, J.D. 1963a. The recognition of salinity-controlled mollusc assemblages in the Great Estuarine Series (Middle Jurassic) of the Inner Hebrides. *Paleontology*, **6**: 318-326.
- Hudson, J.D. 1963b. The ecology and stratigraphical distribution of the invertebrate fauna of the Great Estuarine Series. *Paleontology*, **6**: 327-348.
- Kidwell, S.M. 1985. Paleobiological and sedimentological implications of fossil concentrations. *Nature*, **318**: 457-460.
- Kidwell, S.M. 1986. Models for fossil concentrations: Paleobiologic implications. *Paleobiology*, **12**: 6-24.
- Lagaaij, R. & Gautier, Y.V. 1965. Bryozoan assemblages from marine sediments of Rhône delta, France. *Micropaleontology*, **11**: 39-58.
- Masse, J.P. 1988. L'étagement bionomique des milieux benthiques néritiques actuels: Significations bathymétrique et implications paléobathymétriques. *Géologie Méditerranéenne*, **15**: 91-102.
- McKinney, F. & Jackson, J. 1989. *Bryozoan Evolution*. Unwin Hyman, London, 138 pp.
- Meldahl, K.H. & Flessa, K.W. 1990. Taphonomic pathways and comparative biofacies and taphofacies in a Recent intertidal/shallow shelf environment. *Lethaia*, **23**: 43-60.
- Orszac-Sperberg, F.; Poignant, A.F. & Poisson, A. 1977. Paleogeographic significance of rhodolites: Some examples from the Miocene of France and Turkey. In *Fossil Algae* (Ed. Flügel) Springer-Verlag, Berlin, 286-294.
- Palmqvist, P.; Guerrero, S. & Salva, M.I. 1989. Estudio paleoecológico de la fauna de moluscos de un afloramiento de materiales pliocénicos en Estepona (Málaga, España), *Rev. Esp. Paleont.*, **4**: 29-38.
- Parson, K.M.; Brett, C.E. & Miller, K.B. 1988. Taphonomy and depositional dynamics of Devonian shell-rich mudstone. *Palaeo*, **63**: 109-139.
- Pisera, A. & Studencki, W. 1989. Middle Miocene rhodoliths from the Korytnica Basin (southern Poland): Environmental significance and paleoecology. *Acta Paleont. Polon.*, **34**: 174-209.
- Prager, E.J. 1987. *The growth and structure of calcareous nodules (for-algaliths) on Florida's outer shelf*. Thesis, Univ. of Miami, 65 pp.
- Reguato, S.; Rodríguez-Fernández, J. & Fernández, J. 1986-87. Morfología de las colonias de briozoos en relación con la hidrodinámica del medio sedimentario. *Acta Geológica Hispánica*, **21-22**: 541-547.
- Shinn, E.A. 1968. Burrowing in Recent lime sediments of Florida and the Bahamas. *J. of Paleont.*, **42**: 879-894.
- Speyer, S.E. & Brett, C.E. 1988. Taphofacies models for epeiric sea environments: Middle Paleozoic examples. *Palaeo*, **63**: 225-262.
- Stenzel, H.B. 1971. Oyster. In: *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part N, vol. 3 (of 3). Mollusca. Bivalvia*. (Ed. Moore). Geol. Soc. Am. and Univ. Kansas, Lawrence, 953-1.224.
- Studencki, W. 1988. Facies and sedimentary environment of the Pinczow Limestones (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Central Poland). *Facies*, **18**: 1-26.
- Toomey, D.F. 1985. Paleodepositional setting of rhodolith from the Upper Pennsylvanian (Virgil) Salem School Limestone of northcentral Texas. In: *Paleoalgology. Contemporary Research and Applications* (Eds. Toomey & Nitcki). Springer-Verlag, 297-305.

- Trewin, N.H. & Welsh, W. 1972. Transport, breakage and sorting of the bivalve *Mastra corallina* on Aberdean beach. *Palaeo*, **12**: 193-204.
- Viguiet, C. 1974. *Le Néogène de l'Andalousie nord-occidentale (Espagne)*. Thèse 3em. cycle. Univ. de Bordeaux, 449 pp.
- Zazo, C. 1980. *El Cuaternario marino-continental y el límite Plio/Pleistoceno en el litoral de Cádiz*. Tesis Doctoral (2 T). Univ. Madrid.
- Zazo, C.; Goy, J.L. & Dabrio, C. 1983. Medios marinos y marino-salobres en la Bahía de Cádiz durante el Pleistoceno. *Mediterránea. Ser. Geol.*, **2**: 29-52.
- Ziegler, J. & Michalik, J. 1980. Late Triassic serpulids (Annelida, Polychaetia, Sedentaria) in the western Carpathians. *Geologický Zborník - Geol. Carpathica*, **31**: 627-640.