

# La procedencia de arenas submareales asociadas a sistemas playa-duna en la isla de La Graciosa (Islas Canarias)

## *Provenance analyses of subtidal sands related to beach-dune systems in the Island of La Graciosa (Canary Islands)*

J. Mangas<sup>1</sup>, Casado, J.F.<sup>1</sup>, E. Pérez-Chacón<sup>1</sup>, L. García-Romero<sup>1</sup> y I. Menéndez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Oceanografía y Cambio Global, IOCAG, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, ULPGC, Parque Científico-Tecnológico de Taliarte, Calle Miramar, 121, 35214 Telde, Las Palmas, [jmangas@dfis.ulpgc.es](mailto:jmangas@dfis.ulpgc.es)

**Resumen:** La isla de La Graciosa está dentro del Parque Natural marítimo-terrestre del Archipiélago Chinijo y presenta varios ambientes sedimentarios arenosos, asociados a sistemas playa-duna. El objetivo de esta investigación es determinar la composición de las arenas submareales, en el contexto de una investigación más amplia que pretende conocer las causas del déficit sedimentario que experimenta esta isla. La metodología se centra en estudios petrográficos de identificación de la naturaleza de los granos de arena (principalmente fragmentos de mallas de algas rojas, moluscos, briozoos, foraminíferos y equinodermos; junto con fragmentos de roca basáltica, olivinos, clinopiroxenos, feldspatos, óxidos de Fe-Ti e intraclastos) y su cuantificación. El trabajo se ha llevado a cabo en 40 muestras de arenas submareales asociadas a las playas de Las Conchas y Lambra en el sector norte de la isla; Pedro Barba, Barranco Conejos, Las Caletas y Caleta del Sebo en el este; y El Salado, Francesa y La Cocina en el sur. Los resultados de procedencia indican que las arenas son fundamentalmente bioclásticas, y están constituidas principalmente por restos de fauna y flora marina (media de 88%  $\sigma_4$  en el norte, 82%  $\sigma_6$  en las del este, y 70%  $\sigma_{10}$  en el sur) y, en menor proporción, aparecen los granos de litoclastos volcánicos (media 9%  $\sigma_4$  en el norte, 14%  $\sigma_6$  en el este y 21%  $\sigma_{11}$  en el sur) e intraclastos (<5% en las muestras estudiadas). Se observa un aumento de litoclastos volcánicos desde las zonas sumergidas del norte hacia el sur, relacionado probablemente con el aporte detrítico de las barranqueras que desembocan en las costas orientales y meridionales de la isla.

**Palabras clave:** análisis de procedencia, arena submareal, petrografía, sistemas playa-duna, La Graciosa

**Abstract:** The island of La Graciosa is located in the marine-terrestrial Natural Park of the “Chinijo Archipelago” and it shows several sandy sedimentary environments which are associated to beach-dune systems. The aim of this work is to determine the composition of subtidal sands, within the context of a wider research which expects to find out the causes of the sedimentary deficit on this island. The scientific methodology is focalized on the petrographic studies of sand grain identification (mainly red seabed meshes, mollusks, bryozoans, foraminifers and echinoderms; with basaltic rock fragments, olivines, clinopyroxenes, feldspars, Fe-Ti oxides and intraclasts) and on their quantification. The research has been carried out on 40 subtidal sand samples related to Las Conchas and Lambra beaches in the northern sector of the island; Pedro Barba, Barranco Conejos, Las Caletas and Caleta del Sebo beaches in the east; and Salado, Francesa and La Cocina beaches in the south. The provenance results show that the origin of the marine sands is essentially bioclastic, and they are formed by fauna and flora fragments (an average of 88%  $\sigma_4$  in the northern submerged zones, 82%  $\sigma_6$  in the east, and 70%  $\sigma_{10}$  in the south) and the grains of volcanic lithoclasts and intraclasts both appear in minor proportions (an average of 9%  $\sigma_4$  in the north, 14%  $\sigma_6$  in the east and 21%  $\sigma_{11}$  in the south in the former, and <5% in the studied samples in the latter). An increase of volcanic lithoclasts from northern submarine zones to southern ones was observed, which is probably related to detrital contributions of small ravines that flow into the oriental and meridional coasts of the island.

**Key words:** provenance analyses, subtidal sand, petrography, beach-dune system, Island of La Graciosa.

## INTRODUCCIÓN Y MÉTODO DE ESTUDIO

La isla de La Graciosa, con una superficie de 27,05 km<sup>2</sup>, está localizada al NE de la isla de Lanzarote (Fig. 1) y forma parte del Parque Natural del Archipiélago Chinijo. Desde septiembre de 2015 está en el Geoparque Lanzarote y Archipiélago Chinijo, englobando estos espacios protegidos tanto las zonas submarinas como subaéreas.

Desde el punto de vista geológico, la isla de La Graciosa se formó por la acumulación de materiales volcánicos máficos, durante el Pleistoceno medio-

superior y Holoceno (Balcells et al., 2004 a y b), sobre una plataforma marina somera. Ésta se originó por un deslizamiento gravitacional gigante del estratovolcán de Famara (N de Lanzarote), el cual estuvo activo entre 10,2 y 3,7 Ma. Los agentes geológicos superficiales actuaron en la isla durante el cuaternario, dando lugar a formaciones de rocas sedimentarias como, por ejemplo, paleosuelos, eolianitas y *beachrock*, y actualmente forman depósitos detríticos como son playas de cantos y arenas, mantos eólicos, aluviales, coluviales, suelos, entre otros. Entre los sedimentos recientes sobresalen los depósitos arenosos eólicos, que están relacionados

con ambientes sedimentarios playa-duna, y se distribuyen uno al norte y otro al sur de la isla. Ambos están separados por una alineación NE-SO de conos volcánicos, denominados Morros Negros, Morros de Pedro Barba, Las Agujas y Montaña del Mojón (Figs. 1 y 2). Además, se distinguen varios sistemas playa-duna como los de Lambra y Las Conchas en el norte (Figs. 2A y B); el de Pedro Barba en el noreste (Fig. 2C); y los del Barranco de Los Conejos, Las Caletas, Caleta del Sebo, Salado, Francesa y La Cocina en el este y en el sur (Fig. 2D).

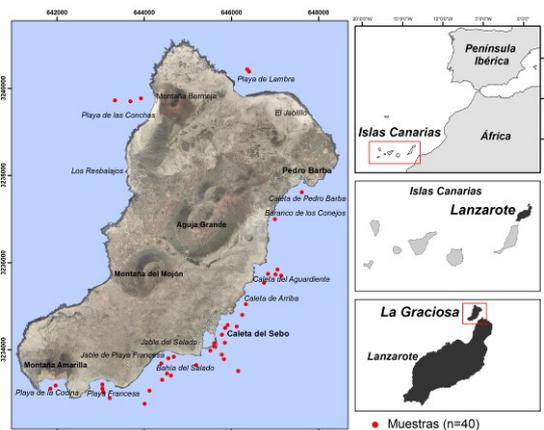


FIGURA 1. Localización de la isla de La Graciosa (NO de Lanzarote) y situación de las muestras submareales estudiadas en puntos rojos.



FIGURA 2. Ambientes sedimentarios playa-duna Norte y Sur en la isla de La Graciosa y sistemas eólicos: A) Lambra, B) Las Conchas, C) Pedro Barba, D) Las Caletas, Caleta del Sebo, Salado y Francesa.

Los sistemas playa-duna aparecen sobre todo en las islas Canarias orientales, y muestran una notable problemática ambiental debida sobre todo a acciones antrópicas desarrolladas en ellos desde épocas

históricas (Santana-Cordero et al., 2016 y García-Romero et al., 2016). Por ello, estos ambientes presentan actualmente un déficit sedimentario que está caracterizado tanto por la erosión de sus playas, donde afloran los sustratos rocosos volcánicos y sedimentarios, así como por el incremento de la vegetación que estabiliza los mantos eólicos (Fig. 3). Estos ambientes sedimentarios son frágiles, pero resultan fundamentales tanto para la preservación de su patrimonio natural como para el mantenimiento de la actividad turística. La problemática ambiental también aparece en la isla de La Graciosa y, por eso, nuestro trabajo forma parte de una investigación más amplia sobre la evolución del sistema sedimentario eólico de esta isla, definiendo las causas del déficit de arena y determinando futuras medidas de gestión. Por consiguiente, conocer la naturaleza de las arenas sumergidas y su distribución, y su relación con las que aparecen en zonas subaéreas, resulta fundamental para saber el origen de la arena y cuál es su dinámica. Estos conocimientos ayudan a una interpretación mejor de la problemática ambiental, y pueden ser útiles en un futuro para la gestión del espacio protegido.

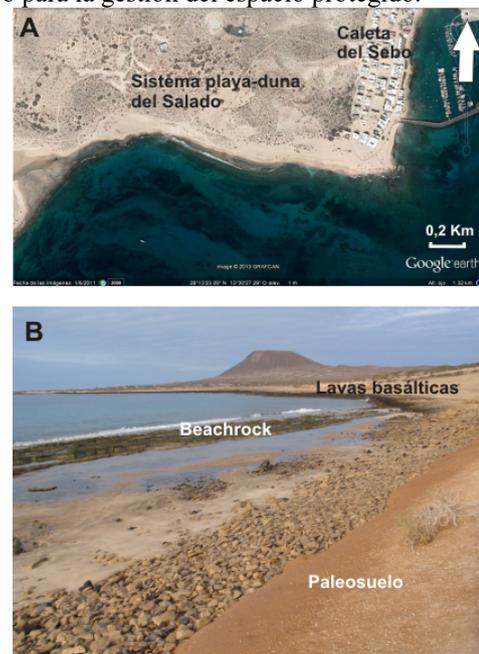


FIGURA 3. Sistema playa-duna del Salado. A) Bancos arenosos submareales claros entre sustratos rocosos oscuros (modificado de la IDE de Canarias). B) Afloramientos de rocas sedimentarias (paleosuelo y beachrock) y volcánicas en zonas intermareales.

Para investigar la procedencia de las arenas submareales se tomaron 40 muestras, a profundidades comprendidas entre 3 y 22 m, en bancos arenosos que están relacionados con los distintos sistemas playa-duna (Figs. 1 y 3). Así, muestras de sedimentos sumergidos de menos de 1 kg se cogieron con una draga Van Veen (Fig. 4), resaltando que muchos lances fueron fallidos al dar con fondos de rocas volcánicas y sedimentarias. Los bancos de arenas son discontinuos (Fig. 3 A), y a veces se sacaron gravillas de cantos rodados basálticos y algas rojas coralíneas (rodolitos). Posteriormente, las muestras arenosas

fueron lavadas y secadas en el laboratorio, y se cuartearon para obtener porciones de unos 20 o 30 gramos, necesarios para la confección de láminas delgadas. Más tarde, éstas fueron estudiadas petrográficamente con un microscopio Leitz (ORTOPLAN) para identificar la naturaleza de los granos y, se usó una platina PETROG-LITE para el conteo de puntos (200 por lámina) y el software de la misma. Se distinguieron 12 canales (5 para bioclastos de fauna y flora marina, y 7 para litoclastos volcánicos y sedimentarios). De esta forma, se ha podido determinar en cada muestra la abundancia relativa de estos componentes detríticos y obtener tendencias.



FIGURA 4. Toma de muestras arenosas submareales con la draga Van Veen frente al puerto de Caleta de Sebo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados petrográficos obtenidos en las 40 láminas delgadas indican que las arenas contienen esencialmente bioclastos marinos y, en menor proporción, litoclastos (Figs. 5 y 6, Tabla 1). Entre los bioclastos abundan los fragmentos de moluscos y de mallas de algas rojas y, en menor proporción, aparecen briozoos, equinodermos y foraminíferos. Los moluscos, briozoos y equinodermos aparecen como fragmentos de conchas, placas y espículas, mientras que los ejemplares de foraminíferos se suelen encontrar enteros y son bentónicos. Todos estos bioclastos se encuentran como granos de colores anaranjados y marrones, claros u oscuros, e incoloros. Los fragmentos de moluscos son tan pequeños que es imposible determinar a qué familia pertenecen. Respecto a las mallas de algas, éstas pertenecen a la familia *Coralinacea* (vulgarmente conocidas como rodolitos), son algas incrustantes y articuladas, y se presentan como restos micríticos de perítalos e hipotalos. En cuanto a los foraminíferos, estas conchas suelen estar bien conservadas, presentando una gran variedad de morfologías representativas de las familias *Elphidiidae*, *Rotalidae* y *Miliolidae*. Los restos de briozoos son fragmentos de colonias con distintos tipos de ramificaciones y morfologías. Los granos de equinodermos son trozos irregulares de placas y, las formas elipsoidales y esféricas son de espículas. Por otro lado, los litoclastos se han identificado como fragmentos de rocas volcánicas basálticas de tonos negruzcos y anaranjados, con mesostasis constituidas por vidrio y microcristales de olivino, clinopiroxeno, anfíbol, feldespato y óxido de Fe-Ti. También puntualmente se han observado granos

monominerálicos. Por lo que se refiere a los litoclastos sedimentarios (intraclastos), éstos están constituidos por restos de fauna y flora marina, algún grano mineral o de roca volcánica, todo ello cementado por carbonatos cálcicos de tamaño micrita y/o esparita. Así, los intraclastos de tonos anaranjados procederían de los paleosuelos, mientras que los de tonos beige están asociados a calcarenitas de eolianitas y *beachrock*.

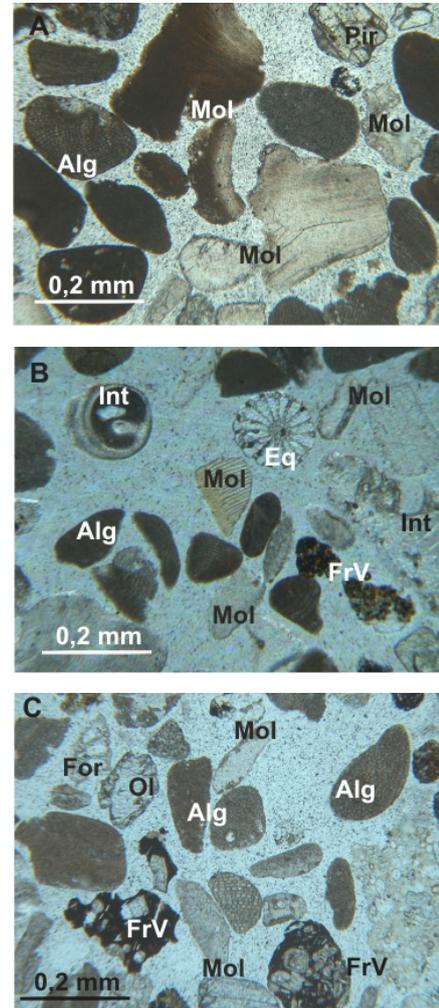


FIGURA 5. Microfotografías (NP, 40X) de arenas submareales de la Graciosa: (A) Sector Norte (B) Este (C) Sur (Mol: molusco, Alg: mallas de algas, Eq: equinodermos, For: foraminífero, Fr V: fragmento de roca volcánica, Ol: olivino, Pir: piroxeno, Int: intraclasto).

Granos	Flora	Fauna	B tot.	L Vol.	Int.
<b>ZONA NORTE (n: 5)</b>					
Media (%)	17,3	69,8	88,3	8,7	3,0
( $\sigma$ )	(4,0)	(7,5)	(4,0)	(4,4)	(1,4)
<b>ZONA ESTE (n: 20)</b>					
Media (%)	20,0	62,3	82,3	14,0	3,7
( $\sigma$ )	(7,3)	(7,1)	(5,6)	(5,9)	(5,5)
<b>ZONA SUR (n: 15)</b>					
Media (%)	22,5	52,1	74,5	20,6	4,9
( $\sigma$ )	(11,8)	(12,0)	(9,9)	(11,0)	(7,0)

TABLA I. Media (%) y desviación estándar ( $\sigma$ ) de los resultados de abundancia obtenidos en las 40 muestras sumergidas del Norte (Lambra y Las Conchas), del Este (Bco. Conejos y las Caletas) y del Sur (Salado, Francesa y La Cocina) de La Graciosa. Granos de bioclastos de flora y fauna, bioclastos totales (B tot.), litoclastos volcánicos (L Vol) e intraclastos (Int). n: número de muestras estudiadas en cada zona.

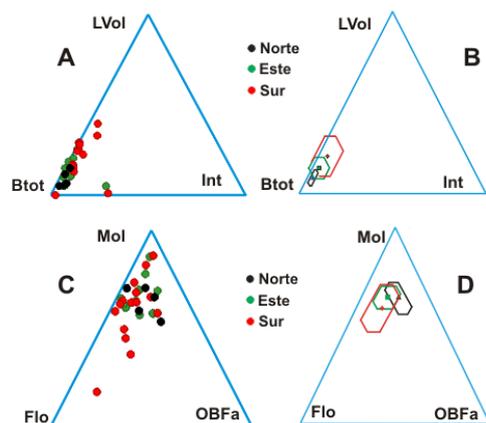


FIGURA 6. Diagramas triangulares A y C con datos de abundancia en % de bioclastos de flora-mallas de algas (Flo), de moluscos (Mol), otros bioclastos de fauna (OBFa) y bioclastos totales de fauna y flora (Btot); litoclastos volcánicos (LVol) e intraclastos (Int). Diagramas B y D con polígonos de distribución de las poblaciones de las muestras estudiadas (media y  $\sigma$ ).

En general, los valores medios de abundancia de los bioclastos marinos varían entre el 88% ( $\sigma$  4) en las zonas sumergidas del norte insular hasta el 74,5% ( $\sigma$  10) en las del sur, con datos intermedios en los sectores del este (Tabla 1, Fig. 6A y C). De estos componentes bioclásticos predominan los granos de fauna (con 56% de moluscos en el norte, 53% en el este y 44% en el sur) sobre la flora (mallas de algas: 17%, 20% y 23%, respectivamente) y, en menor proporción, están otros bioclastos como briozoos, equinodermos y foraminíferos, que tienen valores medios de 14 % en el norte, 9% en el este y 8% en el sur (Fig. 6B y D). Igualmente se corrobora que los granos de fauna son más importantes que los de flora en las tres zonas, incrementándose ligeramente las mallas de algas de norte hacia el sur, y observándose una tendencia decreciente de los bioclastos minoritarios de fauna del norte al sur. Por otro lado, la abundancia de litoclastos volcánicos tiene una tendencia inversa a la de los bioclastos, con datos promedios que varían desde el 9% ( $\sigma$  4, siendo minerales el 4%) en los fondos del norte hasta el 21% ( $\sigma$  11, con 5% minerales) en los del sur, e intermedios (14%, de ellos 4% de minerales) en los del este. Por lo tanto, hay un incremento de los litoclastos volcánicos desde los fondos del norte al sur de la isla, a costa de pérdida de los bioclastos marinos. Los intraclastos siempre son minoritarios y tienen valores de abundancia inferiores al 5% (Tabla 1 y Fig. 6A y B).

Teniendo en cuenta el estudio petrográfico se confirma que el área fuente de la mayor parte de las arenas submareales es de origen bioclástico marino, destacando los fragmentos de moluscos y mallas de algas y, de forma escasa, otros bioclastos. En menor proporción se observan litoclastos de fragmentos de materiales volcánicos insulares y, más raramente, están los intraclastos carbonatados de rocas sedimentarias. La reducida abundancia de granos de litoclastos indica que los agentes geológicos externos (mar, agua superficial y viento) no actúan de forma significativa

sobre los afloramientos rocosos de la isla, para generar granos de arena. Además, similares tendencias de naturaleza y distribución de granos se han encontrado en ambientes superficiales eólicos de la isla (Mangas et al., 2012).

Por lo tanto, si hay un déficit sedimentario de arenas en los ambientes subaéreos de la Graciosa, éste puede ser debido a causas naturales oceanográficas junto con alteraciones antropogénicas. Así, en ambientes submareales o de plataforma insular no se están generando suficiente biodiversidad como para formar abundantes bancos de arenas bioclásticas, ya que las arenas submareales pasan a zonas intermareales por la acción de la dinámica marina (olas, marea y corrientes), y de aquí el viento las transporta a las supramareales. Se ha visto en fotos aéreas y en el muestreo submarino que son frecuentes los fondos de rocas volcánicas y sedimentarias, mientras que los bancos de arena bioclástica son discontinuos (Fig. 3 A). Además, los agentes geológicos externos no generan muchos litoclastos, atendiendo a los datos de abundancia encontrados en las muestras. Si se ha demostrado que hay un incremento de éstos en áreas del este y del sur, lo que es debido a la acción de las barranqueras, que transportan los materiales del interior de la isla y los descargan en sus zonas costeras. Por último, no hay que descartar las acciones antrópicas en los sistemas playa-duna puesto que según García-Romero et al. (2016) y Santana-Cordero et al. (2016) las agresiones humanas han sido variadas y continuas en tiempos históricos en La Graciosa y en las islas canarias orientales.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por contratos de investigación del Organismo Autónomo de Parques Nacionales (Centro de La Graciosa) en los años 2009 y 2011, y por los proyectos SEJ2007-64959-GEOG, CSO2010-18150, CSO2013-43256-R y CSO2016-79673-R del Ministerio de Economía y Competitividad.

#### REFERENCIAS

- Balcells, R. y Barrera, J.L. (2004a). Mapa geológico de España, Escala 1:25.000, hoja 1079 I-III (Caleta del Sebo). IGME. Madrid
- Balcells, R., Barrera, J.L. y Gómez, J.A. (2004b). Mapa geológico de España, Escala 1:25.000, hoja 1080 I-IV (La Graciosa). IGME. Madrid
- García-Romero, L., Hernández-Cordero, A., Fernández-Cabrera, E., Peña-Nieto, C., Hernández-Calvento L., Pérez-Chacón, E., (2016). Urban-touristic impacts on the aeolian sedimentary systems of the Canary Islands: conflict between development and conservation. *Island Studies Journal*, 11, 1: 91-112
- Mangas, J., Pérez-Chacón, E., Hernández-Calvento, L., Menéndez, I. y Rodríguez, S. (2012). Procedencia y características texturales de las arenas eólicas costeras en la isla de La Graciosa (Islas Canarias). *Geotemas*, 13: 557-580.
- Santana-Cordero, A., Monteiro-Quintana M.L., Hernández-Calvento, L., Pérez-Chacón, E., García-Romero, L. (2016). Long-term human impacts on the coast of La Graciosa, Canary Islands. *Land Degrad. Develop.* 27: 479-489.