

# Transformación de coladas básicas alcalinas subaéreas en lavas almohadilladas en ambiente litoral: un ejemplo del Plioceno, Norte de la isla de Gran Canaria

D. Gimeno<sup>1</sup>, F.J. Pérez Torrado<sup>2</sup>, J.L. Schneider<sup>3</sup> y P. Wassmer<sup>4</sup>

- 1 Dpto. de Petrología, Geoquímica y Prospección Geológica. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad de Barcelona. Zona Universitaria de Pedralbes. 08071-Barcelona.
- 2 Dpto. Física-Geología. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Campus Universitario de Tafira. 35017-Las Palmas de Gran Canaria.
- 3 Département des Sciences de la Terre. Université de Lille. Bât. SN5. 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex (Francia).
- 4 CEREG. Université de Strasbourg (Francia).

## ABSTRACT

*This note describes the transition of a basic lava flow (4.3-4.15 m.y.) belonging to initial events of Roque Nublo volcanic group to submarine pillow lava flows in the northeastern shoreline of Gran Canaria island. The host littoral environment is characterized by a flat shallow shelf covered by a decimeter to meter thick level of white even laminated marine sediments. The lava rivers flowed some 20 km from the center of Gran Canaria island towards the sea, and 3 km inside of the shallow shelf. The bottom of the pillows level crops out in the range of 75-140 m above present sea level, and is constituted by a 20 m thick level of dominant pillow lava flows, and minor pillow breccia and hyaloclastite. It is characteristic the absence of hyaloclastite delta, and the pillow tubes are intrusive in the underlying white marine sediments. A number of lithofacies (peperitization, in situ hyaloclastite formation, fluidification of sediment, erosion and bulldozing of sediment) are characteristic of this lower section of pillow pile. The pillow shows evidence of shallow water column (multiple rind structure), fast flow (hollow pillows) and moderate degasification of the magma (segregation of phenocrystals towards the glassy rinds). The upper transition of the pillow pile to pahoehoe flows shows a characteristic lithofacies constituted by metric feeder tubes filled with hyaloclastites generated in situ.*

**Key words:** pillow lava, subaerial to submarine transition, feeder tubes filled with hyaloclastites in situ, Gran Canaria.

## INTRODUCCIÓN

La llegada de coladas lávicas a un medio subacuático es un fenómeno conocido desde antiguo, en especial en el caso de islas oceánicas (véase p.e. Jones y Nelson, 1970); es característica la formación de nubes de vapor en la zona de interacción agua-magma, la generación de hialoclastitas en las zonas de playa y, frecuentemente, un notable incremento areal en la zona emergida como se observó en la erupción del Teneguía en la isla de la Palma en el año 1971 (Afonso *et al.* 1974). Por el contrario, la transformación de coladas subaéreas en lavas almohadilladas en ambiente litoral es mucho menos conocida, debido esencialmente a que por motivos obvios se necesita estudiar afloramientos de difícil acceso. Los afloramientos de lavas almohadilladas y su significado general (entrada de flujos lávicos subaéreos canalizados por la red fluvial en una extensa plataforma marina de baja profundidad) que nos ocupan en esta nota

son conocidos desde hace tiempo (Vuagnat 1960; Afonso *et al.* 1969; Lietz y Schmincke, 1975; Schmincke y Staudigel, 1976; ITGE, 1992) y aunque incluso han sido empleados por su excelencia para ilustrar este tipo de litofacies subacuáticas en obras de amplia difusión (Araña y Carracedo, 1978; McPhie *et al.* 1993) nunca han sido objeto de estudio específico.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

El crecimiento subaéreo de Gran Canaria se realizó durante 3 ciclos magmáticos conocidos como Ciclo I (Mioceno), Ciclo II o Roque Nublo (Plioceno) y Ciclo III (Plio-Cuaternario). Entre los Ciclos I y II (entre 8,5 y 5,3 m.a., aproximadamente) existe un periodo de inactividad volcánica (o atendiendo a datos recientes, habría que denominarlo como periodo de actividad volcánica muy residual —ver Pérez Torrado *et al.*, este volumen—) en el que tiene

lugar un fuerte desmantelamiento erosivo de la isla. Coincidiendo con este periodo y prolongándose durante el Ciclo II, se forman los depósitos volcano-sedimentarios de la Formación Detrítica de Las Palmas —FDLP— (Gabaldón *et al.*, 1989; ITGE, 1992) (Fig. 1), la cual se divide en tres miembros: a) Miembro Inferior formado durante este hiato volcánico y que comprende una serie de depósitos conglomeráticos (con cantos de naturaleza fonolítica del Ciclo I) de carácter aluvial; b) Miembro Medio, que comprende depósitos marinos de características litorales formados al final del hiato volcánico (entre los 5 a 4 m.a., aproximadamente), fruto de un periodo transgresivo en el que se encontraba inmersa Gran Canaria, a los que se asocian los depósitos de lavas almohadilladas descritos en esta nota, y c) Miembro Superior que incluye una sucesión de depósitos aluviales, laháricos y piroclásticos, con ocasionales lavas intercaladas, formados contemporáneamente al Ciclo II.

La actividad volcánica del Ciclo II se caracteriza por el desarrollo de un estratovolcán en el centro de la isla y en cuya evolución se suceden mecanismos eruptivos y materiales muy diferentes (Pérez Torrado *et al.*, 1995). Así, durante los primeros signos de actividad volcánica de este edificio, tiene lugar una serie de emisiones de lavas básicas (basaltos alcalinos a basanitas) que, canalizadas a través de una red de paleobarrancos y formando flujos tipo pahoe-hoe, logran alcanzar los sectores costeros del N y NE de la isla, ganando al mar una superficie de unos 40 km<sup>2</sup> (Pérez Torrado *et al.*, 1995) y formando una secuencia de estructuras de transformación que son el objeto de este estudio. Estas lavas han sido datadas en unos 4.15-4.3 m.a. (Lietz y Schmincke 1975, ITGE 1992) y sus principales afloramientos, reflejados en la cartografía oficial (ITGE, 1992), están ubicados en los barrancos de Tamaraceite y Quintanilla, barrios de Schaman, Escaleritas y Salto el Negro en Las Palmas de Gran Canaria, y frente costero entre Las Palmas de Gran Canaria y Punta de Arucas (Fig. 1).

### CARACTERÍSTICAS DE LAS LAVAS ALMOHADILLADAS Y LITOFACIES MÁS SIGNIFICATIVAS

Las lavas almohadilladas reposan, bien sobre un nivel guía marino blanco (e.g., Barranco de Tamaraceite), bien sobre los conglomerados de clastos fonolíticos del Miembro Inferior de la FDLP (e.g., barrancos de Quintanilla y Tamaraceite) o bien directamente sobre materiales volcánicos fonolíticos del Ciclo I (e.g., barrio de Salto del Negro en Las Palmas). Donde los afloramientos presentan un perfil vertical completo, por encima del sustrato volcánico, los conglomerados y/o el nivel marino blanco aparecen los pillows y sobre ellos, sin aparente solución de continuidad en el panorama, las lavas pahoe-hoe correspondientes al apilamiento sucesivo y rápido de diferentes coladas métricas. En sí misma esta sucesión indica, tal como acertadamente han señalado los trabajos precedentemente citados,

tanto el carácter y origen de estos depósitos subacuáticos a partir de flujos subaéreos como la profundidad del fondo marino en la plataforma en el momento de su llegada, de orden de unos 20 metros, que es el espesor promedio que muestran las coladas de pillows y las hialoclastitas que localmente aparecen asociadas. Hacia el interior de la isla esta potencia decrece gradualmente, al tiempo que crece la de las coladas pahoe-hoe que va de unos 10 metros en la costa actual hasta más de 30 metros en el interior. La cotas actual de afloramiento del nivel basal de las coladas de pillows oscila desde unos 75 metros en los afloramientos de la costa hasta unos 140 metros en el Barrio de Tamaraceite.

Por lo que se refiere a las características de litofacies principales de los depósitos, hay que destacar la amplísima predominancia de las coladas de lavas almohadilladas sobre las hialoclastitas, así como la inexistencia de un delta de hialoclastitas *s.str.* Este tipo de deltas caracterizan el tramo inferior de muchos de los depósitos de pillow lavas asociados a la llegada de coladas subaéreas al mar en islas oceánicas, llegando a presentar una potencia varias veces superior a la de las mismas lavas almohadilladas (véase Jones y Nelson, 1970, y referencias en dicho trabajo). Su ausencia confirma plenamente que la llegada de las coladas lávicas se produjo sobre una amplia plataforma erosiva de carácter planar extensamente desarrollada posiblemente, tal como sugiere la edad de los pillows, en concomitancia con un proceso transgresivo de carácter eustático de orden mayor (Lietz y Schmincke, 1975; Pérez Torrado *et al.*, 1995). Las evidencias cartográficas y de campo sugieren que la alimentación de los flujos de pillows se produjo a través de varios barrancos procedentes de sectores centrales de la isla, tras recorridos del orden de 20 o más kilómetros, de modo que lo que hoy aparece como un depósito continuo de coladas de pillow lavas, posiblemente corresponde a la coalescencia de diferentes aportes. Los aportes a partir de un barranco se debieron expandir radialmente a partir del punto de convergencia del barranco con la playa. Las distancias perpendiculares a la línea de costa trazadas por los flujos de pillows son del orden de tres kilómetros, y en algunos de los afloramientos más septentrionales (p.e., vertientes este y, especialmente, oeste, del barranco de Tamaraceite) se observa que el frente preservado se caracteriza por presentar un marcado predominio de las hialoclastitas, con un grosero desarrollo de estratificación en foresets dispuestos en abanico hacia la costa actual, y eventual inyección de pillows (o presencia de brechas de pillows aislados en la hialoclastita) que interpretamos constituye el afloramiento distal del depósito.

Son varias las consecuencias que pueden deducirse de todos estos datos macroscópicos. La primera, el carácter erosivo del frente de las coladas de pillows y su capacidad de arrastre de la lámina superficial de materiales inconsolidados subyacentes. En segundo lugar, la elevada tasa de aporte de flujos subaéreos, que permitió la llegada y

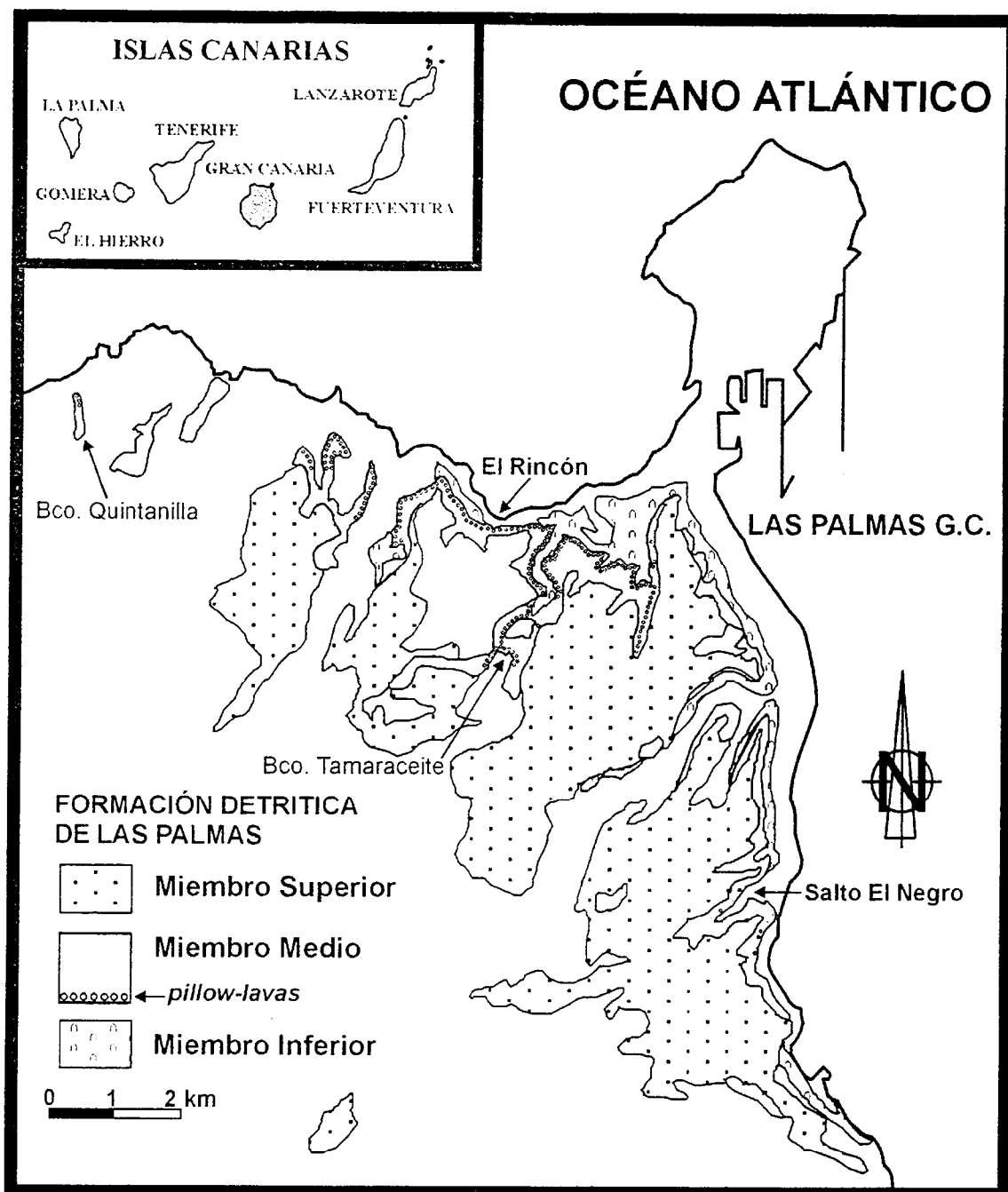


FIGURA 1: Esquema geológico (modificado de ITGE, 1992) de la Formación Detrítica de Las Palmas y localización de los principales afloramientos de pillow lavas.

rápida expansión de éstos en la plataforma marina sin que aparentemente se obturaran los focos de alimentación y dieran lugar a masas notables de hialoclastitas y, asociada a esta elevada tasa de aporte de lava a partir de cauces relativamente estrechos, la elevada velocidad de expansión de los flujos de lavas en la plataforma marina. Algunas erupciones recientes en islas oceánicas (p.e., algunas del archipiélago de Hawaii; o la del Teneguía, Afonso *et al.*, 1974) han demostrado que depósitos comparables pueden formarse en el curso de erupciones que duran tan sólo días o semanas.

Por lo que se refiere a las estructuras internas y externas de los pillows (y los lentejones de brechas de pillows aso-

ciados) presentes en el cuerpo principal del depósito, sólo cabe decir que su riqueza excede con creces los límites y objetivos de esta nota. Los afloramientos longitudinales y transversales presentes en muchos de los barrancos (p.e., el de Tamaraceite), permiten disponer de secciones tridimensionales completas de los cuerpos tubulares entrelazados de pillows, de dimensiones métricas y secciones transversales pluricentimétricas. Entre las estructuras diagnósticas queremos resaltar la abundancia de pillows implosionados con múltiples anillos vítreos, propios de medios muy poco profundos, la presencia abundante de pillows huecos y semihuecos con cúpulas estalagmíticas y bases estalagmíticas de lava, más abundantes en los secto-

res proximales respecto a los focos de alimentación a la salida de los barrancos, que hay que interpretar en el contexto de alta velocidad de los flujos de pillows, y la presencia de evidencias claras (segregación de fenocristales hacia el borde vítreo) de que las coladas no llegaron excesivamente desgasificadas al mar.

Finalmente, queremos resaltar la presencia de dos conjuntos de litofacies particularmente significativas en la base y el techo del paquete de pillows. En la base hay que destacar el carácter intrusivo, respecto al substrato sedimentario, de las coladas de pillows, es decir, la introducción de digitaciones tubulares (buzando en dirección al mar) en el nivel guía marino blanco, con la consiguiente peperitización e hialoclastización de los bordes vítreos de los pillows y la fluidificación del encajante sedimentario. En el techo de la colada hemos podido localizar unas estructuras macroscópicas que marcan el tránsito subaéreo-subacuático: consisten en tubos métricos de sección elíptica (eje mayor dispuesto verticalmente, con relación de ejes horizontal:vertical 1:3 a 1:2), consistentes en un anillo vítreo externo pluricentimétrico y un relleno hialoclastizado in situ, densamente empaquetado, con fragmentos centimétricos o menores. Proponemos denominar en lo sucesivo esta estructura tubos alimentadores con anillo vítreo y rellenos de hialoclastitas formadas in situ (feeder tubes filled with hyaloclastites in situ).

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos de la CICYT PB96-0243 y MAR97-1925-E, y gozó en su día de financiación complementaria por parte del proyecto de la Comisión Europea BRE2-CT93-0559. Los autores desean agradecer especialmente a la Comandancia de Marina de Las Palmas de Gran Canaria por la hospitalidad en el cuartel de la Marina "Manuel Lois", así como al SEPRONA de la Guardia Civil por las facilidades dadas para la realización del trabajo en una zona protegida.

#### REFERENCIAS

- Afonso, A., Aparicio, A., Hernández-Pacheco, A. y Rodríguez-Badiola, E. (1974): Morphology evolution of Teneguía volcano area. *Estudios Geológicos*, vol. Teneguía: 7-13.
- Araña, V. y Carracedo, J.C. (1978): Los volcanes de las Islas Canarias. III Gran Canaria. Ed. Rueda, Madrid, 175 p.
- Gabaldón, V., Cabrera, M.C. y Cueto, L.A. (1989): Formación detrítica de Las Palmas. Sus facies y evolución sedimentológica. *ESF Meeting on Canarian Volcanism*, Lanzarote: 210-215.
- ITGE (1992): Memoria y mapa geológico a escala 1:100.000: Gran Canaria (21-21/21-22).
- Jones, J.G. y Nelson, P.H.H. (1970): The flow of basalt lava from air into water. Its structural expression and stratigraphic significance. *Geol. Mag.*, 107 (1): 13-19.
- Lietz, J. y Schmincke, H.U. (1975): Miocene-Pliocene sea level changes and volcanic episodes on Gran Canaria (Canary Islands) in the light of new K-Ar ages. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 18: 213-239.
- McPhie, J.; Doyle, M. y Allen, R. (1993): *Volcanic textures. A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks.* Centre for Ore Deposit and Exploration Studies, University of Tasmania, Hobart, Tasmania, 198 p.
- Navarro, J.M., Aparicio, A. y García Cacho, L. (1969): Estudio de los depósitos sedimentarios de Tafira a Las Palmas. *Estudios Geológicos*, 25: 235-248.
- Pérez Torrado, F.J., Carracedo, J.C. y Mangas, J. (1995): Geochronology and stratigraphy of the Roque Nublo Cycle, Gran Canaria, Canary Islands. *J. Geol. Soc. London*. 152: 807-818.
- Vuagnat, M. (1960): Sur les laves en coussin des environs de Las Palmas. Grande Canarie (Note préliminaire). *Archives des Sciences, Physiques et Natureles*, Genève. 13: 153-157.