

# Evolución costera de la desembocadura del Guadalquivir en los últimos 6.000 años (SW de España)

*Recent coastal evolution of the outlet of the Guadalquivir river (SW Spain)*

A. Rodríguez Ramírez (\*), J. Rodríguez Vidal (\*), L.M. Cáceres (\*\*), L. Clemente (\*\*), G. Belluomini (\*\*\*), L. Manfra (\*\*\*\*), S. Improta (\*\*\*\*\*) y J.R. de Andrés (\*\*\*\*\*)

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

(\*\*) Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (CSIC), Apartado 1052, 41080 Sevilla, España.

(\*\*\*) Centro di Studio per il Quaternario e l'Evoluzione Ambientale del CNR-Dipartimento di Scienze della Terra- Università "La Sapienza", Roma 00185, Italia.

(\*\*\*\*) Dipartimento di Scienze della Terra- Università "La Sapienza", Roma 00185, Italia.

(\*\*\*\*\*) Dipartimento di Fisica, Università "La Sapienza", Roma 00185, Italia.

(\*\*\*\*\*) Instituto Tecnológico y Geominero de España, Ríos Rosas, 23, 28003 Madrid, España.

## ABSTRACT

Since the last Holocene sea level rise, about 6,900 yr BP, a series of depositional littoral landforms has been generated at the outlet of the Guadalquivir river, with progradation along the predominant longshore drift (towards the east).

The littoral spit systems mapped constitute four progradation phases. The first is dated between the Flandrian maximum (6,900 yr BP) and 4,500 yr BP; the second between 4,200-3,900 yr BP and 2,700-2,600 yr BP; the third between 2,300 yr BP and 1,100 yr BP; and the fourth between 1,000 yr BP and the present. There were separations of successive erosional phases between 4,500-4,200 yr BP, 2,600-2,300 yr BP, and 1,100-1,000 yr BP.

Thus, cycles of higher sedimentation are established, with a slight fall and then stability of sea level. Littoral barrier constructions dominate, with the genesis of extensive tidal flats that decrease the size of the estuaries. These sedimentary phases are interrupted by rapid rises in sea level lasting from 100 to 300 years, when the previously constructed littoral barriers are eroded. The cliffs retreat, causing migration inland of duna constructions, with frequent overlapping layers. Marine influence within the estuaries increases.

**Key words:** Coastal landform, geomorphology, Holocene, Atlantic ocean, SW Spain.

Geogaceta, 20 (5) (1996), 1086-1088  
ISSN:0213683X

## Introducción

El litoral suratlántico ibérico se caracteriza en la actualidad por la sucesión de amplias zonas de influencia mareal asociadas a las desembocaduras de los ríos principales, lo que se ve favorecido por el crecimiento de flechas litorales e islas-barrera que tienden a cerrar dichas desembocaduras. De esta forma, se constituyen extensos humedales de gran interés ecológico, de los que el más importante por su extensión y variedad es el Parque Nacional de Doñana.

El rápido ascenso del nivel del mar, con posterioridad a la última fase glacial cuaternaria, dió lugar en este sector suratlántico ibérico a un rápido e importante retroceso costero. Algunas desaceleraciones en esta elevación generaron depósitos de turba, como la localizada a 25 m. de profundidad en la Bahía de Cádiz, con edades entre 9.495±340 y 8.915±100 años B.P. (Dabrio *et al.*, 1995).

El valle inferior del Guadalquivir, principal río de la región, se convirtió en un

amplio estuario y los promontorios y salientes marginales fueron erosionados, originando acantilados.

Una vez alcanzado el máximo nivel flandriense, el litoral evolucionó hacia un trazado más regularizado. Así, diversas flechas y barreras crecieron en los entrantes costeros, con episodios alternos de mayor progradación o erosión, que cambiaron sensiblemente la configuración de la desembocadura del Guadalquivir (Zazo *et al.*, 1994). Estas evidencias han sido cartografiadas a escala 1:50.000, acompañándose con análisis morfosedimentario y dataciones calibradas de <sup>14</sup>C, aminoácidos y arqueológicas.

## Primera fase de progradación

La evidencia más antigua del inicio de la progradación costera, en este sector suratlántico, viene dado por los primeros depósitos de turba que se acumularon en los lagunes principales (laguna de las Madres), con una edad de 5.536 años B.P., (Menéndez y Florschütz, 1964). El análisis polfni-

co de estos niveles turbosos (Freijeiro y Rothemberg, 1981 y Stevenson, 1984) reflejan unas condiciones paleoclimáticas templado-húmedas, entre los episodios Atlántico y Subboreal. En la desembocadura del Guadalquivir, el inicio de la flecha litoral de Doñana formaba parte de esta primera fase progradante y su sentido de avance era hacia el ESE.

Un primer evento erosivo se produjo entre 4.500-4.200 años B.P. (figura 1A). Fue de elevada intensidad y corto período y destruyó parcialmente la flecha de Doñana. Sus cordones erosivos de orientación NE (signo 9 en Leyenda), se apoyaban lateralmente sobre anteriores depósitos de marisma, a una cota de +2 m, evidenciando una ligera subida del nivel del mar.

## Segunda fase de progradación

Esta fase de progradación (4.200-2.600 años B.P., figura 1B) acarrió una disminución de la influencia marina en el interior del estuario del Guadalquivir y, por tanto, un

dominio de los ambientes continentales. La colmatación del estuario se favoreció con pequeños aparatos deltáicos de los principales afluentes fluviales. El dominio fluvial trajo consigo una marcada crisis biológica de la fauna marina, con importantes acumu-

laciones de restos orgánicos en los márgenes del paleoestuario.

En la margen derecha de la desembocadura del río Guadalquivir (flecha litoral de Doñana), los restos de esta fase progradante se presentan muy erosionados por la di-

námica fluvial y están ocultos bajo las láminas de dunas activas, que avanzan hacia el NE. En la margen izquierda del río, los primeros vestigios de depósitos que se han podido determinar cartográficamente se localizan en la flecha de La Algaida.

Los salientes continentales, situados a ambas márgenes de la desembocadura del Guadalquivir, debían ser originalmente más prominentes, y su erosión y consiguiente retroceso estuvieron ligados a la evolución de esta segunda fase progradante.

Tanto en las formaciones arenosas de la margen derecha como izquierda, esta fase progradante es interrumpida por un evento erosivo (2.600-2.300 años B.P., figura 1C), con una elevación del nivel del mar en torno a los +2 m. La erosión de la flecha de La Algaida originó una isla con morfología ovalada y rodeada por dos brazos de mar: uno de gran anchura (unos 6 km), situado entre Doñana y La Algaida, y otro, entre ésta y el continente, de menor tamaño.

### Tercera fase de progradación

Esta nueva fase progradante (2.300-1.100 años B.P., figura 1D) dió lugar a un importante crecimiento de las formaciones litorales y eólicas y al retroceso de acantilados. El delta del río Guadalquivir se extendía dentro del estuario, con digitaciones superficiales del sistema deltáico, provocando una nueva crisis faunística adaptada a este medio salobre.

En Doñana esta fase dió lugar a los cordones de La Marismilla, con una dirección de progradación hacia el SSE. En la flecha de La Algaida se muestra por una serie de crestas y surcos de playa de orientación NE, que envuelven al cuerpo sedimentario más antiguo; su configuración morfológica pasó así de ser una isla a una flecha unida al continente, rodeada por depósitos de marisma.

Esta tercera fase progradante se caracteriza también por unos sistemas dunares muy importantes (signo 13 en Leyenda), cuya actividad continuó hasta la fase posterior, e incluso la actualidad, y que se distribuyen geográficamente desde Arenas Gordas hasta Doñana, reflejando el máximo retroceso del acantilado en este sector.

Las formaciones arenosas de este episodio se truncan con un nuevo evento erosivo (1.100-1.000 años B.P., figura 1E), que se manifiesta en Doñana por unos cordones que avanzan hacia el NE y que separan la unidades progradantes de la Marismilla y de San Jacinto. En la flecha de La Algaida este evento es menos patente, pues sus depósitos están protegidos en el interior del estuario.

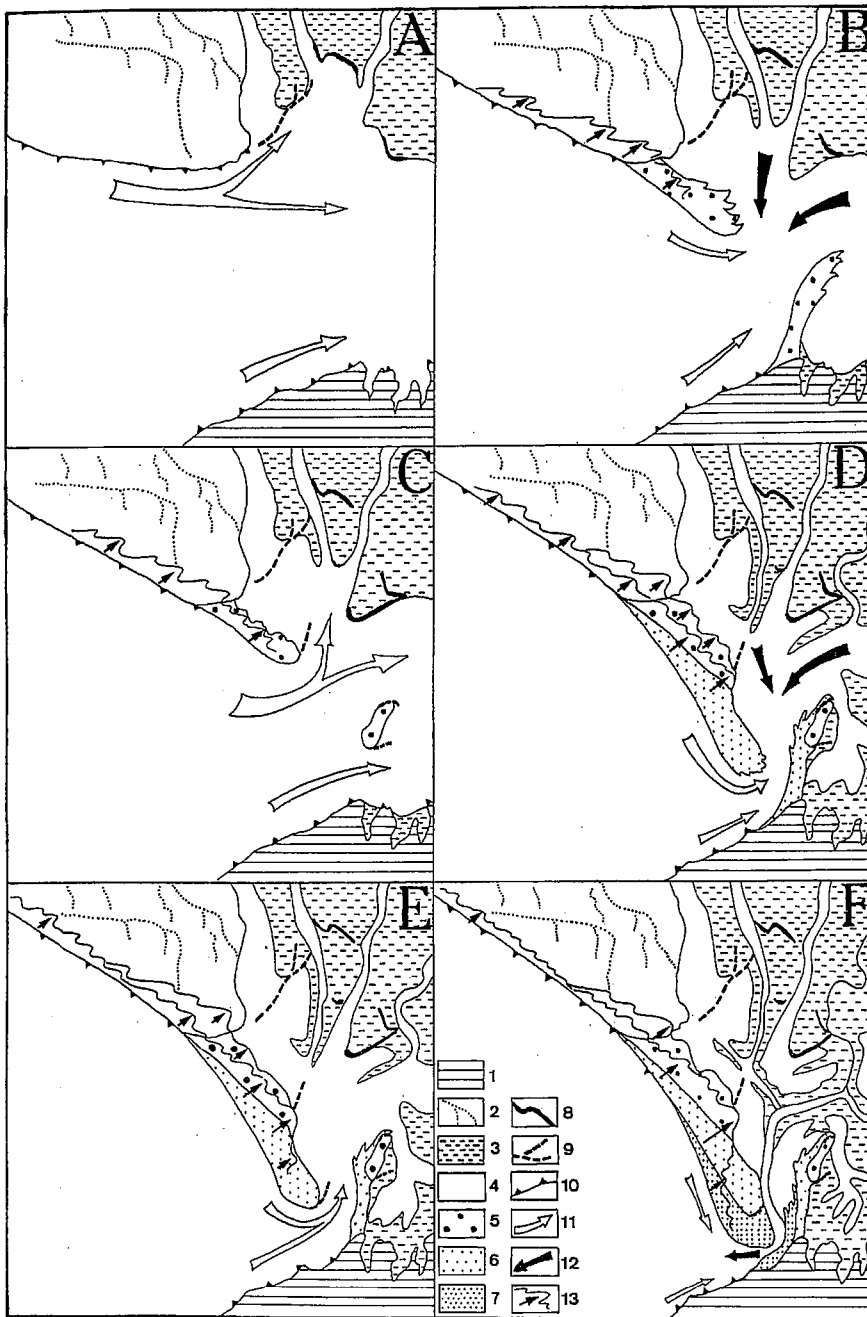


Fig. 1.- Evolución morfológica temporal de la zona del Parque Nacional de Doñana: A. Primer evento erosivo, B. Segunda fase de progradación, C. Segundo evento erosivo, D. Tercera fase de progradación, E. Tercer evento erosivo, F. Cuarta fase de progradación. Leyenda: 1. Sustrato neógeno, 2. Sistema eólico antiguo, 3. Marisma salina, 4. Marisma fangosa, 5. Segunda fase de progradación, 6. Tercera fase de progradación, 7. Cuarta fase de progradación, 8. Playas de marisma, 9. Cordones erosivos, 10. Acantilados, 11. Corrientes marinas, 12. Corrientes fluviales, 13. Sistema eólico reciente.

Fig. 1.- Evolutionary sequence of the Guadalquivir outlet area (Doñana National Park): A. First erosional event, B. Second progradation phase, C. Second erosional event, D. Third progradation phase, E. Third erosional event, F. Fourth progradation phase. Legend: 1. Neogene substratum, 2. Ancient aeolic system, 3. Saltmarsh, 4. Mudflat, 5. Second progradation phase, 6. Third progradation phase, 7. Fourth progradation phase, 8. Marsh strands, 9. Erosional strands, 10. Cliffs, 11. Marine streams, 12. Fluvial streams, 13. Recent aeolic systems.

**Cuarta fase de progradación**

La última fase progradante se sitúa entre 1.000 años B.P. y la actualidad. En Doñana se manifiesta en los cordones litorales de San Jacinto, acompañada de un importante manto eólico, que parece reactivarse con mayor fuerza a partir del siglo XVII, tal como lo demuestran las últimas fases de acreción. En la flecha litoral de La Algaida los ganchos más meridionales están relacionados con esta fase progradante.

El importante retroceso costero de Arenas Gordas persiste en esta fase, reflejándose en las acumulaciones eólicas más recientes y en la destrucción de las edificaciones costeras del siglo XVII (torres de Almenara). Según esto, se puede estimar un retroceso en Matalascañas, en los últimos 240 años, de 170 m. Los sedimentos resultantes de esta erosión en la raíz de la flecha de Doñana se han acumulado en el extremo SE, en los cordones de San Jacinto, que han progradado 180 m.

En la actualidad, se está produciendo una intensificación de la deriva litoral y erosión en la terminación de los cordones de San Jacinto, con formación de ganchos de dirección NE que se adentran en el canal del río Guadalquivir. Este proceso es similar al ocurrido en los eventos erosivos precedentes y puede estar provocado por la tendencia al ascenso del nivel marino actual.

**Conclusiones**

La evolución del relieve costero, tras el último ascenso postglacial del nivel marino, ha acarreado importantes cambios ambientales en todos los sistemas naturales de la costa suratlántica ibérica.

Los sistemas de flechas litorales cartografiados están compuestos de cuatro fases progradantes (figura 2). La primera comprendida entre el máximo flandriense (6.900 años B.P.) y 4.500 años B.P., la segunda entre 4.200-3.900 años B.P. y 2.700-2.600 años B.P., la tercera entre 2.300 años B.P. y 1.100 años B.P. y la cuarta, y última, entre 1.000 años B.P. y la actualidad. Con separaciones de sucesivas fases erosivas entre 4.500-4.200 años B.P., 2.600-2.300

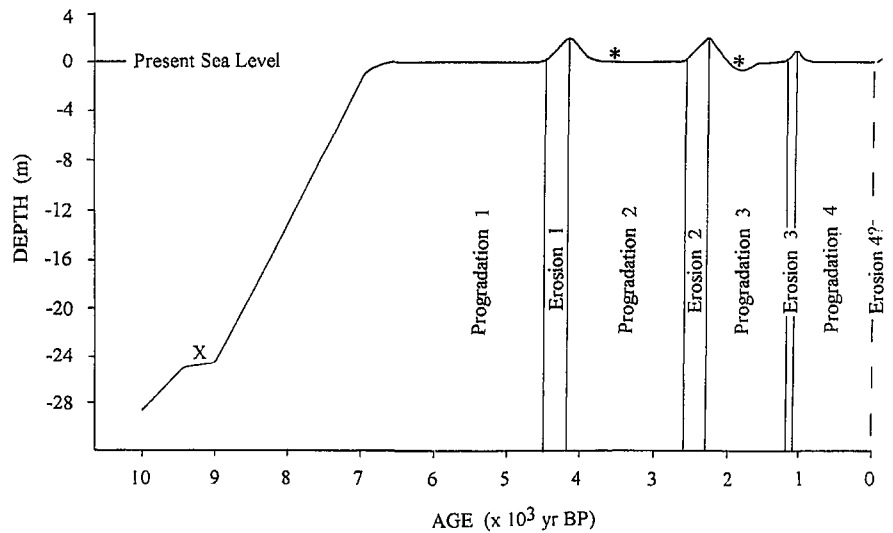


Fig. 2.- Curva regional de variaciones relativas del nivel marino durante los últimos 10.000 años, deducida de la relaciones entre unidades morfológicas y sedimentarias. (\*) Crisis biológica, (X) Situación del nivel marino según Dabrio *et al.* (1995).

Fig. 2.- Regional curve of relative sea-level changes during the last 10,000 years, derived from the positions and morphologies of the associated sedimentary bodies. (\*) Biological crisis, (X) Sea-level position about Dabrio *et al.* (1995).

años B.P. y 1.100-1.000 años B.P.

Los cambios ambientales holocenos que hemos podido constatar han sido generados, por tanto, por cambios globales en la circulación atmosférica y en las corrientes marinas. Actualmente nos encontramos en una situación anticiclónica dominante, controlada por el movimiento del giro semipermanente del anticiclón de las Azores, que favorece en el litoral las corrientes de deriva, la progradación de las barreras arenosas y altas tasas de sedimentación.

Las fases progradantes estudiadas se desarrollaron inmediatamente después de un estadio relativo de nivel del mar alto, durante el momento posterior de estabilidad o ligero descenso; es decir, en el tránsito climático desde condiciones ciclónicas a anticiclónicas y, sobre todo, durante estas últimas. Estos momentos fueron especialmente trágicos para la fauna salobre de los estuarios, con crisis biológicas fechables en el Guadalquivir en torno a 3.550 y 1.870 años B.P.

En períodos de bajas presiones atmosféricas la energía del medio marino fué mayor, provocando ligeros ascensos del nivel del mar y un dominio de la erosión costera.

**Agradecimientos**

Este trabajo ha sido subvencionado por los proyectos coordinados de la DGICYT PB91-0622-CO3-01 y PB94-1090-CO3-01. Es una contribución al IGCP-367.

**Referencias**

Dabrio, C.J., Goy, J.L., Lario, J., Zazo, C., Borja, F. and González, A. (1995). *M.B.S.S. (INQUA) Newsletter*, 17, 19-22.  
 Freijeiro, A. y Rothenberg, B. (1981). *Exploración Arqueometalúrgica de Huelva*. Ed. Labor. Huelva.  
 Menéndez, J. y Florschütz, F. (1964). *Estudios Geológicos*, 20, 183-186.  
 Stevenson, A.C. (1984). *Jour. of Biogeogr.*, 11, 527-551.  
 Zazo, C., Goy, J.L., Somoza, L., Dabrio, C.J., Belluomini, G., Impronta, S., Lario, J., Bardají, T. and Silva, P.G. (1994). *Jour. Coast. Res.*, 10 (4), 933-945.