PROCESOS Y EFECTOS FISICOS EN DUNAS LITORALES

JESUS MARTINEZ MARTINEZ

1996

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA. EDIFICIO DE CIENCIAS BASICAS. BIBLIOTECA

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

PROCESOS Y EFECTOS FISICOS EN DUNAS LITORALES.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

INDICE

La provincia morfodinámica de Morro Besudo-Faro de Maspalomas (Isla de Gran Canaria, España) : conocimiento y comprensión de sus procesos geomorfológicos y sedimentarios para la planificación y gestión de este litoral. En : REUNION NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA (1ª. 1990. Teruel), p. 351-363.

Dunas de Maspalomas (Gran Canaria), naturaleza petrológica de sus arenas. En : ANUARIO DE ESTUDIOS ATLANTICOS, Patronato de la Casa de Colón, Madrid ; Las Palmas, 32(1986), p. 785-794.

Dunas de Maspalomas (Gran Canaria, España) : los parámetros morfoscópicos-granulométricos. En : BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO, Madrid, 96,5 (1985), p. 486-491.

Cartographic characterization of the littoral camps of dunes. En : COASTAL DYNAMICS'94 : proceedings of an International Conference on the Role of the Large Scale Experiments in Coastal Research (1994. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona), p. 462-475.

Coastal engineering project and its influential area : a case study. En : LITTORAL 94 : proceedings (2°. 1994. Lisboa), p. 825-836.

Metodología verificada en el estudio de dunas litorales, por Jesús Martínez ... [et al.]. En : JORNADAS ESPAÑOLAS DE INGENIERIA DE COSTAS Y PUERTOS (3ª. 1995. Universidad Politécnica de Valencia), Vol. 3, p. 667-688.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

I REUNION NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 351-363. Teruel, 1990

LA PROVINCIA MORFODINAMICA DE MORRO BESUDO - FARO DE MASPALOMAS (ISLA DE GRAN CANARIA,ESPAÑA): CONOCIMIENTO Y COMPRENSION DE SUS PROCESOS GEOMORFOLOGICOS Y SEDIMENTARIOS PARA LA PLANIFICACION Y GESTION DE ESTE LITORAL.

Martínez Martínez, J. Facultad de Ciencias del Mar. Campus Universitario de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria.

RESUMEN

Dentro de una misma unidad sedimentaria,situada en el Sur de la Isla de Gran Canaria (España), se definen, morfodinámicamente, cinco ambientes: Playa de Las Burras, Playa de El Inglés, Punta de La Bajeta, Playa de Maspalomas y Campo de Dunas de Maspalomas.

En estos ambientes:

- se identifica, describe, analiza e interpreta la dinámica de la orilla,
- y se formulan los mecanismos y tendencias de la evolución morfológica en la formación sedimentaria.

PALABRAS CLAVES: erosión en playas, acreción en playas, planeamiento.

ABSTRACT

Within the same sedimentary unit, situated in the South of the Island of Grand Canary (Spain), five environments are defined: Playa de Las Burras. Playa de El Inglés. Punta de La Bajeta, Playa de Maspalomas and Campo de Dunas de Maspalomas (dunes). In these environments:

- one identifies, describes, analyzes and translates dynamis of the shore,
- and the mechanisms and tendencies of the morphologic evolution of the sedimentary formation are formulated.

KEY WORDS: erosion in beaches, accretion in beaches, planning

MARCO GEOGRAFICO

Se entiende por provincia morfodinámica un litoral que sustenta a un conjunto de playas,

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

entre las que se establece un flujo sedimentario, de forma tal que las alteraciones de ese flujo repercutirán en las morfologías de los depósitos situados aguas abajo. El sentido de "aguas abajo" se define de acuerdo con la componente longitudinal "teórica" del oleaje dominante.

En el Sur de la Isla de Gran Canaria (figura 1), se delimita la provincia morfodinámica de Morro Besudo-Faro de Maspalomas, a lo largo de un litoral de 8,5 Kms.

En este marco, la playa significativa más al Norte es la de Las Burras. Tiene una longitud de unos 300 m. por una amplitud media de unos 150 m. Según la clasificación genética de Suárez Bores (1978), se ajusta a la fórmula morfológica:

$$G\,G^{1}_{0}\ \begin{matrix}\text{(intermareal-playa seca)}\\ \text{(arenas), 0}\end{matrix}$$

Hacia el Sur, y en el límite oriental externo del Campo de Dunas de Maspalomas, se encuentra la Playa de El Inglés. Tiene una longitud de unos 1879 m. (entre los perfiles 1 y 8 de la figura 2), y una anchura de varias centenas de metros. Se ajusta a la expresión genética:

$$G\,g^{1}_{0}\ \begin{matrix}\text{(intermareal)}\\ \text{(arenas), 0}\end{matrix}$$

El límite externo meridional del campo dunar corresponde a la Playa de Maspalomas. Tiene una longitud de 1912.5 m. (entre los perfiles 13 y 19 de la figura 2), y una anchura de varias centenas de metros. Se ajusta a la fórmula genética:

$$g\,G^{2}_{0}\ \begin{matrix}\text{(intermareal)}\\ \text{(arenas), 2}\end{matrix}$$

La convergencia de las playas de El Inglés y de Maspalomas constituye la Punta de La Bajeta. Presenta una orilla convexa (observada desde el mar). Arbitrariamente,queda configurada entre los perfiles 8 y 13 (figura 2). De acuerdo con estos límites,tiene una longitud de unos 893.5 m. La amplitud, como era de esperar, alcanza los varios cientos de metros. Se ajusta a la expresión genética:

$$g^{1}_{0}\ \begin{matrix}\text{(intermareal)}\\ \text{(arenas), 2}\end{matrix}$$

El Campo de Dunas de Maspalomas (figura 1) cubre una superficie de unos 4 Km^2. La longitud máxima (NE-SW) mide unos 3 Kms. y la anchura puede llegar a los 2 Kms. El límite interno de mayor entidad lo constituye un escarpe, casi vertical, de unos 25 m. de potencia, de una llanura aluvial.El límite occidental lo determina el Barranco y la Charca de Maspalomas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Figura 1

Localización geográfica de la provincia morfodinámica en estudio.

Figura 2

Diagramas de transportes longitudinales intermareales, en las playas en seguimiento

Figura 3

Evolución de la orilla en el entorno del Campo de Dunas de Maspalomas (isla de Gran Canaria).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Los límites externos ya han sido indicados.

En síntesis, el depósito eólico,de arenas fonolíticas-carbonatadas, está formado por dunas transversales y barjanes, estas últimas, sobre todo, en la periferia externa. Las formas sedimentarias están libres y sometidas a un desplazamiento principal del NE al SW, en dependencia con los vientos dominantes de Canarias: los alisios, de componente NE. Un desplazamiento secundario se debe a los vientos del S-SE.

MATERIAL Y METODOS

De acuerdo con Komar (1988), en las delimitaciones de las provincias morfodinámicas, se sigue una metodología basada:

- En las caracterizaciones de las arenas: mineralógica - petrológicas, morfoscópicas y otras.
- En los diagramas de transporte, que hacen interdependientes al conjunto de playas y que explican las caracterizaciones de sus arenas, incluídas las tendencias de las distribuciones mineralógicas.
- Y en la descripción del marco litológico del litoral, como fuente de aportes sedimentarios.

En cuanto a la dinámica litoral y morfología de las playas arenosas, se han utilizado estas otras técnicas y metodologías:

1. Análisis texturales, mineralógicos y petrológicos de las arenas.

2. Diseño de diagramas de transporte longitudinal, entre la zona de rompientes y la orilla, a partir de las medianas granulométricas de las arenas (Martínez,1986 c).

3. Estimación de la evolución de la orilla, mediante contrastes en el tiempo, de fotografías aéreas.

4. Seguimiento fotográfico, en el tiempo y en el espacio, de las formas sedimentarias.

5. Obtención de diagramas 3D,para detectar sumideros en la playa sumergida-plataforma insular. Se utilizan los datos de cartas batimétricas.

6. Levantamiento mensual de perfiles topográficos, a lo largo y ancho de las playas, durante un año.

7. Cálculo de ganancias y pérdidas de arena en la franja intermareal, según Martínez et al. (1987).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

8. Análisis matemático de los procesos intermareales de las pérdidas sedimentarias.

9. Y determinación de los índices de capacidad de sustentación sedimentaria (ICSS) y de variabilidad sedimentaria (IVS), según Martínez (1988).

RESULTADOS

Las arenas de estas playas y dunas proceden de la erosión de fonolitas (Martínez,1986 a). Pero en sus composiciones entran, además, carbonatos organógenos, alrededor de un 50% en peso (Martínez et al.,1986 b).

Texturalmente se clasifican como arenas finas y/o medias.

En la figura 2, se diseñan los diagramas promediados de transporte longitudinal intermareal, para las situaciones significativas del oleaje que incide en estas playas.

La figura 3 muestra la evolución de la orilla, en las playas en seguimiento, durante un periodo de 26 años (entre 1961 y 1987).

El diagrama 3D, representado en la figura 4, describe el sumidero sedimentario, que se localiza frente a la Punta de La Bajeta, en la playa sumergida-plataforma insular.

Se ha cartografiado una flecha en la Punta de La Bajeta. Esta, conforme con las observaciones de la campaña de seguimiento de 1987-1988, se ajusta a la siguiente descripción:

- Se desarrolla a finales del invierno-inicios de primavera.
- Se encuentra entre los perfiles 9 y 12 (figura 2), a lo largo de unos 700 m.
- Se suelda a la playa en su extremo meridional.
- Tiene una amplitud emergida máxima alrededor de los 90 m.,en bajamar viva.
- La pendiente media es de un 0.8%, aunque se llega a 6.33%.
- Hacia el Norte, define un "lagoon", abierto, que alcanza, en bajamar viva, una anchura máxima de unos 75 m.

A partir del levantamiento topográfico,se calculan las pendientes topográficas intermareales. En la Playa de El Inglés, la pendiente promediada, en el espacio y en el tiempo, es de 1.53%. Los valores extremos llegan a un 4.0% y 0.2%. En la Punta de La Bajeta, se obtiene una pendiente promediada de un 3.2%, aunque se miden casos extremos de 0.1% y 9.2%. Y en la Playa de Maspalomas, esta pendiente se sitúa en un 4.87%. Las medidas extremas son 0.6% y 11.0%.

El cuadro 1 recopila las ganancias y pérdidas de arenas, en m^3, a lo largo del ciclo sedimentario seleccionado, y dentro de una franja intermareal, en la que se ha delimitado una

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

Figura 4

Sumidero de la Punta de La Bajeta (Maspalomas, isla de Gran Canaria).

Fecha	Incrementos (m^3) de los cubicajes relativos		
	Playa de El Inglés	Punta de La Bajeta	Playa de Maspalomas
3/1/86	32642.96	10880.09	4192.74
2/2/86	35704.79	12365.30	6362.86
3/3/86	40266.28	12024.72	0.00
1/4/86	38369.33	13471.17	1729.70
1/5/86	35401.38	12476.15	1829.60
30/5/86	29423.33	11574.44	4696.84
1/7/86	17331.43	10148.07	14806.72
29/7/86	16042.21	6671.13	16841.31
28/8/86	14070.81	4225.79	28591.00
11/9/86	12653.42	5070.47	30345.58
29/10/86	8794.16	4400.33	37778.00
26/11/86	1338.24	2208.38	28671.13
24/12/86	0.00	0.00	10213.95

Cuadro 1

Ganancias y pérdidas de arenas en la franja intermareal de 15 m. de anchura.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

amplitud operativa de 15 m.

La figura 5 recoge las curvas de los procesos de pérdidas sedimentarias en las playas de El Inglés y Punta de La Bajeta.

En la Playa de El Inglés, los índices de capacidad de sustentación sedimentaria toman los valores de 1.11 y 1.49, para la acreción significativa y erosión máxima respectivamente. El índice de variabilidad sedimentaria, de acreción a erosión, es de 1.27.

En la Punta de La Bajeta, los índices de capacidad de sustentación sedimentaria tienen valores positivos, en torno a uno, tanto en las situaciones de acreción como de erosión. El índice de variabilidad sedimentaria, de acreción a erosión, toma un valor de 1.93.

En la Playa de Maspalomas, los índices de capacidad de sustentación sedimentaria son más bajos, alrededor de 0.4, en las situaciones significativas de acreción y erosión. El índice de variabilidad sedimentaria, de erosión a acreción, alcanza el valor de 1.20.

DISCUSION

1. El litoral emergido de Morro Besudo-Faro de Maspaloma se localiza en un conjunto geológico de fonolitas. Las arenas de sus playas y dunas conservan esta naturaleza petrológica sin minerales que permitan deducir aportaciones de los relieves próximos: de los basaltos, que se encuentran aguas arriba,y de las traquitas, tanto de tierra adentro como del litoral sud-occidental.

La Playa de Las Burras evolucionó de cantos y bloques a depósitos de arenas, en hiper-estabilidad, como lo demuestra el desarrollo de un pequeño campo de dunas. La causa de este cambio hay que buscarla en la construcción de un apoyo lateral (una escollera), en 1966, en su límite meridional. De esto, se deduce un transporte sedimentario neto hacia el Sur, a lo largo de este primer tramo del litoral, y próximo a la orilla.

Según la figura 2, con el oleaje significativo del NE se mantiene, a grandes rasgos, este sentido del transporte, en las restantes playas de aguas abajo.

Todo lo anterior permite delimitar una provincia morfodinámica, con importantes playas conexionadas mediante los transportes sedimentarios.

2. Con el contraste de las fotografías aéreas desde 1961 a 1987 (figura 3), se estima una estabilidad de la orilla en la Playa de El Inglés, mientras que la Playa de Maspalomas tiende al retroceso. En la Punta de La Bajeta, aparentemente progresa la orilla.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Figura 5

Curvas de los procesos de pérdidas sedimentarias

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2009

3. Mediante el análisis de las pendientes de las superficies topográficas intermareales, y dentro de los estadios morfodinámicos de Wright y Short (1983), se obtienen las siguientes deducciones:

- La Playa de El Inglés siempre se comporta como disipativa.
- En la Punta de La Bajeta abundan las situaciones disipativas, aunque se llegan a los estadios reflectivos.
- En la Playa de Maspalomas predominan las situaciones intermedias, pero se alcanzan los estadios disipativos y reflectivos.

La hidrodinámica explica un transporte transversal significativo, entre el estrán y el ambiente sumergido, cuando la playa se comporta como disipativa o intermedia. En los estadios reflectivos, ese transporte carece de importancia.

4. En la Playa de El Inglés y en la Punta de La Bajeta, la acreción tiene lugar en la segunda mitad del invierno-inicio de la primavera (cuadro 1). Se corresponde con el decaimiento del alisio (vientos del NE), y con la probabilidad más baja de que haya temporales del Sur.

La erosión se inicia cuando empieza a predominar los alisios, a finales de la primavera y durante el verano (cuadro 1), aunque sus oleajes lleguen debilitados energéticamente a las orillas por la difracción. El proceso de pérdidas (figura 5) cambia de pautas con el apogeo del alisio y con los temporales del Sur, estos últimos en el otoño. Sus efectos erosivos se unen a los producidos anteriormente.

Las pérdidas se ajustan a funciones exponenciales del tipo $y = a\,e^{bx}$, en donde: y = pérdidas en m^3, x = tiempo en días. Las curvas serían el resultado de la serie de temporales que intervienen en el proceso erosivo, junto a periodos de "calma". En estos casos, se refleja una característica biclimática de la erosión.

Con el oleaje del alisio, el dominio intermareal se encuentra sometido a transportes longitudinales, de N a S (figura 2), dependientes de corrientes unidireccionales, de velocidades crecientes. En cambio, con los temporales del Sur, tales transportes longitudinales son de S a N, también unidireccionales y correspondientes a corrientes de velocidades crecientes.

Tanto en los periodos de acreciones y erosiones máximas, en estas dos playas, los índices de capacidad de sustentación sedimentaria traducen un superavit fuerte. El hecho se interpreta como que el viento que condiciona básicamente el transporte hacia el campo dunar (el alisio) se encuentra debilitado. No tendría la suficiente constancia y velocidad para establecer un equilibrio natural, entre la playa y el depósito eólico. La estabilidad de la orilla,por otra parte, indica que los procesos de aportes y pérdidas sedimentarias, en la franja

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

intermareal, están equilibrados.

Los índices de variabilidad sedimentaria cuantifican los cambios altimétricos de la superficie intermareal. Estos son moderados. Sin embargo, no reducen sustancialmente la superficie de "uso", emergida o alternativamente emergida, durante el periodo de erosión, a pesar del rango regional de la marea, que llega a los 2.82 m. Esto se debe a la presencia de una amplia playa seca, que cede temporalmente parte de su dominio.

5. La Punta de La Bajeta, representa, además, a una singularidad geométrica negativa: un cambio brusco de la orientación de la orilla, que describe una convexidad, observada desde el mar. Lo anterior determina la formación de flechas, en este caso anuales y morfológicamente atípicas. Las formas se desarrollan hacia la Playa de El Inglés, durante la primavera, y en relación con la erosión de la Playa de Maspalomas. Los transportes longitudinales intermareales, en dependencia con el oleaje Sur (figura 2) juegan un papel decisivo.

El "lagoon" originado se colmata, y se recorta la orilla externa de la flecha anual, cuando tienen lugar la erosión de la Playa de El Inglés y los transportes longitudinales hacia el Sur (verano-otoño).

Como resultado de unas posibles yuxtaposiciones de flechas recortadas y colmataciones de sus respectivos "lagoon", se produce un avance neto de la orilla hacia el mar, durante una serie de años. Este avance se verifica mediante el contraste de fotografías aéreas (figura 3). Sin embargo, el progreso de la orilla y la delimitación de las flechas están condicionadas por la presencia de una especie de cañón, hacia mar adentro (figura 4), que actúa a manera de sumidero sedimentario.

6. En la Playa de Maspalomas la acreción (cuadro 1) se realiza en el verano y concluye al inicio del otoño. El proceso coincide con unos diagramas de transportes longitudinales intermareales, de E a W (figura 2), en relación con unas corrientes unidireccionales de velocidades crecientes. En este periodo de tiempo, la playa está sensiblemente resguardada del oleaje del alisio (que llega muy difractado) y los temporales del Sur no tienen lugar.

Las pérdidas sedimentarias se patentizan a principio de primavera (cuadro 1), como culminación del proceso erosivo que se inicia en el otoño. Las causas están en los temporales del Sur y en otros que inciden en la playa (del SW y W). Predominan los diagramas de transportes intermareales (figura 2), de W a E, determinados por corrientes unidireccionales de velocidades crecientes.

Los índices de capacidad de sustentación sedimentaria, calculados para los periodos significativos de acreción y erosión, indican un permanente superavit moderado. Como la orilla está

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

en retroceso (figura 3), se puede admitir que los aportes son menores que las pérdidas en la franja intermareal. En estas circunstancias, para interpretar unos excesos moderados intermareales de arenas, sobre todo durante el periodo erosivo, se ha de recurrir al papel de "despensa sedimentaria" que desempeña el campo dunar. Los efectos de la erosión intermareal se encuentran amortiguados por la realimentación externa. Estas especulaciones se verifican con la observación de las dunas del NE, cortadas por la erosión del mar, en el periodo de máxima erosión.

El índice de variabilidad sedimentaria traduce movimientos posicionales de la superficie intermareal. Los efectos son análogos a los analizados respecto a las playas limítrofes.

7. En la provincia morfodinámica de Morro Besudo-Faro de Maspalomas:

a) Las actuaciones que interfieran a los transportes descritos en cadena, provocarán degradaciones morfológicas en las playas y campo dunar, o acentuarán estas, si ya se dan (sea el caso de la Playa de Maspalomas). Estas interferencias se podrían localizar:

- tanto en el ámbito de costa, por obras marítimas,
- como en la superficie del Campo de Dunas.

En relación con el Campo de Dunas, las actuaciones periféricas se pueden ubicar:

- sobre el borde de la llanura aluvial,
- y/o a lo largo de la playa seca.

Las grandes pentallas arquitectónicas, próximas al escarpe de la llanura aluvial, podrían provocar amortiguaciones del viento, por lo menos sectorialmente, y con ello una caída en la capacidad del transporte, que conduciría a una reducción de la reserva sedimentaria.

Muchas de las intervenciones en las playas secas, delimitantes del Campo de Dunas, actúan a modo de corta vientos. De esta manera, los transportes hacia los depósitos eólicos se interfieren. Como el Campo de Dunas se alimenta por frecuentes aportaciones reducidas (Martínez 1986 b), con un viento deficitario "de transporte", la capacidad de reserva sedimentaria se afectaría negativamente.

En la atenuación de la degradación de la Playa de Maspalomas, la reserva sedimentaria del campo dunar es un factor fundamental.

b) Y, por último, las posibles concesiones administrativas, para las explotaciones de áridos, en bancos arenosos sumergidos, próximos a la orilla, deben contemplarse desde la perspectiva

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

de los transportes transversales. Como estas playas tienen una componente disipativa significativa, en principio no serían admisibles tales explotaciones, dentro del dominio de sus respectivos ambientes sumergidos, si no se quiere romper el equilibrio natural en la dinámica y morfología sedimentaria. Los desequilibrios se reflejarían en una degradación del estrán.

Si tuvieran lugar estas intervenciones:

- la Playa de El Inglés aportaría menos arenas al Campo de Dunas, que paulativamente disminuiría sus reservas,
- al mismo tiempo que este campo tendría que amortiguar, más intensamente, la erosión en la Playa de Maspalomas.

CONCLUSIONES

Dentro de la provincia morfodinámica de Morro Besudo-Faro de Maspalomas:

1. La Playa de El Inglés recibe aportes sedimentarios significativos a través de otras, situadas a su Norte (sea el ejemplo de la Playa de Las Burras). En este transporte, son decisivas las corrientes longitudinales próximas a la orilla, dependientes del oleaje del NE.

2. Desde la Playa de El Inglés, el viento del NE transporta arena al Campo de Dunas de Maspalomas.

3. A su vez, el Campo de Dunas alimenta a la franja intermareal de la Playa de Maspalomas, durante el subciclo erosivo. Las pérdidas de arenas quedan así amortiguadas. Esto se deduce, fácilmente, cuando se observan dunas del NE cortadas transversalmente por la acción del mar.

4. Corrientes de deriva transportan parte de la arena de la erosión de la Playa de Maspalomas a la Punta de La Bajeta.

5. En este último sector de playa, por el sumidero de sus proximidades, se pierden arenas, tanto de los aportes que llegan directamente de la Playa de El Inglés como de los procedentes de la Playa de Maspalomas. Así se cierra el flujo sedimentario.

6. El esquema se completa con la deducción de importantes transportes de arena entre el estrán y las playas sumergidas. A esto se llega en función del comportamiento disipativo, en mayor o menor medida, de todas estas playas estudiadas.

7. Los proyectos de intervenciones en este litoral , para su explotación como recursos turísticos y/o otros fines, deben contemplar la dinámica litoral y morfologías sedimentarias descritas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

BIBLIOGRAFIA

Komar, E. (1988): Composición de playas producidas por la mezcla de arenas de múltiples fuentes. *Comparación entre modelos de computador y datos de campo de la costa de Oregón.* 21 Conferencia Internacional de Ingeniería de Costas (Málaga-España,20-25 de julio). Libro de Resúmenes, 564-565.

Martínez, J. (1986 a): Dunas de Maspalomas (Gran Canaria): Naturaleza petrológica de sus arenas. Anuario de Estudios Atlánticos, 32, 785-794.

Martínez, J.; Carpio, P.; Gómez, M.; Hernández, T. y Mena, A. (1986 b): Las Dunas de Maspalomas: Geología e impacto del entorno. Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria-Universidad Politécnica de Las Palmas. 151 P.

Martínez, J. (1986 c): Diagramas de corrientes en playas. Revista de Obras Públicas, octubre, 767-781.

Martínez, J.; Sastre, J.; Alemán, G.; Castro, J.; Martín, A. y Robayna, D. (1987): Los movimientos de las superficies topográficas en las playas de arena: método de investigación e interpretación. Revista de Obras Públicas, julio-agosto, 469-483.

Martínez, J. (1988): Accretion-erosion in the beaches of the Canary Islands (Spain). Coastal Engineering 1988 Proceedings (American Society of Civil Engineers, New York),3,2738-2752.

Suárez Bores, P. (1978): Shore Classification-Simple forms with prevailing wind wave action. Proceedings the III International Congress I.A.E.G. (Madrid), Sec I, vol 2, 150-169.

Wright,L. and Short, A. (1983): Morphodynamics of beaches and surf zones in Australia. In Komar, P.D. (Ed.):C.R.C. Handbook of Coastal Processes and Erosion, C.R.C. Press, 35-64. Boca Raton, Fla.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

JESUS MARTINEZ MARTINEZ

DUNAS DE MASPALOMAS (GRAN CANARIA): NATURALEZA PETROLÓGICA DE SUS ARENAS

PATRONATO DE LA «CASA DE COLON»
ANUARIO DE ESTUDIOS ATLANTICOS
AÑO 1986 MADRID - LAS PALMAS NÚM. 32

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

DUNAS DE MASPALOMAS (GRAN CANARIA): NATURALEZA PETROLÓGICA DE SUS ARENAS

POR

JESÚS MARTÍNEZ MARTÍNEZ

RESUMEN

Mediante la difracción por rayos X se hace el análisis mineralógico de las arenas de las dunas litorales de Maspalomas (Gran Canaria). Se diseña una metodología para identificar las naturalezas petrológicas de las arenas a partir de las composiciones mineralógicas de las rocas del entorno insular. Se deduce que estas arenas son esencialmente de naturaleza fonolítica.

Las calcitas y arogonitos se interpretan como componentes de los bioclastos.

ABSTRACT

The mineralogic test of the sands of the coastal dunes in Maspalomas (Gran Canaria) is carried out by means of X-rays diffraction. A methodology in order to identify the petrologic nature of the sands is outlined starting from the mineralogic composition of the rocks of the insular surroundings. The fact that these sands are chiefly of phonolitic nature is inferred.

Calcite and aragonite are identified as components of the bioclasts.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

INTRODUCCIÓN

El campo de dunas de Maspalomas se localiza en el S.-SE. de la isla de Gran Canaria y representa una superficie de cuatro kilómetros cuadrados.

La formación sedimentaria eólica se encuentra delimitada por las playas de Maspalomas y de El Inglés y por depósitos continentales de desembocadura de barranco (terrazas fluviales y escarpes de llanuras aluviales en relación con el barranco de Fataga), todo ello en un entorno predominantemente fonolítico.

La bibliografía geológica sobre las dunas de Maspalomas es escasa. En la mayoría de los casos se reduce a meras descripciones de campo, basadas en aspectos fisiográficos-dinámicos, o a especulaciones tanto cronológicas como acerca de los aportes sedimentarios. No obstante, algunos trabajos hacen referencias a unas primeras identificaciones petrológicas de las arenas. En estas líneas se encuentran los trabajos de Calderón y Araña (1884), Hernández Pacheco (1910), Klug (1968), Priesmeier (1972), Van der Bilt (1973) y Nadal (1983).

MÉTODO

En una primera fase de identificaciones mineralógicas (abril de 1985) se optó por el método difractométrico de rayos X. Se trabajó con un equipo de la casa Philips, del Departamento de Mineralogía de la Universidad de Granada, compuesto por:

— un generador de rayos PW 1730;
— una cabina del tubo PW 1316-90;
— un goniómetro PW 1050/81;
— un control del difractómetro PW 1750, y
— un registrador PM 8203.

Los diagramas de muestras en polvo, descarbonatadas o no, se obtuvieron con las siguientes condiciones de operatividad (programa 24, enero de 1984):

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

ESQUEMA DE CARTOGRAFIA GEOLOGICA DE -
PLAYA DEL INGLES - MASPALOMAS

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

— radiaciones Cuk alfa;
— velocidad de barrido: 6° por minuto;
— velocidad de papel: 10 mm. por grado;
— constante de tiempo: 0,5;
— sensibilidad: 5.10^3;
— zona de exploración: de 2,5 a 63°.

Las interpretaciones de los diagramas se hicieron con las fichas A. S. T. M. (1963).

IDENTIFICACIONES DE LAS FASES MINERALÓGICAS DE LAS ARENAS

En todos los diagramas, sistemáticamente, se identifican albita, nefelina, piroxeno alcalino, anfibol alcalino, calcita y aragonito. Otras fases, como hematites, espinela y cristobalita de alta temperatura (cuarzo secundario), se encuentran como indicios y no en todas las muestras.

DISCUSIONES

La calcita y el aragonito se interpretan como fases de los componentes bioclásticos de las arenas. Por las calcimetrías se sabe que estos componentes representan cerca del 50 por 100.

A partir de las identificaciones de las fases mineralógicas características en los basaltos, traquitas y fonolitas grancanarias, sin necesidad de observaciones ópticas de fragmentos de roca, se puede deducir las rocas de procedencia de las arenas que se depositan en las playas y dunas litorales de la isla.

De acuerdo con el cuadro 1, de composiciones mineralógicas para las distintas rocas citadas, se infiere otro, cuadro 2, para las identificaciones de las naturalezas petrológicas de las arenas. Según este último, se deduce que las arenas de las dunas de Maspalomas son fundamentalmente fonolíticas, aunque, en principio, no cabe excluir componentes traquíticos.

En realidad, las arenas traquíticas estarían ausentes. A ello se llega si se considera:

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

1. Que los aportes sedimentarios proceden principalmente de la playa de El Inglés. Esto se deduce con el estudio de la dinámica sedimentaria en el campo dunar, dinámica que, por otra parte, no es objeto de este trabajo; y

2. Que en esa playa los procesos sedimentarios están relacionados con corrientes de alimentación (feeder currents), que tienen unos componentes del NE., conforme con el seguimiento de los procesos sedimentarios del litoral, que lleva a cabo este Departamento de Geología del C. U. S. de Ciencias del Mar.

La litología delimitante y al N. de la playa no es traquítica. Además, los aportes continentales traquíticos al mar, por los barrancos próximos, carecen de importancia, debido a las características climatológicas de la región, que hacen que éstos, a lo largo de un año, rara vez lleven agua.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Basaltos	*Traquitas*	*Fonolitas*
Plag Na-Ca ( )	feldespatos alcalinos	feldespatos alcalinos
(feldespato k)	augita egirínica ( )	nefelina
olivino ( )	(anfíbol alcalino)	(hauyna)
augita eugirínica ( )	cuarzo secundario ( )	egirina
(hornblenda)	(biotita)	(anfíbol alcalino)
(biotita)	(esfena)	(esfena)
(apatito)	(apatito)	menas metálicas
(analcima)	menas metálicas	
(chabacita)		
menas metálicas		

Los feldespatos alcalinos incluyen la albita.
Los minerales entre paréntesis solamente se identifican ocasionalnente en las rocas de una misma familia.
Si el paréntesis sigue al término, la especie se encuentra en la mayoría de los casos, pero no en todos.

CUADRO 1

Mineralogía de las rocas que podrían contribuir a la formación de arenas que se depositan en las playas y dunas litorales grancanarias. Datos obtenidos de Fuster (1968) y Martínez (1982).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

CUADRO 2

IDENTIFICACIONES DE LAS NATURALEZAS PETROLÓGICAS DE LAS ARENAS

Arenas basálticas	*Arenas traquíticas*	*Arenas fonolíticas (y traquíticas)*	*Arenas basálticas y traquíticas*	*Arenas basálticas y fonolíticas (y traquíticas)*
Presentes:	Presentes:	Presentes:	Presentes:	Presentes:
Plag Na-Ca	Albita	Albita	Plag Na-Ca	Plag Na-Ca
(olivino)		feldespatoides	albita	albita
			(olivino)	feldespatoides
Ausentes:	Ausentes:	Ausentes:	Ausentes:	(olivino)
Albita	Plag Na-Ca	Plag Na-Ca	feldespatoides	
feldespatoides	feldespatoides	olivino		
	olivino			

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Muestra T-9 basaltos II de los Tilos de Moya (G. C.), Martínez (1982).

Arenas descarbonatadas de las dunas de Maspalomas.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2009

OBSERVACIONES

Las plagioclasas sódico-cálcicas se diferencian de la albita, en análisis por difracción de rayos X, en que las intensidades de las reflexiones $(20\bar{2})$ y (002)-(040) se invierten. En el primer caso, la intensidad para los índices (202) es mayor que para los índices (002)-(040). Pero si las muestras no se descarbonatan previamente y hay aragonito, como suele ocurrir en las arenas de las playas y dunas litorales, un pico intenso de este mineral está muy próximo al de la reflexión $(20\bar{2})$ de la albita y puede que este último se refuerce, aparentando más intensidad en relación con el pico de la reflexión (002)-(040). Esto induciría a identificar erróneamente plagioclasa Na-Ca.

Cuando en una misma muestra de arenas hay plagioclasas Na-Ca y albita (arenas basálticas, fonolíticas y/o traquíticas), las plagioclasas sódico-cálcicas podrían pasar desapercibidas, y viceversa, para pequeñas proporciones de albita en las identificaciones por rayos X. De aquí se desprende la importancia que en ocasiones tiene el olivino, que normalmente se encuentra en las rocas basálticas, y los feldespatoides, siempre presentes en las rocas fonolíticas, para determinar la naturaleza petrológica de las arenas.

CONCLUSIONES

1. Los componentes bioclásticos determinan la presencia de calcita y aragonito.
2. Resulta factible determinar la naturaleza litológica de los restantes componentes detríticos, de acuerdo con una metología basada en las identificaciones mineralógicas por rayos X.
3. La metodología sería aplicable en las identificaciones petrológicas de las arenas de otras dunas litorales y de las playas canarias.
4. Se obtiene criterios a seguir en las interpretaciones de las naturalezas de las arenas canarias ante determinadas composiciones mineralógicas que dificultan la metodología.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

5. Las arenas de las dunas de Maspalomas, procedentes de la destrucción del relieve, tienen naturaleza fonolítica, aunque la metodología permite que también existan granos de rocas traquíticas.

6. Sin embargo, criterios oceanográficos, de cartografía geológica regional y climatológicos descartan que hayan arenas traquíticas.

BIBLIOGRAFÍA

A. S. T. M. (1963): *Special Technical Publication 48-M2 Index (Inorganic) to the power difraction file*, American Society for Testing and Materials, Philadelphia.

CALDERÓN Y ARAÑA (1884): «Areniscas y dunas de las islas Canarias», *Rev. Soc. Esp. Hist. Nat.*, Actas, V, 13.

HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1910): «Estudio geológico de Lanzarote y de las isletas Canarias», *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. VI, Mem. 4.

KLUG, H. (1968): *Morphologischen studien auf den Kanarischen Inseln. Beiträge zur Kustenentwicklung und Talbildung auf einen vulcanischen archipel*, Schriften des Geographischen Instituts der Universität Kiel, Kiel.

MARTÍNEZ, J. (1982): *Meteorización mineralógica de las rocas basálticas recientes de Gran Canaria*, tesis doctoral, Universidad de Granada.

NADAL, I. (1983): «El Sur de Gran Canaria: entre el turismo y la marginación», *Cuadernos Canarios de Ciencias Sociales*, 9, CIA, Las Palmas.

PRIESMEIER, K. (1972): «Barchane als Küsten dünen bei Maspalomas auf Gran Canaria», *Milt d. Geogr. Ges. München*, 58, S. 69-77.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Boletín Geológico y Minero. T. XCVI-V. Año 1985 (486-491)

GEOLOGIA

Dunas de Maspalomas (Gran Canaria, España): Los parámetros morfoscópicos-granulométricos

Por J. MARTINEZ MARTINEZ (*)

RESUMEN

A falta de unos parámetros morfoscópicos, válidos para arenas basálticas, fonolíticas y/o traquíticas, en las que están ausentes los componentes cuarcíferos (arenas de las playas y dunas litorales de Canarias), se desarrollan unos índices mixtos (morfoscópicos-granulométricos), en función de esas arenas.

Los parámetros a definir se obtienen a partir de curvas semilogarítmicas acumulativas de las texturas morfoscópicas observadas. Las abcisas hacen referencia a los diámetros de las arenas y las ordenadas a las características texturales, en muestras carbonatadas.

Estos parámetros tendrán como objetivos relacionar ambientes sedimentarios, en depósitos de arenas peculiares, y obtener una serie de deducciones sedimentarias, esencialmente dinámicas.

Las arenas de las dunas litorales de Maspalonas (Gran Canaria) han sido estudiadas según el diseño metodológico propuesto, que queda validado por los resultados obtenidos.

ABSTRACT

Mixed pointers (morphoscopic-granulometric) are developed to apply to basaltic, phonolitic and/or traquitic sands which have no quartz components (sands of the beaches and coastal dunes of the Canarias), as there are no morphoscopic parametres that could be applicable. The parametres to be established can be obtained starting from accumulative semilogarithmic lines of the morphoscopic textures observed. The abscissae refer to the sand diametres and the ordinates to the textural features.

These parametres will aim at relating sedimentary surroundings in deposits of peculiar sands and obtaining a series of sedimentary influences which are essentially dinamic.

The sands of the coastal dunes of Maspalomas have been studied according to the methodology outlined, which proves valid if the results obtained are considered.

INTRODUCCION

Los conceptos básicos, para el estudio morfoscópico de los detritos sedimentarios, están recogidos en los trabajos de CAILLEUX (1943), KRUMBEIN (1963) y VATAN (1967).

Aunque existe una abundante bibliografía sobre los parámetros texturales gráficos, referidos a playas arenosas y dunas litorales, estos normalmente han sido definidos a partir de observaciones granulométricas y de otras medidas, como las calcimétricas. En esta línea están los trabajos de FLOR (1981).

Por otra parte, las observaciones morfoscópicas se hacen para depósitos con composiciones mineralógicas cuarcíferas, junto con otros componentes, entre los que se encuentran, en mayor o menor proporción, los bioclastos. Ejemplos de estos antecedentes serían ASENSIO AMOR (1959, 1971) y GUILCHER (1972).

Pero en las arenas de las playas y dunas litorales canarias está ausente el componente silíceo, y con ello la fase mineralógica, el cuarzo, que sirve de base en las observaciones de las características morfoscópicas de las arenas. De aquí que sea necesario proponer, definir y aplicar unos nuevo parámetros mosfoscópicos, aunque en conexión con las características granulométricas, válidos para unas arenas en las que los componen-

(*) Director del Departamento de Geología C.U.S. de Ciencias del Mar. Las Palmas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

tes detríticos inorgánicos están formados, fundamentalmente, por basaltos, fonolitas y/o traquitas, sin que queden excluidas las fases minerales «sueltas» de estas rocas.

Estos parámetros permitirán:

1) Relacionar diferentes ambientes sedimentarios conexionados, siendo de gran interés para las identificaciones en paleoformaciones, independientemente de que se encuentren fosilizadas o no, y

2) Deducir características dinámicas del depósito.

CUADRO 1

Abanico de parámetros	En función del redondeamiento	En granos melanocratos En granos leucocratos
	En función de la esfericidad	En granos melanocratos En granos leucocratos
	En función tanto del redondeamiento como de la esfericidad	En granos melanocratos En granos leucocratos

CUADRO 2

En función del redondeamiento y en granos melanocratos	
Brillantes y mates	Mrt5 Mrt8
Mates	Mrt5 Mrt8
Brillantes	Mrb5 Mrb8

CUADRO 3

En función del redondeamiento y en granos leucocratos	
Brillantes y mates	Lrt5 Lrt8
Mates	Lrm5 Lrm8
Brillantes	Lrb5 Lrb8

CUADRO 4

En función de la esfericidad y en granos melanocratos	
Brillantes y mates	Met5 Met8
Mates	Mem5 Mem8
Brillantes	Meb5 Meb8

CUADRO 5

En función de la esfericidad y en granos leucocratos	
Brillantes y mates	Let5 Let8
Mates	Lem5 Lem8
Brillantes	Leb5 Leb8

CUADRO 6

En función tanto del redondeamiento como de la esfericidad y en granos melanocratos	
Brillantes y mates	MIt5 MIt8
Mates	MIm5 MIm8
Brillantes	MIb5 MIb8

CUADRO 7

En función tanto del redondeamiento como de la esfericidad y en granos leucocratos	
Brillantes y mates	LIt5 LIt8
Mates	LIm5 LIm8
Brillantes	LIb5 LIb8

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

CONCEPTO DE LOS PARAMETROS MORFOSCOPICOS-GRANULOMETRICOS

Los parámetros propuestos miden los diámetros correspondientes al 50 por 100 acumulativo de los granos de las distintas fracciones granulométricas, observados de acuerdo con las características definidas por las siglas de los mismos, y en muestras previamente descarbonatadas.

En general, estas siglas constarán de tres letras y un número: la primera letra hará referencia al índice de color de los granos (leucocratos o melanocratos); la segunda letra a la textura geométrica (redondeamiento, esfericidad o ambas cosas a la vez); la tercera al aspecto superficial (brillante, mate o, también, ambas cosas a la vez) y el número a la escala de KRUMBEIN (1963) multiplicado por 10.

M=melanocrato
L=leucocrato
r=redondeamiento
e=esfericidad
I=redondeamiento y esfericidad
b=brillante
m=mate
t=indistintamente brillante o mate
5 → ≥0,5 en la escala de KRUMBEIN (1963)
8 → ≥0,8 en la escala de KRUMBEIN (1963)

Figura 1.—Parámetro Meb5 de la muestra 1B de barlovento (6/10/84).

EJEMPLO DE OPERATIVIDAD

Cálculo del parámetro Meb5 de la muestra 1B barlovento (6/10/84), previamente descarbonatada, a partir de los siguientes datos de granos melanocráticos observados por lupa binocular:

CUADRO 8

1	2	3	4
0,30	84	20,44	20,44
0,25	89	21,65	42,09
0,20	82	19,95	62,04
0,15	79	19,22	81,26
0,10	77	18,73	99,99
	411	99,99	

1. Diámetro de la malla del tamiz.
2. Número de granos de un conjunto de 100, con esfericidades iguales o superiores a 0,5 (KRUMBEIN, 1963), y con superficies brillantes.
3. Tanto por ciento simple.
4. Tanto por ciento acumulativo.

DISCUSIONES

Estas se desarrollan aplicando la metodología a los rasgos de las arenas muestreadas en el campo de dunas litorales de Maspalomas (campaña del 6/10/84).

El campo de dunas de Maspalomas se localiza en el S-SE de la isla de Gran Canaria y representa una superficie de 4 Km². La formación sedimentaria eólica se encuentra delimitada por las playas de Maspalomas y de El Inglés, y por depósitos continentales de desembocadura de barranco (terrazas fluviales y escarpes de llanuras aluviales en relación con el barranco de Fataga), todo ello en un entorno predominantemente fonolítico.

Con las observaciones de laboratorio, se ha elaborado cuadros de datos. Sirva de ejemplo los cuadros 9 y 10.

Las texturas cuantificadas de los granos mela-

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

nocráticos permiten formular una serie de discusiones:

1) Para el cálculo de los parámetros morfoscópicos-granulométricos, se descartan los redondeamientos y/o esfericidades mayores o iguales a 0,8, según la escala morfoscópica de KRUMBEIN (1963). En esos casos, los números de granos contabilizados carecen de identidad representativa.

2) Los parámetros, con identidad representativa, hacen referencia a redondeamientos y/o esfericidades iguales o mayores a 0,5, en granos brillantes o indistintamente en brillantes y mates.

3) En la selección de parámetros quedan eliminados los totales (indistintamente de que sean brillantes o mates), ya que los granos mates poco pueden influir en ellos por su escasa representabilidad.

4) Los parámetros más representativos son el Mrb5 y el Meb5.

   Teóricamente también lo debería ser el MIb5, que recogería a los dos anteriores. Pero esta convergencia traduciría una reducción del número de granos afectados. Hay una menor probabilidad de que, en unos mismos granos, concurran los dos rasgos texturales (redondeamiento y esfericidades). La reducción restaría representabilidad al parámetro en cuestión. La deducción teórica se verifica consultando los cuadros de datos.

5) Para las dunas de Maspalomas, los parámetros Mrb5 y Meb5 oscilan alrededor de los 0,22 mm. Los valores se mantienen constantes en todo el campo.

   Si se contrasta los valores de estos parámetros con los de sus homólogos para playas grancanarias, de mineralogía similar (sea el caso de Las Canteras), se infiere que los parámetros en cuestión no diferencian tipos de ambientes sedimentarios.

6) Los valores granulométricos mayores, entre 0,25 y 0,27, corresponden a parámetros morfoscópicos para granos brillantes, tanto de redondeamientos como de esfericidades iguales o mayores a 0,8. La deducción sería explicable admitiendo que los granos mayores sufren un transporte esencialmente por reptación, mientras que en el transporte de los restantes hay componentes de suspensiones y de saltaciones (por sus menores resistencias gravimétricas). Estos últimos componentes suponen menores desgastes entre los granos (valores de redondeamientos y esfericidades sensiblemente más bajos).

7) Los parámetros Mrb5 y Meb5 decrecen de valor a medida que aumenta la longitud del transporte en el campo dunar. La explicación se basa en que, en un campo de dunas, se pierde progresivamente la capacidad de transporte eólica, alcanzando los mayores recorridos, entre las arenas melanocratas de unas determinadas características, las que tengan valores granulométricos relativamente más pequeños.

Estos parámetros corroboran las deducciones en relación a la fuente de suministro de los aportes sedimentarios y el sentido de avance de las dunas. La cartografía de los mismos describe unas migraciones congruentes con las deducciones según otros criterios: cartografías calcimétricas y de los parámetros granulométricos Q_2, y crecimientos en altura de las formaciones sedimentarias. Estas cartografías serán objeto de otro trabajo.

A partir de las texturas de los granos leucocráticos se obtienen nuevas formulaciones:

1) Los parámetros representativos se basan en esfericidades y/o redondeamientos, de aspecto brillante, iguales o superiores a 0,5, según la escala morfoscópica de KRUMBEIN (1963).

2) Como los aspectos mates carecen de identidad representativa, quedan descartados los parámetros Lrt5, Let 5 y LIt5.

3) Después de las anteriores exclusiones, los parámetros que identificarían ambientes sedimentarios dunares, en relación con la playa o playas de alimentación, serían el Lrb5, Leb5 y el LIb5. Pero como los rangos de estos parámetros, en un mismo campo, son muy amplios, carecen de esta identidad en las identificaciones de ambientes.

4) Los valores de los parámetros Lrb5, Leb5 y LIb5 oscilan entre 0,27 y 0,224 mm.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

CUADRO 9

MUESTRA 1B BARLOVENTO

DUNAS DE MASPALOMAS — FECHA: 6-10-84

Melanocratos — *Número de granos observados*: 500			*Leucocratos* — *Número de granos observados*: 500		
Parámetros	*Granos contabilizados*	*Valor en mm.*	*Parámetros*	*Granos contabilizados*	*Valor en mm.*
Mrm5	5	—	2rm5	26	0,273
Mrm8	4	—	2rm8	3	—
Mrb5	344	0,227	2rb5	326	0,268
Mrb8	57	0,266	2rb8	62	0,235
Mrt5	352	0,229	Lrt5	352	0,26
Mrt8	60	0,262	Lrt8	64	0,270
Mem5	6	—	Lem5	26	0,274
Mem8	4	—	Lem8	4	0,229
Meb5	411	0,22	Leb5	392	0,255
Meb8	93	0,23	Leb8	80	0,265
Met5	413	0,22	Let5	418	0,255
Met8	93	0,24	Let8	83	0,261
MIm5	6	—	Lm5	20	—
MIm8	2	—	LIm8	2	—
MIb5	281	0,235	LIb5	275	0,255
MIb8	13	—	LIb8	13	—
MIb5	289	0,234	LIt5	294	0,242
MIb8	16	—	LIt8	14	—

CUADRO 10

MUESTRA 7A SOTAVENTO

DUNAS DE MASPALOMAS — FECHA: 6-10-84

Melanocratos — *Número de granos observados*: 500			*Leucocratos* — *Número de granos observados*: 521		
Parámetros	*Granos contabilizados*	*Valor en mm.*	*Parámetros*	*Granos contabilizados*	*Valor en mm.*
Mrm5	67	0,25	Lrm5	15	—
Mrm8	21	—	Lrm8	2	—
Mrb5	295	0,220	Lrb5	389	0,222
Mrb8	38	0,183	Lrb8	89	0,233
Mrt5	362	0,225	Lrt5	404	0,220
Mrt8	59	0,20	Lrt8	90	0,230
Mem5	69	0,245	Lem5	15	—
Mem8	7	—	Lem8	1	—
Meb5	322	0,227	Leb5	437	0,225
Meb8	44	0,259	Leb8	74	0,235
Met5	390	0,215	Let5	446	0,223
Met8	51	0,237	Let8	76	0,242
MIm5	59	0,258	LIm5	14	—
MIm8	2	—	LIm8	1	—
MIb5	229	0,218	LIb5	314	0,225
MIb8	1	—	LIb8	23	—
MIt5	289	0,235	LIt5	364	0,230
MIt8	3	—	LIt8	24	—

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

5) Que los parámetros Lrb5, Leb5 y LIb5 tengan a veces valores mayores que sus homólogos melanocráticos. se debe a que los leucocratos presentan una mayor resistencia al desgaste, necesitando transportes más intensificados para llegar a valores similares.

Para las fases mineralógicas mayoritarias de estas arenas, con durezas alrededor de 6, se especula que la resistencia al desgaste es una relación inversa a las densidades.

Fase mineral	*Densidad*
Albita	2,60-2,65
Nefelina	2,55-2,65
Piroxeno alcalino	3,25-3,60
Anfíbol alcalino	3,00-3,40

CONCLUSIONES

Se diseña y discute una metodología, para las interpretaciones de los rasgos texturales morfoscópicos de las arenas de playas y dunas litorales canarias, procedentes de bioclastos y de rocas basálticas y sálicas, en donde están ausentes los componentes cuarcíferos.

Se definen los posibles parámetros morfoscópicos granulométricos. De ellos, se deduce que los de mayor identidad para el ambiente sedimentario en cuestión, son el Mrb5 y el Meb5 (granos melanocráticos brillantes y con redondeamientos o esfericidades iguales o mayores a 0,5, según la escala de KRUMBEIN de 1963).

Para un mismo ambiente sedimentario, el sentido de evolución decreciente de los parámetros Mrb5 y Meb5 indican el sentido del transporte de los detritos.

Para redondeamientos y esfericidades iguales o superiores a 0,8 (KRUMBEIN, 1963) y para granos brillantes, los parámetros melanocráticos corresponden a valores granulométricos relativamente más altos. Esto se interpreta en el marco de las peculiaridades en las distintas variedades del transporte. Se deduce un mayor desgaste para el transporte por reptación, frente a los transportes por saltación y/o suspensión.

Los parámetros de granos leucocráticos, sobre todo los más representativos, traducen una mayor resistencia al desgaste de estos granos, frente a los melanocráticos. Se especula que el desgaste es una función inversa a las densidades.

En definitiva, determinados ambientes sedimentarios, como el de las dunas de Maspalomas (Gran Canaria), tienen la suficiente dinámica como para que sus arenas alcancen significativos desarrollos morfoscópicos, tanto para esfericidades como para redondeamientos de granos brillantes.

BIBLIOGRAFIA

ASENSIO AMOR, I.: *Indices morfométricos de sedimentos detríticos.* Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), LVII, 157-161 (1959).

ASENSIO AMOR, I.: *Morfoscopía de arenas de la plataforma litoral cantábrica.* Estudios Geológicos, XXVII, núm. 4, 363-366 (1971).

CAILLEUX, A.: *Distincion de sables marins et fluviatiles.* Bull. Soc. Geol. Fr., 13, 125-138 (1943).

FLOR, G.: *Los parámetros texturales en las playas y dunas arenosas del borde occidental del Cabo Peñas (Xago y Verdicio, Asturias).* Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), 79, 89-102 (1981).

GUILCHER, A.: *L'aspect de surface de grains de sable quartzeux et son interpretation.* Norois, núm. 73, 158-160 (1972).

KRUMBEIN, W., y SLOSS, L.: *Stratigraphy and Sedimentation.* San Francisco. Freeman and Company, 106-114 (1963).

VATAN, A.: *Manuel de Sedimentologie.* París. Editions Technip, 126-127 (1967).

Recibido: Junio de 1985

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

COASTAL DYNAMICS '94

Proceedings of
An International Conference on the Role of the Large Scale Experiments in Coastal Research

Universitat Politècnica de Catalunya
Barcelona, Spain
February 21-25, 1994

Sponsored by the
Ministerio de Educación y Ciencia (Spain)
Office of Naval Research, Ocean Engineering Division (USA)
Commission of the European Communities, DGXII
Generalitat de Catalunya
Universitat Politècnica de Catalunya
American Society of Civil Engineers
Japan Society of Civil Engineers
E.T.S. d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona, UPC
Laboratori d'Enginyeria Marítima, UPC

Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient

Approved for publication by the Waterway, Port, Coastal and Ocean Division of the American Society of Civil Engineers

Edited by A.S.-Arcilla, M.J.F. Stive, and N.C. Kraus

Published by the
American Society of Civil Engineers
345 East 47th Street
New York, New York 10017-2398

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Reprinted from COASTAL DYNAMICS '94
Proceedings, approved for publication by the
Waterway, Port, Coastal and Ocean Division/ASCE
Held February 21-25, 1994, Barcelona, Spain

CARTOGRAPHIC CHARACTERIZATION OF THE LITTORAL CAMPS OF DUNES.

Dr. Jesús Martínez Martínez.[1]

ABSTRACT: This work is based on a study about the Dunes Camp of Maspalomas (figure 1), in Gran Canaria Island (Spain). Their sedimentary processes are detached and represented separately in order to delimit the different sedimentary and eolian sub-units to get an "spectral" analysis.

The developed analytic serie permits us to construct a sequence of thematic maps. Later, the cartographic puzzle is integrated, once the physical varieties of the sedimentary dynamics that intervene in the territory is well konwn and clearly understood.

The cartography of integration or the general vision about the processes of both transport and sedimentary deposits contain yet enough information, inside a physical perspective (based on the dune biotope), to decide in relation to the arrangement, planning and management of the territory.

INTRODUCTION: GEOGRAPHIC SCENERY AND METHODOLOGY.

This stady is about the Dunes Camp of Maspalomas, which is located in the southern part of Gran Canaria Island, Spain. (figure 1)

The eolian sedimentary formation covers a surface of 4 km^2. The highest length of the outcrop is 3 km. in NE-SW direction. It is 2

Doctor in Geological Sciences and Professor of Littoral Management. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Campus Universitario de Tafira. Box 550. Postal Code 35080. Las Palmas de Gran Canaria. Spain.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

km in width in the NS direction.

The Dunes Camp is delimitted by:

1. Two important sandy beaches with 5.3 km. of length:

   - Playa de El Inglés (the English Beach) in the eastern part, and

   - Playa de Maspalomas (Maspalomas Beach) in the southern one.

2. A sub-marine valley at the place where the above mentioned beaches confluence each other.(Bajeta Tip).

3. At the land side, by a slope with an almost vertical position in an elbow form, at height of 20 - 25 mt. It belongs to a blooded flatland.

4. And the Maspalomas Lagoon (Charca) and the course of the Fataga Gully (barranco), Westward. Both elements act as a final physical barricade of the eolian transportation of sands processes.

   The sands have an average D50 of 0.19 mm. They are formed by:

   - An important proportion of organic carbonate which represents a 48% in weight.

   - Phonolitic components without taking into consideration the trachytic contributions.

It has a witish and a yellowish index colour (blonde sands)

The sedimentary forms depict, basically, the transverse and barchan dunes, formed by winds that flow as from North-Eastern as from Southern. They represent the sedimentary sands process in answers to certain dominant trade winds (NE) and to the "South Weather".

The developed of an analytic serie of cartographies, about the sedimentary processes, permits us to construct the following sequence of thematic maps:

1.- Map about the intensities of the sedimentary eolian processes.

2.- Map about the distribution of the different dune forms.

3.- Modern map of individualization, localization and classification of the terminal zones with a sedimentary activity.

4.- Map which shows how were located, in the past, the terminal fronts connected with the sedimentary eolian processes.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

5.- Map about a qualitative schematization of the eolian dynamics.

6.- Map about a semi-quantitative schematization of the eolian dynamics.

The above cartographies were taken from:

a.- Sistematic analysis and interpretations of the mosaic of the aerial photographies separated according to the time.

b.- Observations "in situ" (Martínez et al. 1986).

c.- And manipulations, representations and interpretations of:

- Certain physical varieties that condition the eolian processes (directional regimens of the winds and topographic and/or architectonic screens).

- Their morphologic effects in relation to the transport and deposit of sands (geometrical formation of both the dunes and the passege of eolian shadow).

RESULTS AND DISCUSSION.

The figure 2 is a descriptive map that just indicates observations. It is obtained from a mosaic of aerial photographies (January 1991). It delimits four sub-unites that depict the different kinds of intensities about the eolian sedimentary processes.

The figure 3 corresponds to another map, a descriptive one, but certainly with two extra connotations:

- The first one deals with the qualification procedure in which certain aspects are observable.

- The second has to do with the valuation procedure that takes into account the suitability of the territory for some appropriate usages.

The line and the spots of terminal activity, belonging to the eolian sedimentation processes, are isolated from the group of sedimentary sub - unites. Through that event, it is possible to visualize the fact that the spots are nothing but discontinious lines which also correspond with a terminal sedimentary activity. The whole of lines display a sub - parallel disposition in the NE - SW direction.

In a first scheme concerning to the relationship between the lines, it believes the following:

- They represent a recessive process, southerly, in the

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

development of the Dunes Camp, inside the Geological History in present-days.

- It identifies migrating passages.

The figure 4 shows another map about the terminal activity. It points up, particularly, the eolian transportation and deposit of sands. It was obtained from a mosaic of old aerial photographies made in March, 1962.

The above figure cartographies several sedimentary sub -unites. that correspond to the Western part of the Dunes Camp.

If we compared the figure 3 and 4, it would verify the southern recession of the terminal sedimentary activity. It is observed the bellow facts:

1. The zone that belongs to the denominated precocious terminal activity, in concern with the map 1991, is located southerly and inside the zone with an antropic intervention (map 1962).

2. The three terminal lines, observed in the modernest map, were developed in the zone of a proto - terminal activity that is identified in the oldest map.

3. It is also observed that as the eolian layer as the old zone of the terminal activity, identified in the oldest map, have been occupied by an urban building.

On the whole, in the Dunes Camp of Maspalomas, the evolution of the terminal and eolian sedimentary activity may determine the next story:

1. It develops the zone of a terminal activity that has the largest penetration (the oldest), where the wind lacks capability to build the dunes formation, although such a formation consists of a precarious feeding.

2. A line of the Dunes Camp has been used for agricultural purposes in the windward part of the before zone of terminal activity.

3. It has developed a second zone of terminal activity in the windward part of the occupied line, due to the previous intervention.

4. It occurs a retraction performed by the free dunes formation, southwards. It also produces sands invasion over the occupied line every time the cultivation is abandoned.

5. It decreases the sedimentary balance in the active zone. The persistence of that kind of circumstances imply certain consequences, such as the backward movements of the zones with

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

terminal activities. They progressively occupy the southernmost places.

6. It develops a particular type of vegetation that fixes the modernest zones of a terminal activity.

According to Paskoff (1985), the before established cronological sequence contradicts, at a first reading, the expected behavior in a camp of littoral dunes related to the borderline which presents a backward action as it happens in Maspalomas Beach. Due the dunes are in sympathy with the beaches to which they are associated, if the laters move back the formers will go backwards, too (towards land). That recession is necessary for the dunes fulfill their works as sedimentary reservation. On the contrary, it would break the physical equilibrium in this type of systems, or the littoral ecosystems.

The "anomalous" behavior, formulated and verified in the Dunes Camp of Maspalomas, would be explained in regard to the following premises:

1. The vegetable colonization advances southwards because of some determining factors, independient to the sedimentary processes.

2. There is a discreasement of the sedimentary contributions from Playa de El Inglés (The English Beach).

3. It produces a positive increasement in the discharge of the sedimentary reservation (contribution measure), in order to mitigate the recession towards land from the borderline in the Maspalomas Beach.

4. All the above causes happen in the Dunes Camp of Maspalomas, or at least some of them.

There is not a counteraction between:

- the prevailing tendency in the recessive process of the terminal and eolian sedimentary activity (to occupy places nearest to the borderline), in the Westwards part of the Maspalomas Dunes, and

- the dynamics of the winds that determine the sedimentary processes.

The fact is that in the sector where the above matter occurs, it is located the shadow zone or the progressive attenuation (Northwards), from the eolian capacity of transporting sands.

That shadowy zone is easily understood in the maps of the figures 5 and 6.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

Besides, the figures 5 and 6 and the slope in the flooded flatland permit us to get a clear comprehension about the triangular geometry, that is acquired by the active zone of eolian and sedimentary processes.

Regarding the figures 3 and 4 and taking into consideration the sedimentary aspects of the biotope, it is possible to state that the terminal zones, previously described are able to support a soft antropic action for explotation. For instance, sunny spots for relaxation.

But, such actions must not destroy the identity of the zones of a terminal activity in a Dunes Camp. Supposing it happens, it would create other terminal zones depending on the surface of the active zones which have an amortized sedimentary activity. That process deals with the simile that contrasts the dynamics of a Dunes Camp with a dam whose function is to regulate the superficial channel of waters.

Nevertheless, the soft antropic actions for explotation would not be admitted in the active zone, since it would interfere, somehow, in the eolian transportation of sands.

CONCLUSIONS.

The synthetic, cualitative and valuation cartography of the figure 7 is useful to formulate the main conclusions related to the eolian sedimentology in the Dunes Camp of Maspalomas.

It is classified into four sectors:

1. The zone of incipient and sedimentary activity.

2. The active zone in the strict sense of the word.

3. The zone of the amortized sedimentary activity.

4. And the zone that has been swept by the terminal lines of eolian sedimentary processes, and that includes the spots that perform an amortized old activity.

The active zone contains the sedimentary reserves connected to its bordering beach environment. The mitigation of the shore backwards movement, in the Maspalomas Beach, depends on this deposit.

The zone of incipient sedimentary activity is basical in the Dunes Camp, due the sands reserves derive from them in the "active" zone. Here, the antropic actions must be carefully performed in order to avoid interfering with the eolian transportation of sands. If the negative physical impacts, in this aspect, will be extended into time:

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

- It would provoke the degradation of a place of several interests, such as landscape, scientific, didactic resources and psychological relaxation.

- And it also would accelerate indirectly the recession of Maspalomas Beach towards land.

The fourth cartographied zone is increasingly inactive from a sedimentology point of view. For that reason its southern limit is located in the modernest terminal line. That circumstance allows the fact that under a physical focus (about the biotope base, exclusively), it would be probable that the sub - unit can support the soft antropic interventions for explotation.

However the terminal zone must not lose its identity from the eolian sedimentology because of those types of interventions.

Supposing the destruction happens, it would be formed another terminal zone, or it would accelerate its appearence in territories that belong to the active zone. The before mentioned can be considered as a negative impact as far as the Geology field and the Environment are concerned, and whose effects would cause serious damages in the Dunes Camp of Maspalomas, and obviously it also would accelerate the recessive step of the borderline of Maspalomas Beach.

REFERENCES.

Cendrero, A. 1987. "Cartografia integrada de zonas litorales emergidas y sumergidas para la planificación". Seminario Internacional sobre Zonas Litorales. Consejo de Europa. Bilbao. 8 - 17 de Octubre. 50 pp. (in Spanish).

Martínez, J. et al. 1986. "Las Dunas de Maspalomas: Geología e Impacto del Entorno". Excmo. Cabildo Insular de Gran Carnaria. Universidad Politécnica de las Palmas. 151 pp. (in Spanish).

Martínez,J. 1900. "La Provincia morfodinámica de Morro Besudo - Faro de Maspalomas (Isla de Gran Canaria, España): Conocimiento y comprensión de sus procesos geomorfológicos y sedimentarios para la planificación y gestion de este litoral". I Reunion Nacional de Geomorfología (Teruel, 1990). pp 351 - 363. (in Spanish).

Martínez, J. and Casas, D. 1993. "La dinámica sedimentaria del litoral meridional de Gran Canaria (Islas Canarias - España)". pp 218 - 242, in: Losada, M. (Editor). "I Jornadas Españolas de Costa y Puertos".Universidad de Cantabria. Santander (Spain), 7 and 8 of May of 1992. 489 pp.

Paskoff, R. 1985. "Les littoraux, impact des aménagements sur leur évolution". Masson. Paris. (in French).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Figure 1

Geographic localization of de Dunes Camp of Maspalomas (Gran Canaria Island, Spain).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Figure 2

Cartography concerning the Dunes Camp of Maspalomas, according to a mosaic of aerial photographies (January, 1991).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

1. Zone of the precocious terminal activity (first generation).
2. Zone of intermediate terminal activity (second generation), of the eolic sedimentary depositions.
3. Zone of the sub-recent terminal activity (third generation), of the eolic sedimentary depositions.
4. Zone of recent terminal activity (fourth generation), of the eolic sedimentary depositions.
5. Zone of migrative transition (towards South), of the terminal activity, in relation to processes about the eolic sedimentary deposition.
6. Zone of old activity of the eolic sedimentary depositions.

Figure 3

"Spectral" Cartography of the Dunes Camp of Maspalomas, based on a mosaic of photographies, January 1991: Terminal limes of the eolic sedimentary depositions.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Figure 4

Cartography of the terminal activity of the eolic sedimentary processes, in the Maspalomas Dunes Camp, based on a mosaic of aerial photographies (March, 1962).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

Figure 5

Qualitative schematization of the dynamic of the eolic sedimentary processes, in the Maspalomas Dunes Camp.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

Figure 6

Semi - quantitative schematization about the dynamic of the eolic sedimentary processes, in the Maspalomas Dunes Camp.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

Figure 7

Maspalomas Dunes: Generalized cartography of the eolic sedimentary processes, based on a mosaic of aerial photographies (January, 1991).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

LITTORAL 94

PROCEEDINGS

A Multi-Disciplinary Symposium on Coastal Zone Research-Management and Planning-Europe and Mediterranean. Organized by Associação EUROCOAST-Portugal

Lisbon, 26-29 September 1994

VOLUME II

EUROCOAST PORTUGAL

European Coastal Zone Association for Science and Technology

SECOND INTERNATIONAL SYMPOSIUM

Edited by

Association EUROCOAST - PORTUGAL

Prof. Soares de Carvalho / Prof. Veloso Gomes

INSTITUTO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

4099 PORTO CODEX PORTUGAL

1994

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

LITTORAL 94, September 26-29, 1994
Lisbon — Portugal

COASTAL ENGINEERNG PROJECT AND ITS INFLUENTIAL AREA: A CASE STUDY

Jesús Martínez Martínez

Doctor in Geological Sciences and Professor of Littoral Management.

Facultad de Ciencias del Mar. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Campus Universitario de Tafira. Box 550. Postal Code 35080. Las Palmas de Gran Canaria. Spain.

ABSTRACT

This study will take into account the morphodynamic history of the Jandia Littoral (Fuerteventura, Spain), in order to delimit the influential area in relation to the coastal engineering projects.

It analizes the consequences of a possible explotation of arids in the head of a passage for aeolic transportation of the sand, that relates two sedimentary littorals of wide and long sandy beaches.

The identified physical model is described and discussed.

KEYWORDS

Littoral dunes, sandy beaches, sedimentary processes, environmental assessment, littoral management.

INTRODUCTION

With respect to the transmission of effects in a territory, it is convenient to

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

distinguish two areas: area of project and area of influence. Both are taken into account in the evaluation of the impact of a project.

On the littoral perimeter, the treatment model is the "morphodynamic" province, not only in the carrying out of coastal or other types of engineering, but also in the planning and use of the territory. This, in concept, overlaps Enriquez and Berenguers "physiographic unit" (1986).

GEOGRAPHIC SETTING, RESULTS AND DISCUSSION

Take the case of the Peninsula de Jandía (figure 2), in Fuerteventura, Canary Islands (figure 1). The morphodynamic province of Costa Calma - Morro Jable, a distanse of about 17 kms including all of the Sotavento (leeward) Beaches is found on the eastern coast. On the opposite side of the Peninsula (western coast), the Barlovento (windward) Beaches are to be found. In the northernmost area of these beaches is Jables de la Pared which maintains the cartographic continuity with beach deposits from both littorals.

Suppose, on the other hand, there was to be an open-cast sandpit with a square scheme of 800 mts of side, and with a potential depth of 90 mts, at the head of the Barranco del Pecenescal.

The morphodynamic littoral of the Peninsula should be identified, analysed and interpreted so as to be able to delimit the areas of influence of this project in its physical aspects.

The different sedimentary environments are related to one another according to the following outline:

1. The insular platform off the intertidal Beaches of Sotavento have a gradient of 3-5%. This is unusual for the development of the extensive beaches such as those found here.
2. The explanation of the former apparently incoherent point is simple. On the opposite side of the Peninsula there is a very shallow insular platform with gradients of less than 1.5%. The transports depending on the waves from the NE influence this platform. The Barlovento Beaches with their extensive submerged sand deposits are formed in this manner. The organogenous carbonates make up 50% of the sands and their presence is indicated by the sand's colour (golden-white).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Beaches of importance (due to the magnitude of the sand) in the Canary Islands are directly related to the presence of the gentle gradient insular platforms. These platforms enable the biological explosions which provide the sandy beaches with important quantities of organogenous carbonates.

3. There is an aeolic transportation of the sand (from the Barlovento Beaches to the Sotavento Beaches), across the sector of the Istmo de la Pared.

4. A drift from north to south along the coastline redistributes the transported sands to Morro Jable, where a negative geometric peculiarity is evident.

5. As this peculiarity is located a long way from the source of the shifting supplies, the transports are weakened to such a degree that they do not aid the development of a spit.

The outline specified requires that the entirety of the Sotavento Beaches constitute a morphodynamic province of free transport.

On the other hand, the campaigns of observations and the interpretation of aerial photographs determine the fact that the transport of sand occurs over a wide "transport corridor", in the northern sector of the Istmo de Jandía, which leaves room for morphodynamic explanations.

This corridor which runs from NE to SW gives evidence of:

- A topographical surface of gentle gradients. In broad terms, the gradients range from 0 to 5 degrees. Morphologically, this corresponds to a littoral glacis (Martínez et al., 1992), situated to the SW of a cartography of ridges including hills.

- A succession of low ridges, running from NW to SE, till where the slopes these reliefs, on its northern sides, reach relatively steep gradients of about 45%, still within this morphodynamic unit. These steep gradients act as physical barriers with respect to the generalized aeolic transport of the sands.

The littoral glacis is limited by:

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

- the Loma de Granillo to the NE, roughly at the transversal transect of the Playa de la Jaqueta and,

- the Cañada de la Barca to the SW.

In the NW-SE direction, the glacis is almost 3 km wide and 4.3 km long. The northeastern-most sector of the glacis is unable to support the sand from the surrounding areas, because of the characteristics of the dominating wind (from the NE), which causes the movement of the sand.

The low ridges mapped between the Cañada de la Barca and the Barranco del Valluelo to the north of the Divisoria del Cuchillete, define an area of approximately 5.5 km in width (direction NW - SE) and about 7 km in length.

Two transport models are determined: one is diffuse and the other strengthened.

This diffuse transport is identified in both sectors of the marked corridor and is shown by the presence of an almost constant wind sand mantle, even though the depth is almost imperceptible.

The strengthened movement is found in some specific "passageways" within the corridor itself (figure 2). These passageways coincide with:

- The "cañadas: transversal valleys on the Istmo, cut by ravines.

- An internal longitudinal depression, sub-parallel and close to the eastern littoral.

Three passageways run from NE to SW:

- Cañada del Rio which penetrates the littoral glacis.

- Cañada de la Barca, which is three kms from the entrance to the residential development of Costa Calma. On the SE littoral, this passageway is found between the Montaña de los Verodes to the north, and the Montaña Pelada to the south, having a common origin with the Cañada del Rio. Both are separated by low ridges (Hueso del Caballo and other

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

smaller ones) depending on the NW - SE direction. There are very gentle gulleys between the ridges. Thus, the sand transports, by way of these two gorges, have the same sector of Barlovento Beaches as a source of supply.

- And Cañada del Pecenescal, 8.1 kms from the entrance to the residential development of Costa Calma.

On the eastern littoral, these topographical depressions range from 200 to 300 m. in width.

The internal longitudinal depression is some 1.400 mts in length and ends in the Cañada del Pecenescal beside the road. This passageway collects and channels part of the diffuse transports.

The wind transport initially forms extense mantles of sand right along the transversal passageways and also from these tongue-like formations to the Sotavento Beaches.

The origin of the Cañada del Pecenescal is located in the gully defined by the ridges called Atalayeja Grande and Atalayeja Chica. The shoreline of the SE littoral is almost 3 kms from the origin. On the western slope of the Istmo, the Barranco de Tras del Lomo, approximately 3 kms long, is the continuation of the gorge.

Along this depression from NW to SE, we can observe:

- A rapid sand supply from the submerged beach to the aeolic mantle. The transport climbs a very sharp gradient, quasi intertidal. This movement of sand is due to the strong winds blowing mainly from the NE which explains the absence of deposits of significant amounts of sand from the intertidal beach - dry.

- An important aeolic mantle of sand reaching the gully, with small dunes many of which are fixed by vegetation, in relation to a relatively generalized drop in the transport capacity of the wind. The drillins measure depths of up to 90 mts.

- An abundance of aeolic mantle across the gully, before mentioned, towards

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

the eastern slope.

- Disseminating sand tongues.

- Fairly prolonged stretches of the ravine's dry watercourse completely covered with sand.

- Beside the road, especially upstream, there is a large variety of minor protoforms in the abundant sand deposits:

  1. Small mobile and echo dunes.

  2. A screen effect on the mobile dunes caused by the windward shoulder of the road.

  3. Antidunes (barchans with inverted horns) of small dimensiones, leeward of the vegetation.

  4. Initial dunes fixed by plants.

  5. Ripple-marks.

  6. Banks of gravel (indicating the direction of the strongest prevailing wind) transversely cut the crests of the sand ripples.

  7. Transversal shifting of the sand across the road which becomes partially covered by small deposits.

  8. And others.

The force of the aeolic transport of the sand is important in the Cañada del Pecenescal with wind velocities of between 10 to 17 m. per second (between 36 and 62 kms per hour), according to empirical observations (24 - 4 - 1992).

In general, the presence of wind sandy fields on the Istmo de la Pared, express the existence of dominant and relatively strong winds.

There, where the abundant deposits of sand are found (in the gulleys):

J. Martínez

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

- Presumably, the velocity of the wind increases greatly therefore, enabling it to transport large amounts of sand. The deposition would take place during fluctuations in the force of the wind.

- And/or the topographical conditions are more appropriate for the circulation and depositing of the sand.

A detailed wind chart is essential to determine the degree of participation of the possible changes of the dynamics of the sand.

One can also deduce the presence of strong winds in the watershed which surrounds the patch of sand to the south. This observation is made by interpreting a series of marks:

- The absence of deposits of fine grains which are very easily blown away.

- Deposits of gravel and sharp pebbles by way of deflation.

- Structures in bands of pebbles - gravel, which are placed according to the most recent, strong prevailing wind. On the 23 - 4 - 1992, in the Divisoria del Cuchillete, the direction of the wind recorded, corresponded to that of the dominant regional wind (from the NE).

Some transversal dunes develop on the SE shore. The two most important measure 270 and 360 m. in length. The estimated heights are about 20 m.

These two dunes are positioned as divides between the mouths of the ravines and the gulleys. From the Mirador del Barranco de Salmo (10.7 km from the entrance to the residential development of Costa Calma) one can see:

- A dune between the Cañada del Pecenescal and the Barranco del Valluelo.

- And another further to the south, between the Barranco del Valluelo and the Barranco de Salmo. This second dune has been formed by the movement of sand from the first ("sub-harmonic" dune).

In principle, the previous littoral dunes are due to:

J. Martínez

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

1. A strong wind blowing through a narrow passageway which transports large quantities of sand through the gulleys.

2. A diffraction towards the south beside the shoreline, which, in the strict sense, determines the formation of the dunes.

This shows the plentifulness of the sand available. The development of the transversal dunes depends on the Cañada de Pecenescal, This passageway serves as an important channel for the transportation for the sand.

From this observation point:

- The sand supply to the Sotavento Beaches, by way of transport described before, is easily verified. The dunes mentioned are proof of this supply of sand.

- The Punta del Risco del Paso is identified as a negative geometric peculiarity. This develops spits. One of these spits was formed the 24 - 4 - 1992. Its lagoons open towards the south. The identification of spits implies abundant supplies of sediments all along the beach. This fact is coherent with the proximity of the transport passageways of the Istmo.

- A parallel bar close to the shoreline was formed about the 24 - 4 - 1992, with its corresponding "lagoon", immediately to the south of the Risco del Paso, on a stretch of the rectified littoral. This could correspond to an intermediate stage, next to a reflective stage, within the genetic classification of beaches by Wright and Short (1983).

Within the Canary Islands, the transport processes of Jandía are similar, in certain aspects, to the sedimentary dynamics of the Provincia de Morro Besudo - Faro de Maspalomas (Gran Canary Island). In this last physical model, the sand of the Playa de El Inglés (Enghish Beach) pass to that of Maspalomas, by way of another area of dunes. Inspite of this, the two models have their own specific peculiarities which give them a certain degrees of rarity. These circumstances are factors which, amongst many others, will take part in the estimations of the natural qualities of

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

the territories mentioned before.

It is obvious that, any obstacles which may be placed within the corridors through which the sand is transported, will cause an important impact:

- directly, in the areas to be exploited,
- indirectly, along the Sotavento Beaches (area of influence).

This problem would arise, for example, with the urban development of the coast between Costa Calma and the Barranco de Salmo, as an architectoral barrier would be formed provoking complete inestability of these beaches.

CONCLUSIOS

In relation to the project to exploit the sand from the origin of the Barranco de Pecenescal, in the case that this project went ahead, it is evident that there would be a decrease in the supply of sand to the Sotavento Beaches. Not only during the time that the work was being carried out, but also later, until the hollow, created on the topographical surface by the work, had been filled again.

The sedimentary disruption would be important, as it would interfere with the process of the sand transport within the most important passageway of the Istmo de la Pared de Jandía.

At the same time, the sediment of an important section of the beach would become unstable, or its situation would worsen due to the change. This area corresponds to the Morro Jable Beach which is either stable or unstable, as far as the sediments are concerned, but could not be defined as in surplus because of the inexistence of a spit, due to the negative geometric peculiarity of its surroundings.

On the other hand, at present the deposition of aeolic sand on the Istmo de la Pared shows a clearly recessive tendency. This decrease is understandable when contrasting the extension of the occupied areas and the accounts of the recent and old sand deposits. The causes can be found in the climatic changes which bring about modifications in the ocean variability. This variability regulates the balance of the sedimentary process along the coast.

J. Martínez

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

In short, the sandpit would endanger:

- The beach deposits on a very accessible coast considered to be of great beauty.

- The prime material for a strong tourist industry.

This itself brings about a strong negative impact on the socio-economic aspect, the natural beauty and the conservation of the biotope.

There will be socio-economic effects if we take into account the fact that the Sotavento beaches are of extreme importance to the tourist industry and decisive in the economy of the Island.

Independent of any other types of considerations, amongst those the ecological ones, any obviously erroneous action, such as the irrational exploitation of the soil, would imply the destruction of one of the most important industries which aports great wealth to the Island. Unless, of course, the future of the area is of no importance over a short or long term.

REFERENCES

Enriquez, F., Berenguer, J.M. (1986). Evaluación metodológica del impacto ambiental de las obras de defensa de costas. Monografía M10. MOPU-CEDEX. Madrid. 40pp.

Martínez, J., Casas, D., Botella, F. (1992). Aplicación y utilidad de la cartografía morfodinámica, en el soporte de las Islas Canarias: Estudio de un caso particular (Isla de Fuerteventura). Proceedings of II Reunión Nacional de Geomorfología (September, 23-25. Murcia - Spain). T. II. 675 - 685.

Martínez, J. (1994). Cartographic characterization of the littoral camps of dunes. Proceedings of Coastal Dynamics'94. Barcelona. To be published.

Wright, L. and Short, A. (1983). Morphodynamics of beaches and surf zones in Australia. pp 35 - 64. In: P. D. Komar (Editor). C R C Handbook of Coastal Processes and Erosion. C R C Press. Boca Raton, Fla. 429 pp.

J. Martínez

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

Figure 1

Fuerteventura Island: Geographic localization of the aeolic sandy field.

J. Martínez

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

Figure 2

Localization of the passageways of sand, on the aeolic transport corridor of Jandía (Fuerteventura Island).

J. Martínez

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

III JORNADAS ESPAÑOLAS DE
INGENIERIA DE COSTAS Y PUERTOS

Volumen III Valencia, 3 y 4 de mayo de 1995

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

METODOLOGÍA VERIFICADA EN EL ESTUDIO DE DUNAS LITORALES

J. Martínez, D. Casas, J.L. Pelegrí, P. Sangrá y A. Martínez.

Departamento de Física - Facultad de Ciencias del Mar. Apartado de Correos 550. C. P. 35080. Las Palmas de Gran Canaria.

RESUMEN

Este estudio comprende (1) una introducción general donde se desarrolla la metodología estándar de trabajo en una formación de dunas litorales, en relación con la dinámica sedimentara eólica, y (2) un ejemplo de estudio de un descriptor de sustentabilidad, en relación con playas y dunas litorales solidarias.

El ejemplo consiste en el estudio de las repercusiones físicas, en la Playa y Dunas de Maspalomas (Isla de Gran Canaria, España), causadas por la extracción antrópica de áridos (reprofundización del perfil batimétrico), en un banco sumergido de contención (depósito de arenas externas de Pasito Blanco).

INTRODUCCIÓN GENERAL

En la ordenación, planificación y manejo de un litoral, tiene interés el estudio de las dunas litorales, por lo que representan en cuanto a la evolución de la costa, así como por sus relaciones con otros ambientes sedimentarios, tales como los de las playas arenosas solidarias.

El hilo conductor, en este tipo de estudios, parte de una discusión de sus causas, a saber:

1. Existencia de playas arenosas, con balances sedimentarios hiperestables y superficies intermareales-secas adecuadas, que supongan aportes de arenas, en los transportes y depósitos eólicos.
2. Características apropiadas de las arenas de esas playas, para soportar un transporte eólico. Esto se expresa en términos de susceptibilidades, mediante parámetros que permitan expresiones analíticas de cuantificación.
3. Condicionantes topográficos, que faciliten los procesos de transporte y depósito de las arenas desde las playas hacia tierra adentro. Las barreras físicas supondrían serios inconvenientes al desarrollo de dunas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

4. Y un agente transportador capacitado: Vientos en las proximidades de las playas fuentes, reinantes u ocasionales, con direcciones y velocidades compatibles con el transporte y depósito de arenas.

Si se dan las circunstancias enunciadas se pueden formar dunas litorales, en una doble modalidad alternativa: como cordones litorales o como campos de dunas. Las discusiones y toma de decisiones, en el manejo de las formaciones dunares, dependerán de que se dé una u otra de estas modalidades. Sea cual fuere la modalidad como se presenten las dunas, se tiene que llegar a la caracterización de las mismas, básicamente en lo referente a sus procesos y efectos, cuyas descripciones deben incluir formulaciones analíticas cuantitativas o semi-cuantitativas.

La caracterización tiene como soporte los estudios de las geometrías de los depósitos de arena y de los espacios entre éstos, de las estructuras sedimentarias, de las texturas granulométricas y morfoscópicas, de la mineralogía y litología de las arenas, de mosaicos de fotografías aéreas, de naturaleza estadística, y de los aspectos fractales de las superficies de los granos de arena.

Con el conjunto de las características de las formaciones dunares, se levantarán mapas de procesos y efectos del transporte eólico, en una secuencia de menor a mayor abstracción, desde mapas descriptivos a prescriptivos. De esta manera se pueden formular historias morfodinámicas de las formaciones dunares y, lo que es más esencial, se puede identificar, describir y evaluar cuantitativamente las relaciones de las dunas con sus playas solidarias.

Tiene mucha importancia deducir el papel que juegan las dunas en los litorales. Normalmente son las despensas sedimentarias de sus playas asociadas. Esto acontece cuando las playas son afectadas por fuertes temporales, habituales o no. Pero estas relaciones adquieren una mayor relevancia si los depósitos eólicos amortiguan procesos de retroceso, hacia tierra, de la orilla de una playa.

Cuando se llegue a la comprensión de los transportes y depósitos eólicos de arenas, en un litoral, y sus relaciones con sus playas solidarias, se pueden construir modelos físicos. Dentro de estos modelos, se encontrarán los diagramas de flujo sedimentario. De los modelos físicos, se puede pasar a la modelización numérica, y/o a la simulación informática.

A partir de los distintos tipos de modelos numéricos y de la simulación informática, e incluso de las etapas precedentes, se pueden identificar, describir, clasificar, denominar, evaluar e interpretar los descriptores físicos de vulnerabilidad y de sustentabilidad.

Los descriptores de vulnerabilidad describen, con valoraciones semi-cuantitativas, las variables, condicionantes y dependencias de las causas, procesos y efectos físicos de estos ambientes sedimentarios, sin ningún tipo de intervención antrópica explícita. Como ejemplo de descriptor de vulnerabilidad cabe considerar un movimiento eustático positivo, o un movimiento epirogénico negativo, en cuanto que puede determinar el retroceso de una playa, que forme parte de un sistema sedimentario, donde se encuentre la formación dunar solidaria.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

Los descriptores de sustentabilidad corresponden a las respuestas (impactos positivos o negativos), valoradas de forma semi-cuantitativa, de los procesos y efectos físicos, y/o de sus causas, que rigen a estos ambientes sedimentarios, frente a determinados proyectos de desarrollo o usos ya existentes. Un ejemplo de descriptor de sustentabilidad sería la rotura del perfil de equilibrio, por profundización (extracción de áridos), de un fondo de arenas sueltas, que actúe a modo de contención de una playa, más o menos disipativa, que forme parte de un sistema sedimentario, donde se encuentre la formación dunar solidaria.

A partir de estos dos tipos de descriptores, se estiman sus indicadores. Estos se pueden definir como las expresiones analíticas, que combinan, mediante las opciones operacionales apropiadas, las valoraciones numéricas de los descriptores. Los valores numéricos que se obtienen hay que tomarlos en términos relativos, y son válidos para territorios específicos y proyectos o usos concretos.

Después de estos análisis, se está en condiciones de tener unos primeros criterios, para hacer una gestión "física" de las formaciones dunares, en determinados litorales.

ESTUDIO DE UN DESCRIPTOR DE SUSTENTABILIDAD: REPERCUSIONES FÍSICAS EN LA PLAYA Y DUNAS DE MASPALOMAS, FRENTE A LA EXTRACCIÓN ANTRÓPICA DE ÁRIDOS, EN UN BANCO SUMERGIDO DE CONTENCIÓN.

Objetivos específicos y condicionantes de contorno.

A continuación se explican los previsibles impactos físicos en la Playa de Maspalomas y en el Campo de Dunas, si se extrajeran áridos del banco sumergido de Pasito Blanco (figura 1). Según una serie de estudios, realizados desde 1983, se conocen los siguientes hechos:

1. La Playa interna de Maspalomas (figura 1) se comporta, en gran medida, como disipativa, y está sometida a una situación recesiva su orilla retrocede hacia tierra. La tabla 1 y la figura 2 corroboran estos aspectos.

El retroceso de la orilla se puede deber a una rotura del perfil de equilibrio, por un cambio ascendente del nivel del mar. De acuerdo con la Regla de Bruun (Komar, 1983), el actual retroceso se explicaría por la tendencia de la Playa sumergida a recuperar el perfil de equilibrio.

La estimación de los cambios locales, o regionales, del nivel del mar, debe hacerse conforme con series temporales significativas de medidas de mareógrafos. Las extrapolaciones, de lo que ocurre globalmente, pueden llevar a serios errores, como apunta Goy (1994). Esto quiere decir que es

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

muy arriesgado asegurar que la Playa de Maspalomas está sometida a efectos no progradantes, de transgresión marina, por causa de un ascenso global del mar de 5 mm anuales, tal como recoge el informe de la Dirección General de Costas (1995).

2. La degradación sedimentaria de esta Playa se encuentra desacelerada, o mitigada, por el Campo de Dunas de Maspalomas. El depósito eólico de arenas actúa a modo de despensa sedimentaria del ambiente playero, sobre todo después de los "temporales del Sur".

3. El frente terminal, de la zona activa del depósito eólico de arenas del sector occidental del Campo, se ha retraído más de un kilómetro en 30 años, concretamente entre 1962 y 1991 (figuras 3 y 4).

4. El Campo de Dunas tiene su fuente significativa de alimentación en la Playa de El Inglés.

5. La orilla de la Playa de El Inglés se mantiene prácticamente estabilizada (figura 2).

6. En la Playa de El Inglés hay un superávit en el balance sedimentario del sub-ambiente más interno, afectado directamente por la hidrodinámica marina.

Escenario geográfico de las pretendidas extracciones de arenas.

Las pretendidas extracciones de arenas se localizarían sobre la plataforma S-SW de la Isla de Gran Canaria, en la vertical de la Punta de Pasito Blanco, a unos 7 kilómetros de la orilla (figura 5). El banco sumergido seleccionado de áridos se encuentra entre 20 y 30 metros de profundidad, en una situación límite dada por exigencias de la proximidad del talud de la plataforma insular. Las extraciones, posiblemente, se desplazarían hacia zonas de menor profundidad, más cerca de tierra. Para llegar a esta conclusión, basta con examinar la forma elongada de la isobata de 20 metros (figura 5).

La caracterización topográfica, de esta plataforma insular, se puede obtener con el levantamiento de perfiles. El buzamiento real, de una superficie inclinada, es el que se mide en la dirección de máxima pendiente. En cualquier otra dirección las pendientes son menores a la anterior, por lo que reciben el nombre de buzamientos aparentes. Algo similar ocurre con el levantamiento de perfiles batimétricos. La pendiente significativa, y su forma geométrica, entre un determinado sector sumergido y la orilla emergente del litoral, corresponde al corte topográfico que represente la menor distancia horizontal entre ambos. La dirección de este perfil significativo se ajusta bien a la perpendicular a la orilla, enfrentada al sector sumergido en cuestión.

Según lo anterior, y conforme a la figura 5, retomada de López Jurado (1993), se puede deducir que el perfil 1 carece de interés, en relación con la zona propuesta para la extracción de áridos

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

(Zona A de la figura 5), mientras que el perfil 2 corresponde a un corte, levantado de forma tal, que no revela ni la pendiente ni la geometría real de la plataforma insular.

En cierta medida, el perfil 2 sería el caso análogo de una pendiente superficial inclinada, en una dirección distinta a la de máximo buzamiento, cuando lo que interesa pudiera estar relacionado con la dirección de la línea de máxima pendiente. Este perfil fue utilizado por Losada (1995) para justificar que la extracción de arenas no tendría impacto sobre las playas que se encuentran aguas arriba.

En la figura 5 se ha sobreimpuesto lo que podría ser un corte significativo de la plataforma insular, a escala local, según la dirección de mínima distancia entre la orilla emergente y la zona propuesta para la extracción de áridos. Este corte tiene una geometría similar a la de un perfil de equilibrio, característico de fondos arenosos sumergidos, a profundidad somera. No obstante, en este perfil, hay sectores internos de naturaleza rocosa, sin cobertura de arenas. La ausencia de áridos, en esos sectores, se puede deber a que el techo de la formación de rocas, labrado por la erosión, describe una geometría que, fortuitamente, coincide con la del perfil de equilibrio de la deposición de arenas.

Hasta la zona del talud insular, a una distancia próxima a los 8 kilómetros de la orilla, la profundidad no rebasa los 25 metros. Estas profundidades, con depósitos de arenas, son afectadas por los efectos modeladores de los oleajes de los fuertes temporales regionales, sin tener la necesidad de esperar a los temporales de carácter inusitados.

La Dirección General de Costas (1995) utiliza el perfil 2 para concluir que la zona de extracción está en una "cubeta", separada por medio de un "escarpe" de las playas aguas arriba, tanto en relación con el oleaje dominante de componente NE, como con las corrientes litorales medias hacia el SW. El perfil significativo, por lo contrario, pone de manifiesto que dicha cubeta es ficticia y que el "sumidero" se encuentra inmediatamente mar adentro de la zona propuesta de extracción, y se corresponde con el talud de la plataforma insular. En la plataforma insular de Pasito Blanco, todo el depósito de arenas constituye la "sustentación" o, mejor, la "contención" general, del perfil de la Playa de Maspalomas.

La figura 5 muestra que además hay "contenciones" locales del lecho marino, como efectivamente se recoge en el informe de la Dirección General de Costas (1995). Sin embargo, la presencia de estas contenciones locales no suponen barreras que bloqueen los impactos físicos negativos, hacia la Playa de Maspalomas. Esto se basa en dos sencillos análisis:

1. La contención de mayor envergadura se sitúa entre la zona propuesta de extracción y la Playa de Triana, pero no supone ninguna barrera, en la dirección NE, donde se localiza la Playa de

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

Maspalomas, y de donde proceden las corrientes litorales dominantes. Como se discutirá en su momento, estas corrientes litorales representan unos de los mecanismos que regularían el fondo marino, si éste fuese alterado. Esta regularización conllevaría los impactos físicos negativos en la Playa y en el Campo de Dunas de Maspalomas.

2. Las extracciones de áridos por detrás (hacia mar adentro) de contenciones, provocarían socavamientos responsables de "chupaderos de borde". Estos "chupaderos" en los laterales del obstáculo topográfico, determinarían evacuaciones de arenas, por delante (hacia tierra) de la contención, con el riesgo de que se produzcan todos los impactos físicos negativos, en el contexto de una excavación remontante, hacia la orilla.

Análisis y evaluación de impactos físicos de las pretendidas extracciones de arenas

Excavación remontante en la plataforma insular

La explotación de áridos se comportaría a manera de sumidero adicional, que provocaría una excavación remontante, hacia los fondos limítrofes, en la dirección de procedencia del oleaje dominante y de las corrientes medias litorales. A continuación se discuten las causa y mecanismos de la excavación remontante.

Las causas de la excavación se basan en que las extracciones rompen el perfil de equilibrio geométrico, o hacen que aumente el desequilibrio, respecto al nivel medio del mar, de un fondo no bloqueado (fondo activo). Tanto en el caso de que el perfil se encuentre en equilibrio, o fuera de equilibrio, debe evitarse la perturbación del transporte de áridos que se desarrolla sobre él. Las arenas que se "pierdan" por el transporte sólo se podrían "captar" una vez iniciado el talud.

La existencia de partes del fondo formadas por arenas relativamente consolidadas, por costrificación, indica que no hay una deposición "efectiva" actual, por describir una geometría en equilibrio en relación con los procesos de erosión, transporte y depósito. Esto no impide que sea una zona de trasvase de arenas, aguas abajo.

En el Sur de Gran Canaria, la presencia de un fondo que recientemente se ha ajustado a un perfil de equilibrio se verifica por el banco de arenas sumergidas de Pasito Blanco. Dicho banco se sitúa junto a un talud, que puede actuar a modo de sumidero sedimentario debido al transporte de arenas causado por corrientes litorales. Si no se hubiera ajustado a un perfil de equilibrio, el depósito de arenas no se habría desarrollado, a profundidades donde se dejan sentir, significativamente, los procesos de transporte litoral. Estos perfiles de equilibrio están muy condicionados por las características granulométricas de los áridos y por el oleaje actuante. La ecuación de Dean (1977)

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

proporciona uno de los perfiles más utilizados. Para aplicar esta ecuación se requieren datos fiables de oleaje, los cuales no se disponen para el Sur de Gran Canaria (Losada, 1995). Sin embargo, la existencia de ripples, a profundidades de 20-25 metros, demuestra un efecto modelador del oleaje (Losada, 1995).

En fondos someros, de arenas sueltas, el perfil de equilibrio evoluciona, en relación con cambios relativos del nivel medio del mar, conforme a la Regla de Bruun (ver, por ejemplo, Komar, 1983). Una vez que se rompiera el perfil de la plataforma insular de Pasito Blanco, o se aumentara su desequilibrio, tras la actuación antrópica de explotación de áridos, se produciría una "reacción" tendente a la recuperación del equilibrio geométrico del fondo. Ésto determinaría una reprofundización avanzante, hacia la orilla, de todo el lecho. O dicho de otro modo, habría una solicitud de arenas, que provocaría la excavación remontante, hacia batimetrías de menores cotas (hacia la playa activa sumergida de Maspalomas). Las velocidades de las corrientes litorales impedirían la deposición "efectiva" de arenas, necesaria para recuperar el perfil.

Los sectores de arenas "costrificadas" suponen, en principio, una protección frente a la excavación remontante, que aparecería como respuesta a una modificación "negativa" del perfil de equilibrio. En realidad, esta acción de resistencia a la excavación es transitoria. La erosión remontante socavaría progresivamente a la "costra". De esta manera, los fondos locales costrificados podrían perder el carácter de "estáticos", y permitir el avance de la excavación.

Los mecanismos para restablecer el perfil de equilibrio roto serían los transportes regidos por las corrientes litorales. En el Archipiélago Canario, comúnmente, los 50-100 primeros metros de la columna de agua se encuentran bien mezclados, y constituyen una capa de mezcla. Esta capa de mezcla se mueve prácticamente toda ella al unísono, debido a la acción del viento y de las mareas. Esto permite inferir que en las zonas de la plataforma insular, con profundidades menores a 50 metros, las corrientes horizontales variarán poco en la vertical.

Desde un punto de vista práctico, las corrientes en la capa de mezcla pueden interpretarse como el resultado de una suma lineal de las corrientes geostróficas, las producidas por los vientos y las determinadas por las mareas. Las corrientes geostróficas adquieren valores típicos de 0,1 a 0,2 m/s, en tanto que las de marea pueden superar los 0,4 m/s. La contribución debida al viento dependerá de la intensidad de éste. Para situaciones características de alisios, puede estimarse en unos 0,2 m/s. Estos valores se confirman con los datos recopilados durante los últimos años, en la plataforma insular, al Sur de la Isla de Gran Canaria (por ejemplo Sangrá et al, 1995, y Martínez, A., 1995) que muestran que las corrientes alcanzan, a menudo, velocidades superiores a 0,5 m/s (figuras 6 y 7).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Las velocidades máximas diarias toman valores entre 0,3 y 0,4 m/s, usualmente, con direcciones hacia el S-SW en zonas relativamente alejadas de la costa. Cerca de ella, la magnitud de las corrientes puede oscilar mucho de una zona a otra, debido a las grandes variaciones que sufre la corriente de marea (A. Martínez, 1995). La dirección de las corrientes costeras es aproximadamente paralela a la costa.

La magnitud de la corriente cercana a la costa es usualmente considerable, incluso a distancias inferiores a 1 km de la orilla. Como ejemplos están las mediciones realizadas con correntímetros, en diversas posiciones cercanas a la costa de Gran Canaria (Martínez, A., 1995). En la mayoría de los casos, las distancias son inferiores a 1 o 2 km (figura 6).

Como un ejemplo más de mediciones de corrientes en la plataforma insular, en el S-SW de Gran Canaria, se muestra la figura 7 (Sangrá et al, 1995). Las observaciones se hicieron del 28 al 29/10/94, y del 4 al 5/11/94. En este caso, la estación se encontraba próxima a la zona de la pretendida extracción, a unos 5 km de la orilla, en las coordenadas 27° 42'15 N - 15° 44'48 W.

De las anteriores figuras, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Las velocidades medias de los 70 primeros metros de la columna de agua son considerablemente uniformes. A profundidades comprendidas entre los 20 y 30 metros (profundidades previstas para las extracciones) son muy cercanas a los 0,2 m/s para las componentes hacia el SW, y de unos 0,13 m/s hacia el NW. La resultante vectorial de las velocidades medias entre 20 y 30 metros de profundidad, es de 0,24 m/s, hacia el WSW.

2. La componente semidiurna de la corriente de marea es de considerable importancia. Su amplitud es de unos 0,26 m/s, en dirección hacia el SW. Las corrientes que se observan diariamente en esta estación son el resultado de la suma vectorial de la corriente media, hacia el WSW, más la corriente semidiurna de marea, esencialmente dirigida a lo largo del eje NE-SW. Esto ocasiona que las corrientes máximas diarias hacia el NE sean, usualmente, inferiores a 0,05 m/s, mientras que las máximas diarias hacia el SW están cercanas a los 0,5 m/s.

3. INTECSA (1990), en su Campaña de Sondeos Marinos en la Costa E de la Isla de Gran Canaria, y para 16 muestras de arena tomadas en las Playas sumergidas de Maspalomas y de El Inglés, obtiene valores de D_{50} comprendidos entre 0.22 y 1.03 mm. Conforme con Hjulström (1935), si las arenas sobre el fondo marino corresponden a las descritas por INTECSA (1990), y están afectadas por velocidades cercanas a los 0,5 m/s, se tiene que dar un perfil que está, o que recientemente estuvo, en equilibrio, entre los procesos de erosión, transporte y depósito. En caso contrario, las arenas serían erosionadas y transportadas. La gráfica de equilibrio de Hjulström indica que aún

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

admitiendo un margen de error por un factor 2, debido a la disminución de las velocidades de las corrientes en puntos muy cercanos al fondo marino, la conclusión anterior no se modifica.

4. El lugar de procedencia de estos áridos queda identificado por las características de los mismos, que son análogas a los de la Playa de Maspalomas, y muy distintas a los de las playas del S-SW (Playas de Triana, de Tauro, de Taurito, etc.). Esto concuerda con las direcciones de las corrientes determinadas a partir de los datos de Sangrá et al. (1995).

Roto el perfil de equilibrio, por profundización, las velocidades de las corrientes, en la plataforma insular, impedirían deposiciones "efectivas" para la recuperación del mismo.

Excavación remontante en el dominio de la playa

El radio de influencia de las transferencias de áridos, durante el proceso de erosión remontante, puede llegar desde la zona de extracción hasta la orilla de la playa de Maspalomas. Donde las corrientes litorales dejen de ser dominantes, entrarían en juego los transportes causados por las oscilaciones infragravitatorias (las correspondientes a la componente disipativa, del comportamiento morfodinámico de la Playa). El perfil sumergido de la Playa de Maspalomas incrementaría su desequilibrio geométrico: habría un "socavamiento generalizado" que equivaldría a un aumento de profundidad. En consecuencia, se acentuaría la tendencia a recuperarlo, lo que conllevaría una aceleración en el retroceso de la orilla de la Playa de Maspalomas.

Por la Regla de Bruun, habrá una respuesta del conjunto del "sistema playero", para restablecer la curva de equilibrio del perfil. Las arenas próximas a la orilla serían transferidas mar adentro.

Repercusiones en el Campo de Dunas

Con las transferencias de arena, hacia mar adentro, se acentuaría la inestabilidad interna de la Playa. Esto causaría que el Campo de Dunas reforzase su papel de despensa sedimentaria, al aportar más arena a la Playa para desacelerar, en lo posible, el retroceso de la orilla hacia tierra.

En el caso de que existiera un equilibrio sedimentario en el Campo de Dunas de Maspalomas, todo lo anterior haría que éste se rompiese. Sin embargo, hay argumentos que apuntan hacia un actual desequilibrio, por lo que estos procesos acelerarían el desequilibrio sedimentario.

En cualquier caso, el Campo de Dunas requerirá, para su mantenimiento, mayores aportes de arenas, o se capacitará para recibir nuevos incrementos de sedimentos. Como ya se ha indicado, la principal fuente de alimentación de arenas está en la Playa de El Inglés.

A partir de esta situación, podría ocurrir que la Playa de El Inglés responda al requerimiento de arenas que solicite el Campo de Dunas, o que esta Playa no satisfaga, o no tenga capacidad para

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2006

satisfacer, esta demanda añadida de arenas. Ésta última posibilidad es de esperarse debido al actual desequilibrio del Campo de Dunas.

Las observaciones de campo, reflejadas en cartografía, muestran que la Playa de El Inglés no ha sido capaz de frenar el proceso de retracción del frente terminal libre, de la zona activa de la formación eólica de arenas, con un incremento de aportes sedimentarios (figuras 3 y 4).

Si se admite que la Playa de El Inglés no puede satisfacer la demanda añadida de arena, todo el peso de las solicitudes de la Playa de Maspalomas, para amortiguar el incremento de su degradación más interna, corre a cargo de las Dunas de Maspalomas. En este caso, se aceleraría la degradación paulatina del Campo de Dunas.

CONCLUSIONES

1. Los ambientes más internos de las playas de la zona se encuentran, en la actualidad, con superávit sedimentario: La hiperestabilidad de la Playa de El Inglés es lo que ha permitido la formación del Campo de Dunas. Y la hiperestabilidad de la Playa de Maspalomas, es consecuencia de la alimentación, desde tierra, que le aporta el Campo de Dunas.

2. Actualmente, la orilla de la Playa de Maspalomas se encuentra en retroceso, hacia tierra, sin que lo impida el hecho de que el depósito intermareal se encuentre en superávit sedimentario. El proceso se atenúa por los aportes de arena procedentes del Campo de Dunas, a pesar de encontrarse éste ya en desequilibrio.

3. El resultado neto del transporte de arenas, en la Playa sumergida de Maspalomas, y en su plataforma insular limítrofe, a causa del oleaje y corrientes dominantes, tiene lugar desde el NE hacia el SW. Concretamente se identifican transportes netos desde la Punta de Maspalomas hacia Pasito Blanco. Tras este transporte, la arena se pierde a través del talud de la plataforma insular, que actúa a modo de sumidero sedimentario. Este talud se inicia a profundidades de unos 20 metros.

4. El fondo de arenas de la Playa sumergida, y de la plataforma insular, tiende a ajustarse a un perfil de equilibrio. El desequilibrio de este perfil, por presumibles ascensos del nivel del mar, explica el retroceso de la orilla de la Playa de Maspalomas hacia tierra adentro, como respuesta a la Regla de Bruun. La pretendida extracción rompería el perfil de equilibrio, o aumentaría su desequilibrio, en un fondo de arenas que actúa a modo de contención de la Playa sumergida de Maspalomas, en la dirección de las corrientes máximas litorales (hacia el SW).

5. El fondo arenoso de la plataforma insular actúa a modo de contención (sustentación) de la Playa

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2006

sumergida de Maspalomas. La contención se enfrenta al sentido del transporte dominante. Toda extracción de arenas, en el Banco Sumergido de Pasito Blanco, supondría la destrucción de una buena parte de la contención de la Playa sumergida de Maspalomas, y la aparición de una excavación remontante. Las irregularidades batimétricas (bajas) que se interpongan entre la zona a explotar y la orilla de Maspalomas, provocarían procesos de succión hacia la zona del talud, compatibles con la excavación remontante generalizada. Todo ésto aceleraría el proceso de retroceso de la orilla de Maspalomas y condicionaría que los procesos sedimentarios y, en consecuencia, las formas de estabilidad en planta y perfil de la Playa de Maspalomas se viesen afectados. Por efecto de compensación sedimentaria, las pretendidas extracciones también afectarían a las Dunas de Maspalomas.

6. La pretendida extracción de arenas, del Banco sumergido de Pasito Blanco, constituye un descriptor de sustentabilidad inadmisible, o un parámetro excluyente del "Índice de uso".

REFERENCIAS

Dean, R. G. (1977) Equilibrium Beach Profiles. U.S. Atlantic and Gulf Coasts. Tech. Rep. No 12. University of Delirio, Newark.

Dirección General de Costas (1995) Informe Complementario sobre el Proyecto de Mejora de la Playa de Las Teresitas (Santa Cruz de Tenerife). Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Vivienda. Madrid. 24 pp.

Gleick, J. (1988) Caos: La Creación de una Ciencia. Seis Bardal, S. A. Barcelona. 358 pp.

Goy, J. L. (1994) Cambios del Nivel del Mar y Procesos Inducidos por el Hombre en Litorales, 61-84. In: Seminario sobre Territorio Litoral y su Ordenación, J. Martínez y D. Casas (Eds.). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

INTECSA (1990) Campaña de Sondeos Marinos en la Costa Este de la Isla de Gran Canaria. Informe interno.

Komar, P. (1983) Handbook of Coastal Processes and Erosion. CRC Press, Boca Raton, Florida.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

305 pp.

López Jurado, L. F., y col. (1993) Estudio Biológico de Bancos de Arena en Gran Canaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Informe interno.

Losada, M. y col. (1995) Dictamen sobre la Incidencia de la Extracción de Arena en la Llamada "Zona Alternativa" sobre la Estabilidad de las Playas del Sur de Gran Canaria. Dirección General de Costas. Madrid.

Martínez, A. (1995) La Marea en la Plataforma de Gran Canaria. Memoria de Investigación. Departamento de Física. U.L.P.G.C. 19 pp. más 13 figuras.

Martínez, J. (1985) Dunas de Maspalomas (Gran Canaria): Los Parámetros Morfoscópicos/ Granulométricos. Bol. Inst. Geol. Min. 96 (5), 486-491.

Martínez, J. , Carpio, P. , Gómez, M. , Hernández, T. y Mena, A. (1986a) Las Dunas de Maspalomas: Geología e Impacto del Entorno. Excmo. Cabildo de Gran Canaria-Universidad Politécnica de Las Palmas. 151 pp.

Martínez, J. (1986b) Dunas de Maspalomas (Gran Canaria): Naturaleza Petrológica de sus Arenas. Anuario de Estudios Atlánticos C.S.I.C., 32, 785-794.

Martínez, J. (1986c) Determinación de Procesos litorales en Playas de Arenas, según el Contraste de los Valores Granulométricos. Bol. Inst. Esp. Ocean., 3 (3), 17-32.

Martínez, J. y Cárdenes, M. (1987) Cambios Topográficos y Sedimentológicos en las Playas Arenosas de El Inglés y de Maspalomas (Gran Canaria-España). VIIª Reunión sobre el Cuaternario. AEQUA. Santander, 21-26 de Septiembre. Libro de Actas, 223-226.

Martínez, J. (1987) Dinámica Litoral, en el Proyecto de Ampliación y Equipamiento de la Playa de Maspalomas. Demarcación de Costas de Canarias. Dirección General de Costas. Fecha de solicitud de redacción: 18/3/1987.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

Martínez, J. (1989a) Accretion-Erosion in the Beaches of the Canary Islands (Spain). In: Coastal Engineering 1988, B. Edge (Ed.). Proceedings American Society Civil Engineers. Vol. 3, Capítulo 203, 2738-2752. New York.

Martínez, J.(1989b) La Evolución Morfodinámica de la Punta de La Bajeta, en la Playa de Maspalomas (Isla de Gran Canaria, España). IX Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sevilla, 25-30 de Septiembre. Libro de Actas. Vol. 1. 235-243.

Martínez, J. (1989c) Informe Morfodinámico, para la redacción del Plan Especial de Ordenación del Litoral, de los Municipios de Mogán y San Bartolomé (Gran Canaria). Redactor Principal: Ricard Pié i Ninot. Gobierno Autónomo de Canarias.

Martínez, J. (1990a) La Provincia Morfodinámica de Morro Besudo-Faro de Maspalomas (Isla de Gran Canaria, España): Conocimiento y Comprensión de sus Procesos Geomorfológicos y Sedimentarios para la Planificación y Gestión de este litoral. 1ª Reunión Nacional de Geomorfología (Teruel, 17-20 de Septiembre), 351-363.

Martínez, J. (1990b) Procesos Dinámicos y Morfológicos en el Campo de Dunas de Maspalomas y en su Entorno (Isla de Gran Canaria). Informe para la Dirección General del Medio Ambiente. Gobierno Autónomo de Canarias.

Martínez, J., Melián, E., Reyes, F., Rúa-Figueroa, C. y Del Toro, C. (1990) Clasificación Climática de las Playas Arenosas de Gran Canaria. 1er. Congreso sobre Oceanografía y Recursos Marinos en el Atlántico Centro-Oriental. Gran Canaria, 28-30 de noviembre. En prensa.

Martínez, J. y Casas, D. (1993) La Dinámica Sedimentaria del Litoral Meridional de Gran Canaria (Islas Canarias-España). In: Libro de Ponencias de las Iª Jornadas Españolas de Costas y Puertos. M. Losada (Ed.), 218-242. Santander, 7 y 8 de Mayo de 1992. Universidad de Cantabria.

Martínez, J. (1994) Cartographic Characterization of the Littoral Camps of Dunes Related tho the Arragement, Planing and Management of this Territories. In: Coastal Dynamics'94. American Society of Civil Engineers. A. Arcilla, M. Stive y N. Kraus (Eds.), 462-475. New York.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Martínez, J. (1995) Estudio del Impacto Ambiental del Proyecto Básico del Plan Especial de Ordenación del Litoral de "Bahía Feliz". Municipio de San Bartolomé de Tirajana (Isla de Gran Canaria). Promotor: Sociedad "Puerto Feliz".

Sangrá, P., San Millán, C., Pelegrí, J.L. y Arístegui, J. (1995). Internal Tides Generation on the Shelf Break of Gran Canaria. European Geophysical Society, Abril de 1995. Hamburgo.

Wright, L. and Short, A. (1983) Morphodynamics of Beaches and Surf Zones in Australia. In: C.R.C. Handbook of Coastal Processes and Erosion. C.R.C. Press. P. Komar (Ed.), 35-64. Boca Raton, Florida.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Figura 1

Localización y delimitación de la Playa de Maspalomas, en la Isla de Gran Canaria (España).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

Figura 2

Evolución de la orilla en el entorno del Campo de Dunas de Maspalomas (Isla de Gran Canaria).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

Figura 3

CARTOGRAFIA DE LA ACTIVIDAD TERMINAL DE LOS PROCESOS SEDIMENTARIOS EOLICOS, EN EL CAMPO DE DUNAS DE MASPALOMAS, A PARTIR DE UN MOSAICO DE FOTOGRAFIAS AEREAS (MARZO DE 1962).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2005

CARTOGRAFIA ESPECTRAL DEL CAMPO DE DUNAS DE MASPALOMAS, A PARTIR DE UN MOSAICO FOTOGRAFICO, DE ENERO DE 1991 : FRANJAS TERMINALES DE LAS DEPOSICIONES SEDIMENTARIAS EOLICAS.

Figura 4

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

Figura 5

Planta y perfiles del sector que se pretende intervenir, para la explotación de áridos, en el Sur de la Isla de Gran Canaria.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005

Posiciones de las estaciones donde A. Martínez (1995) analiza registros de corrientes.

Los valores de los grados, entre paréntesis, indican las direcciones del eje mayor de la elipse, referida a la dirección N.
Los valores positivos indican la presencia de una componente hacia el N.

Figura 6: Posiciones y medidas de correntímetros.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

Figura 7: Valores de las corrientes en la Estación E (Gran Canaria).

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2005

Fecha	Perfil 13		Perfil 14		Perfil 15		Perfil 16		Perfil 18		Perfil 19		Conjunto	
	P(%)	I	P(%)	I	P(%)	I	P(%)	I	P(%)	I	P(%)	P	P(%)	I
12/82	2.23	5	3.43	5	3.53	5	3.66	5	5.26	3	3.93	4	3.67	5
01/83	2.13	5	3.96	4	4.90	4	4.33	4	5.23	4	7.26	2	4.63	4
02/93	0.00	5	0.80	5	0.53	5	3.16	5	4.46	4	2.60	5	1.92	5
03/93	1.76	5	4.53	4	2.66	5	5.93	3	4.63	4	3.86	4	3.89	4
04/93	2.66	5	5.20	4	4.13	4	6.16	3	5.23	4	5.73	3	4.85	4
05/93	4.53	4	3.33	5	1.80	5	4.80	4	4.63	4	2.30	5	3.56	5
06/93	7.96	2	5.96	3	5.90	3	7.56	2	5.33	3	4.46	4	6.19	3
07/93	5.40	3	5.66	3	5.73	3	6.86	2	4.70	4	6.16	3	5.70	5
08/93	5.86	3	3.46	5	5.93	3	6.33	3	4.40	3	6.06	3	5.34	3
09/93	6.46	3	1.80	5	7.33	2	5.60	3	5.26	3	4.26	4	5.11	4
10/93	9.80	1	5.33	3	9.00	1	6.33	3	4.46	4	5.06	4	6.66	3
11/93	5.40	3	4.06	4	9.60	1	6.46	3	5.73	3	1.40	5	5.44	3

P = pendiente intermareal. I = interpretación morfodinámica.
1 = reflectivo,, 2 = intermedio, tendente a reflectivo. 3 = intermedio, en sentido estricto,, 4 = intermedio, tendente a disipativo,, 5 = disipativo.

Medidas topográficas y sus significados morfodinámicos.

Tabla 1

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital,2005