

PRIMEROS RESULTADOS PARA UNA CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL COMPLEJO ESTUARIO-BARRERA DE CARNOTA (GALICIA)

POR
A. MARTÍNEZ GRAÑA
Y
J. YEPES TEMIÑO

Introducción

La zona de estudio se sitúa en las proximidades del municipio de Carnota, entre las rías de Corcubión y Muros-Noia (figura 1). Los límites geográficos son 9°03'-9°07'W y 42°48'-42°52'N. El entorno geológico del área lo constituye un batolito granítico hercínico de granito de dos micas (ITGE, 1983).

Este trabajo* forma parte de un estudio más amplio (Martínez Graña y Yepes, 1993) de los ecosistemas de marismas en la provincia de La Coruña. Entre los antecedentes caben destacar una caracterización estratigráfica general del litoral gallego (Vilas, 1985) y unos estudios hidrogeológicos en las marismas de La Coruña (Yepes, 1992).

A. Martínez Graña, Pontevedra. J. Yepes Temiño, Departamento de Geología, Universidad de La Coruña.

* Se benefició con una ayuda para la investigación de la Consellería de Pesca de la Xunta de Galicia.

Caracterización geomorfológica

Las marismas de Carnota, al S, y Caldebarcos, al N, constituyen un complejo sedimentológico asimilable al modelo de estuario-barrera definido para otros lugares (Roy y Peat, 1976).

Para el caso de Carnota (figura 1), podemos diferenciar cuatro subambientes en cada marisma: la playa, la marisma, el lagoon y unos depósitos aluvio-coluviales que se extienden al E del complejo articulándose con las estribaciones colindantes por debajo de la cota de 50 m.

Los límites rectilíneos y netos de las sierras circundantes, el gran desnivel y número de incisiones de la red en sus laderas permiten superar la existencia de un sistema de fracturas de direcciones NE-SW y NW-SE; lo que estaría acorde con las lineaciones hercínicas de la zona que podrían haber sufrido una reactivación durante la orogenia alpina.

El complejo se instalaría sobre el bloque hundido. Las pequeñas colinas de bloques graníticos de Punta Larada y parking de Caldebarcos hacen pensar en un frente de alteración diferencial que recubriría la roca fresca del zócalo. Esto evidencia un carácter somero que se corresponde con las condiciones tipo de un estuario-barrera (Vilas, 1989).

El complejo recibe aportes de agua dulce a través de cinco arroyos, dos en el sector N y tres en el S, que definen una red de diseño ortogonal. Esto refuerza la tesis de una marcada influencia estructural en la geomorfología regional (Yepes, 1992). Concretamente el río Louredo a la altura de Peralbar, el Rateira en Rateira y el Pedrafigueira en Logareiro presentan codos de 90°. Además, los ríos Valdebois y Rateria recorren los límites del complejo, paralelos a las lineaciones NE-SW.

Ambos lagos convergen en una bocana, Punta Larada. En este sector el flujo mareal es fuerte pero hacia las zonas internas del complejo progresivamente se ve reducido por la fricción con los fondos. Esto supone un predominio de corrientes inducidas por el viento frente a las estrictamente mareales. No obstante, Caldebarcos presenta un significativo carácter mareal justificable (Boon y Byrne, 1981) por una mayor canalización de sus cauces. Esta diferencia justificaría los altos valores relativos de mineralización, salinidad y la acusada variación del nivel en el lagoon de Caldebarcos (Yepes, 1992).

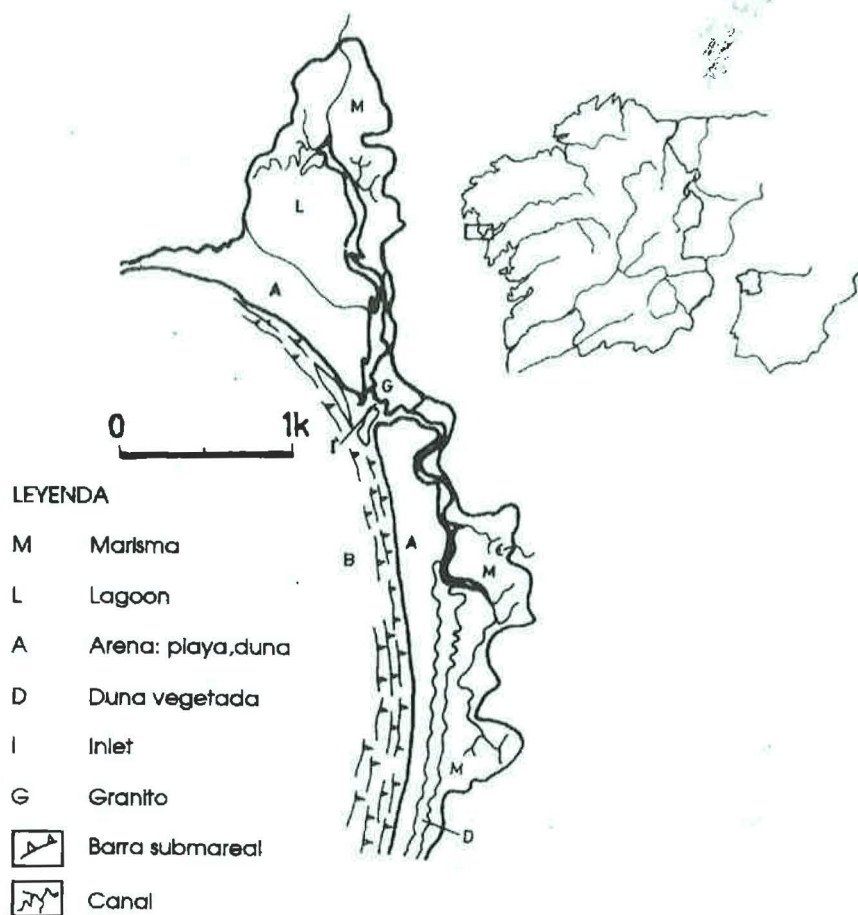


FIGURA 1.—Localización de la zona de estudio. Caracterización de los subambientes del complejo estuario-barrera

Limitándonos a una breve descripción de las observaciones realizadas, destacan ocho diferencias significativas entre los dos sectores del complejo sedimentario:

1. La profundidad y anchura del canal mareal en Caldebarcos son mayores a los observados en Carnota.

2. El lagoon de Caldebarcos se desarrolla en dirección NE-SW, perpendicularmente a la línea de costa, mientras que Carnota presenta una orientación N-S, paralela al cordón dunar.

3. Los arroyos del sector N desembocan en el extremo interno de la marisma, mientras que en el sector de Carnota lo hacen perpendicularmente y distribuidos a lo largo del lagoon.

4. El cordón dunar de Carnota es más compacto que el de Caldebarcos (figura 4), y no presenta corredores tan amplios que corten las dunas, comunicando la playa con el lagoon.

5. El perfil de invierno en la playa de Carnota presenta mayor relieve y una pendiente más acusada (figura 5) respecto al que presenta Caldebarcos para las mismas fechas.

6. Caldebarcos tiene un backshore (trascosta) desarrollado (figura 6), mientras que Carnota sólo presenta nítidamente el foreshore (zona de batida).

7. Los frentes dunares presentan mayores relieves relativos en Carnota, donde se ha podido identificar una franja de dunas vegetales. Todo esto hace pensar en una mayor actividad dunar para el sector de Carnota. Dos comprobaciones refuerzan esta hipótesis: a) Caldebarcos soporta un mayor reflujo mareal, lo que favorece el arrasamiento del frente dunar; b) las corrientes costeras presentan una componente N predominante, favoreciendo la acumulación de arena en el sector S del complejo (Carnota).

8. Se puede apreciar una mayor proporción de fangos en el sector de Carnota, lo que indica una fase de colmatación más avanzada.

A pesar de estas diferencias, ambas marismas se pueden considerar sectores de un mismo complejo con varias características comunes (una estrecha bocana que alimenta un pequeño delta de flujo, lóbulos deltaicos de origen fluvial que progradan sobre la cuenca-lagoon y una avanzada

canalización de la marisma). Estas características hacen pensar que el complejo de Carnota es un estuario-barrera en un grado evolutivo avanzado (figura 2) (Vilas, 1989, figura 13 C).

Itinerario

Los sitios de observación propuestos (figura 3) permiten caracterizar los subambientes del complejo y resaltar las diferencias encontradas entre las dos marismas.

1. *Mirador de Campo de Cruz*.—Desde este punto se puede observar el drenaje dendrítico de la marisma de Caldebarcos que se desarrolla perpendicularmente a la línea de costa. La marisma de Carnota, al S, presenta una red menos densa. El canal principal, escasamente ramificado, corre paralelo al cordón dunar y oblicuo a los afluentes, que son paralelos entre sí. Esta geometría subparalela es asimilable a la de una red influenciada por la topografía, lo que se podría justificar por la proximidad de la sierra en este sector del complejo.

Para el caso de Caldebarcos la mayor densidad de canales sugiere una mayor potencia de los sedimentos limo-arcillosos, lo que estaría acorde con una mayor profundidad del zócalo en el sector N del complejo. Esto hace pensar en un basculamiento, hacia el N, del bloque sobre el que se ha desarrollado el complejo; o bien, la existencia de varios bloques fracturados con un comportamiento diferencial, más acusado en el N. Estas hipótesis quedan pendientes de una comprobación geoelectrica del subsuelo.

2. *Parking de Carnota*.—Se observan varios relieves graníticos aflorando en la marisma. Lo que induce a pensar en el carácter somero del zócalo en este sector. Hacia el N se distingue la Sierra del Pindo, que se podría definir como un inselberg complejo. Dentro del batolito se distinguen dos áreas. Una más pequeña al SW, Lombo de Laxe y As Paradiñas, que presenta una tonalidad visual grisácea, formada por granito de dos micas (ITGE, 1983). El otro sector ocupa las cumbres superiores (A Moa) y está compuesta de un granito biotítico con cristales de feldespato potásico tipo ortosa que dan una tonalidad rojiza a la roca.

3. *Os Arnales*.—Desde este paraje, trazando un recorrido de E a W, se puede obtener un perfil geológico esquemático de los subambientes

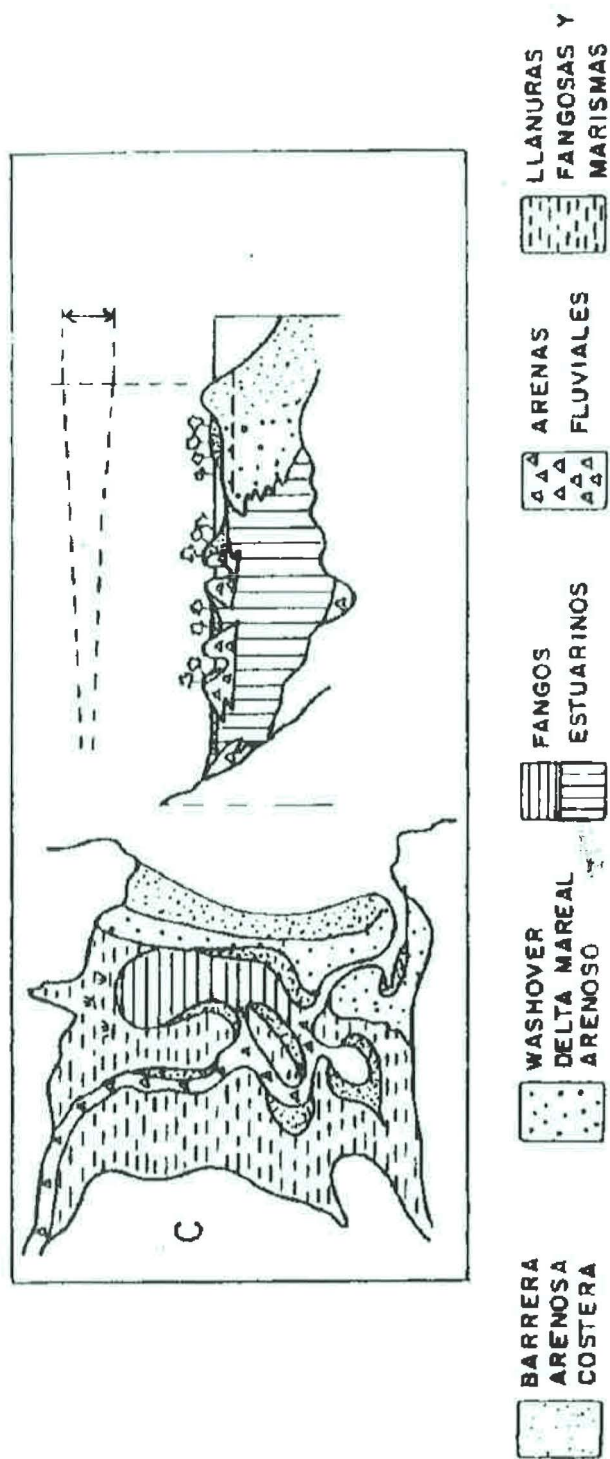


FIGURA 2.—Estradio evolutivo en que se le considera al complejo de Carnota. Modificado de Vilas (1989), fig. 13

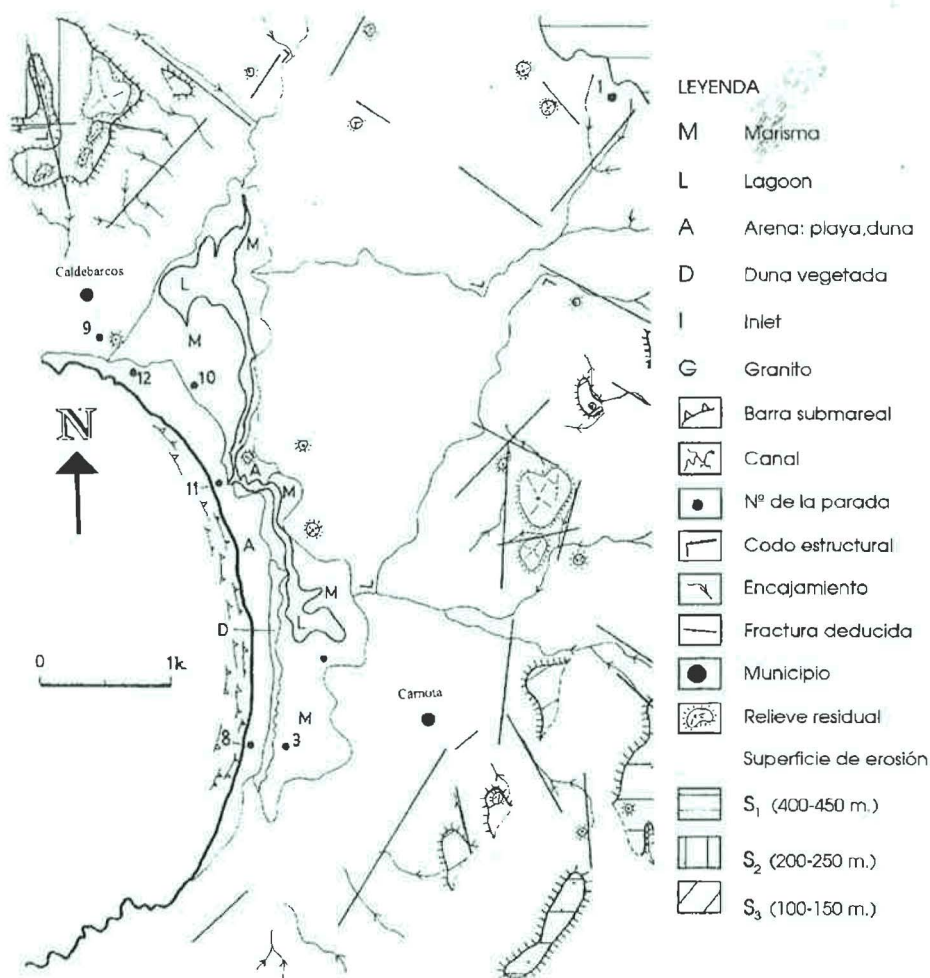


FIGURA 3.—Esquema geomorfológico de la zona estudiada

definibles en este sector del estuario-barrera. La primera observación se realiza en la ribera del canal mareal. En este punto la vegetación de juncáceas, principalmente «Juncos de mar» y *Juncus gerardii*, es densa y los depósitos son limos arcillosos muy oscuros.

4. *Llanura vegetada*.—Todavía al E de la pista de tierra se distingue un área vegetada con sedimentos limo-arenosos de aspecto algo oscuro que definen una franja de marisma colmatada fosilizada por un eólico progradante. Esta franja no queda anegada por la marisma pero mantiene el nivel freático próximo a la superficie topográfica. La vegetación está compuesta principalmente por matorrales y pastos.

5. *Duna vegetada*.—En las proximidades de la pista se distingue un cambio nítido en el paisaje, que empieza a presentar pequeñas irregularidades topográficas. Éstas corresponden a restos de dunas desmanteladas y vegetadas. La litología de los depósitos es netamente arenosa y el tono claro. La vegetación está compuesta, principalmente, de musgos y líquenes. A medida que nos acercamos a la playa la disminución del contenido en arcilla y el enriquecimiento en arena de cuarzo da un aspecto progresivamente más claro a los depósitos.

6. *Llanura eólica*.—Ocupa el espacio delimitado por el cordón dunar semivegetado y las dunas desmanteladas, progradando sobre la misma. Desde este punto se distinguen, a lo largo del cordón dunar, incisiones perpendiculares a la línea de costa que constituyen pasillos por los que el mar penetra en la llanura eólica durante las mareas vivas equinocciales.

7. *Cordón dunar activo*.—Ligeramente vegetado por especies de gramíneas xerófilas rizomatosas (por ejemplo, *Agropyrum junceiforme*, L.) y gramíneas radicales (por ejemplo, *Ammophila arenaria*, L.). Desde el cordón se distingue sobre la playa una franja de algas y restos antrópicos que definen el límite superior alcanzado por la marea normalmente. Por debajo de los restos se encuentra la zona de batida (swash), distinguible por la espuma que arrastra la lámina de agua.

8. *Playa*.—En la zona de batida (swash), con la retirada de la ola se pueden realizar dos observaciones: 1) La formación de unos depósitos de arena, a modo de finos cordones, que constituyen el aporte sedimentario de cada ola, y 2) las estructuras sedimentarias del tipo rill marks, que definen la canalización del agua al retirarse la ola.

En este sector se pudo observar, durante el invierno, un perfil de playa poco pendiente, con un backshore mínimo (figura 5). Este perfil ha sido producido por la erosión que realizan las olas de tormenta (de período largo) en la parte alta de la playa, de acuerdo con las previsiones.

9. *Parking de la playa de Caldebarcos.*—Desde los penedos graníticos que se encuentran en las inmediaciones se puede observar la gran amplitud mareal del lagoon de Caldebarcos que, al descender la marea, deja al descubierto la mayor parte del vaso. El grado de renovación de las aguas en este sector es alto y supera ampliamente el de la marisma de Carnota.

10. *Sotavento del frente dunar.*—A mitad de camino de la bocana, bordeando la marisma, se puede observar la estructura interna de algunas dunas. La laminación de los sets indican el sentido de avance durante el Holoceno hacia el continente. En el mismo punto se aprecian unas lenguas de arena blanca a sotavento del cordón dunar. Éstas indican el avance activo de la llanura eólica sobre los bancos arenosos del fondo de la laguna, lo que concuerda con los indicios observados en las estructuras sedimentarias fósiles.

Además, existe un descalzamiento de las dunas por el efecto del flujo-reflujo en las mareas vivas, provocando desprendimientos de arena en los laterales de la duna que tienden a suavizar la pendiente formando un talud. Estos derrubios, mientras la marea no logre arrasarlos, protegen a la duna de un nuevo socavamiento.

Avanzando hacia la bocana se observan acumulaciones de conchas distribuidas de forma aleatoria en áreas deprimidas del cordón dunar y a orillas del lagoon. Estas acumulaciones de bioclastos son niveles intercalados en los depósitos siliciclásticos que, por la deflacción eólica, quedan expuestos y forman lags al no poder ser erosionados por su elevado peso.

Igual que en la playa de Carnota, aquí también existen pasillos que comunican la playa con el lagoon en períodos de mareas vivas, pero en este caso son más amplios (figura 4).

11. *Bocana.*—En este punto confluyen los canales principales de dos marismas comunicando con el mar por el mismo inlet (bocana). Éste se ha estabilizado aprovechando un afloramiento del sustrato granítico.

En el margen N de la bocana existe una gran acumulación de cantos que indican un régimen de corrientes más energético para este sector de la

playa. Una ligera socavación del cordón dunar en las proximidades da el nivel que alcanza el agua en períodos de mareas vivas.

En este punto los procesos eólicos y mareales son activos, pudiendo encontrarse estructuras de corriente características de ambos procesos. Las que tienen su origen en procesos eólicos se distinguen por la acumulación de arena, en forma de punta de flecha, a sotavento de los clastos. Para el caso de corrientes de agua se definen, alrededor del clasto, surcos de erosión en forma de media luna, indicando con las puntas el sentido de la corriente.

12. *Extremo N de la playa.*—Desde el cordón dunar y en dirección S, se obtiene una buena panorámica del perfil de playa (figura 6). Éste se diferencia del que presenta Carnota por su baja pendiente. En invierno la berma de tempestad separa, por un lado, el bakshore (trascosta) del floreshore. El backshore lo constituye una extensa superficie relativamente plana y suavemente inclinada hacia tierra que alcanza el cordón dunar.



FIGURA 4.—Playa de Caldebarcos, pasillo de comunicación playa-lagoon, activo en mareas vivas



FIGURA 5.—*Perfil de invierno en Carnota. Los restos de conchas, a la derecha, señalan el alcance de las olas durante las tempestades. El backshore es mínimo*



FIGURA 6.—*Perfil de invierno en Caldebarcos. A la derecha de la berma de tempestad se extiende un backshore muy tendido, ligeramente inclinado hacia tierra, donde se pueden observar procesos de formación de pequeñas dunas y su desplazamiento hacia el cordón dunar*

Esto hace suponer ciertas diferencias en el régimen mareal para uno y otro sector del complejo (ver punto 8).

Realizando un perfil sobre el backshore en el margen W, se detectan acumulaciones de arena aprovechando, principalmente, cantos de tormenta. A medida que nos desplazamos hacia el E el número de las acumulaciones disminuye, pero aumentan los tamaños y las formas se vuelven suavemente redondeadas. Esta apreciación sugiere la existencia de un transporte activo de arena hacia las dunas por deflacción eólica.

Conclusiones

1. El carácter mareal en el sector de Caldebarcos es más acusado que en Carnota: El lagoon presenta una mayor variación relativa del nivel; los análisis de conductividad eléctrica, salinidad y mineralización de las aguas (Yepes, 1992) alcanzan valores superiores en el lagoon de Caldebarcos.

Estos hechos se podrían explicar por: a) La geometría alargada y el desarrollo paralelo a la costa que ralentizarían los efectos mareales al aumentar la fricción con los fondos del canal; b) los aportes de agua dulce en Carnota, distribuidos a lo largo de la marisma, facilitarían una mayor mezcla de las aguas; c) en Carnota los canales mareales, al estar menos ramificados y canalizados, minimizarían el efecto mareal.

2. Existen indicios de una actividad tectónica distensiva reciente, de edad alpina, en la zona de estudio: a) El diseño ortogonal de la red fluvial; b) el acusado relieve estructural, con bordes netos, rectilíneos, acordes con las orientaciones de las lineaciones hercínicas; c) la existencia de relieves residuales en algunos puntos del complejo sedimentario.

3. Se puede estimar para el estuario-barrera un grado evolutivo maduro (Vilas, 1989, figura 13 C) por la bocana estrecha que presenta el flujo mareal progresivamente reducido por fricción hacia el interior, la sedimentación somera, el carácter mareal acusado y el alto grado de canalización.

4. Se han observado evidencias de la progradación del eólico sobre la marisma: En Caldebarcos existe un transporte de arena, por deflacción, a lo largo del backshore; y a sotavento del cordón dunar se forman lenguas

de arena sobre los fondos del lagoon. Por su parte, en Carnota, existe una transición en el cambio de facies arenosas del cordón dunar a limosas de la marisma.

5. Las observaciones realizadas en el invierno de 1993 revelaron diferencias significativas en los perfiles de playa. Esto sugiere la existencia de regímenes litorales distintos para cada sector del complejo sedimentario.

BIBLIOGRAFÍA

- BOON, J. D., y BYRNE, R. J. (1981): «On basin hypsometry and the morphodynamic response of coastal inlet system», *Mar. Geol.*, n. 40, pp. 27-48.
- I.G.N.: Mapa geográfico: 1/25.000, n. 93-III y 119-I.
- I.T.G.E. (1983): Mapa geológico: 1/200.000, n. 7.
- MARTÍNEZ GRAÑA, A., y YEPES, J. (1993): *Guía de excursiones geológicas por ecosistemas de marismas. Provincia de La Coruña (Fase I)*, Conselleria de Pesca, Xunta de Galicia, p. 346.
- ROY, P. S., y PEAT, C. (1976): «Bathymetry and botton sediments of Tuross stuary and Coila Lake», *Rev. Geol. Surv. N. S. W.*, n. 18, pp. 103-134.
- VILAS, F. (1989): «Estuarios y llanuras intermareales», en *Sedimentología* (Editorial Arche), C.S.I.C., pp. 451-492.
- VILAS, F., y ROLAND, E. (1985): «Características de las lagunas costeras de Galicia, NO de la Península Ibérica», *Publicaciones del I Congreso Ibérico del Cuaternario*, pp. 121-129.
- YEPES, J. (1992): *Estudio hidrogeológico de los ecosistemas de zonas húmedas de Galicia para la evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación por los vertidos industriales y basuras urbanas (Fase I)*, Conselleria de Agricultura, Xunta de Galicia, p. 257.

RESUMEN.—Se pretende caracterizar geomorfológicamente el área litoral de Carnota (La Coruña) mediante una ruta didáctica preestablecida que resalta las peculiaridades más destacables.

PALABRAS CLAVE.—Geomorfología litoral. Galicia. Didáctica de la geología.

ABSTRACT.—We pretended a geomorphological characterize of Carnota's coast (Coruña) using a prearranged didactical route to stand out the most characteristic.