

Icnofacies y sedimentación en zona costera. Plioceno superior (?), litoral de Huelva

E. MAYORAL y J.-G. PENDÓN

Universidad de Sevilla, Sección de Geología. 21819 La Rábida, Palos de la Frontera, Huelva.

RESUMEN

La Formación *Arenas de Bonares* (Plioceno superior —?—) representa un depósito siliciclástico en una zona de *foreshore*, caracterizado por la presencia dominante de estratificación cruzada de bajo ángulo y la icnofacies de *Skolitos*, donde *Ophiomorpha nodosa* Lundgren es el icnogénero más dominante. También están presentes galerías verticales y horizontales de pequeña escala, galerías verticales con *Spreiten* y *Gyrolithes* sp. Se distinguen dos unidades ORI, en unas condiciones iniciales de oxigenación estables y determinadas (SO) y un estado final al producirse un aumento gradual de las condiciones de oxigenación (GOE).

Palabras clave: Costa. Icnofacies. Plioceno. Huelva.

ABSTRACT

Bonares Sands Formation (Upper —?— Pliocene) represents a siliciclastic foreshore sedimentation. In this area the sands deposition is characterised by the development of gentle cross-bedding and the *Skolitos* ichnofacies, where *Ophiomorpha nodosa* Lundgren is the ichnogenus more developed. Small vertical and horizontal burrows, *Spreiten* vertical burrows and *Gyrolithes* sp. are also presented. Two ORI units are distinguished, the first-one in initially stable, given oxygenated conditions (SO). The tiering relationships originated when the degree of oxygenation is gradually increasing through time (GOE).

Key words: Foreshore. Ichnofacies. Pliocene. Huelva.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se estudian los afloramientos neógenos de la margen oriental de la desembocadura del río Tinto, en las cercanías de Huelva (fig. 1). Se presta atención especial al tramo arenoso comprendido entre la Fm. *Arenas de Huelva* (Plioceno inferior, Civis et al., 1985)

y el *Alto Nivel Aluvial* (Pleistoceno, Pendón y Rodríguez-Vidal, 1986).

Los primeros datos sobre estas arenas son de Gonzalo y Tarín (1878), que les confiere una edad cuaternaria; al igual que Vargas et al., (1925) y Pérez-Mateos y Riba (1961). Viguier (1974) es el primer autor que, con cierto rigor, estudia este Neógeno, interpretando el tramo arenoso señalado, mediante estudios texturales, como originado en un medio marino litoral. Torres (1975) y Pastor y Leyva (1976) lo denominan *Arenas basales*, estimándoles una edad aproximada *Pliocuaternario*. Zazo (1979) utiliza el término *Arenas rojas*, en el área de Cádiz, para referirse a estas arenas, que están coloreadas por tinciones de hierro y que se sitúan de modo erosivo sobre la formación infrayacente. Sierro (1985) las interpreta, en nuestro sector, como de origen eólico. Recientemente Rodríguez-Vidal et al., (1985), al estudiar un perfil de alteración a techo de estas arenas en el sector de Bonares, las interpretan como depósitos de playa.

En el presente trabajo, se dan a conocer nuevos datos sobre este *Plioceno* superior (?), en el sector indicado en la fig. 1. El objeto es el de analizar las relaciones Icnología/Sedimentación y sus consecuencias paleogeográficas en el origen de estos sedimentos arenosos.

DESCRIPCIÓN

En la fig. 1 se indican gráficamente los 15 perfiles sedimentológicos estudiados en este sector. En ningún caso el espesor total de la serie supera los 18 m, siendo

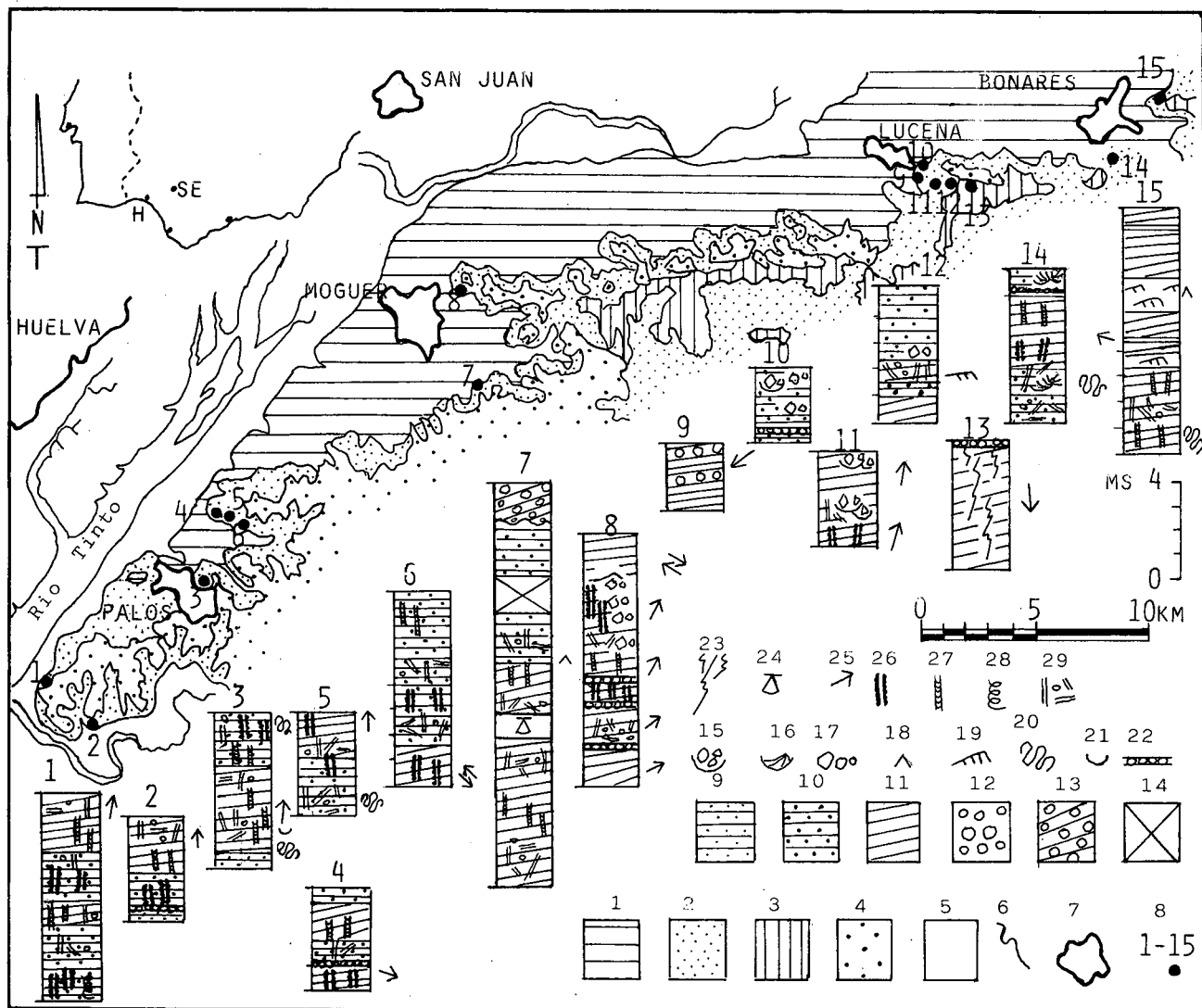


Figura 1. — El Neógeno-Cuaternario de la margen oriental de la desembocadura del río Tinto.

Mapa: 1: Fm. Arenas de Huelva (Plioceno inferior), 2: Fm. Arenas de Bonares (Plioceno medio-superior?-), 3: Alteraciones edáficas a techo del Neógeno, 4: Alto Nivel Aluvial (Pleistoceno), 5: Holoceno, 6: Contacto entre unidades, 7: Población, 8: Ubicación de perfiles.

Perfiles: 9: arenas finas con estratificación horizontal, 10: arenas media-greasas con estratificación horizontal, 11: arenas media-greasas inclinadas de bajo ángulo, 12: conglomerados, 13: conglomerados con estratificación cruzada, 14: cubierto, 15: estructuras de excavación y relleno con gravas, 16: estructuras de excavación y relleno con estratificación cruzada, 17: depósitos residuales, 18: *ripple* simétrico, 19: *mega-ripple*, 20: *convolute-bedding*, 21: estructuras *dish*, 22: costras ferruginosas, 23: grietas ferruginosas, 24: bivalvos, 25: sentido de paleocorriente, 26: *Ophiomorpha nodosa* LUNDGREN, 27: Galerías verticales con *spreiten*, 28: *Gyrolithes* sp., 29: Galerías verticales y horizontales de pequeña escala.

Figure 1. — Neogene-Quaternary at the eastern margin of the Tinto River.

Map: 1: Huelva Sands Fm. (Lower Pliocene), 2: Bonares Sands Fm. (Middle-Upper-?-Pliocene), 3: Pedogenic alterations at top of the Neogene, 4: Alluvial Upper Level (Pleistocene), 5: Holocene, 6: Units Contact, 7: Village, 8: Logs ubication.

Logs: 9: Fine sands horizontal-bedding, 10: Middle-coarse sands horizontal-bedding, 11: Middle-coarse sands low-angle cross-bedding, 12: Conglomerates, 13: Cross-bedding conglomerates, 14: Covered, 15: Conglomerates scour and fill structures, 16: Cross-bedding sands scour and fill structures, 17: Lag deposits, 18: Symmetrical ripple, 19: Megaripple, 20: Convolute-bedding, 21: Dish structures, 22: Ferruginous crusts, 23: Ferruginous crevices, 24: Bivalves, 25: Palaeocurrents sense, 26: *Ophiomorpha nodosa* LUNDGREN, 27: Spreiten vertical burrows, 28: *Gyrolithes* sp., 29: Small vertical and horizontal burrows.

el valor máximo de la potencia observada entre 11 y 13 m. Se trata de una serie arenosa, con tamaño de grano fino en la base, que pasa progresivamente a medio y grueso, hasta alcanzar en el techo una fracción de tamaño grava. Estas arenas granocrecientes son predominantemente siliciclásticas, con fracción arcilla muy escasa.

El contacto con los limos arenosos infrayacentes es una suave discordancia erosiva, aunque en algunos puntos el tránsito parece gradual.

En cuanto a la secuencia de estructuras sedimentarias registrada en estos materiales, conviene señalar que su depósito se inicia con arenas finas estratificadas horizontalmente (perfiles 1, 2 y 3). Sucede a continuación, en la casi totalidad de los afloramientos y perfiles, un tramo de espesor variable de arenas media-gruesas, con estratificación oblicua de bajo ángulo y buzamientos en sentidos opuestos. Es la estructura dominante en el sector (cfr. fig. 1), que representa una zona de *foreshore* (Elliott, 1978; Reinson, 1979). Esta misma litología, pero con estratificación horizontal, puede preceder (perfiles 1, 2, 5 y 14), simultanearse (perfiles 1, 4 y 12) o suceder (perfiles 3, 6, 7, entre otros) a la facies anterior. Fenómeno que también puede acontecer en un *foreshore* (McCubbin, 1982 y Moslow, 1984; entre otros).

Son muy frecuentes estructuras de excavación y relleno; dicho relleno puede realizarse mediante laminación cruzada (perfil 14), o por depósitos residuales (*lag deposits*) (perfiles 8, 10 y 11).

También están presentes estructuras tipo *megaripple* (perfiles 12 y 15 y figs. 2.A y 2.B). De forma puntual se encuentra también algún *ripple* simétrico de oleaje (perfiles 7 y 15).

El contenido fosilífero está restringido a los tramos inferiores de las arenas, que contienen faunas relativamente ricas en cardíidos (*Cardium (Bucardium) hians* BROCCHI; *Acanthocardia* sp.), tellínidos (*Tellina (Laciolina) incarnata* LINNE, *Tellina* sp.), donácidos (*Donax* sp.), cultélidos (*Solen* sp.) y venéridos (*Pelecypora (P.) brocchi* DESHAYES y *Paphia (Callistotapes) vetula* BASTEROT). Estos taxones se distribuyen preferentemente en zonas submareales e incluso intermareales. Sus representantes actuales se encuentran hoy en la ría de Vigo (Vilas-Martin, 1981 y 1983).

Merece una atención especial la bioturbación que presenta esta unidad, pues caracteriza perfectamente la fábrica interna de los sedimentos.

Se exponen, a continuación, las diferentes estructuras biogénicas, en orden decreciente de abundancia. Se atiende a su clasificación icnogénica, o a su forma de

presentación, cuando lo primero ha sido imposible de establecer:

1. *Ophiomorpha nodosa* LUNDGREN 1891

Descripción: Galerías cilíndricas, raramente bifurcadas, que presentan el exterior de sus paredes reforzado por agregados pelletiformes de naturaleza arcillosa, a veces detrítica, y con aspecto nodoso (típica característica identificativa de la icnoespecie).

En general se presentan verticales o ligeramente inclinadas con esporádicas estructuras de *bypass*. Internamente poseen un relleno de láminas meniscadas, que suele reflejar la actividad del organismo dentro de su vivienda. Cuando el relleno es pasivo, la disposición de las láminas es más caótica y alterna con secuencias gradacionales positivas y negativas, originadas por la acumulación repentina de granos de cuarzo.

Según el tamaño se diferencian dos tipos de formas: 1) unas pequeñas, con diámetro interno de 6-13 mm y espesor de la pared pelletizada inferior a 1,5 mm, siendo la longitud máxima del tubo de 36 cm (longitud promedio 10-15 cm) y 2) otras grandes, con un diámetro interno que varía entre 2-7 cm, un espesor de la pared exterior de 3-8 mm, y unas longitudes que llegan a exceder los 70 cm (los valores promedio se situarían alrededor de 3 cm para el diámetro interno, 2-4 mm para el refuerzo externo y 30-50 cm para la longitud).

El primer tipo de formas caracteriza la subfacies de arenas estratificadas horizontalmente, y se presentan en grupos más o menos dispersos, asociados a otro tipo de estructuras de origen físico y/o biológico; mientras que las segundas (las grandes), se localizan en grupos aislados, ligadas a la subfacies de arenas media-gruesas con estratificación cruzada de bajo ángulo.

2. Galerías verticales y horizontales de pequeña escala

Descripción: Galerías cilíndricas, irregulares y/o sinuosas, de diámetro pequeño, inferior a 10 mm. Suelen presentar un refuerzo arcilloso en las paredes externas de espesor muy débil, 1 mm o menos. Son de escaso tamaño, inferior a 20 cm (excepcionalmente llegan a 30 cm). Se desarrollan tanto en sentido vertical como horizontal; siendo frecuente observar bifurcaciones cortas e irregulares en este último caso.

Se encuentran asociadas, casi exclusivamente, a las subfacies de arenas media-gruesas con estratificación cruzada de bajo ángulo, u horizontal.

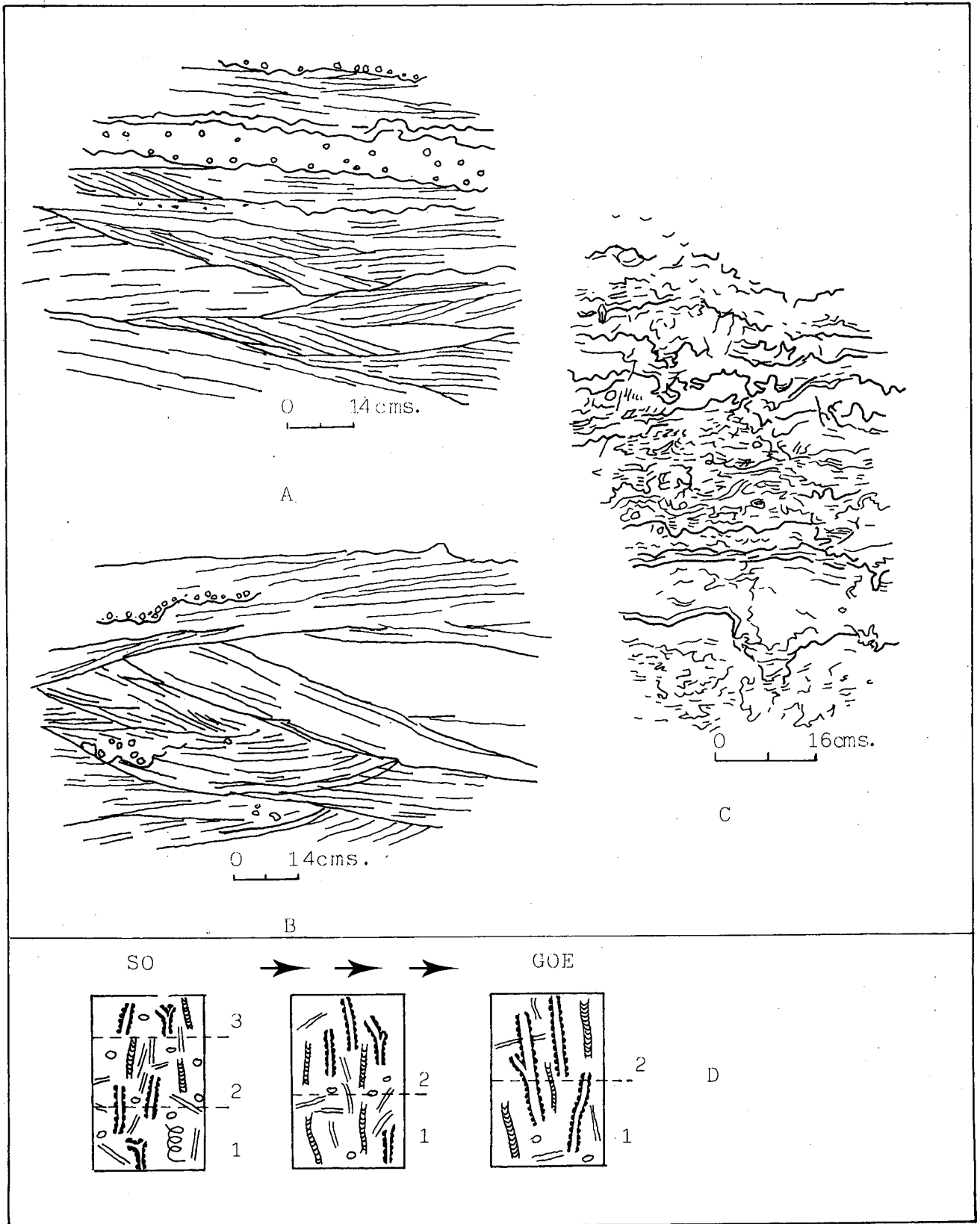
3. Galerías verticales con *spreiten*

Descripción: Galerías cilíndricas, raramente bifurcadas, que presentan estructuras internas de relleno formadas por láminas meniscadas, con la concavidad hacia arriba (*spreiten*). El diámetro varía entre 10-20 mm (muy raramente alcanza o exceden los 30 mm), y con longitudes inferiores a los 20 cm. Las paredes nunca presentan refuerzos exteriores y sí, en cambio, es frecuente que se encuentren limonitizadas.

Se hallan asociadas a la subfacies de arenas medio-gruesas con estratificación inclinada de bajo ángulo; de forma esporádica pueden aparecer en las arenas finas y/o media-gruesas con estratificación horizontal (perfil 6).

4. *Gyrolithes* sp.

Descripción: Sólo aparece una estructura que responde a este género. Está formada por una galería de enrollamiento espiralado sinestorso, de eje vertical y en la que se aprecian 4 vueltas, que en sección presentan una anchura de 6 cm y altura de 3 cm. Contrariamente a



como es habitual, su pared externa se halla reforzada por una cubierta arcillosa débilmente pelletizada (6-7 mm de espesor), indicando probablemente que se trata de una forma intergradacional a *Ophiomorpha*, a la que se halla íntimamente asociado.

Se halla confinada a la subfacies de arenas finas y muy finas con estratificación horizontal, que representan la base de la unidad.

Otra característica muy frecuente, en todos los afloramientos de esta unidad, es la presencia de una serie de laminaciones y costras ferruginosas de modelo irregular (fig. 2.C), con estructuras de escape de fluidos y/o gases; cuyo origen se califica de naturaleza metasedimentaria, atribuyéndose a las oscilaciones de niveles freáticos someros, una vez finalizado el depósito arenoso.

También se ha de citar el desarrollo de perfiles de alteración en clima tropical, bajo condiciones laterizantes, a techo de esta unidad (Rodríguez-Vidal *et al.*, 1985). Este fenómeno de alteraciones está bastante extendido en el sector, tal como se observa en la fig. 1; donde se han cartografiado estos fenómenos.

DISCUSIÓN

La icnofacies de *Skolithos* (Frey y Seilacher, 1980) representa esta unidad arenosa, donde el icnogénero *Ophiomorpha* es el más abundante. Su presencia está ligada a medios marinos someros, e incluso litorales (Weimer y Hoyt, 1964; Curran y Frey, 1977).

Los materiales arenosos, que aquí se estudian, se caracterizan por presentar, en sus tramos inferiores, *Ophiomorpha nodosa* LUNDGREN de pequeño tamaño, que está asociada a galerías verticales con *spreiten*. Presumiblemente estos últimos fueran *O. nodosa*, que hubieran perdido el refuerzo de la pared por procesos posteriores de disolución. Están asociadas también a galerías verticales y horizontales de pequeño tamaño, la mayoría de las veces en subfacies de arenas mediana gruesas con laminación paralela o inclinada muy suave. La fábrica característica de esta subfacies está representada, en especial cuando los sedimentos presentan más intercalaciones arcillosas, por estructuras físicas de colapso (originadas por la caída brusca de material sobre galerías abandonadas y abiertas), y por láminas rotas,

que reflejan estructuras de escape, realizadas por los organismos.

Esta asociación de estructuras sedimentarias, físicas y orgánicas, indica claramente un medio de sedimentación de *foreshore*, en el que podrían distinguirse una serie de zonas abrigadas, donde la bioturbación es mayor, y otras hacia mar abierto, donde la energía elevada del medio impediría el establecimiento de comunidades, que pudieran originar procesos avanzados de bioturbación. Este dispositivo se observa actualmente en la ría de Vigo (Vilas Martín, 1983).

En unión con estas icnocenosis existen varios niveles relativamente ricos en moluscos, principalmente bivalvos (perfiles 1, 2, 4, 5 y 7), en estado de moldes internos. Hasta la fecha sólo se habían reconocido niveles fosilíferos en Moguer (Sierro, 1985), compuestos por ostreídos y pectínidos en un banco casi lumaquético de espesor variable, aunque siempre inferior a 1 m, con base erosiva y fuertemente encostrado por cemento calcáreo. El autor citado lo interpreta como una esporádica incursión marina, que se intercala en un depósito de arenas eólicas.

No obstante este conjunto de faunas, referidos aquí y en el apartado anterior, se interpreta como diagnóstico de un medio intermareal o submareal muy somero; lo que viene refrendado por su asociación con las estructuras sedimentarias físicas y orgánicas ya señaladas.

Hacia términos superiores de la serie se aprecia una progresiva disminución de las icnocenosis, con grados de diversidad cada vez más bajos, así como en el contenido de macrofauna. Esta pérdida, al menos en los sectores de Lucena del Puerto y Bonares, está ligada a la presencia y desarrollo de perfiles de alteración, que han destruido todo vestigio de origen orgánico. De cualquier forma, esta nueva situación se interpreta como la respuesta a unas condiciones del medio muy restrictivas, donde solamente son capaces de construir galerías los organismos grandes y fuertes, suficientemente resistentes como para aguantar los embates de un medio cada

Figura 2. — Estructuras sedimentarias en la Fm. Arenas de Bonares.

A y B: *Megaripples* en perfil nº 12.

C: Estructuras de colapso originadas por la caída súbita de sedimento sobre galerías abiertas.

D: Diagramas esquemáticos ilustrativos de las relaciones de disposición de unidades ORI en unas condiciones iniciales de oxigenación estables y determinadas (SO); así como estado final al producirse un aumento gradual en las condiciones de oxigenación (GOE).

Figure 2. — Sedimentary structures in Bonares Sands Fm.

A and B: *Megaripples* in log nº 12.

C: Collapse structures created by sudden downward displacement of sediment into some open burrows.

D: Schematic diagrams illustrating tiering relationships of ORI units in initially stable, given oxygenated conditions (SO). Tiering relationship originated when the degree of oxygenation is gradually increased through time (GOE).

vez más energético y hostil. En esta situación son muy frecuentes los episodios de sedimentación rápida y erosión; por ello las galerías de *Ophiomorpha* son ya muy verticales, de longitud considerable y con estructuras de *bypass*. Este incremento energético se registra también en la presencia de *megaripples* arenosos, en el aumento notable del tamaño de grano y en la frecuencia de depósitos residuales.

En algunos puntos (perfiles 3 y 7) los tramos superiores de la serie presentan indicios del establecimiento de un medio subaéreo (*backshore*), con el desarrollo de secuencias canaliformes de posible origen fluvial y la aparición de una serie de complejos y diminutos túneles interconectados, que confieren a los sedimentos un aspecto criptobioturbado muy característico (producidos, probablemente, por pequeños crustáceos y/o anfípodos).

CONCLUSIONES

Se puede establecer la siguiente evolución para esta serie arenosa (fig. 3):

Sobre las arenas finas y ricas en macrofauna de la Fm. *Arenas de Huelva* se dispone, mediante una discordancia erosiva muy suave, un conjunto arenoso de tamaño de grano fino con elevado contenido en trazas orgánicas (*Ophiomorpha nodosa* LUNDGREN, galerías verticales con *Spreiten*, galerías verticales y horizontales de pequeña escala y *Gyrolithes* sp.). Estas icnocenosis caracterizan un conjunto de estratos depositado bajo condiciones de oxigenación más o menos uniformes, que constituyen 3 unidades *ORI* (*oxygen-related ichnocoenosis*) (Savrda y Bottjer, 1986), reflejadas en el esquema de la fig. 2.D. El alto contenido en huellas orgánicas, unido a la secuencia de estructuras inorgánicas de naturaleza física, así como al contenido macrofaunístico presente, señalan unas condiciones de depósito en una zona de *foreshore*, donde los niveles más bioturbados corresponderían a zonas más protegidas y los menos a zonas más abiertas.

La evolución hacia los términos superiores sigue una tónica similar, si bien la energía del medio aumenta. Este cambio viene reflejado en: 1) el sensible aumento del tamaño de grano, 2) en la pérdida cada vez más frecuente de intercalaciones arcillosas, 3) en la secuencia de estructuras sedimentarias y 4) en la transformación que sufren las icnocenosis, más escasas y de mayor tamaño.

En estos tramos superiores los sedimentos están constituidos por sólo 2 unidades *ORI* (fig. 2 D), alcanzándose un estado *GOE* (*Gradual oxigenation event*) incompleto, donde el tamaño es en general mayor, pe-

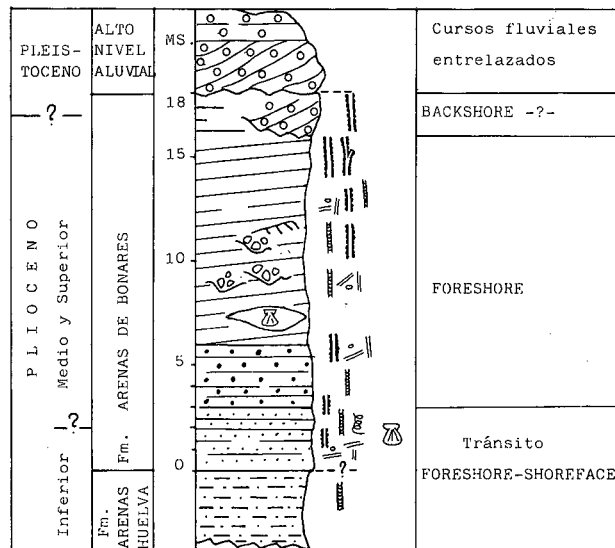


Figura 3. — Perfil sintético de la Fm. *Arenas de Bonares*. La simbología de las facies es la misma que la empleada en la fig. 1.

Figure 3. — Synthetical log of *Bonares Sands Fm*. Facies symbology is identical to that employed in fig. 1.

ro no así la diversidad, que tendría que ser progresivamente más alta con el transcurso del tiempo. De cualquier forma, la profundidad de las galerías sí que aumenta, lo que confirma una mayor energía del medio y, por tanto, una mayor oxigenación del mismo.

Las restricciones al grado de diversidad vienen impuestas por la propia limitación del medio; de tal modo que se llega a un punto donde, a partir del cual, por muy favorables que sean en teoría las condiciones de oxigenación, éstas se producen a expensas de un balance energético que es contraproducente para la formación y desarrollo de más icnoespecies.

Por último, en algunos puntos (Moguer y Palos) se alcanzan unas condiciones supralitorales dominadas por la existencia de una posible red fluvial de escaso desarrollo. Lateralmente estos dispositivos fluviales enlazarían en zonas supramareales de tipo marismal, donde se desarrollarían intensos fenómenos de criptobioturbación, de un modo análogo a lo que en la actualidad ocurre en el litoral atlántico próximo.

Aunque es posible la influencia de procesos eólicos sobre estos sedimentos, no se han encontrado evidencias claras de tal acción. En cualquier caso, si ésta se produjo, ha debido ser retocada por otro tipo de dinámica, ya sea fluvial o, incluso, mareal.

Se concluye proponiendo la denominación formal de esta unidad, de acuerdo con el artículo 13 del Código de Nomenclatura Estratigráfica (American Commission on Stratigraphy Nomenclature, 1961):

Denominación: Formación *Arenas de Bonares*.

Area tipo: Margen oriental de la desembocadura del río Tinto.

Corte tipo: Bonares, perfil n.º 15 de este trabajo.

Coordenadas: 37º 40' 03" y 6º 19' 51" de la Hoja.

N.º 1.000 (Moguer) del M.T.N. E: 1/50.000

Límites: — Inferior: suave discordancia erosiva y/o continuidad sedimentaria con la Fm. *Arenas de Huelva*.

— superior: discordancia erosiva con el *Alto Nivel Aluvial (Pleistoceno)*.

Forma: tabular.

Dimensiones: Su extensión lateral es cartografiable, como se puede observar en la fig. 1.

Su máximo espesor observado es 18 m.

Edad geológica: Plioceno inferior-Pleistoceno (?).

Correlación: Con las *Arenas rojas* o *Arenas basales* del área de Cádiz (Zazo, 1979 y 1980).

Se establece esta denominación formal, con el bien entendido de estar sometida a futuros refinamientos, conforme avancen los conocimientos geológicos del área. De esta forma podrán conocerse más exactamente la edad geológica de esta unidad, así como los posibles cambios laterales de facies, que presente en esta cuenca terciaria.

BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHY NOMENCLATURE., 1961: Code of stratigraphic nomenclature. *AAPG Bull.*, 45: 645-665.
- CIVIS, J., SIERRA, F.J., GONZÁLEZ-DELGADO, J.A., FLORES, J.A., ANDRES, I., PORTA, J. De y VALLE, M.F., 1985: El Neógeno marino de la provincia de Huelva: Antecedentes y definición de las unidades litoestratigráficas. In: *Paleontología del Neógeno de Huelva Stud. Geol. Salmant.*, Vol especial (en prensa).
- CURRAN, H.A. y FREY, R.W., 1977: Pleistocene trace fossils from North Carolina (U.S.A.), and their Holocene analogues. In T.P. Crimes and J.C. Harper, eds. *Trace Fossils 1 Geol. Journ.*, 9: 139-162.
- ELLIOT, T., 1978: Clastic shorelines In H.G. Reading, ed. *Sedimentary Environment and Facies, Blackwell Scient. Publ.*, 143-177.
- FREY, R.W. y SEILACHER, A., 1980: Uniformity in marine invertebrate ichnology. *Lethalia*, 13: 183-207. Oslo.
- GONZALO Y TARÍN, J., 1878: *Reseña geológica de la provincia de Huelva. Bol. Com. Mapa Geol. España*, 5, 138 pp., 2 mapas, Madrid.
- LUNDGREN, S.A.B., 1891: Studies öfuer fossilförande lösa block. *Geol. Fören. Stockholm, Förhandl.*, 13: 111-121.
- McCUBIN, D.G., 1982: Barrier island and strand plain facies. In P.A. Scholley y D. Spearing, eds. *Sandstone Depositional Environments AAPG Mem.* 31, 247-279.
- MOSLOW, T.L., 1984: Depositional Models of Shelf and Shoreline Sandstones. *AAPG, Cont. Educat. Notes Series*, 27, 102 pp.
- PASTOR, F. y LEYVA, F., 1976: Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000, 999-1016: Huelva-Los Caños. Madrid, Serv. Publ. Ministerio de Industria, 32 p., 1 mapa pleg.
- PENDÓN, J.G. y RODRÍGUEZ-VIDAL, J., 1986: Caracteres sedimentológicos y geomorfológicos del Alto Nivel Aluvial en el litoral de Huelva. *Com. XI Congr. Nac. Sedim.*, Barcelona (este mismo volumen).
- PÉREZ MATEOS, J. y RIBA, O., 1961: Estudio de los sedimentos pliocenos y cuaternarios de Huelva. *II Reun. Sedimentol. C.S.I.C., Inst. Edafol.*, 87-94, 2 figs.
- REINSON, G.E., 1979: Barrier Island Systems. In R.G. Walker, Ed. *Facies Models, Geosc. Canada Reprint Series*, 1: 57-74.
- RODRÍGUEZ-VIDAL, J., MAYORAL, E. y PENDÓN, J.G., 1985: Aportaciones paleoambientales al tránsito Plio-Pleistoceno en el litoral de Huelva. *Actas I Reun. Cuatern. Ibér.*, 1: 447-459.
- SAVRDA, C.E. y BOTTJER, D.J., 1986: Trace-fossil model for reconstruction of palaeo-oxygenation in bottom waters. *Geology*, 14: 3-6.
- SIERRA, F.J., 1985: Estudio de los foraminíferos planctónicos, bioestratigrafía y cronoestratigrafía del Mio-Plioceno del borde occidental de la Cuenca del Guadalquivir (S.O. España). *Stud. Geol. Salmant.*, 21: 7-85.
- TORRES, T., 1975: Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000, 2ª serie, 1.000: Moguer, Madrid, Serv. Publ. Ministerio de Industria, 19 p., 1 mapa pleg. y Mem.
- VARGAS, E., PRIETO, R.M., OLIVAN, M. y PRIETO, I., 1925: Estudio geológico-minero de la zona de contacto de los terrenos antiguos con los secundarios y terciarios y cuaternarios de la provincia de Huelva. *Bol. Min. Metal.* 100-101, Madrid.
- VIGUIER, C., 1974: *Le Néogène en Andalousie Nord-Occidentale (Espagne)*. Thèse Univ. Bordeaux, 450 pp.
- VILAS-MARTIN, F., 1981: Desplazamiento lateral de los canales de drenaje de las llanuras de marea. Consideraciones sedimentológicas. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe* 12, 315-322.
- VILAS-MARTIN, F., 1983: Medios sedimentarios de transición en la ría de Vigo: Secuencias progradantes. *Thalassas*, 1: 49-55.
- WEIMER, R.J. y HOYT, J.H., 1964: Burrows of *Callianassa major* SAY. Geologic indicators of littoral and shallow neritic environments. *J. Palaeont.*, 38: 761.
- ZAZO, C., 1979: El problema del límite Plio-Pleistoceno en el litoral S y SE de España. *Trab. Neóg. Cuat.*, 9.
- ZAZO, C., 1980: *El Cuaternario marino-continental y el límite Plio-Pleistoceno en el litoral de Cádiz*. Tesis Doct. Univ. Complutense, Madrid (Mem. inédita).