

Beachrock, biolilita y sedimentos arenosos costeros en la playa de Famara (NE de Lanzarote)

Beachrock, biolithite and coastal sand sediments in Famara beach (NE of Lanzarote)

J. Mangas, L.L. Cabrera, I. Menéndez e I. Alonso

Dpto. de Física. Campus de Tafira. Univ. de Las Palmas de Gran Canaria. 35.017 Las Palmas de Gran Canaria. jmangas@dfis.ulpgc.es

Resumen: La playa de Famara (NE de Lanzarote) muestra un beachrock, una biolilita y un campo de nebkas asociado. El beachrock, de 3 m de potencia, contiene 9 horizontes decimétricos de calcarenitas con bandas de calciruditas que buzan $<10^\circ$ SO y NE, lo que sugiere cierta deformación neotectónica. En estas calcarenitas predominan la arena media (0,2-0,5 mm), los componentes terrígenos (48,7%) y el cemento esparítico (33,8%), y la porosidad es intergranular. Sus granos están unidos por bandas isopacas de cemento esparítico, tanto de calcita rica en magnesio (HMC, $>10\%$ MgCO_3 , >1.300 ppm Sr) como pobre en magnesio (LMC, $<10\%$ MgCO_3 , <1.220 ppm Sr), y en los poros aparece ocasionalmente un lodo micrito magnesiano (13,9% MgCO_3 , 1.300 ppm Sr). Estos cementos carbonatados proceden de mezclas de agua marina y meteórica. A techo de este paquete sedimentario aparece una biolilita tardía, con gasterópodos *Dendropoma*, donde predominan los bioclastos (37,9 %) y el lodo micrítico (41,3 %), y muestra bandas de esparita (LMC) en los poros. La playa y las dunas están constituidas por arenas de grano medio (0,26-0,3 mm), con una concentración en carbonatos entre 41 y 63%. En la playa predominan los bioclásticos sobre los terrígenos (58,5/41,5%), pero en las nebkas sucede al contrario (44/56%). A su vez, la playa presenta peor selección de granos (1,45-2,17 μm) que las nebkas (1,54 μm).

Palabras clave: beachrock, biolilita, playa, nebkas, Lanzarote.

Abstract: Famara beach (NE of Lanzarote) shows a beachrock, a biolithite and an associated nebka field. The beachrock, with 3 m thickness, shows 9 decimetric horizons of calcarenites with some calcirudite levels that dip $<10^\circ$ SW and NE, that suggest a neotectonic deformation. In these calcarenites medium grain sand (0.2-0.5 mm), terrigenous components (48.7%) and sparite cements (33.8%) predominate, and the porosity is intergranular. Grains of calcarenites are joined by isopachous rinds of sparite cement, of both high-magnesium calcite (HMC, $>10\%$ MgCO_3 , $>1,300$ ppm Sr) and low-magnesium calcite (LMC, $<10\%$ MgCO_3 , $<1,220$ ppm Sr), and in the pores HMC micritic mud (13.9% MgCO_3 , 1,300 ppm Sr) appear occasionally. These carbonate cements come from the mixing of marine and meteoric waters. At the roof of this sedimentary set, a last biolithite appears, with *Dendropoma* gastropods, where bioclastic components (37.9 %) and the micritic mud (41.3 %) predominate, and it shows spar rinds (LMC) in pores. The beach and dunes are made of medium grain sand (0.26-0.3 mm) and have a carbonate content between 41 and 63%. Whereas in the beach the bioclastic components predominate over the terrigenous (58.5/41.5%), while in the nebkas the contrary occurs (44/56%). In addition, the beach sediments have poorer sorting (1.45 a 2.17 μm) than the nebka sediments (1.54 μm).

Key words: beachrock, biolithite, beach, nebkas, Lanzarote.

INTRODUCCIÓN

Al NE de la isla de Lanzarote se encuentran la Bahía de Penedo y la Playa de Famara (Fig.1). Este espacio costero forma parte del Parque Natural del Archipiélago Chinijo y presenta unas características climatológicas subdesérticas con temperaturas medias de $19,6^\circ\text{C}$ y precipitaciones medias de 120 mm/año. La playa de Famara tiene unos 3 km de longitud y un oleaje predominante de dirección NO. Esta playa está formada principalmente por arenas y, en menor proporción, por cantos rodados basálticos. Además, presenta un campo de dunas de tipo nebka fijadas por la vegetación, que ocupa unos $0,5\text{ km}^2$ (Figs. 1 y 2). En la zona intermareal del sector occidental de la playa afloran un beachrock y una biolilita, con una longitud de 550 m y un área

emergida de $0,035\text{ km}^2$, aunque esta superficie varía estacionalmente.

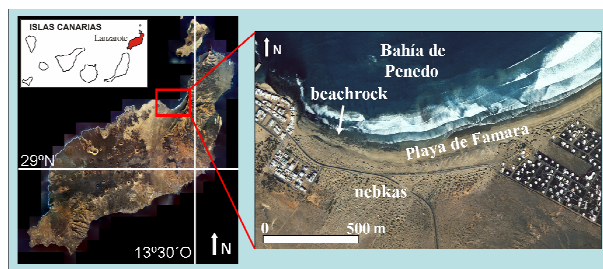


FIGURA 1. Localización de la Bahía de Penedo y de la Playa de Famara con el beachrock y el campo de nebkas (NE de Lanzarote).

El beachrock ha sido datado por Zazo *et al.* (1997) en $129 \pm 5,1$ ka, por lo que correspondería al Último Interglaciario (OIS -Ocean Isotopic Stage- 5e). Las características paleoambientales de los gasterópodos marinos del género *Dendropoma*, que aparecen en la biolilita, han sido determinadas por González-Delgado *et al.* (2005).



FIGURA 2. Imagen del sector oriental de la Playa de Famara. Se puede observar en la zona intermareal tanto las capas centrales del beachrock buzando hacia el SO como las primeras nebkas.

El objeto de este trabajo es la caracterización sedimentológica y petrográfica de los materiales que afloran en la playa de Famara. Para ello se han tomado muestras de las areniscas que constituyen el beachrock y la biolilita (FAM 1, 2 y 3), de los sedimentos arenosos intermareales de la playa de Famara (FAM 4 y 5) y de las nebkas (FAM 6 y 7). En estas muestras se han realizado estudios granulométricos, calcimétricos y petrográficos mediante microscopía óptica y electrónica, y microsonda electrónica.



FIGURA 3. Detalle de una capa de calcarenita en la parte central del beachrock (muestra FAM 1), conteniendo laminaciones paralelas.

RESULTADOS SEDIMENTOLÓGICOS Y PETROGRÁFICOS

A continuación se describen los resultados del estudio sedimentológico y petrográfico de los materiales sedimentarios que afloran en la Playa de Famara.

Beachrock y biolilita de Famara

En la zona occidental de la Playa de Famara aparece un beachrock que tiene una potencia de 3 m mientras que la biolilita tiene 0,6 m. En el beachrock se distinguen nueve capas, observables en invierno y en

bajamar viva equinoccial. Estas capas están constituidas por areniscas con algunas bandas de conglomerados y cantos dispersos de tamaños milimétricos y centimétricos, y muestran colores pardo-grisáceos, aunque generalmente son de tonalidades verdosas, rojizas y pardas debido a la presencia de organismos marinos actuales (Figs. 2 y 3). Estas capas tienen potencias $<0,7$ m., a veces muestran laminaciones paralelas y buzamientos nulos o $<10^\circ$, tanto hacia el NE (las tres capas más próximas al océano) como al SO (el resto). Para el estudio petrográfico se han tomado las muestras FAM 1 (capa central del beachrock, Fig. 3) y FAM 2 (capa del techo). Por su parte, la biolilita (muestra FAM 3) es una capa discontinua de arenisca que se dispone sobre los conglomerados de techo del beachrock, de color beige, con 0,6 m de potencia y contiene gasterópodos del género *Dendropoma* en posición de vida, tapizados por mallas de algas coralíneas y colonias de briozoos. Además, esta capa presenta en superficie una costra carbonatada con trazas fósiles de insectos (icnitas de himenópteros).

El estudio petrográfico de las areniscas del beachrock muestra que predominan los granos de arena de tamaño medio (entre 0,2 y 0,5 mm). Entre sus componentes se distinguen los fragmentos terrígenos con valores promedio de 48,7% (sobre todo los granos de rocas basálticas con un 36,3%), el cemento esparítico isopaco con 33,8% y los bioclastos con 15,9%, por lo que son calcarenitas -grainstones- (Tabla 1). En la muestra de la biolilita destacan los bioclastos (37,9%), especialmente los de moluscos con un 32%, y un lodo micrítico entre las partículas con 41,3%, siendo una calcarenita limosa -boundstone-.

Horizonte	Terrígenos (%)	Bioclastos (%)	Micrita (%)	Esparita (%)
FAM 1	53,5	13,5	1	32
FAM 2	43,8	18,3	2,3	35,6
FAM 3	15,5	37,9	41,3	5,3

TABLA 1. Abundancia de los componentes (terrígenos, bioclásticos, esparita y micrita) que aparecen en el beachrock y en la biolilita.

En estas tres muestras se han identificado varias tipologías de cementos carbonatados (Figs. 4 y 5): A) una o varias bandas consecutivas de esparita alrededor de los granos (cemento isopaco) o rellenando huecos de los fósiles; B) lodo micrítico, compuesto por micrita y granos de tamaño arena muy fina-limo de naturaleza variada, rellenando parcialmente los poros o huecos de los fósiles; y C) bandas de esparita en poros. La esparita isopaca tienen potencia <20 μm , pero en bandas superpuestas y en algunas sencillas del interior de las conchas de gasterópodos *Dendropoma* pueden alcanzar las 100 μm . Además, en la superficie del cemento isopaco se observa a veces romboedros de calcita con algunas caras disueltas. En otras bandas aparecen cristales con procesos de disolución superficial más avanzados (Fig. 5A). Por otro lado, las conchas de los gasterópodos se encuentran tapizadas por bandas discontinuas de mallas de algas coralíneas y colonias de briozoos. Estas conchas están rellenas, parcial o totalmente, de lodo micrítico y pueden tener una banda

de cemento esparítico tardío directamente precipitada sobre las conchas o sobre el lodo micrítico (Figs. 4 B). La porosidad en estas calcarenitas es intergranular, aunque puede ser intragranular en los fósiles.

La composición química de los cementos carbonatados confirma que hay dos tipos principales de esparita (Tabla 2): uno con alto contenido en Mg (>10% de $MgCO_3$), en Sr (>1.300 ppm) y en Na (>500 ppm), y que hemos denominado esparita I (HMC), y otro con bajo contenido en Mg (<10% de $MgCO_3$), en Sr (<1.220 ppm) y en Na (<280 ppm), que llamamos esparita II (LMC). Además, el lodo micrítico es de calcita magnesiánica, con una concentración promedio de 13,9% de $MgCO_3$, 1.300 ppm de Sr y 500 ppm de Na, y que hemos denominado micrita I (Tabla 2).

horizonte	cemento	n°	MgCO ₃ (%)	Sr (ppm)	Na (ppm)
FAM 1	Esparita I	3	11,5 (σ 2,4)	1.467 (σ 153)	533 (σ 116)
FAM 1	Esparita II	2	7,5 (σ 2,1)	950 (σ 354)	250 (σ 212)
FAM 1	Micrita I	2	13,9 (σ 0,8)	1.300 (σ 283)	500 (σ 0,0)
FAM 2	Esparita I	2	10,3 (σ 0,6)	1.650 (σ 212)	800 (σ 141)
FAM 2	Esparita II	5	3,5 (σ 0,6)	1.220 (σ 487)	280 (σ 268)
FAM 3	Esparita II	6	4,1 (σ 1,5)	1.167 (σ 393)	200 (σ 245)

TABLA 2. Análisis con microsonda electrónica de cementos carbonatados en el beachrock y la biolilita. n: número de análisis.

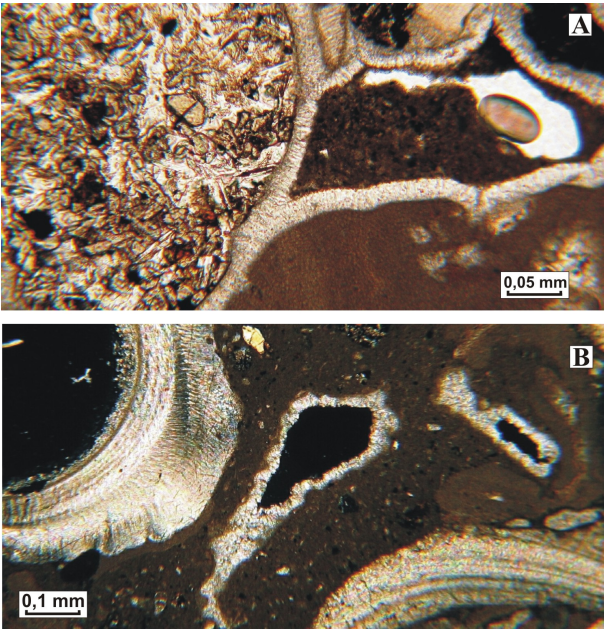


FIGURA 4. Vistas microscópicas (NP) del beachrock (A) y biolilita (B). (A) Granos de arena con esparita isopaca y lodo micrítico en poro (FAM 1); (B) Conchas de *Dendropoma* tapizadas de forma discontinua por mallas de algas coralínáceas entre un lodo micrítico y banda de esparita en poros y dentro de una de las conchas (FAM 3).

Playa de Famara y nebkas

La playa de Famara presenta un perfil suave por lo que la zona intermareal es muy amplia. Los sedimentos de la playa están formados por arenas y, en menor

proporción, por cantos redondeados basálticos de tamaños centimétricos y decimétricos. El estudio granulométrico muestra que las arenas son de tamaño medio (0,26-0,3 mm) y, en general, presentan una selección moderadamente buena (1,45 μm), salvo en la zona cercana a los coluviones del Macizo de Famara, donde las arenas tienen una selección más pobre (2,17 μm). Las partículas más abundantes son los granos de bioclastos (Fig. 6), con un promedio de 58,5%, y los terrígenos aparecen en menor proporción (41,5%), siendo los restos de moluscos los que sobresalen entre los primeros (39,8%) y los fragmentos de rocas basálticas entre los segundos (27,3%). Estos resultados de conteo en los sedimentos de la playa corroboran los datos obtenidos en las calcimetrías, donde se han observado valores promedios de 61% (Tabla 3).

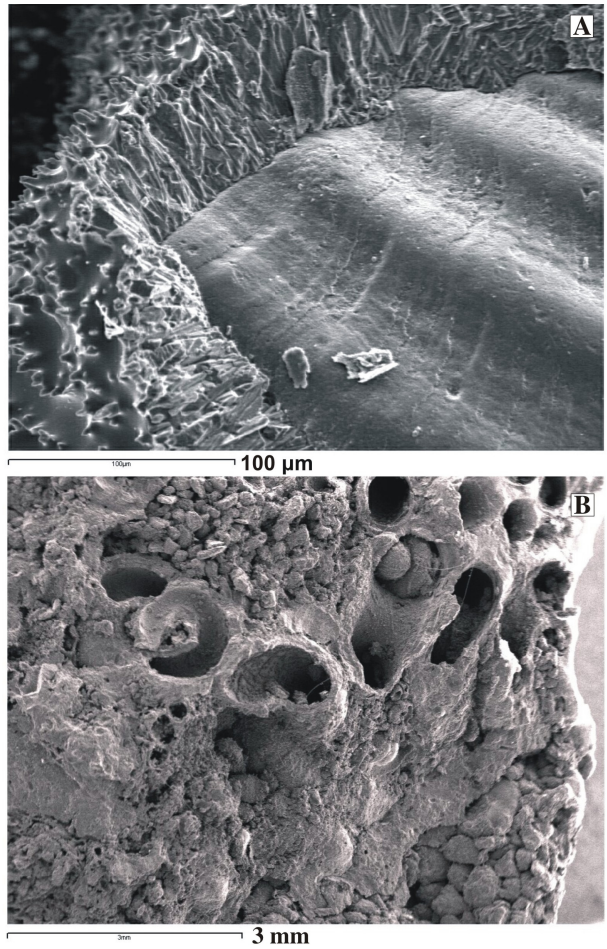


FIGURA 5. Imágenes al microscopio electrónico de las muestras de beachrock y biolilita. (A) Banda de cemento esparítico isopaco alrededor de un grano de molusco (FAM 1); (B) Calcarenita lutítica con conchas de *Dendropoma* (FAM 3)

Muestras	Terrígenos	Bioclastos	% Carbonatos
FAM 4	36	64	63
FAM 5	47	53	59
FAM 6	56,8	43,2	41
FAM 7	55	45	55

TABLA 3. Datos de conteo de granos y calcimetrías en sedimentos de la playa de Famara (FAM 4 y 5) y de las nebkas (FAM 6 y 7).

Las nebkas asociadas a la playa de Famara se desarrollan en forma arqueada desde el pueblo de Caleta de Famara en el lado occidental, hasta la urbanización Famara en su lado oriental. Las dunas tienen alturas inferiores a los 4 m y la vegetación que las fija está constituida por ejemplares de la especie *Traganum moquinii* (balancón). La fuente de sedimentos de estas dunas es el material transportado, por los vientos alisios, desde la zona supramareal hacia el interior. La granulometría de las dunas muestra que son arenas medias (promedio de 0,27 mm) y con una selección moderadamente buena (promedio 1,54 μ m). El estudio petrográfico indica que predominan ligeramente los componentes terrígenos (promedio de 56%) sobre los bioclásticos (44%), y entre estos componentes destacan los granos de basaltos (33,8%) y los de moluscos (24,5%). Las calcimetrías de estos sedimentos presentan valores medios de un 48% en carbonatos.

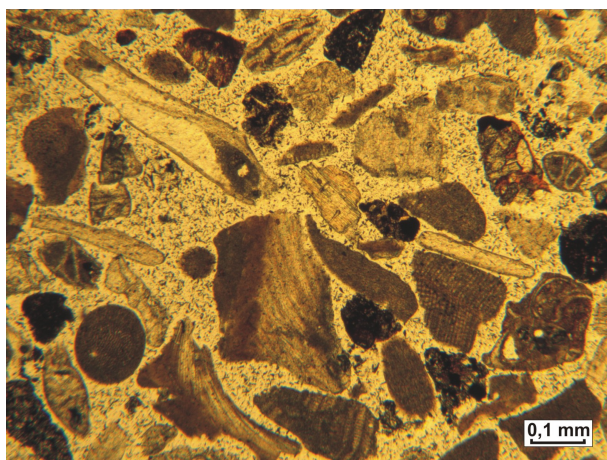


FIGURA 6. Imagen microscópica de las arenas de la Playa de Famara, con abundantes bioclastos y algunos terrígenos (NP).

DISCUSION

Las calcarenitas del beachrock de Famara contienen proporciones similares de granos de terrígenos y de bioclastos, con dos tipos de esparita diferentes (HMC y LMC) y un lodo micrítico tardío que rellena algunos poros. La ausencia de estructuras orgánicas en el cemento carbonatado y su geoquímica elemental (concentraciones de Mg, Sr y Na), sugiere que el mecanismo principal de cementación en el beachrock fue inorgánico, y relacionado con la mezcla entre aguas marinas y meteóricas en un ambiente costero. Las capas del beachrock con buzamientos hacia el NE y SO podrían indicar procesos neotectónicos de deformación, como los descritos por Zazo *et al.* (1997) en la zona de Famara. Por otra parte, la biolitita corresponde a un evento sedimentario costero tardío, una vez formado el beachrock. En consecuencia se puede deducir que el afloramiento del beachrock y la biolitita implica procesos de retrogradación costera (menos sedimentación y más erosión), pero su presencia previene la erosión de la playa de Famara y las nebkas.

Las características petrológicas del beachrock de Famara son diferentes a los estudiados en La Palma (Calvet *et al.*, 2003), que están caracterizados por la

presencia de conglomerados y areniscas con cantos y arenas de naturaleza basáltica, y cementos de aragonito y micrita HMC. No obstante, beachrock carbonatados estudiados en otras latitudes y con distintas edades (Kneale y Viles, 2000; Marques y De Ros, 2006; entre otros) muestran una gran variabilidad de cementos, componentes y factores de precipitación. En conclusión, las condiciones genéticas de los beachrock son diversas.

La playa de Famara y las nebkas están caracterizados por sedimentos arenosos de grano medio, pero mientras que en las arenas de la playa hay mayores proporciones de carbonatos y bioclastos, y están pobremente seleccionados, en las arenas dunares sobresalen los terrígenos y tienen mejor selección. Los fragmentos de roca básica, minerales e intraclastos encontrados en estos sedimentos, proceden de la erosión de los materiales basálticos próximos y de las rocas sedimentarias presentes en la playa, y los bioclastos son restos de la fauna y flora marina. Estas pequeñas variaciones composicionales y texturales entre los sedimentos de Famara son normales y se han descrito en otras zonas costeras como, por ejemplo, en la playa de Maspalomas (Hernández y Mangas, 2004).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución al proyecto PI2002/008 del Gobierno de Canarias.

REFERENCIAS

- Calvet, F., Cabrera, M.C., Carracedo J.C., Mangas, J., Pérez-Torrado, F.J., Recio, C. y Travé, A. (2003): Beachrocks from the island of La Palma (Canary Islands, Spain). *Marine Geology*, 197, 75-93.
- González-Delgado J.A., Zazo, C., Goy, J.L., Civis, J. Templado, J., Calvo, M. y Dabrio, C. (2005): Paleoenvironmental significance of C and O isotopic signal in Last Interglacial Gastropod *Dendropoma* shell concentration from Canary (Spain) and Sal (Cape Verde) Islands. *Revista Sociedad Geológica de España*, 18 (3-4), 207- 211.
- Hernández, L. y Mangas, J. (2004): Caracterización de los materiales sedimentarios aflorantes en el sistema de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias). En: *Procesos geomorfológicos y evolución costera* (R. Blanco-Chao, J. López-Bedoya y A. Pérez-Alberti). Universidad de Santiago de Compostela, 67-81.
- Kneale, D. y Viles, H.A. (2000): Beach cementation: incipient CaCO₃-cemented beachrock development in the upper intertidal zone, North Uist, Scotland. *Sedimentary Geology*, 132, 165-170.
- Marques, M. y De Ros L.F. (2006): Cementation patterns and genetic implications of Holocene beachrock from northeastern Brazil. *Sedimentary Geology*, 192, 207-230.
- Zazo, C., Hillaire-Marcel, C., Goy, J.L., Ghaleb, B. y Hoyos, M. (1997): Cambios del nivel del mar-clima en los últimos 250 Ka: Canarias orientales, España. *Boletín Geológico y Minero*, 108, 487-497.