

EVOLUCION SEDIMENTARIA DEL SISTEMA PLAYA-DUNA DE XAGO (ASTURIAS)

I. SUAREZ RUIZ Y L. SANCHEZ DE LA TORRE (†)

TRABAJOS DE GEOLÓGIA Suárez Ruiz, I. y Sánchez de la Torre, L. (1983).—Evolución sedimentaria del sistema playa-duna de Xagó (Asturias). *Trabajos de Geología*, Univ. de Oviedo, 13, 113-128.



Se describen los sedimentos de los ambientes submareal, playa y campo de dunas de la Playa de Xagó, identificando la fracción arenosa submareal que contribuye a la evolución de la playa y del campo de dunas. Se destaca el papel del acantilado y su topografía sobre la evolución y situación actual de las dunas.

The sediment characteristics of subtidal, beach and dune zones are studied in the «Playa de Xagó» area (Asturias). The cliff topography, is a primary factor for the actual location and evolution of dunes.

I. Suárez Ruiz y L. Sánchez de la Torre (†), Departamento de Estratigrafía, Facultad de Geología, Universidad de Oviedo, España. Manuscrito recibido el 22 de abril de 1983.

(†) fallecido el 22 de agosto de 1983.

La playa de Xagó se sitúa en el litoral asturiano, en el borde Oeste del Cabo Peñas, alargada en dirección NE-SW con 1.700 m de longitud y 400 m de anchura (Fig. 1). Enmarcada en una costa acantilada y encajada en materiales paleozoicos (Silúrico Superior-Devónico Inferior) de carácter clástico y carbonatado, mantiene una dinámica sedimentaria bastante intensa.

La morfología de la zona del Cabo Peñas viene definida por los niveles de rasas, cuyo origen y edades han sido muy discutidas: Barrois (1882) atribuyó estos niveles a denudación marina, y han sido también estudiados por Fernández Navarro (1908), Dantín Cereceda (1917), Hernández Pacheco (1917), Gómez de Llarena y Royo Gómez (1927), Hernández Pacheco (1930, 1932, 1933, 1934, 1939), Hernández Pacheco (1949) y Llopis Lladó (1962), entre otros.

La revisión en campo con altímetro y a partir de la foto aérea permite identificar los rellanos señalados en la Fig. 2, cuya distribución tiene gran importancia en la dinámica eólica actual de la playa. Se citan como más extensos los niveles de 100-120 m, de 80-60 m y el de 40-30 m, y los resultados de medida de los diferentes rellanos se incluyen en la Fig. 2 citada.

En la playa de Xagó no existen aportaciones fluviales significativas aunque hay que señalar la proximidad de la Ría de Avilés, así como las aportaciones sólidas de las Factorías de ENSI-

DESA y ENDASA, y los vertidos municipales de la villa, depositados en el mar cerca de la playa.

Entre otros antecedentes de este trabajo se pueden citar los de Flor (1978), con un estudio regional de sedimentos litorales, Flor (1979a), describiendo una duna linguiforme del campo de dunas de Xagó, Flor (1979b) y Flor (1981), insistiendo en la presencia de dunas linguiformes. Para los aspectos geológicos se utilizó el Mapa Geológico de España en su Hoja de Avilés (13, 12-3) a escala 1 : 50.000 (Julivert *et al.* 1973).

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PLAYA DE XAGÓ

Desde el reborde acantilado y hacia el mar se distinguen tres zonas: *Zona de Dunas*, desarrollada principalmente en la zona central de la playa y que consiste en un complejo de dunas litorales, con surcos y crestas cuya longitud alcanza los 1.300 m con anchura variable, existe fijación irregular por la vegetación y hay canteiras de explotación de arenas; *Zona Intermareal*, separada por una berma de la zona de dunas, con 1.700 m de longitud, cerca de 325 m de anchura en marea baja, y de pendiente baja y *Zona Submareal*, desde el nivel de marea baja hacia el mar, habiéndose estudiado hasta profundidades de 20 metros.

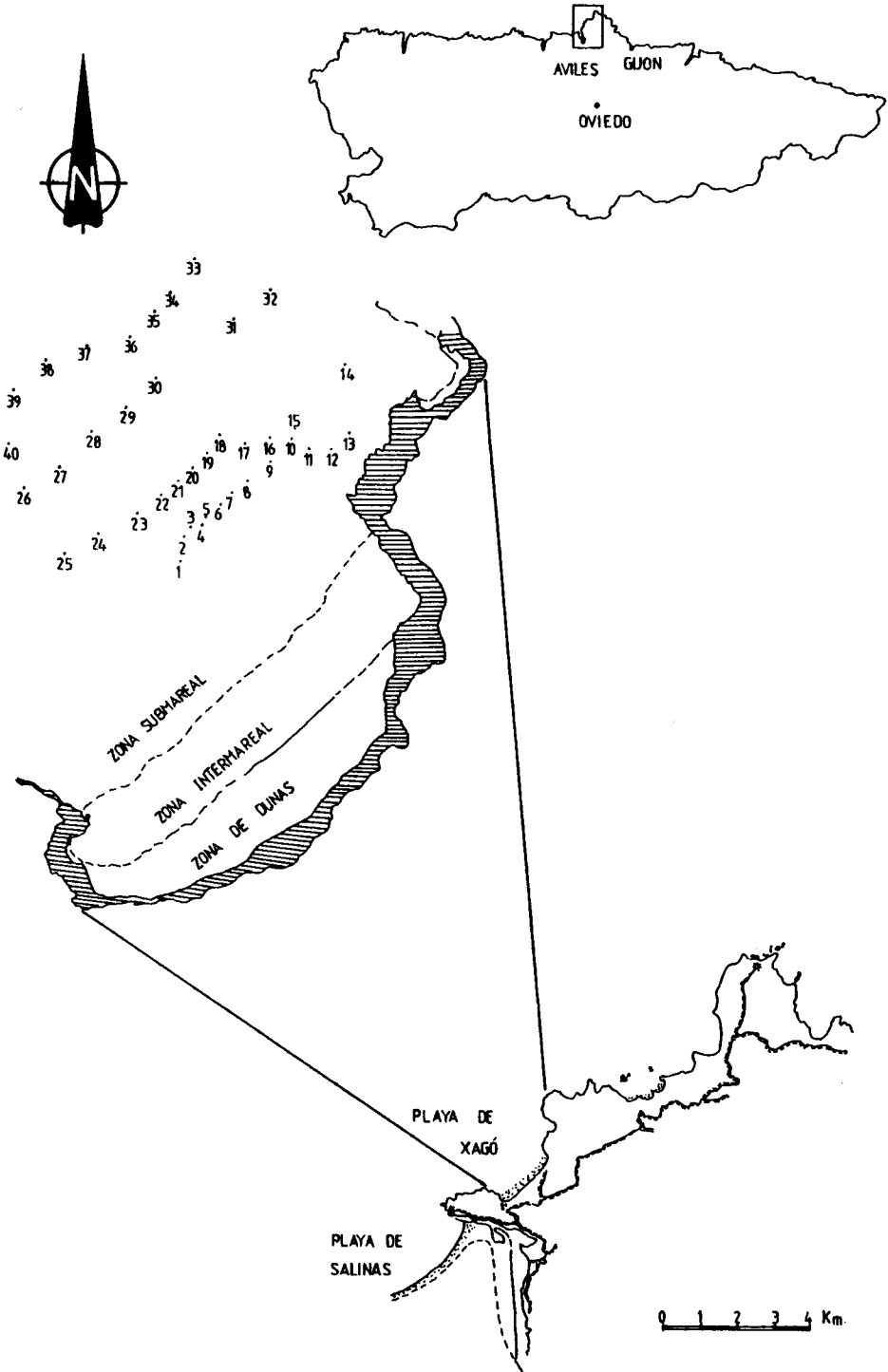


Fig. 1.-Playa de Xagó y situación de las muestras.

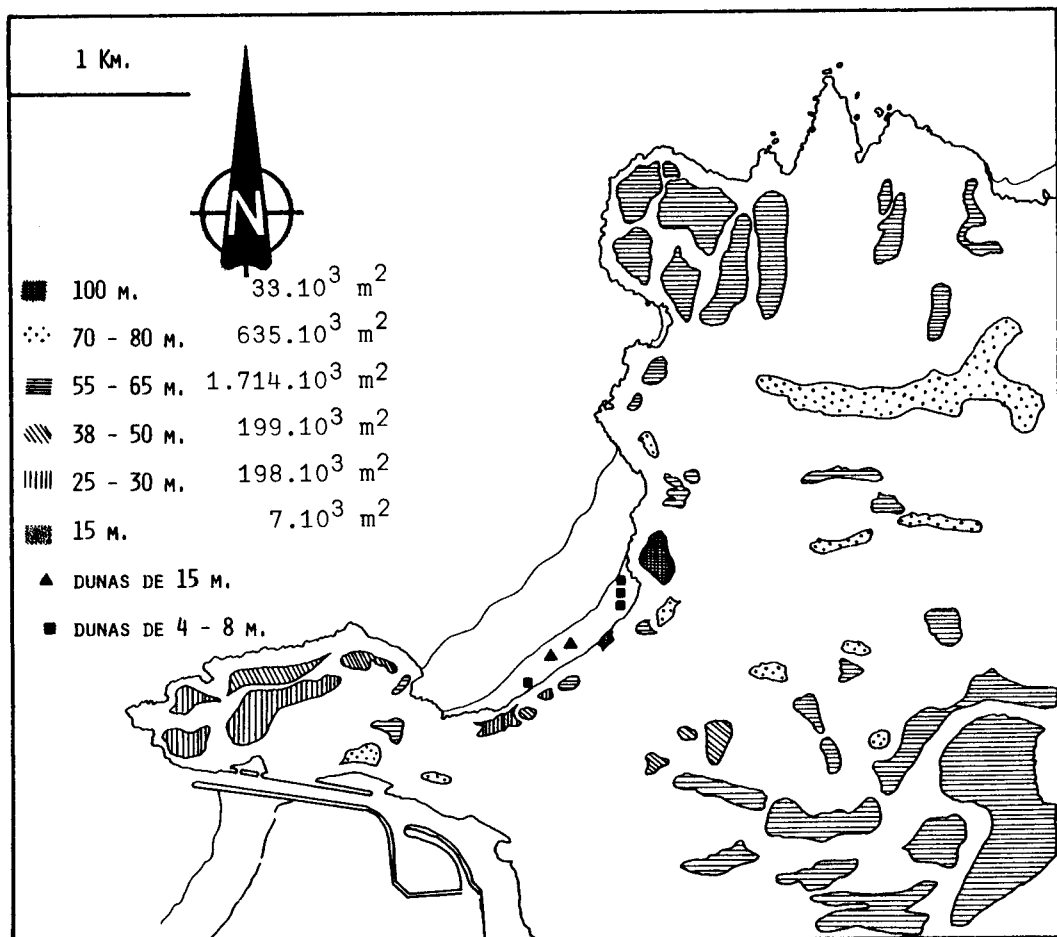


Fig. 2.—Posición de los niveles de «rasas» y extensión ocupada.

PROBLEMAS PLANTEADOS

El problema fundamental se centró en el estudio de la dinámica sedimentaria en el sistema «Zona Submareal-Playa Duna», y en la posible influencia del acantilado. Sobre estas zonas los materiales sedimentarios, fundamentalmente arenas, se mueven y acumulan bajo la acción de factores energéticos entre los que destacan: *régimen de vientos*, con mayor intensidad del NW y SW; *oleaje*, más frecuente el del NW; *mareas*, con rango entre 1 y 4,5 m moviéndose la onda mareal de W-E con una velocidad de propagación próxima a 165 m/sg; y *corrientes*, donde se han identificado sistemas activos de *corrientes de resaca* y *deriva litoral*, influidas por las corrientes de marea, y *corrientes longitudinales costeras*.

Las muestras de la zona submareal (Fig. 1) se han recogido con una draga Petersen realizándose corrección batimétrica de la onda mareal, las de la zona intermareal y campo de dunas han sido tomadas sobre perfiles. Sobre estas muestras se han realizado fundamentalmente análisis granulométricos y calcimetrías siguiendo las técnicas normales.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SEDIMENTOS DE LA ZONA SUBMAREAL

Batimetría

La topografía se elaboró a partir de los perfiles de la toma de muestras, con la correspondiente corrección de la onda mareal. El mapa de isobatas presentado en la Fig. 3, muestra la

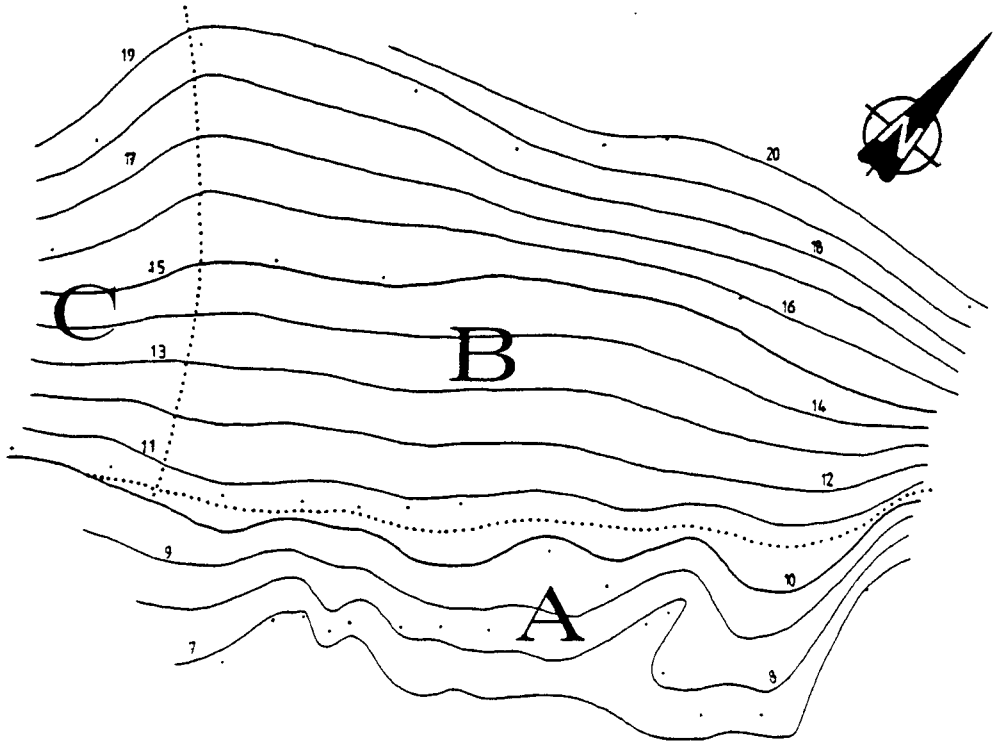


Fig. 3.—Isobatas de la zona submareal muestreada.

topografía de la zona submareal en que se identifican tres zonas: a) *Zona Somera*, con profundidades inferiores a los 10 m, donde es clara la presencia de relieves perpendiculares u oblicuos a la línea de costa (barras arenosas, con surcos intermedios) que se prolongan hacia la costa en sistemas de resaca; b) *Zona Central*, con profundidades en la parte estudiada entre 11 y 20 m y formando una rampa de pendiente casi continua; c) *Zona Occidental*, al Oeste de la anterior, con un trazado de isobatas más apretado que parece corresponder a un sistema de resaca de grandes dimensiones, situado hacia el centro de la playa de Xagó, y cuyo funcionamiento debe ser muy activo en épocas de tormenta.

Poblaciones granulométricas

Los análisis granulométricos han permitido, además de calcular los parámetros de las distintas muestras, separar las diferentes poblaciones, P1 a P4 que componen las curvas de frecuencia acumuladas y cuyos mecanismos de transporte pueden ser identificados (Visher, 1969; Tanner, 1964; Middleton, 1977).

Las tres muescas se sitúan sobre los tamaños 1,9 phi (0,25 mm), 2,75 phi (0,16 mm) y 3,0 phi (0,125 mm) y separa cuatro tramos de las curvas de probabilidad equivalentes a las poblaciones «P1» (mayor de 0,25 mm), «P2» (entre 0,25 y 0,16 mm), «P3» (entre 0,16 y 0,125 mm) y «P4» (menor de 0,125 mm), Fig. 4.

La población «P1», corresponde a las partículas más gruesas que solo se desplazan por tracción (Middleton, 1977), donde el tamaño más grueso está condicionado prioritariamente por la disponibilidad y su dispersión por las condiciones dinámicas de las corrientes o agitación, correspondiendo la dispersión a momentos de mayor intensidad de los factores dinámicos y realizándose por tanto un transporte lento e intermitente.

La población «P2», que preferimos llamar de suspensión intermitente en el sentido de Middleton (1977), está formada por partículas que sólo de modo intermitente se separan del fondo, realizándose entonces su dispersión. El límite superior indicaría prácticamente la no separa-

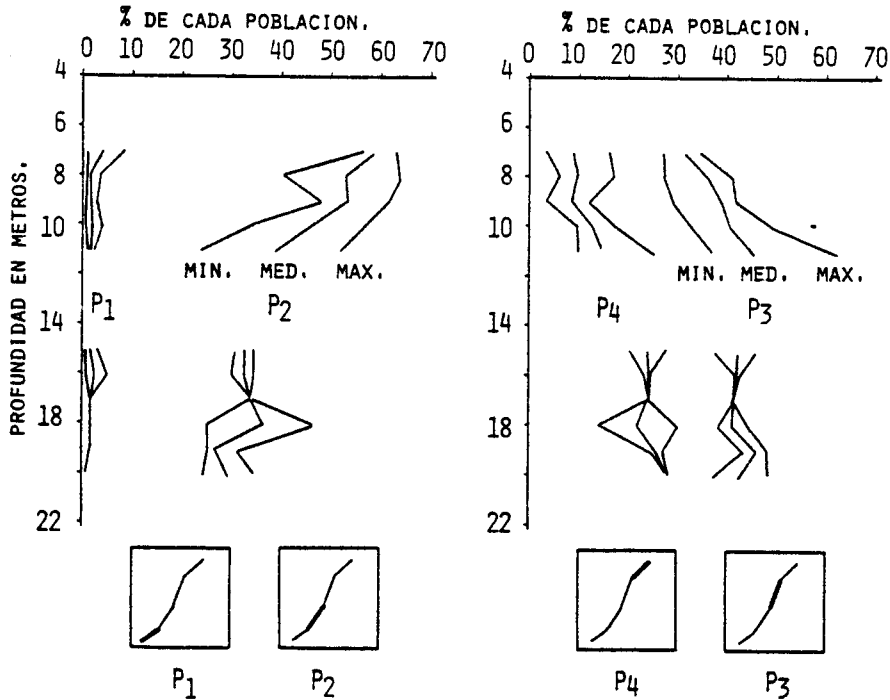


Fig. 4.—Poblaciones granulométricas identificadas y distribución en profundidad.

ción del fondo, y el inferior, las partículas que una vez levantadas se mantienen más tiempo en suspensión por interacción con el fluido.

La población «P3» corresponde a la suspensión gradada, y en los casos de poca profundidad (menos de 20 m) hay una clara influencia del movimiento de las masas de agua en la dispersión de estas partículas.

La población «P4» corresponde a la suspensión homogénea y su distribución está muy relacionada con la atenuación del movimiento de las masas de agua y que en parte está condicionado por el aumento de la profundidad total y por la disminución de la agitación en profundidad, siendo ésta la principal causa de la estabilidad de la suspensión.

La transición de estas poblaciones no sigue el modelo propuesto por Visser (1969), sino que se ajusta mejor al modelo de solapamiento de Tanner (1964) y Middleton (1977).

La distribución areal de los porcentajes de cada población en las diferentes muestras se representa en la Fig. 5, y la distribución en profundidad en la Fig. 4, de las que puede deducirse las características de dispersión y acu-

mulación selectiva de las diferentes poblaciones.

Variación en los parámetros granulométricos

Una forma de conocer los procesos de dinámica de sedimentos se basa en interpretar los diferentes parámetros granulométricos. Para el sistema Playa-Duna de Xagó se han estudiado las variaciones areales y en profundidad.

En centil, como representativo de condiciones de energía cinética máxima, y la media y mediana como indicadores de las condiciones de energía cinética media presentan distribuciones muy semejantes. La distribución geográfica de estos parámetros marca las tres zonas ya indicadas en la batimetría. La zona somera con tamaños grandes del C y ajustándose a la profundidad, la zona central con valores pequeños del C, y la zona occidental con C muy grandes para profundidades altas resaltando el mecanismo de resaca. Las distribuciones de la mediana (Md), y de la media (Mz) presentan la misma tendencia (Fig. 6).

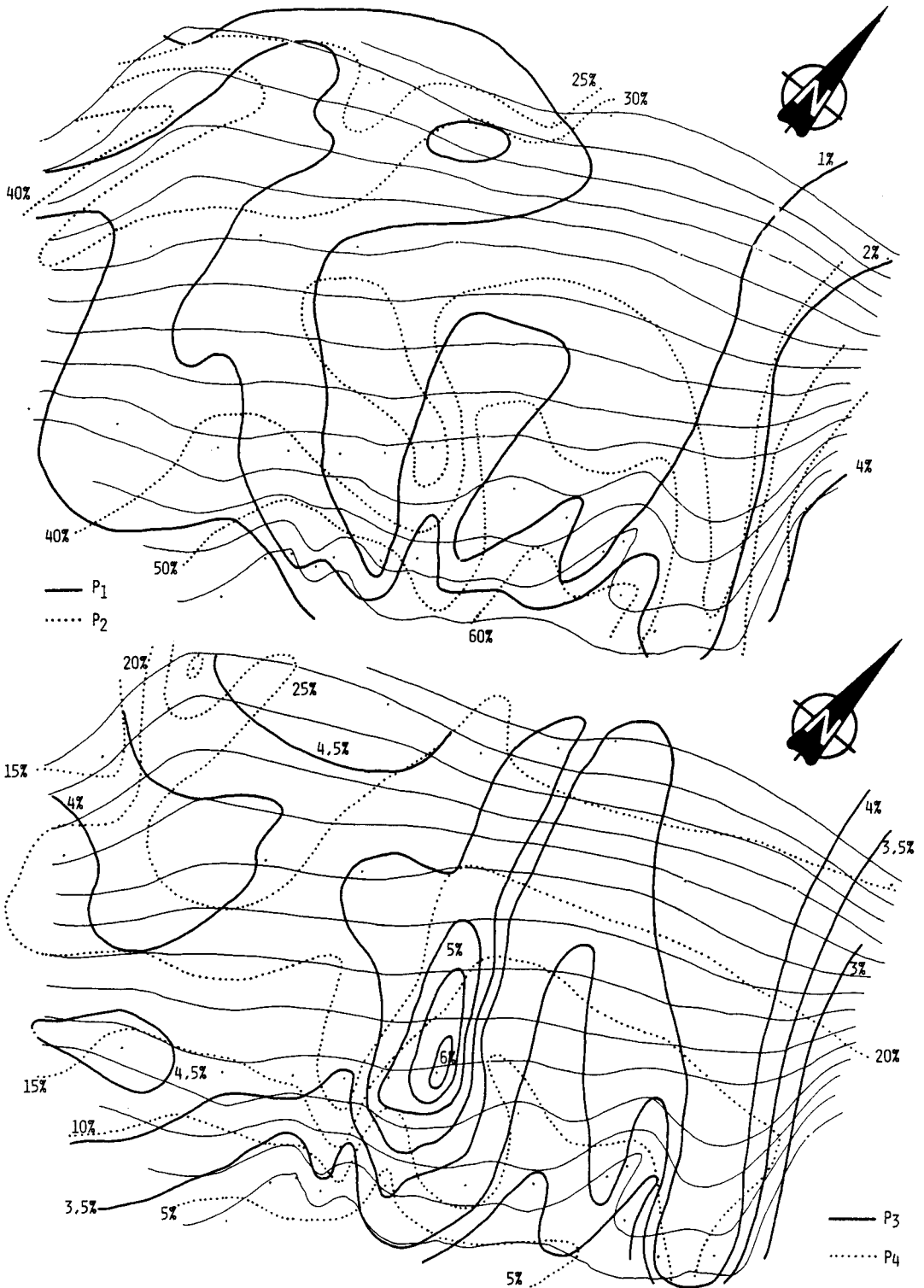


Fig. 5.—Distribución areal de las diferentes poblaciones granulométricas en la zona submareal.

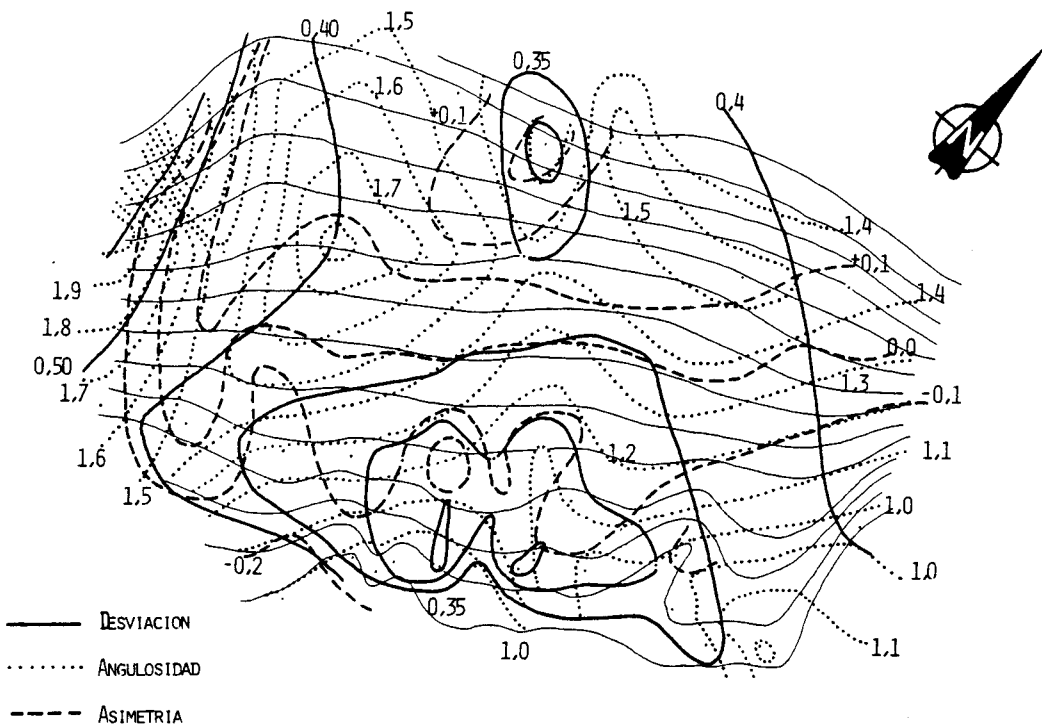
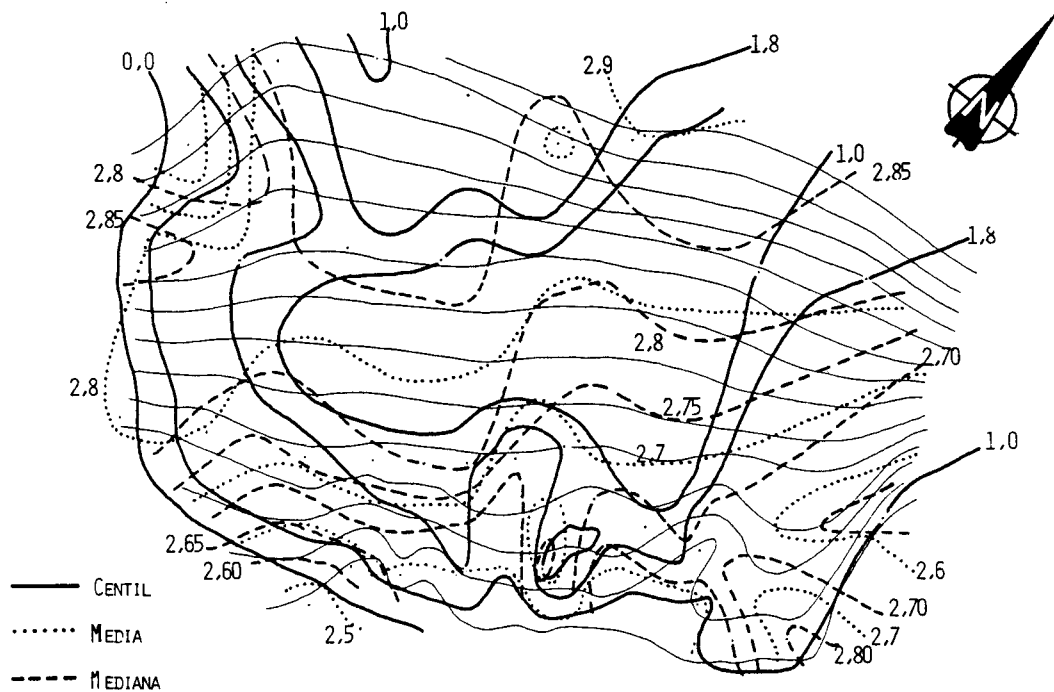


Fig. 6.-Distribución areal de parámetros granulométricos en la zona submareal.

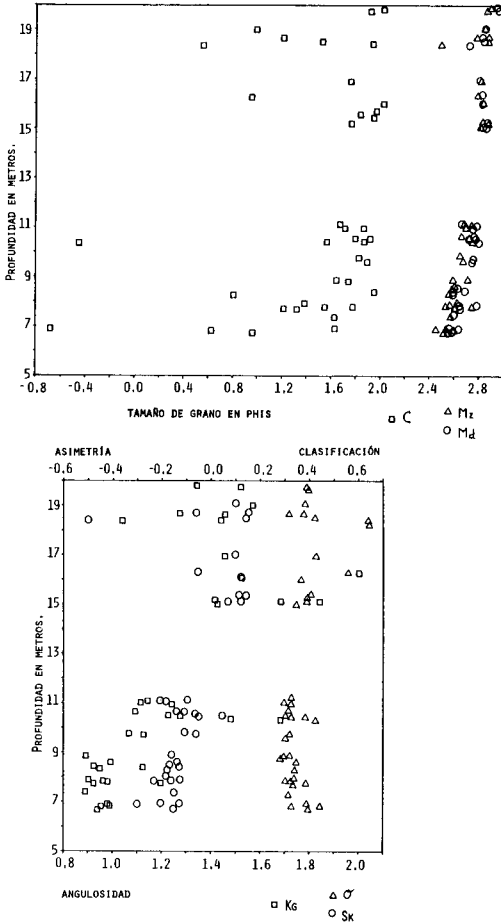


Fig. 7.—Distribución en profundidad de los parámetros granulométricos en la zona submareal.

La desviación (σ) presenta la mejor clasificación en la zona de rompientes, a profundidad de 9 a 11 m, disminuyendo más rápidamente hacia la costa que hacia el exterior de acuerdo con los modelos de Miller y Zeigler (1958), Visher (1969), etc.

La asimetría (Sk) se distribuye en profundidad resaltando la eliminación del sedimento más fino hacia el exterior, para las zonas someras, y decantación en zonas de profundidad mayor de 11 m con asimetría positiva. La acción de la resaca destaca también la eliminación de finos con asimetrías negativas.

La angulosidad (Kg) presenta sedimentos con distribución aguda en profundidades menores de 10 m mientras que las distribuciones pasan a

más achatadas a profundidades mayores de 10 m.

La distribución en profundidad de estos parámetros se presenta en la Fig. 7.

La distribución en profundidad del contenido en carbonato, casi en su totalidad bioclastos, marcan un aumento a partir de la zona de rompientes, 9 a 11 m, a medida que disminuye la profundidad, mientras que hacia el exterior los contenidos en carbonato se mantienen prácticamente con los mismos valores que en la zona de rompientes.

Grandes variaciones en los contenidos en carbonato se pueden explicar mejor por la fragmentación de los bioclastos hacia el interior de la zona de rompientes, que por asociación a niveles altos de energía de oleaje. Hay que destacar la estrecha asociación entre el contenido en carbonato y el tamaño de grano.

La representación gráfica del contenido en carbonato y su distribución areal se presenta en la Fig. 8.

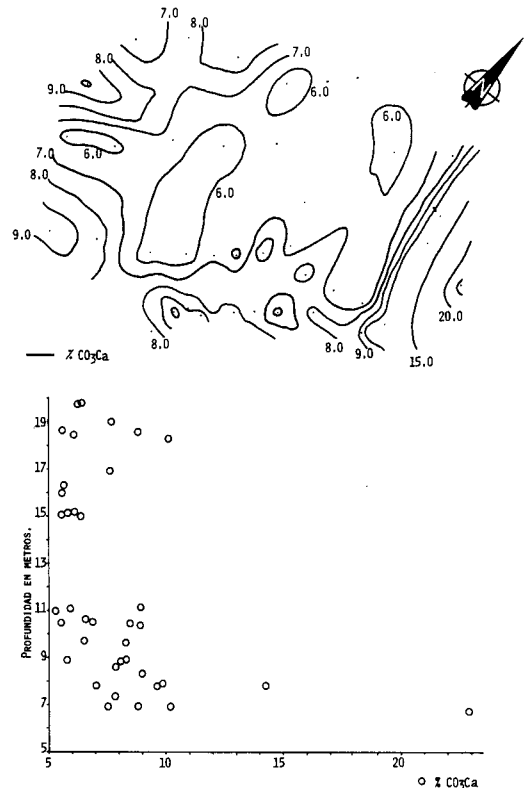


Fig. 8.—Distribución areal, y en profundidad del contenido en carbonatos en la zona submareal.

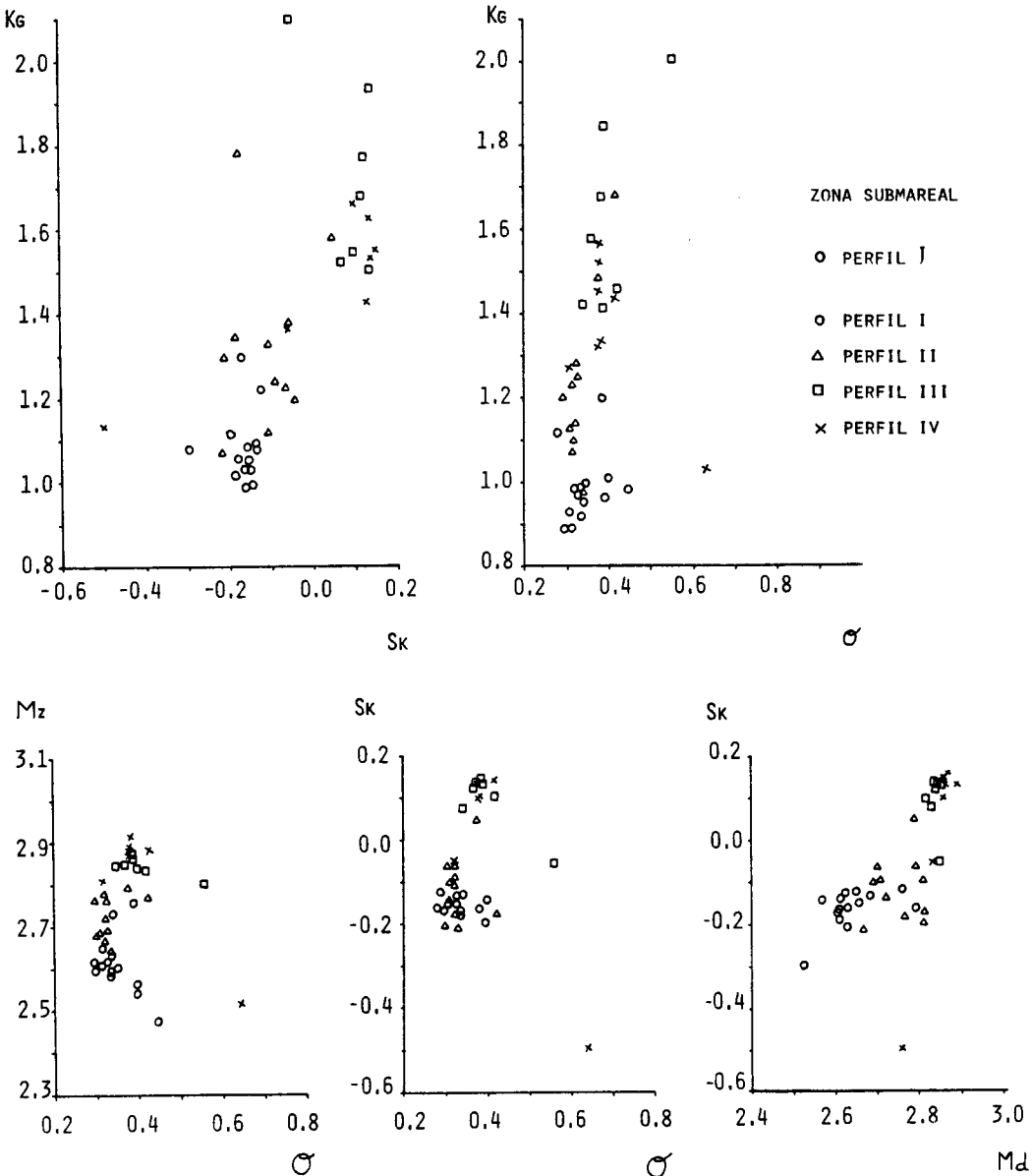


Fig. 9.-Gráficas de dispersión de parámetros granulométricos en la zona submareal y según la profundidad. (Máxima profundidad en el perfil I, mínima en el perfil IV).

Diagramas de dispersión

Los diagramas de dispersión han sido utilizados por muchos autores para separar diferentes procesos y ambientes sedimentarios (Friedmann, 1961, 1967; Tucker y Vacher, 1980, etc.).

Para la zona submareal de la playa de Xagó y destacando los perfiles realizados a diferentes

profundidades se resalta la importancia en la utilización de estos diagramas de dispersión para la interpretación en los procesos de movimiento y fijación del sedimento, aunque la concentración de los puntos es superior en profundidades próximas a la zona de rompiente. En la Fig. 9 se presentan algunos de estos diagramas

de dispersión con las muestras agrupadas en función de la profundidad (perfiles I a IV), confirmando los procesos ya indicados anteriormente.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SEDIMENTOS Y DINÁMICA DE LA ZONA INTERMAREAL

Sedimentos de la zona intermareal

La zona intermareal de Xagó corresponde a una superficie de playa en sentido estricto, y forma una amplia rampa suavemente inclinada hacia el mar, con unos 1.700 m de longitud y casi 300 m de anchura en marea baja. Presenta una microtopografía caracterizada por la presencia de suaves barras, megarripples, berma de marea alta y depresión de cabecera de algún sistema de resaca.

La mayor parte del sedimento corresponde a arenas con una mejor clasificación que en la zona submareal, y en algunas partes recubiertas por gravas y cantos como consecuencia, tanto de la acumulación en la zona occidental de la berma, como por eliminación de arena y formación de un pavimento residual en la zona más occidental de la playa. A partir de las granulometrías se han calculado los parámetros que permiten definir algunos procesos característicos.

El Centil, oscila entre 1,12 y 1,56 phi, con menores variaciones que para los sedimentos submareales y correspondiendo a un tamaño escaso (poco disponible) en la zona submareal de donde ha llegado por tracción. La Mediana, dentro de los valores que aparecen en la zona submareal, pero con tamaños mayores indicando un mayor nivel en la energía cinética media, aspecto que se repite con la media y con la clasificación, que aparece ligeramente mejor en la playa que en la zona submareal.

La asimetría, siempre con valores positivos muy próximos al cero hace suponer una ligera decantación de las arenas más finas. La angulosidad da valores muy cercanos a la distribución normal. El contenido en carbonato, entre el 5 % y el 11 % es ligeramente superior al de la zona submareal, pero sin embargo en perfiles transversales de la playa no se observan variaciones significativas exceptuando la brusca disminución en los comienzos de las dunas.

La playa presenta por tanto sedimentos característicos de rampas de escasa pendiente y exposición media al oleaje (Bascom, 1960), y al

mismo tiempo se corresponden con la población «P2», por lo que podemos deducir que es la población que se desplaza en suspensión intermitente en el ambiente submareal la que se acumula en la playa.

Estructuras sedimentarias y relación con el flujo de sedimento

La fácil visualización de los procesos activos de una playa permite utilizar sus registros, estructuras sedimentarias, con mayor ventaja que las variaciones texturales del sedimento en la interpretación de la evolución sedimentaria.

La acción del oleaje y marea se refleja en las marcas en herradura asociadas a los cantos y conchas, aumentando las concentraciones de cantos pequeños como consecuencia del arrastre de la arena hacia el mar. Este arrastre de arena en el retroceso de la ola queda también marcado en la alineación de partición sobre la mayor parte de la superficie de la playa, siendo espectaculares algunos ejemplos asociados al interior de las marcas de ola (swash mark) durante la bajada de marea.

La acción de la marea queda bien reflejada en la disposición y tipos de «rills» y de megarripples, que permiten apreciar la influencia de la microtopografía de la playa sobre la eliminación de sedimento hacia el mar y las acumulaciones residuales de donde saldrán las arenas que pasan a formar las dunas. Aparecen «rills» cónicos, bifurcados, gigantes que enlazan con sistemas de resaca, y «rills» con lenguas de acumulación de arena dominantes en la zona más baja de la playa indicando una cierta resistencia del sedimento a ser eliminado hacia el mar, por lo que debe reseñarse una tendencia a la disminución de la pendiente de la rampa.

Los ripples de morfología muy variada presentan la cresta aplanada por retoque posterior y marcan el movimiento de arena sobre la superficie de la playa tanto en dirección de subida como de bajada de marea, predominando el transporte hacia el mar en las depresiones y hacia el exterior en las zonas elevadas. Lo mismo que los ripples, con cambios en cada ciclo mareal, las barras longitudinales que se esbozan en la parte inferior de la playa presentan cambios muy claros en unos pocos días al estar muy influenciados por el sistema de deriva relacionado al viento y oleaje.

Las huellas de burbujas de aire, tubos de extrusión, aparecen en la zona intermareal más

alta y su conservación está muy relacionada con la ligera cementación salina de la arena superficial y con restos del fango en superficie introducido en los niveles superiores de la arena durante algunas pleamares. Esta ligera cementación tiene bastante influencia en la conservación de la laminación original del sedimento.

Son también muy frecuentes las estructuras orgánicas, generalmente huellas de paso o de excavación, con muy poca influencia en la dinámica del sedimento, excepto la rugosidad creada por pisadas.

Una observación de la distribución de estructuras sobre la playa permite establecer una disposición parabólica de los cantos de la zona occidental, con el foco de la parábola en la zona más protegida, ascendiendo suavemente la posición de los cantos en la playa a medida que se pasa a zonas de mayor exposición. Las señales de removilización de arena en esta zona indican un transporte neto de arenas, desde la zona de máxima curvatura de la parábola hacia la parte central en que comienzan a desempeñar un papel más importante los bancos y megarripples en el progresivo movimiento de arena hacia el Este, empujado por la circulación litoral dominante.

La actividad del viento se reconoce fácilmente en la parte oriental de la playa, dentro de la zona intermareal, observándose tenues nubes de arena de muy poca altura desplazándose sobre la playa durante la bajamar de los escasos días soleados.

Para conocer la capacidad de transporte eólico se recogieron muestras de la arena en movimiento mediante una caja metálica orientable y apoyada sobre la superficie de la playa encontrándose en días de viento normal pero con el tiempo seco, valores medios próximos a 3 gr-cm. sg, en intervalos de 30 minutos, y máximos de 14,3 gr-cm. sg en tiempos cortos, de 5 minutos. Es muy claramente visible la intermitencia y variabilidad del arrastre eólico siendo máximo en la zona más próxima a las dunas a los que esta arena termina uniéndose. La granulometría de la arena arrastrada por el viento presenta el centil, mediana y media relativamente altos de los encontrados en la zona submareal por corresponder a la población P-2 como ya se ha indicado. La clasificación de la arena recogida durante etapas de arrastre eólico es mejor que la encontrada en los depósitos de la playa por lo que deberá existir una diferenciación entre los depósitos de las dunas y los de la playa. La

asimetría es suavemente positiva y la angulosidad mayor de las curvas de las arenas de playa y submareales. El contenido carbonatado encontrado en el material arrastrado por el viento es similar al de la playa y dunas, entre el 7,4 y el 9,5 %.

El material arrastrado por el viento sobre la playa y en dirección hacia el campo de dunas es indudable que debe condicionar las características que presentarán las arenas de las dunas. La disminución del contenido en carbonato se puede explicar fácilmente por una menor resistencia a la abrasión de los componentes biogénicos y a su disolución por el agua de lluvia, lo que explica los bajos contenidos en carbonato en las dunas más antiguas.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SEDIMENTOS Y DINÁMICA DE LA ZONA DE DUNAS

Morfología y sedimentos de las dunas

El campo de dunas aparece formado por unas alineaciones, 2 a 5, casi paralelas entre sí y a la línea de costa, recubriendo una superficie de unos 1.300 m de longitud y cerca de 250 m de anchura, con topografía irregular, estando algunas cimas a más de 13 m sobre el nivel del mar.

La orientación de las alineaciones es transversal, o ligeramente oblicua, a la dirección de los vientos del NW, y se encuentran estas dunas parcial y progresivamente fijadas desde el interior por vegetación, que resalta los surcos y marca una progradación de la vegetación arbórea, en parte repoblada, sobre la herbácea, quedando más libres de vegetación las alineaciones más próximas a la playa. Algunas dunas, a pesar de estar parcialmente fijadas por vegetación, muestran una continuidad y adaptación del perfil aerodinámico del depósito con la vegetación, indicando una respuesta al viento individualizado en cada alineación o duna transversal. Las mayores acumulaciones eólicas aparecen frente a las zonas de mayor extensión de la franja arenosa intermareal, y prácticamente no existen dunas adosadas al acantilado, quedando un estrecho pasillo en la zona límite. Hay que destacar que la topografía actual se encuentra muy retocada por la intensa actividad humana.

Unos perfiles de la zona oriental de la playa levantados para este trabajo han sido publicados en otro contexto por Flor (1981) para intentar caracterizar las variaciones de los paráme-

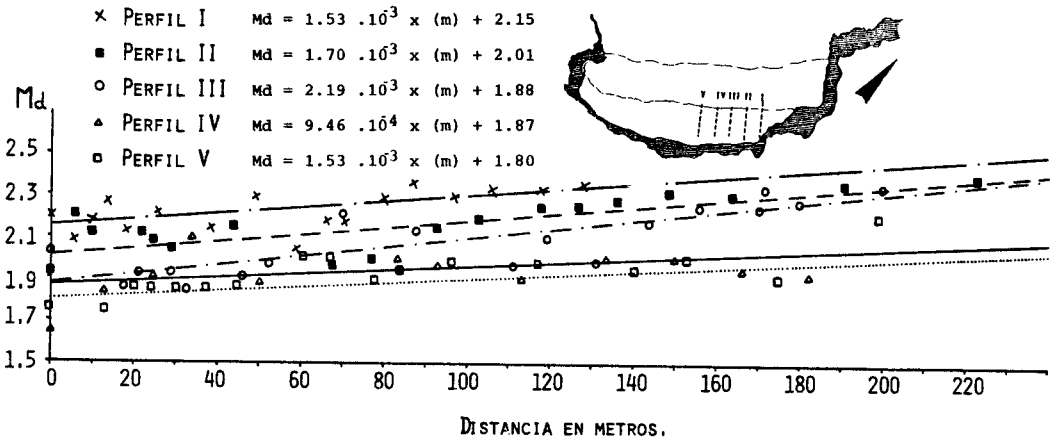


Fig. 10.—Variación gradual, de frente a cola, del campo de dunas y de W. a E. (perfiles V a I) del tamaño medio.

tros granulométricos en función de la posición morfológica en las dunas.

Independientemente de la característica morfológica de surcos y crestas que presentan estas dunas transversales y de la existencia de valores normales de los parámetros granulométricos a lo largo de los perfiles se observan variaciones en los valores entre los diferentes perfiles que han puesto de manifiesto un movimiento de la arena en dirección W-E por procesos de aventado (blow-outs), con tendencia del perfil V al perfil I (Fig. 10).

El centil presenta los valores más altos en el frente de las dunas y disminuye hacia el Este. La mediana es similar a la del ambiente intermareal, con disminución desde el frente hacia la cola de las dunas transversales (con los valores mayores en la base del frente de dunas), y disminuyendo de Oeste a Este (perfil V a perfil I). Esto indica una redistribución de la arena a lo largo de cada alineación. En la Fig. 10 se han representado las variaciones de la mediana de Oeste a Este (perfiles V a I) y desde el frente de dunas hacia la cola.

La observación de las dunas en campo, principalmente en las dos primeras alineaciones presenta algunas señales erosivas en el primer frente de dunas, con una pequeña cicatriz que le da aspecto aserrado y dejando un pequeño depósito en ambos lados, con dirección oblicua. Normalmente esta prolongación que por su posición asemeja a una duna oblicua, presenta en el frente de la duna transversal más interna una deformación, con amontonamiento en la rampa

frontal y donde los valores de la mediana son ligeramente más altos. Los hemos interpretado, por tener las mismas características que los sedimentos de la cresta de la alineación anterior, como el depósito más fino originado por el blow-out (aventado) en dirección oblicua, y hacia el Este originados en momentos de rachas de vientos fuertes.

La media presenta también disminución perpendicular al frente de las dunas y de Oeste a Este a lo largo de las dunas. La clasificación es mejor que la existente en las arenas submareales y muy semejante a la de la playa. La asimetría tiende a dar valores positivos hacia atrás de las dunas, tendencia que se mantiene también hacia el Este. La angulosidad no ofrece grandes variaciones y el contenido en carbonatos marca una clara disminución desde el frente hacia la parte posterior, coincidiendo con el tamaño de grano, disminuyendo también hacia el Este. Las dunas más antiguas presentan contenidos bajos en carbonatos, explicables por una mayor abrasión y disolución.

Origen y evolución de las dunas

La población de arena submareal que por acción del oleaje y marea está siendo acumulada en un frente playero corresponde actualmente a lo que se mueve en suspensión intermitente, inicialmente esta acumulación contribuye a formar una playa arenosa a expensas de la deriva litoral y oleaje (Fig. 11-1), con una acumulación de sombra inicial que se extiende por

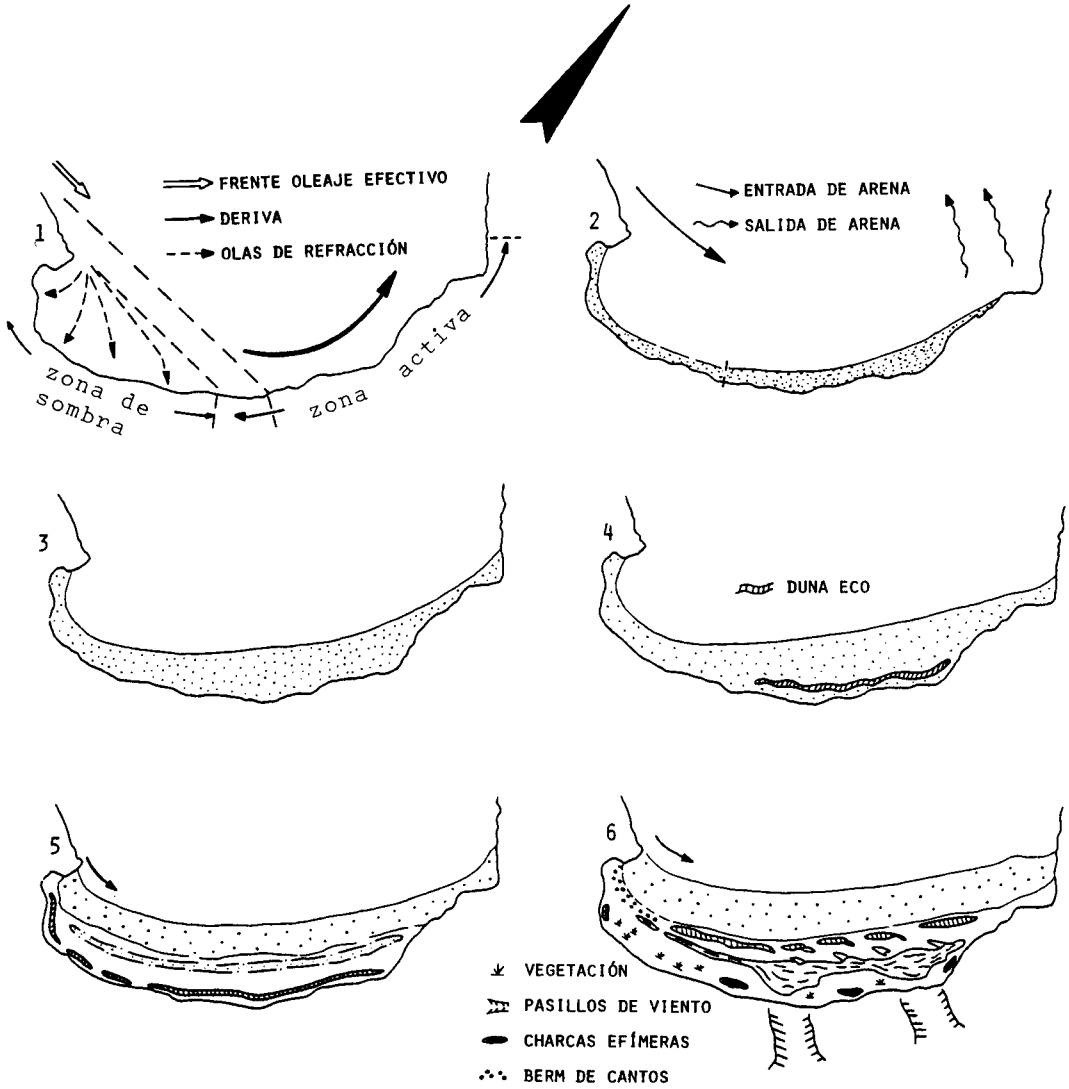


Fig. 11.—Etapas en la evolución del sistema playa-duna de Xagó. (1) Acantilado y costa inicial. (2) Formación de la primera playa. (3) Aumento en la anchura de la playa hasta el comienzo de una dinámica eólica. (4) Primera acumulación de una duna eco. (5) Formación del primer frente de dunas limitando la playa. (6) Formación de posteriores frentes de dunas transversales y depósitos de aventado.

deriva hacia el Este. El proceso continúa hasta establecerse un sistema abierto de circulación de arena, predominando las entradas sobre las salidas, y esbozándose dos trazados geométricos, una playa parabólica al Oeste que se prolonga en un trazado elíptico hacia el Este (Fig. 11-2). Una vez se logra una playa con anchura suficiente para que el viento retoque la arena y pueda organizar acumulaciones (Fig. 11-3), el

sistema se acopla a su situación en el acantilado provocando la sedimentación asociada a la burbuja de retorno en la base del acantilado, quedando un pasillo libre de sedimentos, con unas dimensiones que dependen de la altura del escarpe, velocidad del viento y tamaños disponibles de arena, formándose una primera duna eco (Closs-Arceuduc, 1969), asociada al obligado ascenso al acantilado del chorro de aire de los

vientos dominantes (Fig. 11-4). Esta es la primera etapa de dunas, en una costa arenosa que va ensanchándose hasta que puede formarse una primera duna transversal (Fig. 11-5). Durante toda esta evolución continúan ensanchándose las zonas de playa, con disminución de la pendiente en la zona intermareal y submareal más próxima, por lo que la superficie con arenas expuesta al viento es tan grande que la dinámica eólica permite ya la acumulación de otros frentes de dunas transversales que al igual que la duna eco inicial está sometida a la presencia del acantilado que obliga al ascenso del viento impidiendo el desarrollo de estructuras de sotavento. En aquellos puntos en que el acantilado está cortado por vallonadas, el grado de ascenso del viento es menor y aparecen a lo largo de ellos mayores velocidades, formándose pasillos de viento y obligando a una mayor evolución de la duna transversal en este punto, que aumentará en altura, e incluso puede evolucionar a duna aislada. Entre las zonas de valle, se esbozan depósitos sobre la pendiente, fosilizándose la duna eco por alguna duna «climbing» asociada al escarpe de menor pendiente (Fig. 11-6). Al mismo tiempo, el viento de más fuertes rachas puede retocar la alineación transversal frontal, menos fijada por la vegetación, originando el perfil aserrado de los blow-outs, y sus depósitos aventados en las rampas frontales de la duna más interna.

De esta forma se llega a la situación de distribución de sedimentos actual en la playa de Xagó, donde existe un campo de dunas transversales que aunque actualmente no crecen hacia el mar están siendo retocadas con desplazamiento de arena hacia el Este oblicuamente a la alineación de las dunas. En el borde Oeste de la playa al corresponder a una zona de sombra del viento dominante, la dinámica y sedimentación eólica está muy reducida, pero en cambio, es la zona con máximo efecto de removilización de arena en épocas de tormentas, formándose las zonas de cantos con una clara berma parabólica.

La alteración de la zona Oeste de la playa por actividad humana, con explotación de arenas para áridos, ha roto en estas zonas las condiciones de equilibrio provocando una mayor erosión por el viento, que lanza chorros de arena a gran altura, desde el frente de las dunas rotas, erosionando la vegetación próxima. La arena más fina que se mantiene en suspensión forma

una nube de polvo en el ascenso al acantilado y erosionan los salientes de la vegetación, formando así un nuevo perfil aerodinámico. No es raro encontrar algún arbusto corroído por el viento hasta cerca del tronco en las proximidades de las dunas en explotación, o el arbolado repoblado en la ladera del acantilado y de las vallonadas corroído en las puntas de las ramas más salientes. Hay que destacar que algunos de estos daños a la vegetación se habían atribuido a la Empresa de Aluminio ENDASA.

MODELO GENERAL DEL SISTEMA PLAYA-DUNA DE XAGÓ

A partir de los datos obtenidos se identifican dos zonas con diferentes procesos y condiciones de transporte y acumulación de sedimentos, las zonas submareal y supramareal que están enlazadas geográficamente, y en procesos, por la zona intermareal.

La zona submareal, condicionada por la dinámica marina litoral, oleaje y mareas, con movimiento de sedimentos en sentido perpendicular a la costa y una componente de deriva hacia el Este, que se va atenuando a medida que la costa se orienta en dirección SW-NE. El movimiento perpendicular a la costa está reflejado en los sistemas de resaca, y además del carácter estacionario refleja la actividad de las frecuentes tormentas, que con vientos en dirección NW-SE da lugar a la deriva generalizada hacia el Este.

Un sistema geométrico sencillo, una costa recta con un saliente perpendicular (Cabo Peñas), donde la deriva presente, componente dominante hacia el Este, puede ser utilizado como modelo geométrico del sistema de Xagó (Fig. 12-1).

Una parte, casi la totalidad del caudal sólido que aporta la marea y el oleaje, Q_{m_1} , es retirada de la zona por la actividad de la resaca, Q_{m_2} , o forzada a salir bordeando el Cabo Peñas por efecto de la deriva muy fuerte y forzada en este punto. La playa estará en crecimiento si $Q_{m_1}/Q_{m_2} > 1$, y en erosión cuando esta relación sea menor que 1. Si la relación es igual a 1 se dan las condiciones de equilibrio en la playa. Datos históricos recientes indican que existe acreción en la playa de Xagó, con valores más altos en su borde oriental.

La acreción representa una extensión de la zona de playa que crece en función de la dife-

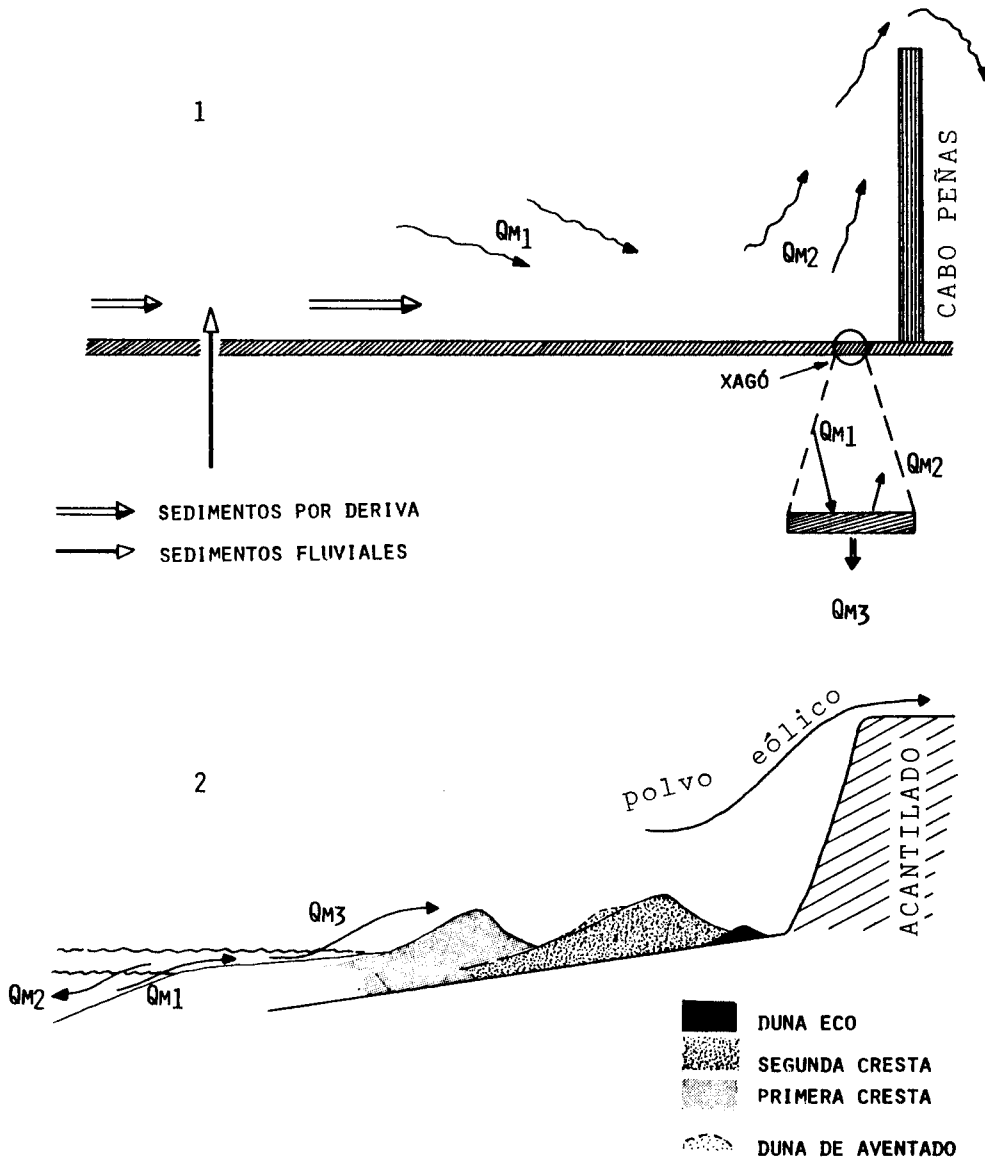


Fig. 12.—Modelo de flujo de masa en la zona de Xagó. (1) Modelo geométrico en planta. (2) Sección transversal de la playa.

rencia entre Q_{m1} y Q_{m2} , con una pérdida de arena que es introducida por el viento dentro del campo de dunas, Q_{m3} (Fig. 12-2), de donde todavía se pierde una pequeña cantidad de masa de la arena más fina que es arrastrada por el ascenso del viento sobre el acantilado y responsable de los daños mecánicos a la vegetación.

Los retoques más recientes, y actuales en el

frente de las dunas, de las rachas de vientos fuertes, han provocado que las dunas situadas por delante de las vallonadas que cortan el acantilado hayan crecido hasta la cota del valle, por lo que la tendencia general será deformar el nivel de las crestas de las dunas transversales en función de la topografía longitudinal del acantilado.

BIBLIOGRAFIA

- Barrois, Ch. (1882).—Terrains anciens des Asturies et de Galice. *Mém. Soc. Géol. Nord.*, 2, 1-630.
- Bascom, W. (1960).—Beaches. In: *Oceanography Readings from Scientific American*, San Francisco, California, 131-141.
- Closs-Arceuduc, A. (1969).—Essai d'explication des formes duariales sahariennes. *Etudes de Photo-interpretation, Inst. Géog. Nat. Paris*, 4.
- Dantín Cereceda, J. (1917).—Evolución Morfológica de la Bahía de Santander. *Trab. Mus. Nac. Cien. Nat. Ser. Geol.*, 20, 43 pp., Madrid.
- Fernández Navarro (1908).—Las costas de la Península Ibérica. *Asoc. Esp. Progr. Ciencia Zaragoza*, 4 (1), Madrid.
- Flor, G. (1978).—*Depósitos arenosos de las playas del litoral de la región del Cabo Peñas (Asturias): Sedimentología y Dinámica*. Tesis Doctoral Univ. Oviedo.
- (1980a).—Sedimentología de una duna linguiforme en la playa de Xagó (Asturias). *Pub. IX Congr. Nac. Sedimentología*, Salamanca (en prensa).
- (1980b).—Diferenciación mediante parámetros texturales entre ambientes de playa y tipos de dunas en Verdicio (Asturias). *Pub. IX Congr. Nac. Sedimentología*, Salamanca (en prensa).
- (1981).—Las dunas eólicas costeras de la playa de Xagó (Asturias). *Trabajos de Geología*, 11, 61-71. Universidad de Oviedo.
- Friedman, G. M. (1961).—Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. *Jour. Sed. Petrol.*, 31, 514-529.
- Gómez de Llarena y Royo Gómez, J. (1927).—Las terrazas y rasas litorales de Asturias y Santander. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, 27, 19-38.
- Hernández Pacheco, E. (1917).—Las rasas de la costa cantábrica en el segmento oriental de Asturias. *V Congreso Internacional del INQUA*, Oviedo.
- (1930).—Mouvements et dépôts sur les costes d'Espagne pendant le Pliocene et Pleistocene (2^e me rapport). *Con. Temes Plio-Pleistoceno*, Florencia.
- (1932).—Síntesis fisiográfica y geológica de España. *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. (Ser. Geol.)*, 38, Madrid.
- (1933).—Le probleme des terrases pliocenes et pleistocenes en 1931. *Congreso de París*.
- (1934).—Síntesis fisiográfica y geológica de España. Madrid.
- (1939).—Les cavernes prehistoriques de la côte cantabrique come preuve de la stabilité du littoral. *Mélanges de Prehistoire et d'Anthropologie offerts au professeur Compe, H.*, Begouen-Toulouse.
- Hernández Pacheco, F. (1949).—Las rasas litorales de la costa cantábrica en su segmento asturiano. *C. R. XVI Congr. Inter. Geographie*, Lisbonne.
- Juliver et al. (1973).—Mapa Geológico de España. Hoja de Avilés, 13, 12-3, escala 1 : 50.000, segunda serie, primera edición. *IGME*, Madrid.
- Llopis Lladó, N. (1962).—Mapa geológico de Asturias, Hojas 1 y 2. En: *Estudio Geológico de la región del Cabo Peñas (Asturias)*. *Inst. Estudios Asturianos*, Oviedo.
- Middleton, G. V. (1976).—Hydraulic interpretations of sand size distributions. *Jour. of Geology*, 84 (4), 405-426, Chicago.
- (1977).—Mechanics of sediment movement. *S.E.P.M. Short Course*, 3, Bightmon.
- Miller, R. L. y Zeigler, J. M. (1958).—A model relating dynamics and sediments patterns in equilibrium in the region of shoaling waves, breaker zone and foreshore. *Jour. of Geology*, 66 (4), 417-421.
- Tanner, W. F. (1964).—Modification of sediment size transport. *Jour. Sed. Petrology*, 34, 156-164.
- Tucker, R. W. y Vacher, H. L. (1980).—Effectiveness of discriminating beach, dune and river sands by moments and the cumulative weight frecuencies. *Jour. Sed. Petrol.*, 50, 165-172.
- Visher, G. S. (1969).—Grains-size distributions and depositional processes. *Jour. Sed. Petrol.*, 39, 1.074-1.106.