

# Arquitectura de facies holocena del dominio fluvial del Estuario del Río Odiel (S.O. España)

*Holocene facies architecture at the Odiel estuary fluvial domain (SW Spain)*

J. Borrego(\*), J.A. Morales(\*) y N. Gil(\*\*)

(\*)Departamento de Geología, Universidad de Huelva. 21819 La Rábida, Palos de la Frontera, Huelva. España.

(\*\*)Departamento de Ingeniería Minera, Mecánica y Energética.

## ABSTRACT

Five different lithofacies constituted the holocene infilling of the Odiel estuary fluvial domain. These facies have been recognized by a sedimentological study of six drilling cores located along a transverse profile. The bedrock of the sequence are constituted by: a) Pleistocene gravels under the eastern sector, b) Carboniferous *Culm* facies under the central and deepest zone and d) Miocene marls under the western area. The Holocene sequence starts with a relict tidal reworked sandy gravel deposit (Facies 4). Above this material, the first clearly estuarine sediments consist in black sands with abundant organic muddy matrix and characteristic faunal assemblages (Facies 5). At the western margin, the fluvial floods build the estuarine bay head delta by coarse sand and gravel bodies (Facies 6 and 7), whereas at the eastern margin only estuarine muddy accretion bodies are deposited (Facies 8), because the floods cannot reach this less energetic zone. The Holocene sequence finishes with the installation of a wide floodplain where fine sands and sandy silts are the main sediment (Facies 9).

**Key Words:** *fluvial domaine, facies architecture, Holocene, Odiel Estuary.*

Geogaceta, 27 (1999), 31-34  
ISSN: 0213683X

## Introducción

La desembocadura del Río Odiel se produce en un amplio valle construido sobre un sustrato de edad neógeno-cuaternaria, formado por materiales detríticos que representan la etapa más tardía del relleno de la Cuenca del Guadalquivir. Este valle está situado en la Costa de Huelva en el sector nor-occidental del Golfo de Cádiz. Los cursos bajos de los ríos que desembocan en esta franja litoral comenzaron a ser invadidos por el mar hace, aproximadamente 10.000 años (Borrego *et al.*, 1999) alcanzándose un nivel del mar estable y similar al actual sobre los 6500 años A.P. (Zazo *et al.*, 1994; Goy *et al.*, 1996). Desde el punto de vista fisiográfico, el sistema estuarino del Río Odiel puede definirse como un estuario barrera o *Bar-built Estuary* (Fairbridge, 1980), afectado por un régimen mesomareal semidiurno. En su interior se desarrollan amplias llanuras mareales vegetadas (marismas saladas o *salt marshes*), que han crecido sobre cuerpos de acreción estuarina de origen mixto (marino y continental), pero con dominio volumétrico de los de procedencia marina (Borrego, 1992). El mecanismo de cierre del estuario está formado por

una flecha litoral que se ha desarrollado desde el oeste hacia el este (*Spit* de Punta Umbría) y una compleja sucesión de cordones arenosos en forma de una llanura de cheniers (Borrego *et al.*, 1999) entre las que se desarrollan cuerpos de marisma salada (Isla de Saltes).

En función de las características sedimentarias el estuario del Río Odiel, se ha dividido en tres zonas o dominios desde su cabecera hasta su desembocadura. Cada uno de estos dominios muestran pautas dinámicas y sedimentarias peculiares, que quedan marcadas en sus rasgos fisiográficos más significativos. De Norte a Sur, los sectores distinguidos en el estuario del Río Odiel y siguiendo la terminología de Allen (1973), Borrego (1992) y Dalrymple *et al.*, (1992), son:

**-Estuario Fluvial.** Se extiende desde el curso bajo del Río Odiel donde se percibe el efecto de las mareas y la cuña salina en las cercanías de la localidad de Gibraleón hasta la ciudad de Huelva (Fig. 1). En este sector se presenta un sistema de canales trenzados, que separan zonas de marisma alta con una geometría fusiforme característica y condicionada por la relativa estrechez del antiguo valle fluvial. Algunos de los canales tienen una doble funcionalidad, son canales mareales distribuidores, pero también reci-

ben el exceso de descarga fluvial durante las crecidas del río. Volumétricamente dominan los sedimentos limo-arcillosos, tanto de origen fluvial como mareal, sin embargo, los depósitos de arenas y microconglomerados fluviales representan un volumen importante en el total de los sedimentos.

**-Estuario Central.** Está situado, geográficamente, entre el puente sobre el Odiel y la confluencia de éste con el río Tinto (Fig. 1). Este sector viene constituido por varios cuerpos de marisma salada separados por canales distribuidores. El agente dinámico dominante es la marea, que impone una fisiografía típicamente mareal. Los sedimentos volumétricamente más abundantes son arcillas limosas de origen mareal, afectadas por una intensa actividad orgánica. Tanto la influencia fluvial como la del oleaje son escasas.

**-Estuario Marino.** Formado por una serie de islas barrera superpuestas con una morfología en gancho típica, entre las que se desarrollan cuerpos de marisma salada. Son los denominados «ganchos arenosos» de Isla de Saltés. También forman parte de este sector la flecha de Punta Umbría y los canales alimentadores del Padre Santo y Punta Umbría. Los sedimentos dominantes son arenas y limos-arenosos de origen

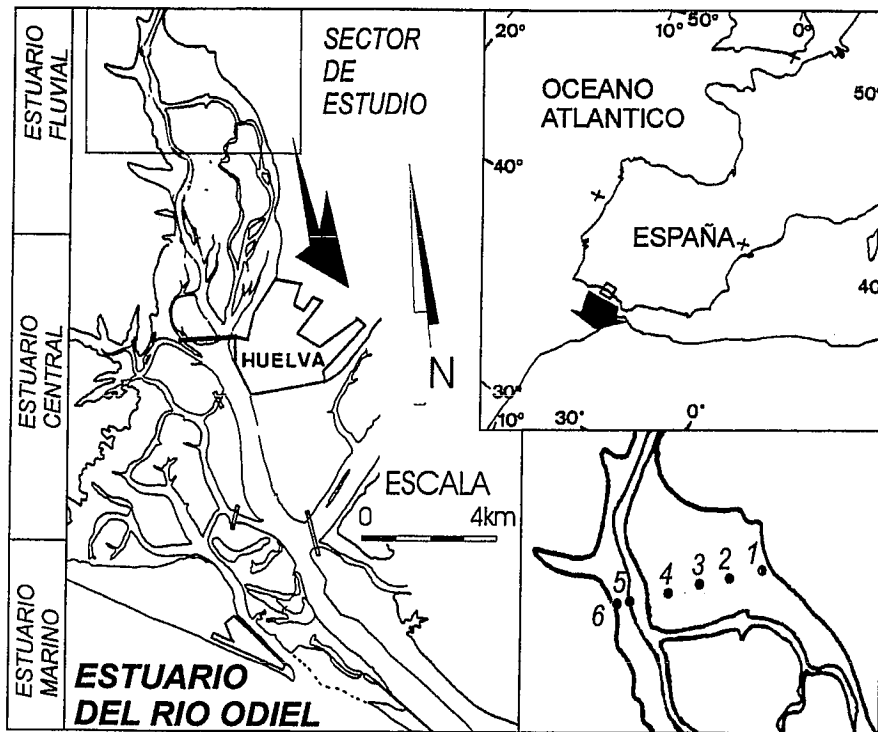


Figura 1.- Localización de la zona de estudio y de los sondeos utilizados.

Figure 1.- Location of the study area.

marino, siendo la componente bioclástica importante (Fig. 1).

En este trabajo se recogen los resultados preliminares del estudio del relleno sedimentario holoceno del dominio fluvial de este sistema estuarino.

### Metodología

El registro sedimentario holoceno se ha estudiado a partir de seis sondeos continuos obtenidos mediante rotación y con recuperación de testigo, que se han realizado en un transecto de dirección este-oeste en el dominio fluvial del estuario del Río Odiel. En todos los casos se ha alcanzado el sustrato sobre el que se depositan los sedimentos que constituyen el relleno del estuario.

### Facies sedimentarias

El estudio de los registros sedimentarios obtenidos en los seis sondeos analizados ha permitido distinguir 5 facies que conforman el relleno holoceno del dominio fluvial de estuario del río Odiel y que se depositan sobre un sustrato constituido, en su mayor parte, por pizarras de edad carbonífera. No obstante en las márgenes del estuario, los sedimentos holocenos se sitúan sobre formaciones más modernas; en este caso sedimentos

margosos de edad mio-pliocena (margas azules) o bien terrazas fluviales cuaternarias. Las facies distinguidas son:

#### Facies 1 (sustrato).

Constituyen la base de los sondeos OF-1, OF-2, OF-3, OF-4 y OF-5; esta formado por pizarras de color gris-pardo, muy alteradas, que suelen mostrar niveles milimétricos de geometría irregular y constituidos por una matriz limo-arcillosa de color pardo con algunos granos cuarcíticos intercalados. En profundidad estos materiales presentan un aspecto menos alterado con alternancias de niveles pizarrosos y areniscas finas. Estas facies son parte de las formaciones paleozoicas de edad carbonífera que constituyen una parte del zócalo hercínico sobre el que se instalan los aparatos sedimentarios pliocuaternarios de este sector de la Depresión del Guadalquivir.

#### Facies 2 (sustrato).

Se encuentran en la base del sondeo OF-6 y está constituida por arcillas margosas de color gris-azulado y de aspecto compacto; con algunos restos dispersos de macrofauna y abundantes microgaleñas piritizadas. No se ha examinado su contenido faunístico, sin embargo, litológicamente son similares a los sedimentos encontrados en sectores más distales del estuario e identificados como

sedimentos perteneciente a la formación Arcillas de Gibraleón, de edad Mio-Plioceno (Borrego *et al.*, 1999).

#### Facies 3 (sustrato).

Se encuentran en el margen oriental del estuario y se sitúan sobre materiales de la facies 1 en el sondeo OF-1. Alcanzan una potencia de 14 metros y está formado por conglomerados con una matriz areno-limosa de color rojo. Dominan los cantos cuarcíticos con tamaños comprendidos entre 2 y 7 centímetros de diámetro. Son abundantes las intercalaciones de capas de limos arenosos con cantos cuarcíticos dispersos. En ocasiones se presentan capas conglomeráticas de espesor variable (entre 15 y 60 centímetros) con escasa matriz y fábrica grano-soportada. Este tipo de facies son similares a antiguas terrazas fluviales que afloran en las márgenes del estuario y que corresponderían a la sedimentación fluvial durante el Pleistoceno.

#### Facies 4.

Sobre las facies 1, en el sondeo OF-2, OF-3, OF-4 y OF-5 se observan gravas y arenas gruesas a muy gruesas con una matriz limosa de color verde-amarillento. Dominan los cantos cuarcíticos subangulosos y subredondeados con diámetros superiores a los 2 centímetros; aparecen intercaladas capas de arenas medias/gruesas de color verdoso con un espesor comprendido entre los 5 y 30 centímetros. Estos materiales son similares a los descritos por Borrego *et al.* (1999), y que aparecen en la base de las secuencias de relleno de zonas más bajas de este mismo estuario y en el estuario fluvial del Río Tinto (Leblanc *et al.*, 1999); han sido interpretadas como los primeros depósitos estuarinos y de carácter residual Borrego *et al.*, 1999).

#### Facies 5.

Está formada por arenas limosas de tamaño de grano medio a fino de color pardo y con un alto contenido en materia orgánica (entre 3 y 9 % en peso). Contiene abundantes restos de gasterópodos y bivalvos en fases juveniles, destacando los individuos de *Cerastoderna edule*. Esta facies aparece siempre sobre las facies 4 (sondeos OF-3, OF-4 y OF-5) y su espesor no suele superar los 3 metros.

#### Facies 6.

En los sondeos OF-4, OF-5 y OF-6, aparecen estas facies formadas por gravas y arenas gruesas de color rojo y con matriz de limos arenosos amarillentos, con abundantes cantos cuarcíticos subredon-

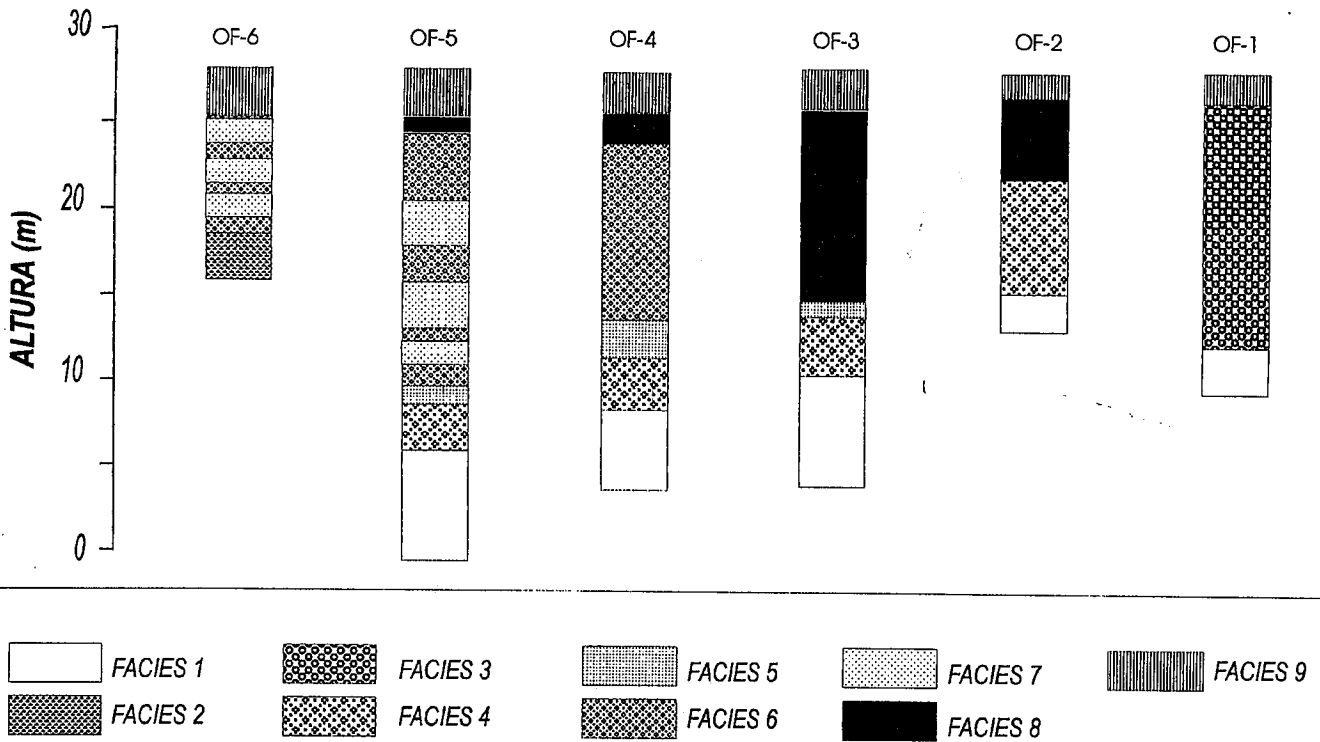


Figura 2.- Secuencia sedimentaria de los seis sondeos estudiados.

Figure 2.- Sedimentary logs of the six studied cores.

deados y en muchas ocasiones cubiertos por una pátina roja; son también muy frecuentes los cantos líticos e intercalaciones centimétricas de restos de vegetales superiores. El espesor que alcanzan estas facies varía entre los 10 y 22 metros.

#### Facies 7.

Intercaladas entre materiales de las facies 6, aparecen paquetes de arenas medias-gruesas de color rojo oscuro (sondeos OF-5 y OF-6), con escasa matriz y formada mayoritariamente por granos de cuarzo y fragmentos líticos, que constituyen las facies 7. El espesor de estos materiales varía entre los 0,5 y 4 metros. Tan solo aparecen en el margen occidental del estuario (Fig. 3).

#### Facies 8.

Esta facies está formada por limos arcillosos de color gris oscuro y con cantidades importantes de materia orgánica (entre 2,5 y 11 % en peso). Contiene fragmentos dispersos de conchas y intercalaciones centimétricas de arenas finas-medias de color pardo. Aparecen en la zona central y margen oriental del estuario; su espesor varía entre 0,75 metros (OF-5) y 13 metros (OF-3) (Fig. 2).

#### Facies 9.

Aparece estas facies en el techo de to-

dos los sondeos, está constituida por limos arenosos y arenas medias de color pardo con abundantes restos vegetales y bioturbación de raíces. Mantiene un espesor muy constante (1,25 y 2,5 metros). En los márgenes del cauce actual del río puede observarse el ordenamiento interno de esta facies, presentando los tramos más limosos laminación horizontal distorsionada por la actividad de raíces, laminación convoluta y pequeños diques de arena mientras que en el material arenoso es frecuente la presencia de laminación cruzada de tipo *ripple* y *megaripple*.

#### Interpretación

La evolución del relleno sedimentario holoceno en el dominio fluvial del estuario del río Odiel, comienza con el depósito de una facies detrítica gruesa de carácter residual (Facies 4) que representa el retrabajo, por parte de la marea, de depósitos fluviales previos y que tienen lugar cuando el mar alcanza a inundar las zonas más altas del sistema estuarino. Representan depósitos típicos de las primeras etapas de sucesiones transgresivas (Dalrymple, *et al.*, 1992). Una vez instaladas las condiciones estuarinas se produce el depósito de la facies 5, comienza la colonización del sistema por parte de la fauna propia de ellos y la actividad mareal

produce en los primeros la migración de barras mareales que redistribuyen el sedimento por todo el estuario en condiciones de bahía abierta, representando las condiciones de dominio mareal en una primera etapa de relleno estuarino (Pendón *et al.*, 1998).

En estas condiciones de Bahía abierta, las descargas fluviales de sedimento, se acumulan en este sector del estuario en forma de rellenos de canal y barras (Facies 6 y 7), dando lugar a una morfología en forma de delta de cabecera (*Bay-head Delta*) (Dalrymple, *et al.*, 1992). En el margen oriental del sistema (Figura 3) alejado del canal fluvial, la sedimentación dominante son limos arcillosos estuarinos de baja energía (Facies 8). El depósito continuo de estos depósitos y los aportes fluviales, en condiciones de un nivel del mar estable rellena la cuenca estuarina y da lugar a el establecimiento de morfologías canalizadas de funcionalidad mixta (fluvial-mareal).

Una vez que el relleno de la cuenca alcanza la altura de las mareas vivas medias, las zonas de marisma tan solo se ven afectadas por las mareas extremas y por los episodios de avenida fluvial. En estas condiciones se desarrolla en este dominio fluvial una amplia llanura de inundación

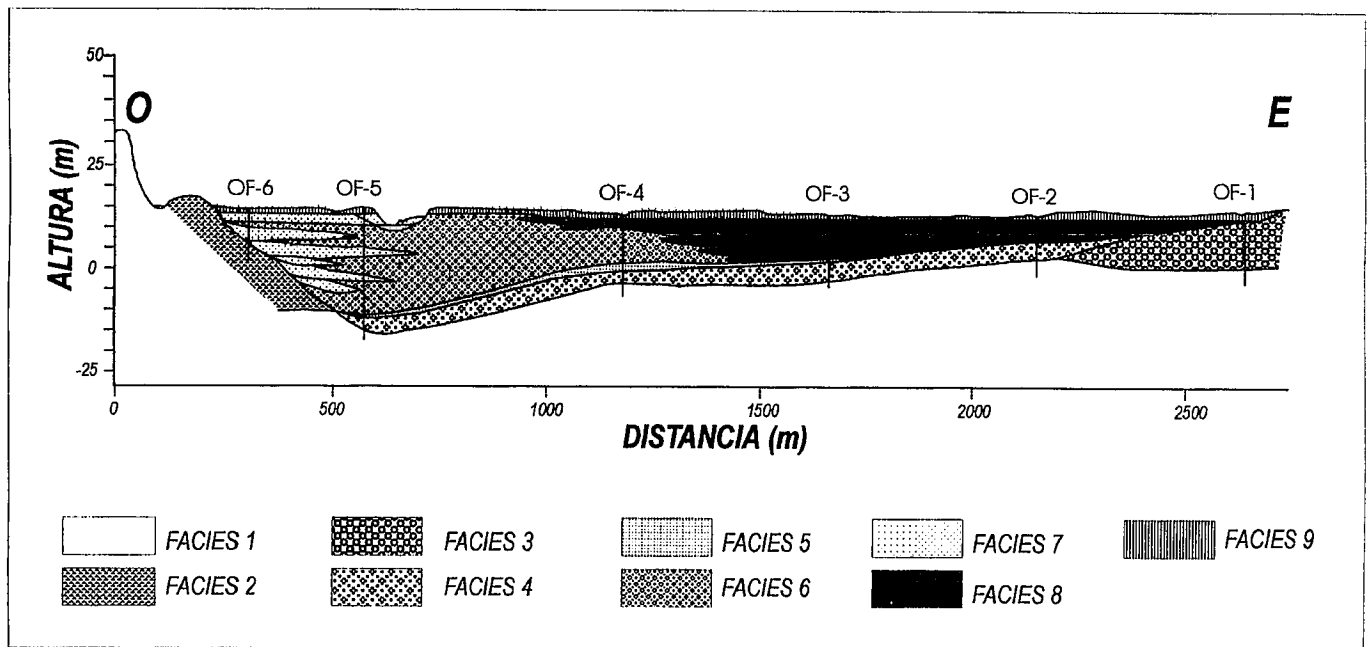


Figura 3.- Perfil geológico en el que se observan las relaciones laterales y verticales de las facies.

Figure 3.- Cross section showing the lateral architectural facies relations.

que es colonizada por vegetación de agua dulce, se produce el depósito de las facies 9 (Fig. 3). La alta tasa de colmatación da lugar a la migración aguas debajo del cauce fluvial posibilitando que los aportes fluviales alcancen zonas más bajas del estuario.

**Agradecimientos**

Este trabajo ha sido posible gracias, a la empresa A.Y.E.S.A., que realizó los sondeos y permitió el estudio de los registros sedimentarios de estos.

**Referencias**

Allen, J.R.L. (1973): *Sed. Geol.*, 50: 1-23.  
 Borrego, J. (1992): *Tesis Doctoral*, U. de Sevilla, 315pp.  
 Borrego, J., Ruiz, F., Gonzalez-Regalado, M.L., Pendón, J.G., Morales, J.A. (1999): *Quaternary Science Reviews*, 19: 769-788.  
 Borrego, J., Morales, J.A., Gil, N. (1999): *Revista de la Sociedad Geológica de España*, (en prensa).  
 Dalrymple, R.W., Zaitlin, B.A., Boyd, R. (1992): *J. Sediment. Petrol.* 62: 1030-1055.  
 Fairbridge, R. W. (1980): (E. Olausson e

I. Cato, Eds.). John Wiley, New York , 1- 35 pp.  
 Goy, J.L., Zazo, C., Dabrio, C. J., Lario, J., Borja, F., Sierro, F.J. and Flores, J. A. (1996): *Quaternary Science Reviews*, 15: 773-780.  
 Leblanc, M., Morales, J.M., Borrego, J., Elbaz-Poulichert, F. (1999): *Economic Geology* (en prensa).  
 Pendón, J.G.; Morales, J.A., Borrego, J., Jimenez, I., Lopez, M<sup>a</sup>. (1998): *Marine Geology*, 147: 43-62.  
 Zazo, C., Goy, J.L., Somoza, L., Dabrio, C. J., Belluomini, G., Improta, S., Lario, J., Bardají, T. and Silva, P. G. (1994): *Journal of Coastal Research*, 10 (4): 933-945.