

*El efecto de exposición en el patrón sedimentario  
del sector submareal de tres playas en la Ría  
de Muros y Noia (NO de España)*

*The role of exposure in the sedimentary patterns  
of three beaches subtidal sector from the Ria  
de Muros y Noia (NW Spain)*

I. ALEJO, M.A. NOMBELA, G. FRANCÉS, J. ALCÁNTARA-CARRIÓ, F. MANSO  
Y F. VILAS

Departamento de Xeociencias Mariñas e Ordenación do Territorio. Facultade de Ciencias.  
Universidade de Vigo. Campus Lagoas-Marcosende s/n. 36200 Vigo.

## RESUMEN

En este trabajo se presenta la comparación de los sedimentos superficiales de la plataforma proximal de tres complejos playeros situados en las inmediaciones de la embocadura de la Ría de Muros y Noia. En cada uno de ellos, se han identificado las distintas poblaciones sedimentarias en función de los análisis granulométricos realizados. La aplicación de un análisis estadístico de componentes principales a las fracciones granulométricas, contenido en carbonatos y materia orgánica, ha permitido diferenciar poblaciones de muestras y la interpretación sedimentaria de las mismas.

Las diferencias observadas en la distribución de las poblaciones sedimentarias de los tres complejos estudiados son una consecuencia del grado de exposición de cada complejo al oleaje dominante y de la presencia de afloramientos rocosos sumergidos que ejercen un efecto barrera.

**Palabras clave:** Playas, sedimentología, análisis granulométricos, Rías Bajas.

## ABSTRACT

The subaquatic sediments from the inner continental shelf of three beach systems located in the surroundings of Ría de Muros y Noia mouth are compared. Different sedimentary populations have been established according to the granulometric distribution from each system. The grain-size distribution, carbonate and organic matter content have been compared by means of a principal component analysis. The results allow the identification of different populations as well as their sedimentary significance.

The observed differences between the sedimentary populations from each system are explained as a consequence of their grade of exposure towards the dominant waves and the presence of subaquatic rocks, which introduce a barrier effect.

**Key words:** Beaches, sedimentology, grain-size analysis, Rías Bajas.

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo se ha llevado a cabo en los sectores sumergidos de tres complejos playeros situados en las inmediaciones de la embocadura de la Ría de Muros y Noia. Dos de los sistemas elegidos son los complejos playa-barrera-lagoon de Louro y Corrubedo, ambos situados respectivamente al norte y sur de la entrada de la Ría y orientados al oleaje más energético en el entorno de las Rías Bajas. El tercer sistema corresponde a la playa de San Francisco, situada en el margen norte, dentro ya de la Ría, en las cercanías de su embocadura (Fig. 1).

El complejo playa-barrera-lagoon de Corrubedo es un entrante costero desarrollado a lo largo de 6 km con una dirección NNO-SSE, encajado entre dos salientes rocosos de naturaleza granítica. Incluye un amplio dominio eólico, una laguna prácticamente colmatada, una extensa marisma salobre y un canal mareal muy activo (Vilas *et al.*, 1988; Vilas *et al.*, 1991).

El sistema playa-barrera-lagoon de Louro se extiende a lo largo de unos 2 km con la misma orientación que el anterior. Incluye una flecha litoral que ha crecido hacia el NNO sobre la que se desarrolla un amplio dominio eólico, una laguna parcialmente colmatada y un pequeño canal mareal al norte de la barrera eólica, que tan sólo es activo bajo las condiciones más energéticas invernales (Vilas y Nombela, 1985; Vilas y Rolán, 1985). El complejo se encuentra encajado entre dos salientes rocosos de naturaleza granítica, con la presencia en su parte trasera de afloramientos de esquistos y gneises con algunos niveles de cuarcitas (Casquet y Fernández de la Cruz, 1981).

La playa de San Francisco se extiende a lo largo de algo más de 1 km siguiendo una dirección E-O. Queda relativamente protegida de los vientos del suroeste y de los temporales asociados a dichos vientos por la península de Monte Louro y su prolongación sumergida. La configuración batimétrica pró-

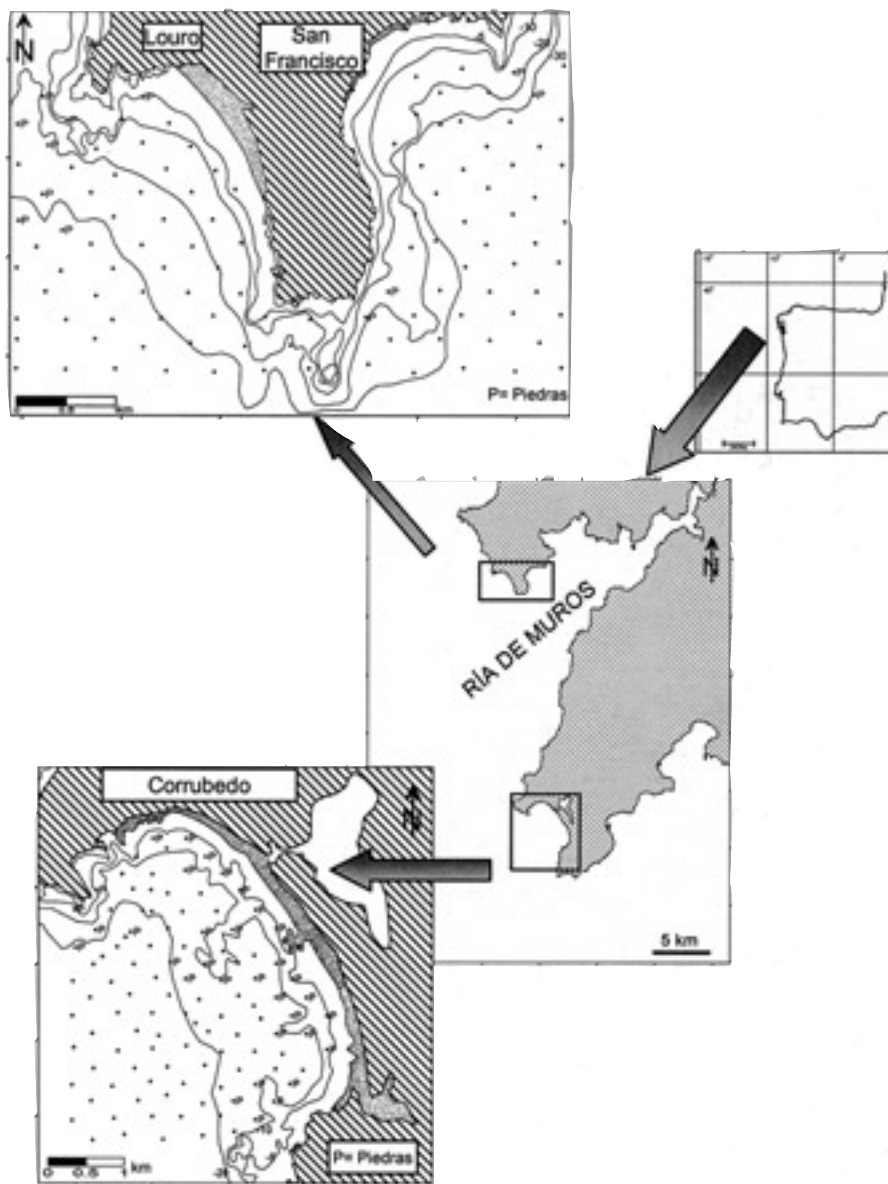


FIG. 1.—Localización geográfica de los tres sistemas estudiados.  
FIG. 1.—Location map of the three systems studied.

xima a la playa es reflejo de la topografía adyacente, con una pendiente muy acusada donde podemos encontrar profundidades de más de 30 m a una distancia de la costa inferior a 500 m. De los tres sistemas estudiados Corrubedo y Louro se encuentran en un estado natural, mientras que San Francisco está fuertemente antropizado por la construcción de un muro sobre la parte alta de su zona supramareal.

El rango de marea del área de estudio está entre 4 m en mareas vivas, y 1,5 m en mareas muertas, clasificándose por tanto como zona mesomareal (Davies, 1964). Este tramo de costa, al igual que toda la fachada atlántica de Galicia, está sometida al oleaje del Suroeste durante la época invernal, estación en la que se registran las mayores energías (2,6 m de altura significativa y 13 s de periodo pico medios). Durante el verano, la zona se encuentra bajo la influencia de vientos del Norte dominantes, mucho menos energéticos y asociados a oleajes medios de 1, m y 9,1 s de altura significativa y periodo pico respectivamente (datos de oleaje referidos a valores medios correspondientes a un periodo de 7 años registrados en la boya de Cabo Silleiro, Dirección General de Puertos y Costas).

El objetivo de este trabajo es comparar la distribución de sedimentos submareales entre estos tres complejos, de cara a establecer los distintos patrones sedimentarios y dinámicos que siguen o siguieron. Así mismo, es interesante resaltar que a pesar de su proximidad geográfica muestran unas diferencias notables, puestas de manifiesto tanto por las características texturales como composicionales de sus sedimentos.

## METODOLOGÍA

Las muestras fueron recogidas en abril de 1999 mediante una draga *shipek* desde el barco oceanográfico *BIO Mythilus*, en un área de unos 13 km<sup>2</sup> frente al complejo playa-barrera-lagoon de Corrubedo, 6,5 km<sup>2</sup> en Louro y 5,5 km<sup>2</sup> frente a la playa de San Francisco, con rangos de profundidades que oscilaron entre los 6 y los 46 m. Se utilizó una malla cuadrada de muestreo de 500 m de lado, con un total de 112, 59 y 51 estaciones (en Corrubedo, Louro y San Francisco respectivamente), de las cuales en 34, 11 y 4 no se recogió muestra debido a la existencia de un fondo rocoso. El posicionamiento se realizó mediante GPS diferencial.

La distribución granulométrica se obtuvo para la fracción de tamaño arena mediante tamizado en seco, utilizando una columna de 6 tamices desde -1 a 4  $\phi$  (2 y 0,063 mm respectivamente), mientras que para las fracciones más finas se llevó a cabo un análisis mediante sedígrafo. Ambos resultados se conjuntaron para la determinación de los parámetros granulométricos (media, grado de selección, asimetría y kurtosis) realizados gráficamente, siguiendo la metodología de Folk y Ward (1957) y la nomenclatura de Wentworth (1922). La valoración del contenido en carbonatos se llevó a cabo mediante determinación gasomé-

trica con un calcímetro de Bernald en muestra total después de eliminar la fracción grava, siguiendo el método de Guitián y Carballas (1976).

Como herramienta estadística para comparar los valores de las variables medidas se ha utilizado un Análisis de Componentes Principales (ACP), realizado mediante el programa *SPSS*. Las variables consideradas para dicho análisis han sido el peso de las fracciones granulométricas obtenidas del tamizado de las muestras, así como su contenido en carbonatos y materia orgánica. De los factores obtenidos únicamente se han tenido en cuenta aquéllos cuyo autovalor es mayor que 1, siguiendo el criterio de Kaiser (Ferrán, 1996). Con este criterio, los tres factores considerados explican el 74,8% de la varianza total.

La representación cartográfica de los diferentes parámetros sedimentarios se ha elaborado mediante el programa gráfico *Surfer v.7.0 (Golden Software, Inc.)*, empleando para la interpolación el método *kriging*.

A partir de la representación gráfica de las frecuencias de tamaño de los diferentes sedimentos analizados, y basándose en su similitud morfológica, se han identificado una serie de curvas-tipo. La asignación a cada una de ellas se ha realizado por comparación visual, siendo en algunos casos difícil de establecer. A pesar de ello, consideramos que se han obtenido unos resultados muy satisfactorios, como refleja el ACP.

## RESULTADOS

### SISTEMA DE CORRUBEDO

#### *Cartografía sedimentaria*

Los sedimentos estudiados son básicamente arenas medias (1,07  $\phi$  ó 0,48 mm de tamaño promedio), con un porcentaje de finos menor del 5%, únicamente superado por una muestra localizada en la zona más profunda. Sólo en 13 de las 78 muestras recogidas el contenido en gravas es mayor del 15%, y en algunas excepcionalmente alcanzan valores del 55% (Fig. 2a). Destaca la presencia de una orla sumergida de rocas paralela a la línea de costa, que marca la separación entre los sedimentos inter y supramareales por una parte, y los propiamente submareales por otra. Hacia la parte central del sistema dicha orla muestra una prolongación perpendicular a la línea de costa, que en la parte emergida se manifiesta como afloramientos rocosos con la misma orientación que la bocana de marea del complejo.

El contenido en carbonato cálcico de las muestras analizadas es bastante elevado, en términos generales por encima de 35%. Las máximas concentraciones (hasta un 80%) se localizan hacia las zonas más externas y profundas, así como en determinados puntos adosados a la orla rocosa (Fig. 2b).

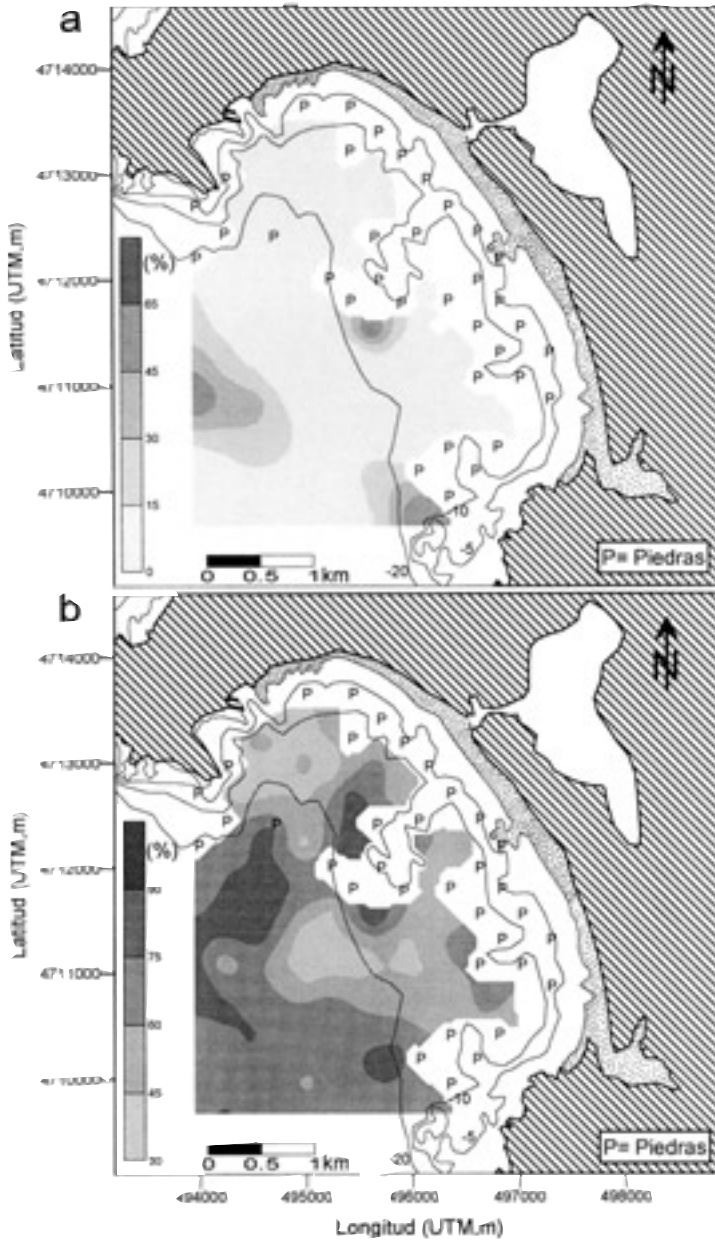


FIG. 2a.—Mapa de distribución del contenido en gravas de los sedimentos de Corrubedo.

2b.—Mapa de distribución del contenido en carbonatos de los sedimentos de Corrubedo.

FIG. 2a.—Gravel fraction distribution of Corrubedo sediments.

2b.—Carbonate content distribution of Corrubedo sediments.

Estudio de las distribuciones granulométricas

En el complejo de Corrubedo (Figs. 3, 4 y 5), la granulometría de todas las muestras recogidas se agrupan según cuatro modelos de distribución (Alejo et al., 2000):

*Curva C-I:* Es el tipo de curva más frecuente en este sector (Tabla 1). Se caracteriza por ser unimodal, bien seleccionadas, con la moda en  $3 \phi$  (0,125 mm), tamaño en el que se concentra el 80% de la distribución. Su carácter es leptokúrtico y presenta buena simetría.

	PLAYA		
	CORRUBEDO	LOURO	SAN FRANCISCO
Tipo I	48,0	72,5	38,3
Tipo II	41,6	17,6	40,4
Tipo III	6,5	9,9	12,8
Tipo IV	3,9	—	8,5

TABLA 1.—Frecuencia (%) correspondiente a las distintas curvas-tipo para cada una de las zonas estudiadas.

TABLE 1.—Frequency (%) of the different curves for each studied area.

Las muestras con este tipo de curvas poseen una tamaño medio de  $2,5 \phi$  (0,190 mm), lo que las sitúa en el rango de arenas finas. Se distribuyen en la parte más cercana a la línea de costa, extendiéndose hasta la isobata de 20 m, cubriendo la mayor parte de la superficie del sistema.

*Curva C-II:* A ella se ajusta el 41,6% de las muestras (Tabla 1). Es de tipo unimodal, con una selección generalmente buena, aunque pasa a ser moderada hacia el suroeste. La moda, en la que se concentra el 40% de la distribución, está centrada en  $1 \phi$  (0,500 mm). Esta curva es mesokúrtica y casi simétrica, si bien las mismas muestras con selección moderada presentan también asimetría negativa, lo que indica la presencia de una fracción minoritaria de material más grueso.

El tamaño medio es variable de unas muestras a otras, oscilando entre valores de arena media ( $<2 \phi$  o  $<0,250$  mm) y arena muy gruesa ( $-0,8 \phi$  o 1,74 mm). Este tipo de curvas se distribuyen en dos sectores que se extienden entre 20 y 30 metros de profundidad y separados entre sí por muestras con curvas C-I y C-III.

*Curva C-III:* Es una curva abierta hacia las fracciones gruesas, con la máxima distribución (65%) entre los tamaños de 0 y  $1 \phi$  (1 y 0,500 mm respectivamente). A pesar de esta característica la asimetría tiene un sesgo ligeramente positivo, introducido por la presencia de una pequeña cantidad de fracción fina (en torno al 5%). El grado de selección es bueno para algunas muestras y moderado para otras. El tamaño medio se sitúa en el rango de la arena gruesa, variando entre  $-0,1 \phi$  (1,07 mm) y  $-0,6 \phi$  (1,52 mm), si bien el contenido en gra-

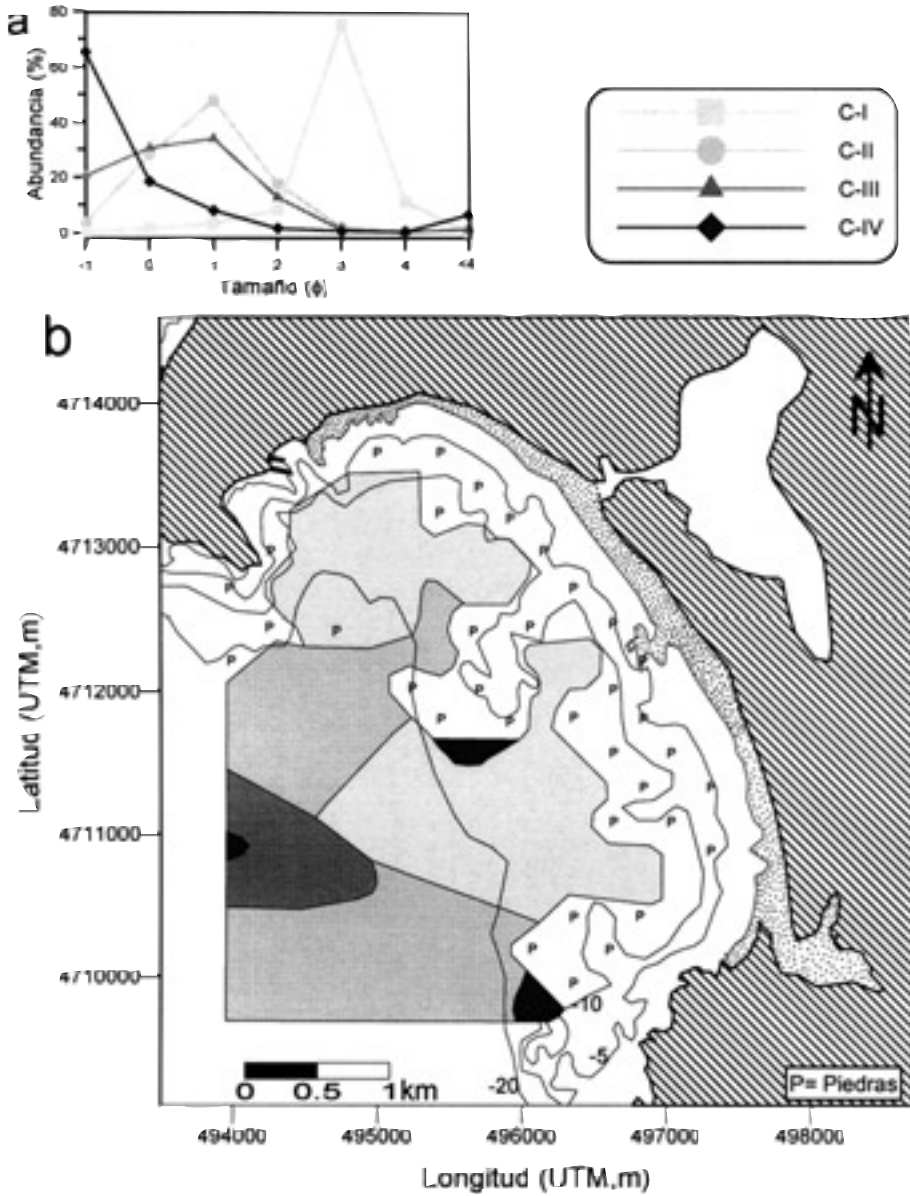


FIG. 3a.—Curvas-tipo de frecuencia relativa de distribución granulométrica características de los sedimentos de Corrubedo.

3b.—Mapa de distribución de las curvas-tipo granulométricas identificadas en Corrubedo.

FIG. 3a.—Relative frequency curves of the grain size distribution characteristic from Corrubedo sediments.

3b.—Distribution map of the granulometric curves identified in Corrubedo.



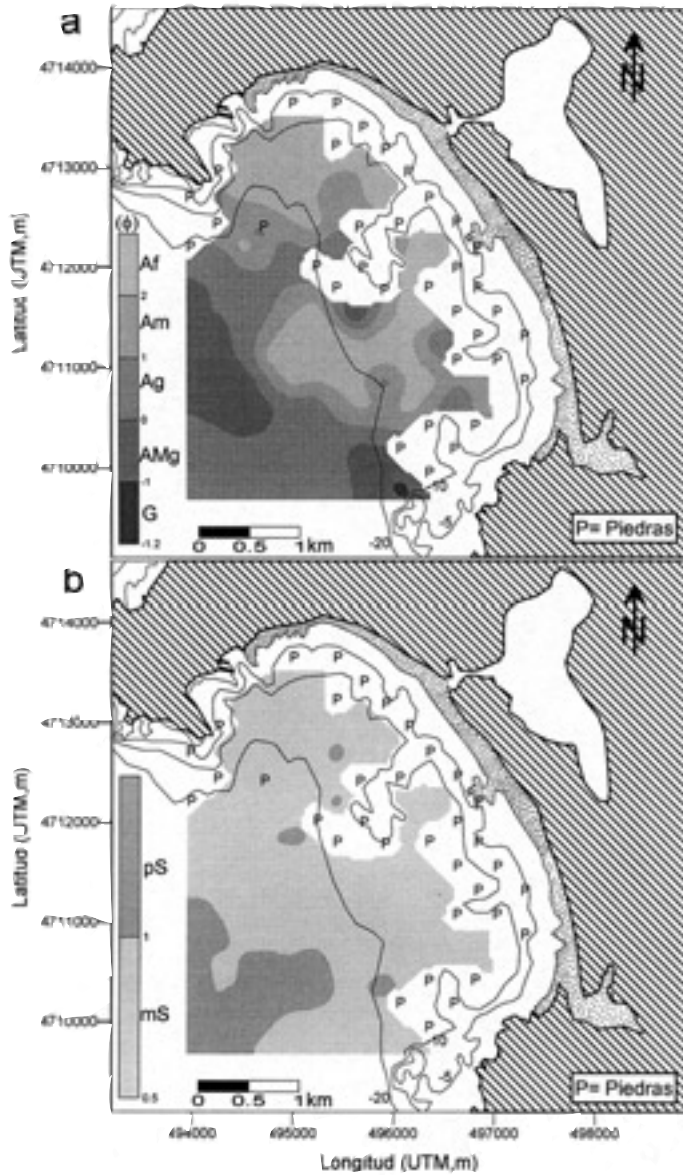


FIG. 4a.—Mapa de distribución del tamaño medio de los sedimentos de Corrubedo. G: gravas, AMg: arena muy gruesa, Ag: arena gruesa, Am: arena media, Af: arena fina.

4b.—Mapa de distribución del grado de selección de los sedimentos de Corrubedo; mS: moderadamente seleccionados, pS: pobremente seleccionados.

FIG. 4a.—Mean grain size distribution of Corrubedo sediments. G: gravel, AMg: very coarse sand, Ag: coarse sand, Am: medium sand, Af: fine sand.

4b.—Sorting distribution of Corrubedo sediments; mS: moderately sorted, pS: poorly sorted.

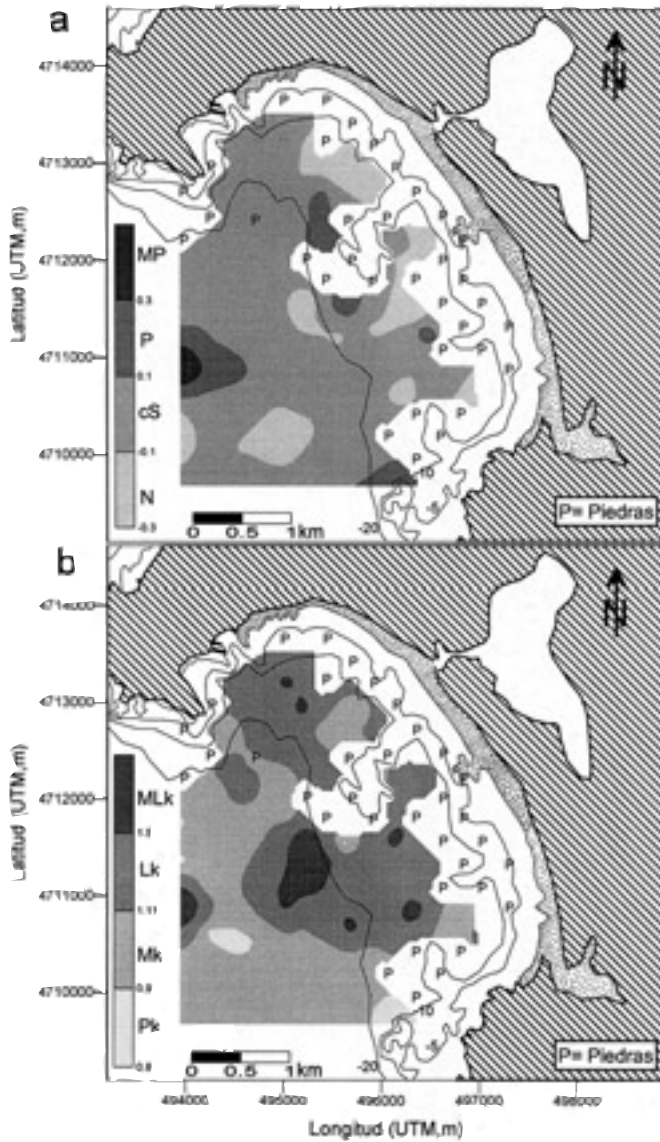


FIG. 5a.—Mapa de distribución de la asimetría de los sedimentos de Corrubedo. N: negativa, cS: casi simétrica, P: positiva, MP: muy positiva.

5b.—Mapa de distribución de la kurtosis de los sedimentos de Corrubedo. Pk: platikúrtica, Mk: mesokúrtica, Lk: leptokúrtica, MLk: muy leptokúrtica.

FIG. 5a.—Skewness distribution of Corrubedo sediments. N: negative, cS: nearly symmetrical, P: positive, MP: very positive.

5b.—Kurtosis distribution of Corrubedo sediments. Pk: platykurtic, Mk: mesokurtic, Lk: leptokurtic, MLk: very leptokurtic.

va, fundamentalmente bioclástica, es relativamente alto, con valores entre el 20 y 40%.

Este tipo de curva se localiza a profundidades mayores de 30 m, representando al 6.5% de las muestras (Tabla 1).

*Curva C-IV*: Únicamente 3 muestras dispersas pertenecen a esta clase (3.9%, Tabla I), caracterizada por presentar una curva abierta totalmente a las fracciones de tamaño grava, moda en  $-1 \phi$  (2 mm) y una asimetría entre positiva y muy positiva, que denota la existencia de una segunda población de tamaño más fino (10%). Las gravas constituyen la mayor parte de la muestra, con porcentajes comprendidos entre el 55 y el 60%.

## COMPLEJO DE LOURO

### *Cartografía sedimentaria*

Los sedimentos estudiados son fundamentalmente arenas, en un rango que va desde la arena fina (1,9  $\phi$  ó 0,268 mm) hasta la arena gruesa (-0,97  $\phi$  ó 1,96 mm). Hacia la parte externa del complejo y a profundidades superiores de 30 m aparece un contenido de la fracción grava importante (entre 20 y 40%), constituido por dos tipos de clastos, unos de naturaleza biogénica y otros de origen metamórfico e ígneo (Fig. 6a). Entre los primeros se pueden diferenciar muestras cuyos bioclastos proceden fundamentalmente de moluscos y otras que están constituidas por conchas enteras de braquiópodos y fragmentos de corales con claros rasgos de retrabajamiento. El contenido en fracción fina (inferior a 4  $\phi$  o 0.063 mm) en el conjunto de las muestras es muy bajo, menor del 7%. En la mayor parte de los casos es inferior al 2%, siendo precisamente las muestras con mayor proporción de gravas siliciclásticas las que también contienen mayor cantidad de finos.

Todas las muestras presentan un contenido en carbonatos superior al 25%, con los valores más elevados (en torno al 75%) en el sector suroccidental, donde predominan las gravas bioclásticas (Fig. 6b).

### *Estudio de las distribuciones granulométricas*

En el complejo de Louro, únicamente se han observados 3 categorías de curvas de distribución granulométrica (Alejo et al., 1999), en las que se encuadran la totalidad de las muestras (Figs. 7a y b, 8 y 9):

*Curva L-I*: Unimodal, bien seleccionada, con una moda centrada en 2  $\phi$  (0.250 mm), y un tamaño medio de arena fina. La mayor parte de estas curvas son leptokúrticas y presentan una asimetría positiva como consecuencia de un cierto componente de menor tamaño de grano. No obstante, conforme aumenta la profundidad se registran curvas simétricas, e incluso algunas con simetría negativa que se agrupan formando una banda N-S.

El 72.5% de las muestras pueden catalogarse en este tipo de curva (Tabla I), por lo que se distribuyen en una amplia zona que se extiende desde la línea de costa hasta aproximadamente 30 m de profundidad.

*Curva L-II:* A este tipo corresponden curvas trimodales francamente abiertas hacia la fracción grava y ligeramente abiertas hacia los finos. La moda principal está centrada en  $-1 \phi$  (2 mm), otra en  $2 \phi$  (0,250 mm) y la tercera, menos marcada, en valores menores de  $4 \phi$  (0,063 mm). En consecuencia, presen-

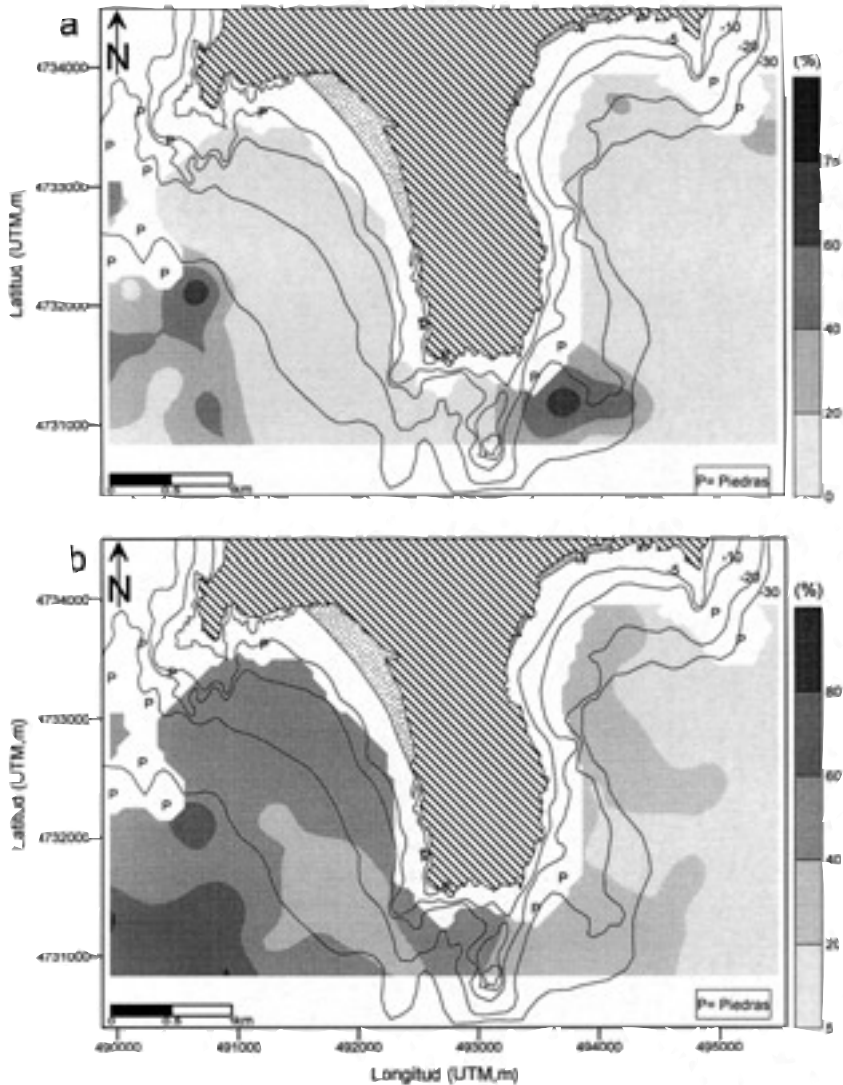


FIG. 6a.—Mapa de distribución del contenido en gravas de los sedimentos de Louro y San Francisco.  
6b.—Mapa de distribución del contenido en carbonatos de los sedimentos de Louro y San Francisco.  
FIG. 6a.—Gravel fraction distribution of Louro and San Francisco sediments.  
6b.—Carbonate content distribution of Louro and San Francisco sediments.

tan un grado de selección moderado. Los tamaños medios quedan comprendidos entre la arena media y gruesa. No obstante, este tamaño medio es el resultado del sesgo introducido por la importante proporción de gravas (en torno al 40%), cuyos clastos son de origen ígneo y metamórfico. El tamaño que éstos llegan a

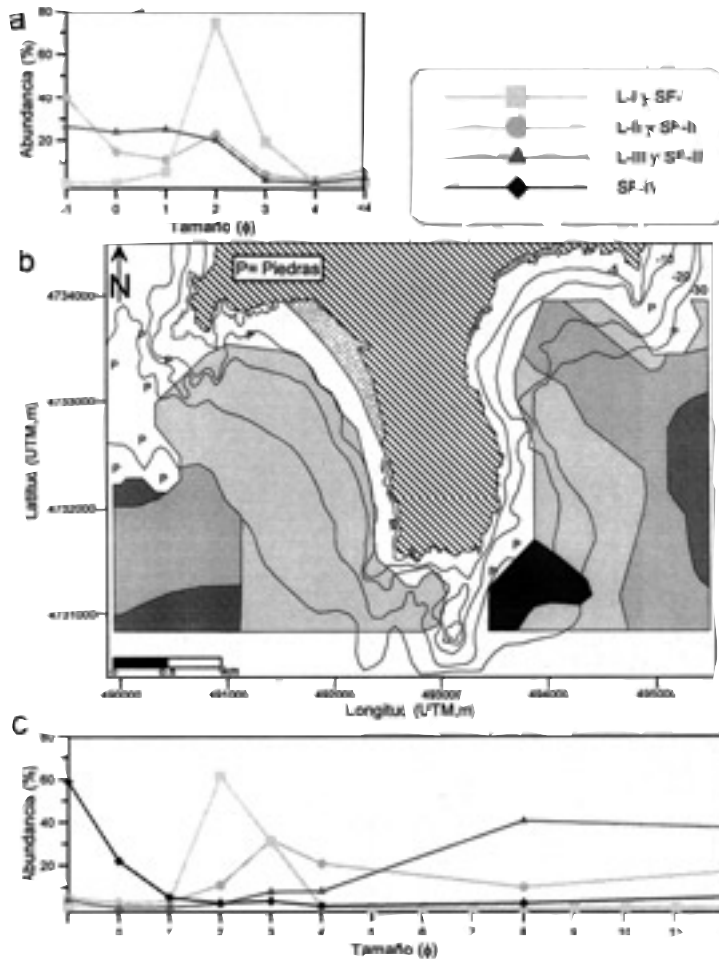


FIG. 7a.—Curvas-tipo de frecuencia relativa de distribución granulométrica características de los sedimentos de Louro.

7b.—Mapa de distribución de las curvas-tipo granulométricas identificadas en Louro y San Francisco.

7c.—Curvas-tipo de frecuencia relativa de distribución granulométrica características de los sedimentos de San Francisco.

FIG. 7a.—Relative frequency curves of the grain size distribution characteristic from Louro.

7c.—Relative frequency curves of the grain size distribution characteristic from San Francisco.

7b.—Distribution map of the granulometric curves identified in Louro and San Francisco.

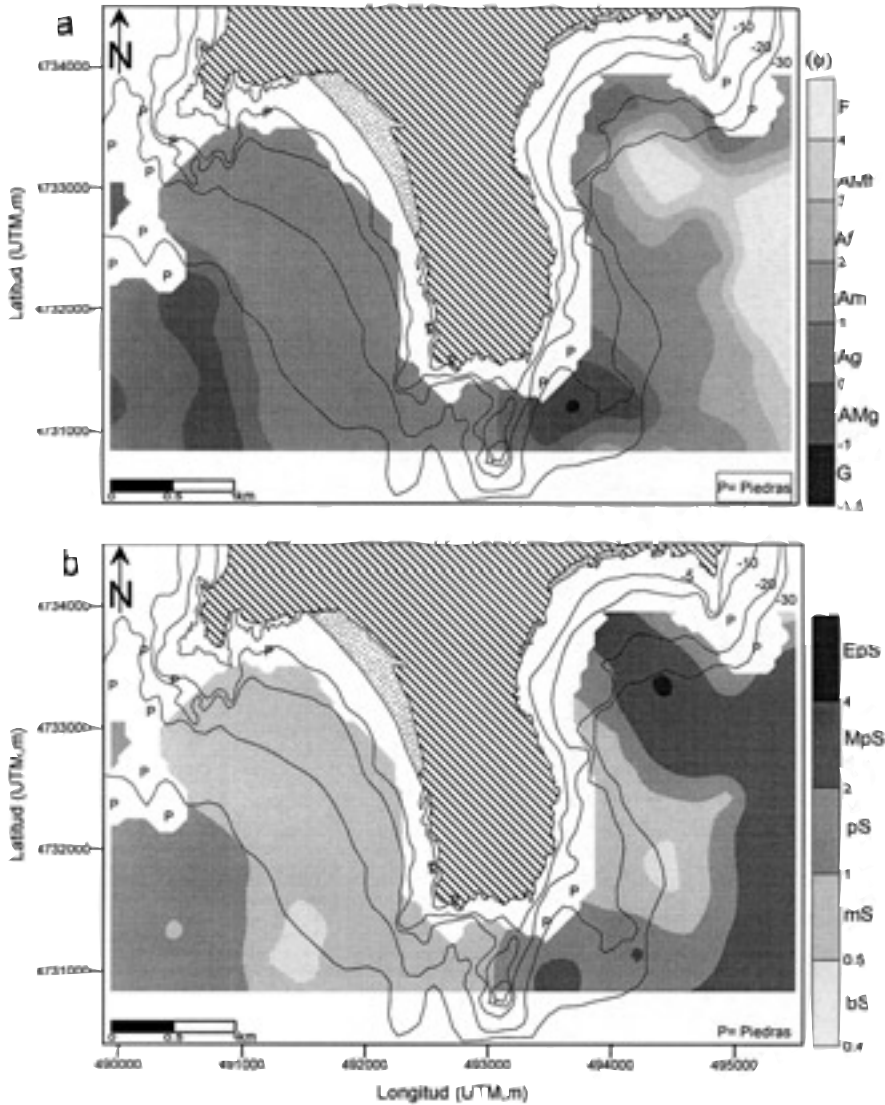


FIG. 8a.—Mapa de distribución del tamaño medio de los sedimentos de Louro y San Francisco. G: gravas, AMg: arena muy gruesa, Ag: arena gruesa, Am: arena media, Af: arena fina, Amf: arena muy fina, F: finos.

8b.—Mapa de distribución del grado de selección de los sedimentos de Louro y San Francisco; bS: bien seleccionados, mS: moderadamente seleccionados, pS: pobremente seleccionados, MpS: muy pobremente seleccionados, EpS: extremadamente pobre seleccionados.

FIG. 8a.—Mean grain size distribution of Louro and San Francisco sediments. G: gravel, AMg: very coarse sand, Ag: coarse sand, Am: medium sand, Af: fine sand, Amf: very fine sand, F: mud.

8b.—Sorting distribution of Louro and San Francisco sediments; bS: well sorted, mS: moderately sorted, pS: poorly sorted, MpS: very poorly sorted, EpS: extremely poorly sorted.

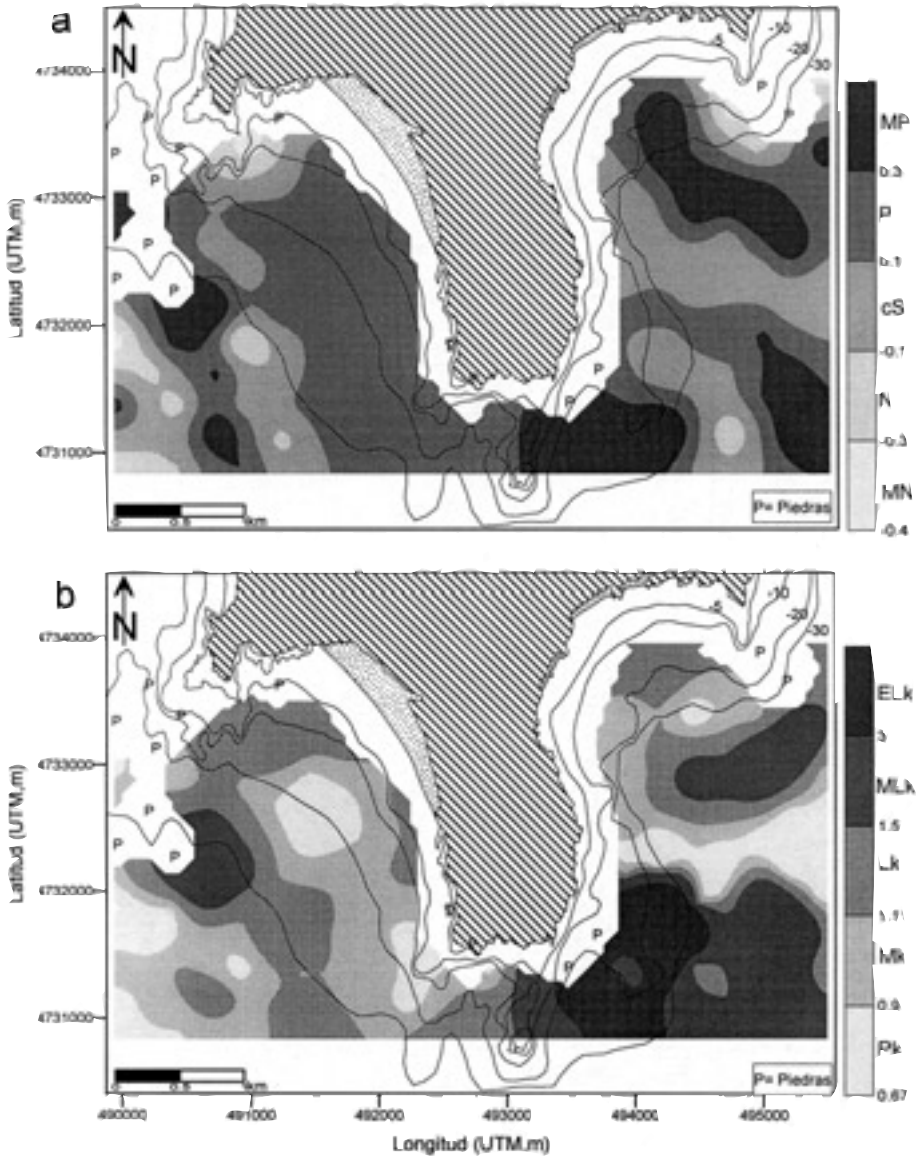


FIG. 9a.—Mapa de distribución de la asimetría de los sedimentos de Louro y San Francisco. MN: muy negativa, N: negativa, cS: casi simétrica, P: positiva, MP: muy positiva.

9b.—Mapa de distribución de la kurtosis de los sedimentos de Louro y San Francisco. Pk: plati-kúrtica, Mk: mesokúrtica, Lk: leptokúrtica, MLk: muy leptokúrtica ELk: extremadamente leptokúrtica. FIG. 9a.—Skewness distribution of Louro and San Francisco sediments. MN: very negative, N: negative, cS: nearly symmetrical, P: positive, MP: very positive.

9b.—kurtosis distribution of Louro and San Francisco sediments. Pk: platykurtic, Mk: mesokurtic, Lk: leptokurtic, MLk: very leptokurtic, Elk: extremely leptokurtic.

adquirir (hasta 8 cm), unido a su densidad, hacen que el porcentaje en peso de esta fracción sea mayor que en el caso de muestras bioclásticas. Con respecto a la asimetría, existe una gran disparidad, desde valores muy positivos hasta muy negativos.

Este tipo de curvas se localiza en el sector más suroccidental del área muestreada, en profundidades superiores a 30 m, representando el 17.6% (Tabla 1).

*Curva L-III*: Representada por curvas abiertas hacia las gravas, en este caso bioclásticas. Aproximadamente el 80% de la frecuencia está distribuida entre  $-1$  y  $2 \phi$  ( $2$  y  $0,250$  mm respectivamente), sin que se aprecie una moda definida en este rango. El resto de la frecuencia corresponde en su mayor parte a un tamaño entre  $2$  y  $3 \phi$  ( $0,250$  y  $0,125$  mm respectivamente). Al igual que el caso anterior, el grado de selección es moderado y la asimetría muy dispar. También se localizan en la misma zona que las anteriores, intercalándose unas con otras, agrupando el 9.9% de las muestras (Tabla 1).

## COMPLEJO DE SAN FRANCISCO

### *Cartografía sedimentaria*

El rasgo más peculiar de este complejo, que lo diferencia de los otros dos, es la coexistencia de fondos recubiertos por sedimentos con un tamaño de grano muy variado, desde grava hasta fango. La mayor parte del área presenta sedimentos de tamaño arena media y fina ( $1-2,5 \phi$  o  $0,500-0,190$  mm), que se distribuyen desde las zonas más someras hasta aproximadamente 32 m de profundidad. Estos fondos arenosos se hallan divididos en dos sectores por la existencia de una acanaladura de dirección NO-SE que conecta la costa con el sector más profundo. En esa depresión se encuentran arenas muy finas con un contenido en fango superior al 25%, que de forma gradual incrementa la proporción en los tamaños limo y arcilla hasta alcanzar el 75% en las mayores batimetrías (Fig. 10a). Los sedimentos de mayor tamaño de grano se localizan al sur de Monte Louro, asociándose con los afloramientos rocosos que aíslan el complejo de San Francisco del de Louro. Su porcentaje en el tamaño grava, de naturaleza bioclástica, oscila entre el 30% y el 75% (Fig. 6a).

El contenido en carbonatos en la fracción arena es mucho menor que en los complejos anteriormente descritos (Fig. 6b). Los valores más altos, localizados en los fondos de grava y en una banda somera adosada a la vertiente oriental de Monte Louro, no superan el 30%. Del conjunto de muestras analizadas en los tres sectores submareales estudiados, las más pobres en carbonatos se encuentran en este complejo, coincidiendo con los sedimento más finos. Por el contrario, estos presentan valores de materia orgánica extremadamente elevados, hasta 7,5% (Fig. 10b) y poseen la particularidad de estar intensamente bioturbados por *Maldane* sp., organismo que típicamente coloniza los fondos fangosos del eje central de las Rías Bajas.



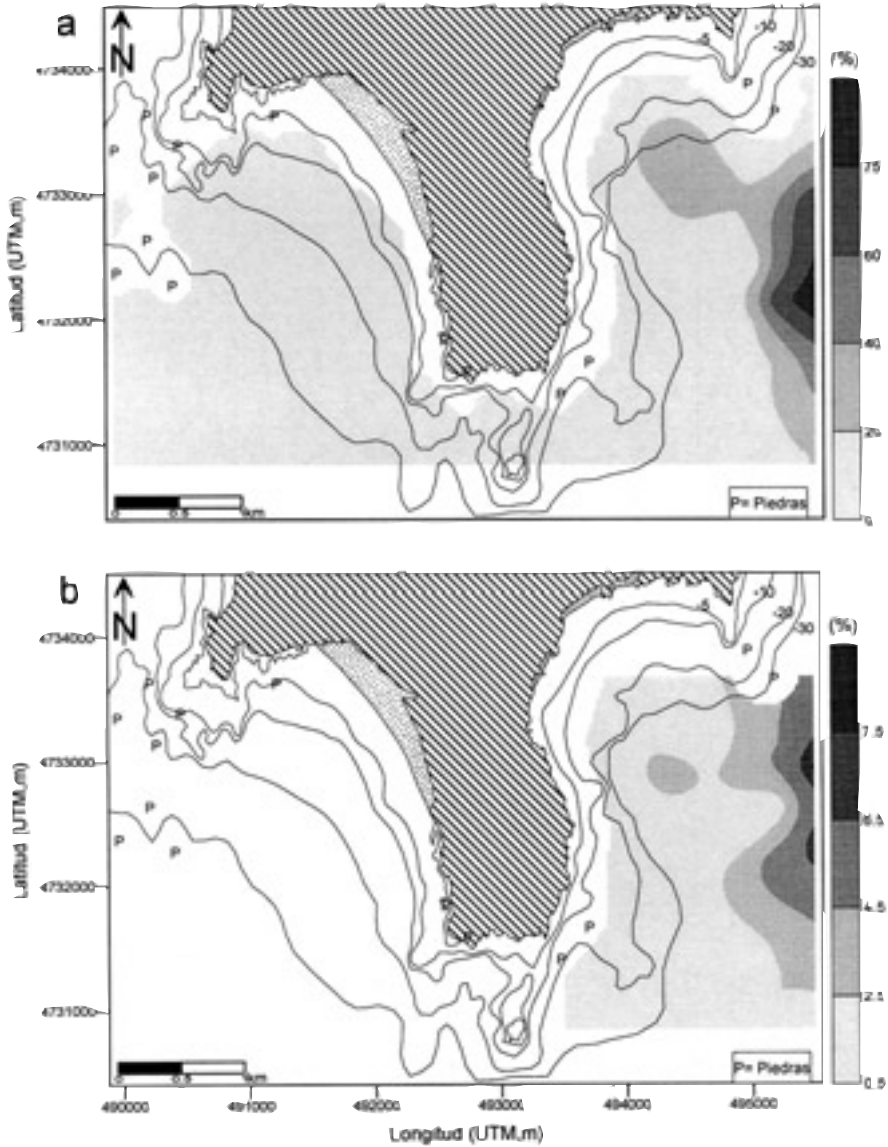


FIG. 10a.—Mapa de distribución de la fracción fina de los sedimentos de Louro y San Francisco.  
10b.—Mapa de distribución de la materia orgánica de los sedimentos de Louro y San Francisco.  
FIG. 10a.—Mud fraction distribution of Louro and San Francisco.  
10b.—Organic matter distribution of San Francisco.

### Estudio de las distribuciones granulométricas

Del análisis de las curvas granulométricas hemos podido diferenciar un total de cuatro familias, cada una de las cuales presenta las siguientes características (Figs. 7b y c, 8 y 9):

*Curva SF-I:* Corresponde a distribuciones unimodales, bien y moderadamente seleccionadas, cuya moda se sitúa mayoritariamente en  $2 \phi$  (0,250 mm) y puntualmente en  $3 \phi$  (0,125 mm). Corresponden en general a arenas medias, muy simétricas, que hacia las zonas de mayor profundidad manifiestan una asimetría positiva debida a la presencia de una cola de finos (en torno al 15%). Muchas son leptokúrticas, si bien las mesokúrticas y muy leptokúrticas no son infrecuentes. Ocupan la mayor superficie del área estudiada, desde las cercanías a la costa hasta profundidades de unos 40 m, y representan el 38,3% de las muestras (Tabla I).

*Curva SF-II:* Caracteriza a curvas trimodales, abiertas tanto hacia la fracción arcilla como hacia la fracción grava. La moda principal se centra en  $3 \phi$  (0,125 mm), agrupando en torno al 30% de la distribución, las otras dos en  $12 \phi$  y  $-1 \phi$ , (2,4  $\mu$ m y 2 mm respectivamente). En general se observa un incremento en la fracción arcilla a medida que aumenta la profundidad, mientras que hacia la costa crece la frecuencia de la moda centrada en  $-1 \phi$  (2 mm), en detrimento de la situada en  $12 \phi$  (2,4  $\mu$ m). Se han obtenido para estas muestras unos valores de tamaño medio que oscilan entre arena fina y media, si bien este parámetro no resulta muy realista teniendo en cuenta el carácter trimodal que presentan, y por consiguiente su muy pobre selección. Lo mismo sucede con los valores resultantes de la kurtosis y de la asimetría. Los primeros oscilan en un amplio rango, mientras la asimetría es positiva, incluso en las muestras con mayor contenido en grava.

Ocupan distintos lugares dentro del área de estudio, representando el 40,4% del total de las muestras. Un grupo de ellas se distribuye en la ya citada franja, topográficamente más deprimida, de orientación NO-SE y de unos 500 m de anchura. En ella, las muestras más someras contienen mayor cantidad de gravas, que van haciéndose más escasas conforme aumenta la profundidad, de forma que las situadas en torno a 30 m muestran ya su moda principal en el tamaño de arena fina ( $3 \phi$  o 0,125 mm). Hacia el Este y Sureste de dicha franja, y a mayores profundidades, hay dos grupos de 2 y 3 muestras respectivamente con características similares, aunque con una proporción de finos algo mayor.

*Curva SF-III:* Se caracteriza por presentar los menores tamaños de todas las muestras recogidas, con un trazado abierto hacia las fracciones finas y con una moda principal en la fracción de limo ( $8 \phi$  o 3,9  $\mu$ m). Por el extremo contrario aparecen ligeramente abiertas hacia la fracción grava. El tamaño medio corresponde a limo, muy pobremente seleccionado y con buena asimetría, si bien en zonas limítrofes con los tipos SF-I y SF-II se observa un sesgo hacia asimetrías muy positivas. Sus características permiten clasificarlas sin lugar a dudas como los típicos sedimentos que ocupan las zonas axiales de las Rías Bajas (Vilas et al., 1995, 1996, 1999).

Se concentran en el límite oriental del área de estudio, a profundidades que oscilan entre los 40 y 44 m.

*Curva SF-IV:* Únicamente cuatro muestras pertenecen a esta categoría, que se caracteriza por su fuerte abertura hacia la fracción de tamaño grava ( $-1 \phi$  o 4 mm), donde presenta su moda principal, que llega a agrupar el 60% de la distribución. Hacia las fracciones finas aparece una cola con una moda secundaria (aproximadamente el 5% de la distribución) en el tamaño arcilla. La media granulométrica se sitúa en el rango de arena muy gruesa, el grado de selección es moderado, pasando a ser muy pobre hacia el Suroeste. Presenta una asimetría marcadamente positiva y es muy leptokúrtica.

Las curvas de este tipo se encuentran localizadas en el sector más suroccidental del área estudiada, limitando por el Oeste con la L-I, de la que aparecen separadas por fondos rocosos.

## DISCUSIÓN

### ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las tipologías anteriormente establecidas se basan únicamente en las propiedades granulométricas de las muestras, pero es posible caracterizarlas de forma más precisa si también se tienen en cuenta sus rasgos composicionales, tales como el contenido en carbonatos y materia orgánica. Una forma de comparar las muestras teniendo en cuenta variables tan dispares, consiste en utilizar un análisis de componentes principales (ACP). El ACP pone de manifiesto las relaciones entre un número amplio de variables medidas en una cantidad elevada de casos o muestras. Mediante esta técnica estadística las variables de cada muestra son comparadas con todas y cada una de las restantes muestras para obtener un número de variables o factores inferior al de partida, de tal forma que dichos factores son además linealmente independientes. Así pues, la comprensión de los procesos naturales que interactúan en los diferentes sistemas sedimentarios considerados en este trabajo resulta más sencilla si se aplica una herramienta que reduzca una estructura compleja de datos interdependientes a un pequeño número de variables. El siguiente paso es atribuir a cada factor un significado causal o ambiental a partir de las variables iniciales agrupadas en cada uno de ellos.

En este caso la solución del ACP es capaz de explicar el 74,8% de la variabilidad total observada con tan sólo tres factores. Estos factores permiten además establecer las relaciones entre las distintas muestras en el espacio multifactorial, haciendo más sencilla la interpretación de los procesos que justifican su distribución natural. El Factor 1 explica el 37,1% de la varianza y está controlado por un conjunto de variables que marcan dos miembros extremos (Fig. 11). En el extremo positivo se sitúan los tamaños de arena muy fina, arena fina, arcilla, limo y el contenido en materia orgánica. Los valores de ajuste

más negativos corresponden al contenido en carbonatos y a las fracciones de arena muy gruesa, arena gruesa y, en menor medida, al tamaño grava. El Factor 2 explica el 21.3% de la varianza, y discrimina las fracciones limo, arcilla, grava y arena muy gruesa, así como el contenido en materia orgánica, todas ellas con valores positivos elevados, de los tamaños arena media y arena fina, que puntúan negativamente (Fig. 11a). El Factor 3 (16,4% de la varianza) tiene como miembros extremos a la arena fina y muy fina, con factores de ajuste positivos, y a la arena media, con valores negativos (Fig. 11b).

La primera constatación que se desprende de la consideración conjunta de los Factores 1 y 2 ratifica formalmente una observación realizada en campo: el contenido en carbonato cálcico de las muestras es directamente proporcional al peso de las fracciones con mayor tamaño de grano (arena gruesa, muy gruesa y grava), mientras que las muestras más fangosas son también las más ricas en materia orgánica (Fig. 11a). Ello confirma que en este tipo de ambientes los carbonatos son de naturaleza bioclástica, procedentes de la actividad biológica de organismos marinos, y por otra parte, que la acumulación de materia orgánica en cantidad detectable sólo tiene lugar en zonas caracterizadas por procesos dinámicos de baja energía. Así mismo, se puede afirmar que, en términos generales, los componentes mayoritarios de las fracciones con un tamaño inferior a la arena media son de naturaleza siliciclástica.

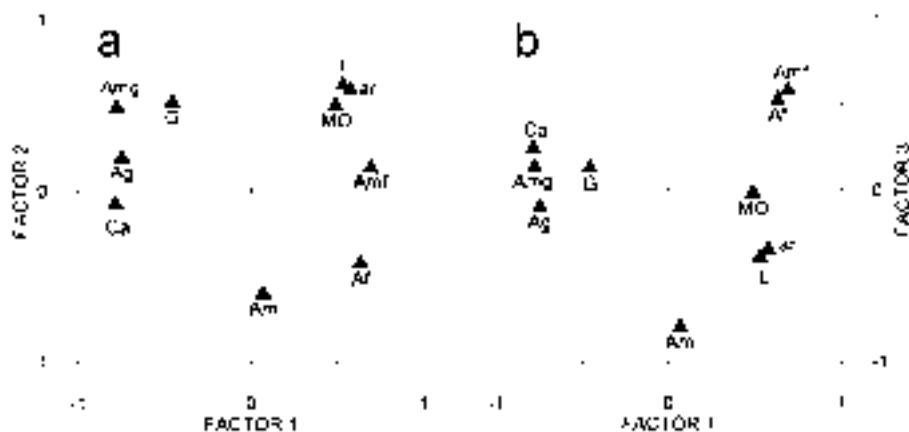


FIG. 11.—Factores de ajuste tomados dos a dos. G: gravas, Amg: arena muy gruesa, Ag: arena gruesa, Am: arena media, Af: arena fina, Amf: arena muy fina, F: finos, Ca: contenido en carbonatos, Mo: contenido en materia orgánica, ar: arcilla, L: limo.

a. Factor 1 vs Factor 2.

b. Factor 1 vs Factor 3.

FIG. 11.—Factor scores. G: gravel, Amg: very coarse sand, Ag: coarse sand, Am: medium sand, Af: fine sand, Amf: very fine sand, F: mud, Ca: carbonate content, Mo: organic matter content, ar: mud, L: silt.

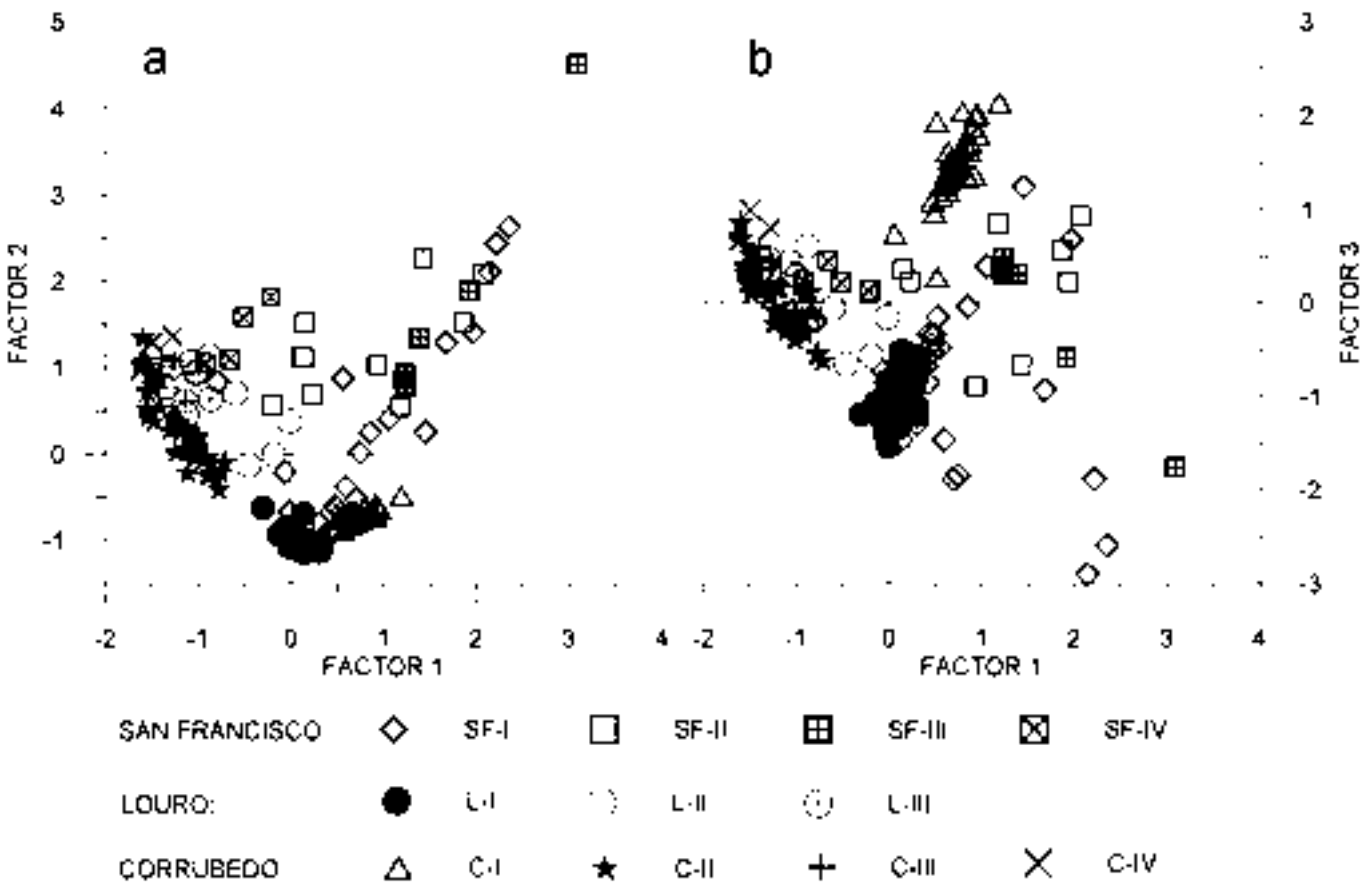
a. Factor 1 vs Factor 2.

b. Factor 1 vs Factor 3.

Cabe resaltar que, si bien el Factor 1 puede ser interpretado como una expresión del nivel energético medio de los agentes dinámicos, las variables granulométricas en él agrupadas no se distribuyen jerárquicamente desde el término negativo (arena muy gruesa) hasta el positivo (arena muy fina). Por tanto, separa dos procesos extremos, pero en ningún caso explica una variación gradual entre ambos. Estos procesos se interpretan como la sedimentación de la carga de fondo asociada al efecto del oleaje sobre el lecho y la decantación característica de la plataforma interna y de las zonas de las rías. Sin embargo, el Factor 2 sí se interpreta como una expresión de las variaciones energéticas. Puede ser identificado con el grado de selección de las muestras, una variable que no fue introducida en el análisis, pero cuya importancia queda puesta de manifiesto por la solución obtenida. Las muestras constituidas fundamentalmente por arena media o fina, bien seleccionadas y con tendencia simétrica, puntúan negativamente en este factor (Fig. 12a). De forma opuesta, conforme disminuye el grado de selección y comienza a aparecer una cola, bien de material grueso o bien de material fino, los factores de carga aumentan. El tercer factor obtenido matiza la información suministrada por los factores 1 y 2. Con ellos las muestras de arena fina de Corrubedo (C-I) y las de arena media de Louro (L-I) y San Francisco (SF-I) no podían ser discriminadas (Fig. 12a). Cuando se considera el Factor 3, unas y otras se diferencian claramente. El significado físico de este factor se atribuye a la asimetría. Las muestras simétricas puntúan con valores positivos, mientras que las que poseen asimetría, ya sea positiva o negativa, lo hacen en valores negativos (Fig. 12b).

#### SIGNIFICADO SEDIMENTOLÓGICO DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES

En definitiva, la mayor parte de las muestras analizadas en los tres sistemas puede ser explicada por la energía del proceso que las depositó, su rango energético y su frecuencia. Ello puede observarse claramente en la figura 12. En ella se ha representado la posición de cada muestra en función de sus cargas en los factores. Salvo algunas muestras que puntúan con valores próximos a 0 en los factores 1 y 2 (Fig. 12a), y para las cuales el ACP no es resolutivo, el resto se distribuye de tal forma que es posible una comparación más precisa que la elaborada anteriormente teniendo en cuenta sólo los parámetros granulométricos. Todas las muestras con curvas C-I presentan un estrecho margen de variación en los dos primeros factores, lo que manifiesta que han sido sedimentadas bajo equivalentes condiciones. Se interpretan como el depósito de un oleaje de energía moderada y relativamente constante capaz de seleccionar de forma muy efectiva el material. El mismo proceso, aunque algo más energético sería el causante de las muestras con curvas L-I, las cuales aparecen factorialmente muy próximas entre sí y, en su conjunto, cercanas a las anteriores (Fig. 12a). La única diferencia entre ambas estriba en que la mayor parte de la distribución de las C-I se centra en el tamaño  $3 \phi$  (0,125 mm), mientras que en las L-I lo hace en



2  $\phi$  (0,250 mm). El Factor 3 discrimina estas dos poblaciones: las C-I tienen altos valores positivos, mientras que las L-I puntúan con valores negativos (Fig. 12b).

Las muestras con curvas C-II y, sobre todo con curvas SF-I, poseen carga sobre los factores 1 y 2 que varían en un rango más amplio, reflejando el gradiente de variación obtenido en los resultados granulométricos y composicionales. En las primeras el tamaño medio de grano, el porcentaje en grava y el contenido en carbonatos aumentan con la profundidad. Paralelamente disminuyen su selección. Todo ello indica que el proceso genético fue un oleaje más intenso que en los casos anteriores, cuya energía se disipaba progresivamente hacia zonas más someras o más protegidos por afloramientos rocosos. Las muestras caracterizadas por curvas SF-I se disponen según un gradiente más suave y de diferente sentido que las anteriores. Mientras que las más próximas a la línea de costa poseen características muy semejantes a las C-I, hacia fondos más profundos van adquiriendo un tamaño medio de grano menor, incrementan su contenido en materia orgánica y adquieren una asimetría positiva. Su génesis se explica por un oleaje que, próximo a la línea de costa, posee una energía equivalente a la de las zonas someras de Corrubedo y Louro. En este sector se conjugan por una parte la menor interacción del oleaje con el fondo a mayores profundidades, y por otra el efecto de apantallamiento que produce el saliente de Mte. Louro respecto al oleaje. Las muestras con curvas SF-III y algunas SF-II aparecen intercaladas con las SF-I, por lo que los factores 1 y 2 no son eficaces para discriminarlas. Siguiendo el gradiente batimétrico se produce un tránsito gradual entre las tres clases de curvas, que hace imposible establecer un límite neto entre un tipo de fondos y otros. Por tanto, el oleaje que controla la dinámica típicamente playera en San Francisco pierde progresivamente efectividad sobre el fondo hacia la parte externa del complejo, donde se instala un ambiente de baja energía gobernado por procesos de decantación característicos de centro de ría.

Las muestras con curvas granulométricas distintas a las comentadas hasta ahora puntúan, en la mayoría de los casos, con valores negativos sobre el Factor 1, positivos sobre el Factor 2 y de forma muy variable sobre el Factor 3 (Fig. 12). Todas ellas tienen en común que la mayor parte de su distribución se sitúa en los tamaños de arena gruesa o grava. Además en numerosos casos poseen una cierta cantidad de fango. Las C-III y C-IV y las muestras C-II, que puntúan más alto en el Factor 2, están muy próximas en el espacio factorial, por lo que no son diferenciables mediante el ACP. Algunas L-III están en la

---

FIG. 12.—Distribución de las muestras según sus factores de carga.

- a. Factor 1 vs Factor 2.
- b. Factor 1 vs Factor 3.

FIG. 12.—Samples distribution based on their loading factors.

- a. Factor 1 vs Factor 2.
- b. Factor 1 vs Factor 3.

misma situación, mientras que las restantes son más parecidas a las SF-IV. Es decir, las muestras C-II más groseras, las C-III, C-IV, L-II, L-III y SF-IV se distribuyen a lo largo de los valores negativos del Factor 1. Probablemente la variabilidad observada se debe a motivos composicionales. Las muestras con puntuaciones en el Factor 1 más próximas a 0 (SF-IV) son las que poseen menor contenido en carbonatos en la fracción arena (aproximadamente el 25%), mientras que aquéllas con puntuaciones más negativas (todas ellas pertenecientes al Complejo de Corrubedo) llegan a alcanzar valores del 85%. Las muestras de arenas gruesas y gravas procedentes del Complejo de Louro poseen porcentajes intermedios en la fracción arena. Por consiguiente, se puede afirmar que el Complejo de Corrubedo tiene aportes de sedimentos de procedencia fundamentalmente marina, mientras que en el Complejo de Louro, y de forma más acusada en el de San Francisco, la influencia continental es mayor.

#### INTERPRETACIÓN GLOBAL

Al considerar globalmente todos los aspectos hasta ahora comentados, es posible interpretar los factores que explican la distribución geográfica de los diversos tipos de fondo observados en toda la zona de estudio. La distinción más acusada que se establece entre los complejos de Corrubedo y Louro por un lado, con respecto a la playa de San Francisco por otro, estriba en la distribución granulométrica general. En los complejos externos a la Ría de Muros y Noia el tamaño de grano aumenta progresivamente desde los sectores más próximos a la línea de costa hasta los más profundos muestreados. En las zonas someras existen fondos de arena fina y media, mientras que hacia las zonas externas aparecen de forma sucesiva fondos de arena gruesa y de grava. Por el contrario, en San Francisco se aprecia una disminución de la granulometría conforme aumenta la profundidad, gradando desde fondos de arena media hasta fondos fangosos. Ello sugiere que los procesos que actúan en esta playa se caracterizan por un nivel energético general más bajo que los que afectan o han afectado a Corrubedo y Louro. Es una consecuencia de la diferente orientación que presentan respecto al oleaje dominante, de su posición interna o externa con respecto a la Ría y del efecto de abrigo que el Monte Louro ejerce sobre San Francisco. A pesar de lo anteriormente dicho, hay una serie de sedimentos de características muy semejantes en las tres zonas estudiadas lo que nos indicaría que han sido depositados bajo unas condiciones energéticas similares. Un posible explicación podría estar en la interacción de la morfología costera con el oleaje y de éste con la topografía sumergida de los diferentes complejos. Si bien es cierto que la península de Monte Louro apantalla el oleaje más intenso, impidiendo su incidencia directa sobre la playa de San Francisco, también lo es que este saliente rocoso modifica la dirección de aproximación del oleaje, refractándolo hacia direcciones SSE-ESE. Este fenómeno, unido a la fuerte pendiente del fondo, traen como consecuencia que hacia las zonas someras la energía sobre el fondo sea similar a la que



afecta a los sistemas directamente enfrentados al oleaje dominante del Suroeste. Ello viene apoyado por la erosión que experimenta el sector más oriental de San Francisco durante los temporales, y su subsiguiente recuperación en épocas de bonanza, así como por la dirección hacia el oeste de la deriva litoral observada. Los sectores más profundos de esta playa están sometidos a niveles energéticos más bajos, por lo que se produce una transición relativamente rápida hacia los fondos cubiertos por fango característicos del eje de las rías, donde la decantación es el proceso preponderante. Únicamente en el entorno de afloramientos rocosos el oleaje es lo suficientemente intenso como para depositar material de tamaño grava procedente de la destrucción de las conchas de los numerosos organismos que habitan en las rocas.

La distribución de los sedimentos en los complejos de Corrubedo y Louro sigue un patrón general semejante que viene impuesto por la misma orientación de ambos. Sin embargo, la presencia en Corrubedo de una banda rocosa más o menos paralela a la línea de costa y con algunos salientes, causa una disipación del oleaje. Por este motivo, entre la banda rocosa y la línea de costa, los sedimentos son de menor tamaño (arena fina). Fuera de la banda rocosa el oleaje es más efectivo sobre el fondo y su energía determina el depósito de arenas medias y gruesas, parecidas a las que se encuentran en la parte menos profunda de Louro. Tanto en este complejo como en el de Corrubedo, hacia las partes más externas los sedimentos son de tamaño grava, aunque con un contenido apreciable en fango. Las partículas de tamaño grava probablemente sólo pueden ser removilizadas en condiciones altamente energéticas asociadas a temporales. En épocas de bonanza, constituirían unos fondos inmóviles sobre los que, dada la profundidad a la que se encuentran, únicamente se depositaría material fino, en gran parte procedente de la actividad biológica. En el caso de Corrubedo las muestras con estas características se agrupan en una dirección NO-SE (paralela a la línea de costa), que ha sido interpretada como una barra sumergida (Alejo *et al.*, 2000) que tan sólo podría ser retrabajada durante episodios de tormenta. En Louro además existen sedimentos groseros que pueden ser considerados claramente relictos. En concreto, las gravas bioclásticas, constituidas por braquiópodos y fragmentos de corales ambos con claros indicios de retrabajamiento, así como las formadas por cantos ígneos y metamórficos, en ocasiones de gran tamaño, se han tenido que depositar por procesos distintos a los que ahora ocurren. Tanto el gran tamaño de estos cantos, como su bajo índice de redondez, nos hace pensar en otro agente de transporte y depósito que el meramente marino.

Finalmente, otro rasgo por el que se pueden establecer diferencias entre los tres complejos es la diferente proporción de carbonatos que contienen. Como se ha mencionado anteriormente, en Corrubedo se registra el mayor contenido (35-80%), aumentando desde el sector interno hasta el externo. El complejo de Louro, aunque con menores proporciones (25-75%), también manifiesta esa tendencia. Por su parte, San Francisco posee una cantidad de carbonatos sensiblemente menor (<30%). De nuevo, la posición y la orientación de cada

zona estudiada juegan un papel decisivo. Los complejos externos reciben una gran cantidad de aportes marinos por el oleaje, mientras que en San Francisco la contribución continental es mayoritaria. Los rasgos morfológicos emergidos de los tres complejos corroboran esta interpretación. La existencia en Corrubedo de un sistema dunar muy bien desarrollado al que se asocia una amplia llanura arenosa, inhibe la llegada de aportes continentales hasta la franja costera. La composición mayoritariamente bioclástica de la playa y de las dunas (Vilas *et al.*, 1988), ratifica que la dirección de aportes dominante es de mar a tierra. De forma distinta, el relieve en el entorno de Louro y San Francisco presenta unas pendientes muy fuertes que favorecen la llegada de sedimentos continentales. La diferencia entre estos dos estriba en el balance entre la contribución marina y la continental. En Louro, por su posición expuesta al oleaje dominante, los aportes marinos superan a los continentales, si bien se han podido dar episodios en los que el material continental llegaba de forma masiva. Las gravas y cantos de origen ígneo y metamórfico se interpretan como un vestigio de esos episodios, después de los cuales la dinámica marina habría redistribuido las fracciones más finas, dejando un depósito relictivo de mayor tamaño. La posición de San Francisco hacia el interior de la ría y su diferente orientación respecto al oleaje son las responsables de que esta playa reciba una cantidad menor de sedimentos marinos y, por tanto los continentales estén mucho menos diluidos.

## CONCLUSIONES

Mediante el estudio de las curvas de distribuciones granulométricas de todas las muestras, se han podido diferenciar un total de 11 familias de sedimentos (4 en Corrubedo, 4 en San Francisco y 3 en Louro), que varían desde gravas hasta fangos con diferentes grados de selección, kurtosis y asimetría, lo que nos da una idea de la variabilidad de ambientes. Así, en los complejos de Corrubedo y Louro se registra un incremento de tamaño de grano hacia mayores profundidades, mientras que en San Francisco la tendencia se invierte. En este caso se produce una variación gradual entre sedimentos dominados por el oleaje, similares a los existentes en los otros dos complejos, y los sedimentos fangosos característicos del eje central de las rías

El análisis de componentes principales, incluyendo tanto las fracciones granulométricas como el contenido en carbonatos y materia orgánica, ha demostrado ser una herramienta eficaz en el estudio sedimentológico de la distribución de los materiales. Se han obtenido 3 factores, que justifican casi el 75% de la varianza, los cuales han permitido realizar distintas agrupaciones que han sido interpretadas como debidas a procesos ambientales similares en las distintas zonas elegidas.

La orientación de cada uno de los complejos, junto con la configuración batimétrica y el efecto que ésta ejerce en relación al oleaje dominante, son las res-

ponsables de las variaciones registradas en la distribución espacial de las distintas poblaciones diferenciadas.

Composicionalmente, se han encontrado diferencias entre los complejos estudiados, que han sido interpretadas como consecuencia de la distinta procedencia de sus aportes. En Corrubedo y Louro predominan los de naturaleza marina, mientras que en San Francisco lo hacen los continentales.

Por último, en Louro la existencia de cantos de hasta 8 cm de rocas ígneas y metamórficas, junto con fragmentos de corales y conchas de braquiópodos, han sido interpretados como sedimentos relictos.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento tanto a la tripulación como al gestor del BIO Mythilus por habernos facilitado en todo momento los trabajos a bordo del barco. A Paula Diz Ferreiro por su inestimable ayuda en las distintas campañas de recogidas de muestras, así como a Sandra Rúa y a Montse Martínez por el trabajo analítico en laboratorio. Este es el trabajo n.º 221 del grupo EX1 de la Universidad de Vigo. Es una contribución a los proyectos REN2000-1102 MAR y PGIDT00MAR30103PR, y parcialmente a los PGIDT00PX130105PR y IGCP464.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALEJO, I., ALCÁNTARA-CARRIÓ, DIZ, P., FRANCÉS, F., NOMBELA, M.A., VILAS, F. (1999): Los sedimentos del submareal adyacente al sistema playa-barrera-lagoon de Louro. (Galicia, N.O. de España). *Thalassas*, 15: 53-60.
- ALEJO, I., DIZ, P., FRANCÉS, F., NOMBELA, M.A., VILAS, F. (2000): Caracterización de los sedimentos de la plataforma proximal del complejo playa-barrera-lagoon de Corrubedo (Galicia, NO de España). *Geogaceta*, 27: 203-206.
- CASQUET, C., FERNÁNDEZ DE LA CRUZ, M.N. (1981): Hoja geológica nº 119 (Noya). *Mapa Geológico E. : 1:50.000*. Segunda serie, I.G.M.E., Madrid.
- DAVIES, J.L. (1964): A morphogenic approach to world shorelines. *Zeitschr. Geomorph.*, 8:127-142.
- FERRÁN, M. (1996): *SPSS para Windows, programación y análisis estadístico.*, 580 p., McGraw-Hill, Madrid.
- FOLK, R.L., WARD, W.C. (1957): Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal Sedimentary Petrology*, 23(1): 3-26.
- GUITIÁN, F., CARBALLAS, T. (1976): Carbonatos y sales solubles. In: Pico Sacro (Ed.) *Técnicas de análisis de suelos*; 125-127, Santiago de Compostela.
- VILAS, F., NOMBELA, M.A. (1985): Las zonas estuarinas de las costas de Galicia y sus medios asociados, N.W. de la Península Ibérica. *Thalassas*, 3(1): 7-15.
- VILAS, F., ROLÁN, E. (1985): Caracterización de las lagunas costeras de Galicia, N.W. Península Ibérica. España: *Actas I Reunión del Cuaternario Ibérico*, AEQUA y GTPEQ, Lisboa, 1: 253-268.

- VILAS, F., SOPEÑA, A., REY, L., RAMOS, A., NOMBELA, M.A., ARCHE, A. (1988): The Corrubedo tidal inlet, Galicia, N.W. Spain: Sedimentary Processes and facies. In: P.L. de Boer, A. Van Gelder, S.D. Nio (Eds.) *Tide- Influenced Sedimentary Environments and Facies*: 183-200, Reidel, Dordrecht.
- VILAS, F., SOPEÑA, A., REY, L., RAMOS, A., NOMBELA, M.A. Y ARCHE, A. (1991): The Corrubedo beach-lagoon complex, Galicia, Spain: Dynamics, sediments and recent evolution of a mesotidal coastal embayment. *Marine Geology*, 97: 391-404.
- VILAS, F., NOMBELA, M. A., GARCÍA-GIL, E., GARCÍA-GIL, S., ALEJO, I., RUBIO, B, PAZOS, O. (1995): *Cartografía de sedimentos submarinos, Ría de Vigo*. E: 1:50.000. p. 40. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.
- VILAS, F., GARCÍA-GIL, E., GARCÍA-GIL, S., NOMBELA, M. A., ALEJO, I., RUBIO, B., PAZOS, O., (1996). *Cartografía de sedimentos submarinos, Ría de Pontevedra*. E: 1:50.000. p. 40. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.
- VILAS, F., GARCÍA-GIL, S., GARCÍA-GIL, E., NOMBELA, M.A., ALEJO, I., FRANCÉS, G., MÉNDEZ, G. (1999): *Cartografía de sedimentos submarinos, Ría de Arousa*. E: 1:50.000. p. 31. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.
- WENTWORTH, C.K. (1922): A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30: 377-392.