



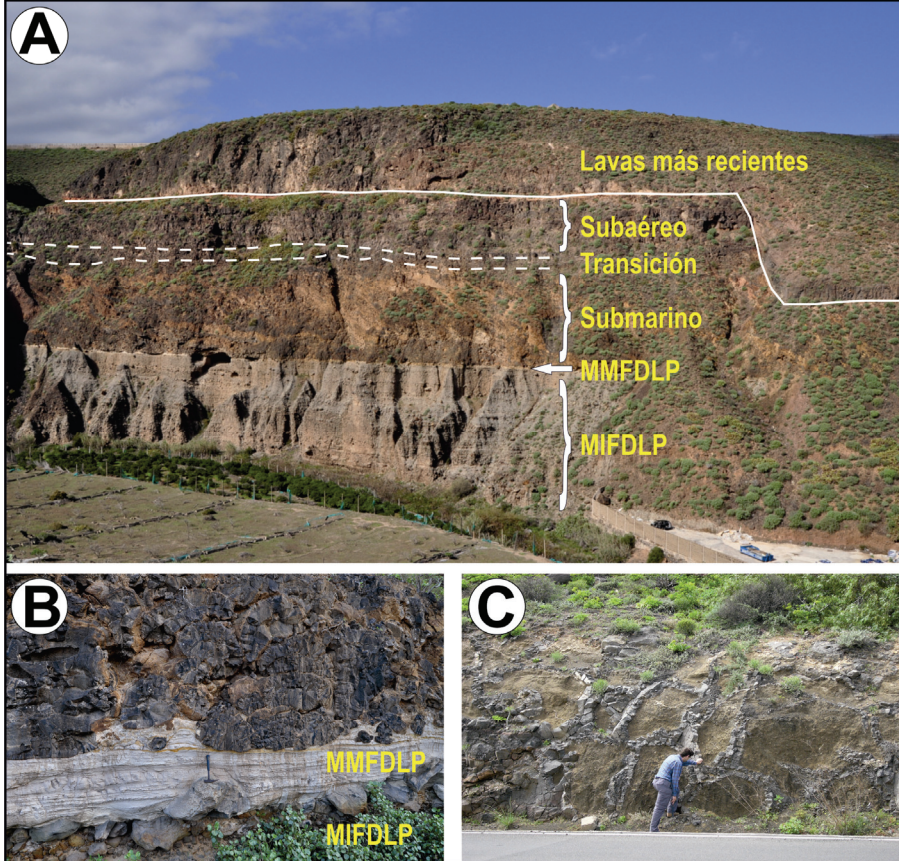
Niveles marinos antiguos grabados en rocas volcánicas

Fig. 1. Morfologías de lavas básicas. A) Formas cordadas y lisas en lavas pahoehoe (Hawaii, junio 2003). B) Frente de avance de lava a'a en la isla de Fogo, Cabo Verde (febrero 2015). C) Formación de una nueva almohadilla desde el frente de avance de un tubo sumergido (Hawaii, abril 2012. Foto tomada de www.telegraph.co.uk). D) Secciones transversales de lavas almohadilladas en el Barranco de Tamaraceite, Gran Canaria.

**Francisco José Pérez Torrado y
María del Carmen Cabrera Santana**

La posición del nivel del mar respecto de las tierras emergidas, correspondiente a la cota o altura cero, varía continuamente a lo largo del tiempo. Estas variaciones responden a distintas causas naturales, estando las más importantes ligadas a movimientos isostáticos y eustáticos. Los movimientos isostáticos se refieren a elevaciones y hundimientos de la corteza terrestre debido a pérdidas o aumentos de peso (erosión vs. sedimentación, deshielo vs. glaciación, etc.). Los movimientos eustáticos, por su parte, se refieren a los ascensos y descensos del nivel del mar por diferentes

causas entre las que las variaciones climáticas son las más representativas. En periodos glaciares, un gran volumen de agua queda atrapada como hielo en los casquetes glaciares, lo que conlleva a una drástica reducción del agua líquida en los océanos y, en consecuencia, una disminución de la altura del nivel del mar. Por el contrario, en periodos interglaciares, el deshielo provoca un aumento del volumen de agua líquida en las cuencas oceánicas, provocando un ascenso del nivel marino.



conocen con el término de lavas. Estas lavas al fluir y detenerse posteriormente, adoptan diferentes morfologías en su superficie atendiendo a diversos factores, entre los que destaca el ambiente (subaéreo o subacuático) en el que tiene lugar el enfriamiento. Las lavas de magmas básicos (aquellos con contenidos en SiO₂ entre 45 y 52% en peso, siendo los más abundantes en la naturaleza) adoptan tres distintas morfologías conocidas con los términos a'a, pahoehoe y lavas almohadilladas. Las lavas a'a y pahoehoe (términos hawaianos que en Canarias solemos nombrar como malpaís y lavas cordadas, respectivamente) son típicas de enfriamiento en ambiente subaéreo y sus diferencias están ligadas a variaciones en el volumen del flujo, viscosidad del magma y topografía del terreno por el que fluyen (Fig. 1A y B).

Por su parte, las lavas almohadilladas, conocidas como pillow lavas en la terminología inglesa, presentan morfologías muy características, con formas de tubo cilíndrico en sección longitudinal y esféricas en sección transversal (Fig. 1C y D). Estas morfologías se originan por el brusco enfriamiento de los márgenes de la lava al contacto con un cuerpo de agua, contrayéndose y originando tubos cilíndricos que aíslan térmicamente a la lava en su interior que, de este modo, sigue fluyendo y avanzando con la formación de subsiguientes tubos que se interdigitan y superponen entre sí.

Para más detalles sobre las distintas morfologías de lavas y los factores que las determinan véase, por ejemplo, a Lockwood y Hazlett.⁽²⁾

Deltas de lavas

Los deltas de lavas son complejas estructuras que se forman cuando flujos de lavas subaéreas penetran en el mar, modificando sustancialmente la costa y permitiendo a una isla volcánica crecer.

Los deltas de lavas muestran una típica división de sus materiales en dos partes bien diferenciadas. La parte inferior, con capas inclinadas e imbricadas hacia el mar, presenta estructuras (litofacies) típicas de enfriamiento bajo el agua como son lavas almohadilladas, hialoclastitas y peperitas. La parte superior, con capas horizontales, muestra en cambio estructuras típicas de enfriamiento subaéreo, como son lavas pahoehoe o a'a, grietas de retracción verticales, etc.⁽³⁾⁽⁴⁾

Fig. 2. Delta de lava del volcán Roque Nublo expuesto en la actualidad en el Barranco de Tamaraceite, Gran Canaria. A) Vista general y distribución de litofacies. MIFDLP y MMFDLP, Miembro Inferior y Miembro Medio, respectivamente, de la Formación Detrítica de Las Palmas. B) Detalle del contacto entre las lavas almohadilladas y los sedimentos marinos del Miembro Medio de la Formación Detrítica de Las Palmas, marcando el inicio de la secuencia estratigráfica del sector inferior submarino. C) Detalle de los tubos poligonales rellenos de hidroclastos in situ localizados en la zona de transición.

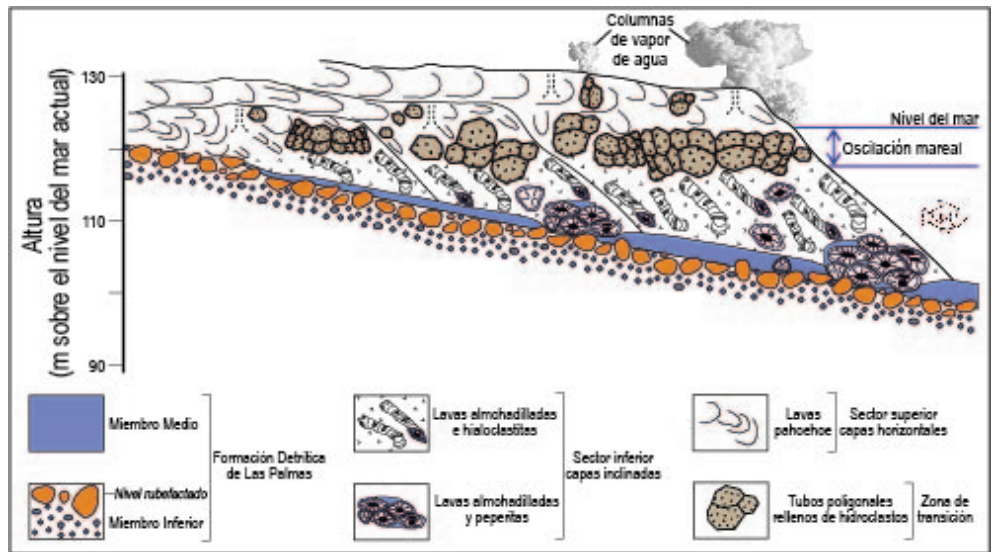
La reconstrucción en el tiempo de la posición relativa del nivel del mar es una tarea compleja que requiere de numerosos estudios pluridisciplinares. Los beneficios de esas reconstrucciones son numerosos pues permite comprender la evolución de las costas, del clima, de ecosistemas, etc.

Desde el punto de vista geológico, la reconstrucción de la línea de paleocosta normalmente está asociado a estudios del registro sedimentario⁽¹⁾. Pero el nivel del mar también puede quedar impreso en sucesiones volcánicas, como ocurre con la emersión de una nueva isla volcánica o cuando lavas subaéreas alcanzan la costa y generan deltas de lava. Este último caso ocurrió en la isla de Gran Canaria en el Plioceno, hace unos 4 millones de años (m.a.), cuando en la cumbre de la isla se erigió un gran edificio volcánico conocido como Roque Nublo.

Lavas subaéreas y lavas subacuáticas

En las erupciones volcánicas efusivas (es decir, no explosivas) los magmas emergen a la superficie terrestre en forma de "ríos" de roca fundida que se

Fig. 3. Modelo de crecimiento del delta de lava del volcán Roque Nublo en Gran Canaria. Obsérvese la posición de los tubos poligonales rellenos de hidroclastos in situ en la zona de transición, marcando, por tanto, la posición del nivel del mar hace unos 4 millones de años (figura modificada de Pérez-Torrado et al., 2015 –cita 7-).



En el tránsito entre ambas partes se localiza una estrecha zona definida por primera vez como “passage zone” por Jones y Nelson en 1970⁽⁵⁾. Esta zona de transición supone una herramienta paleoambiental de primer orden porque marca con exactitud la posición del nivel del mar en un tiempo específico. Ello es debido a que la construcción de los deltas de lavas son procesos que duran años a decenas de años, por lo que a escala geológica se consideran instantáneos.

El delta de lava del estratovolcán Roque Nublo en la isla de Gran Canaria

Después de unos 3 m.a. de inactividad volcánica en la isla de Gran Canaria (entre 8 a 5 m.a., aproximadamente), los agentes geológicos externos habían esculpido una isla parecida a la actual, con una red radial de profundos barrancos y anchas plataformas de abrasión en la costa. Los materiales sedimentarios de unos y otros forman la denominada Formación Detrítica de Las Palmas (FDLP) por situarse sus mejores afloramientos en los alrededores de la capital grancanaria. Esta formación sedimentaria se divide en varios miembros, representando el miembro inferior los depósitos de los paleobarrancos y el miembro medio los depósitos marinos costeros⁽⁶⁾. Este miembro medio, localizado a alturas entre 50 a 120 m, se formó con un nivel del mar más alto que el actual, representando un importante episodio transgresivo marino de edad Pliocena cuyo inicio puede estimarse hacia los 5 ma.

Contemporáneo con ese ascenso del nivel mar, la isla de Gran Canaria vio resurgir su actividad volcánica con la construcción de un gran edificio volcánico similar al actual Teide en la vecina isla de Tenerife. Este edificio, bautizado como el estratovolcán Roque Nublo, dominó los paisajes de las cumbres de la isla durante casi 2 m.a. (entre 4,6 a 2,8 m.a.). Un episodio efusivo importante tuvo lugar hacia los 4 m.a., donde cuando un conjunto de lavas surgidas desde el foco principal del volcán y después de recorrer más de 20 km a lo largo de los paleobarrancos de la época, alcanzaron la costa en áreas del NE, N y O de la isla. En las dos primeras áreas (entre los barrancos de Guiniguada y Tenoya) construyeron un



Fig. 4. Delta de lava en la isla de Hawaii, formando lo que en Canarias conocemos como isla baja (foto tomada en julio 2006). Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).



Fig. 5. Delta de lava formado en la isla de Hawaii (foto tomada en marzo de 2005) (USGS).



Fig. 6. Delta de lava formado en la isla de Hawaïi (foto tomada en febrero de 2009) (USGS).



Fig. 7. Lavas penetrando en el mar y formando un delta de lava (isla baja) que gana terreno al mar (foto tomada en febrero de 2005) (USGS).



Fig. 8. Lavas penetrando en el mar y formando un delta de lava (isla baja) que gana terreno al mar (foto tomada en mayo de 2004) (USGS).

La localización actual de esta litofacies, en una franja constante de altura comprendida entre 118-125 m constata un periodo transgresivo del mar Plioceno muy importante que, para el caso concreto de Gran Canaria, debe conjugar tanto movimientos eustáticos como isostáticos.

delta de lava que ofrece en la actualidad magníficos afloramientos para su reconstrucción tridimensional. Se calcula que este delta de lava ganó al mar una superficie de al menos 18,7 km² e hizo avanzar la línea de costa unos 3 km⁽⁷⁾.

El delta de lava presenta una sucesión estratigráfica de litofacies en la vertical común a otros delta de lavas en el mundo, con dos sectores claramente diferenciados separados por una zona de transición (Fig. 2A). El sector inferior se apoya sobre los sedimentos costeros del miembro medio de la FDLP y está conformado por un juego de capas inclinadas (30-40°) preferentemente hacia el mar en las que se observan típicas estructuras de enfriamiento submarino, como lavas almohadilladas, hialoclastitas y peperitas (Fig. 2B). El sector superior se dispone discordantemente sobre el inferior, desarrollando capas horizontales en las que se distinguen morfologías pahoe-hoe y diaclasado vertical, típicos de enfriamiento subaéreo.

El elemento diferenciador del delta de lava del Roque Nublo se localiza en la zona de transición, donde se observan unas estructuras peculiares que permiten caracterizarlas como una nueva litofacies, nunca antes citada en la bibliografía.

Descubrimiento de nueva litofacies en la zona de transición

La nueva litofacies está compuesta por un empaquetamiento compacto de tubos con morfología poligonal en sección transversal, de 3 a 5 m de diámetro que muestra una clara división entre las paredes y el relleno interior (Fig. 2C). Las paredes externas, de varios centímetros a decímetros de espesor, están formadas por lava muy cristalina y poco vesicular. Por su parte, el relleno interior está compuesto por fragmentos centimétricos angulosos (hidroclastos) que se distribuyen a modo de piezas de un rompecabezas, con separaciones milimétricas entre los distintos fragmen-

tos. Este hecho pone de manifiesto que la fragmentación debió ocurrir in situ, es decir, dentro de los tubos, sin ningún tipo de transporte posterior.

Las estructuras que conforman esta nueva litofacies apuntan a una interacción explosiva agua-magma en el interior de tubos de lavas. Ello tiene que ocurrir en el primer contacto de las lavas subaéreas con el agua marina, es decir, en la misma línea de costa y bajo un régimen mareal de varios metros.

En consecuencia, a diferencia de las lavas almohadilladas e, incluso, los sedimentos marinos del Miembro Medio de la FDLP, que se formaron a distintas profundidades bajo el mar, la nueva litofacies descubierta marca la posición exacta del nivel del mar, incluso con su rango mareal, hace 4 m.a. (Fig. 3). La localización actual de esta litofacies, en una franja constante de altura comprendida entre 118-125 m constata un periodo transgresivo del mar Plioceno muy importante que, para el caso concreto de Gran Canaria, debe conjugar tanto movimientos eustáticos como isostáticos.

Como conclusión, se puede afirmar que esta nueva litofacies, bautizada por sus descubridores como tubos poligonales alimentadores de lava rellenos de hidroclastos (ver cita 7), representa una herramienta paleoambiental de primer orden para el estudio de las oscilaciones del nivel del mar.

Bibliografía

- (1) (Coe, A.L., D.W.J. Bosence, K.D. Church, S.S. Flint, J.A. Howell y R.C.L. Wilson (2003) The sedimentary record of sea-level change. The Open University & Cambridge University Press, 287 pp.
- (2) Lockwood, J.P. y R.W. Hazlett (2010). Volcanoes: Global perspectives. Wiley-Blackwell, 552 pp.
- (3) Skilling, I.P. (2002) Basaltic pahoehoe lava-fed deltas: Large-scale characteristics, clast generation, emplacement processes and environmental discrimination. En: Smellie, J.L. & Chapman, M.G. (eds) *Volcano-Ice Interaction on Earth and Mars*. Geological Society, London, Special Publications, 202: 91–113.
- (4) Smellie, J.L., T.I. Wilch y S. Rocchi (2013) *Geology*, 41:403–406
- (5) Jones, J.G. y P.H.H. Nelson (1970) *Geological Magazine*, 107:13–19.
- (6) Cabrera, M.C., D. Gimeno y F.J. Pérez-Torrado (2008) Vulcanismo y sedimentación: Interrelación en ambientes costeros. En: Perez-Torrado, F.J. & Cabrera, M.C. (eds) *Geo-Guías 5: Itinerarios Geológicos por las Islas Canarias*. Gran Canaria. Sociedad Geológica de España, 73–88.
- (7) Pérez-Torrado, F.J., D. Gimeno, M. Aulinas, M.C. Cabrera, H. Guillou, A. Rodríguez-González, G. Gisbert y J.L. Fernández-Turiel (2015) *Journal of the Geological Society*, 172:29–43.

Enero

- ECODIM — Ecology and Diversity of Marine Microorganisms. Dichato, Chile (11-30/01/2016). <http://ecodim.imo-chile.cl/>
- CECOMA 2016. Challenges in the Environmental Management of Coastal and Marine Areas. Las Palmas de Gran Canaria. España (25-29/01/2016). <http://ecoqua.ulpgc.es/CECOMA>
- Programa UN MAR DE CIENCIAS 2016- Proyecto de ciencias para estudiantes de Primaria, Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional. Sociedad Atlántica de Oceanógrafos (inscripción hasta el 29/01/2016). <http://www.sociedadatlanticadeoceanografos.org/un-mar-de-ciencias-edicion-2016>

Febrero

- Mares Conference on Marine Ecosystems Health and Conservation. Olhão, Portugal (01-05/02/2016). <http://www.maresconference.eu/>
- Ocean Sciences Meeting. New Orleans, Louisiana, Estados Unidos (21-26/02/2016). <http://osm.agu.org/2016/>

Marzo

- ICS2016 — International Coastal Symposium 2016. Sydney, Australia (06-11/03/2016). <http://ics2016.org/>
- Día Mundial de la Meteorología (08/03/2016).
- Oceanology International, Londres, Reino Unido (15-17/03/2016). <http://www.oceanologyinternational.com/>

Abril

- IV Congreso de Docentes de Ciencias (Biología, Geología, Física y Química). Madrid. España (12-15/04/2016). <http://www.epinut.org.es/CDC/4/>
- IX International Congress on the History of Oceanography: Discovery of changes in the oceans of the World. Adelaide, Australia (12-15/04/2016). http://www.flinders.edu.au/science_engineering/environment/activities/icho-2016.cfm
- European Geosciences Union General Assembly 2016. Viena, Austria (17-21/04/2016). <http://www.egu2016.eu/>
- Galardones Océanos 2016 en reconocimiento a la labor personal, colectiva y empresarial para el estudio y conservación de los océanos. Cierre de candidaturas el 30/04/2016. <http://www.sociedadatlanticadeoceanografos.org>

Mayo

- XXXVI Congreso de Ciencias del Mar-Chile. Universidad de Concepción, Chile (23-27/05/2016). <http://cienciasdelmar2016.cl/>
- International Association of Sedimentology Meeting of Sedimentology. Marrakech, Marruecos (23-25/05/2016). <https://www.sedimentologists.org/ims2016>

Junio

- Día Mundial de los Océanos (08/06/2016).
- VI Congreso Ibérico de Ictiología: "Ictiología: vocación por los peces de mar, los peces de río y la acuicultura." Murcia, España (21-24/06/2016). <http://www.um.es/sibic6/es/murcia/>
- Goldschmidt 2016. Yokohama, Japón (26/06-01/07/2016). <http://goldschmidt.info/2016/>

Julio

- 4th International Conference on Oceanography & Marine Biology, Brisbane, Australia (18-20/07/2016). <http://www.oceanographyconference.com/call-for-abstracts.php>
- V Simposio Internacional de Ciencias del Mar. Universidad de Alicante. España (20-22/07/2016).



#UErfanos

No permitas que la Europa de los valores se hunda en el Mediterráneo

▶ Firma nuestra petición

CEA(R)

Comisión de **Ayuda**
al **Refugiado**