

UNA PRIMACÍA Y UN RECURSO NATURAL Y TURISTICO: LAS COLADAS BASÁLTICAS DE GRAN LONGITUD DE PAYENIA

Giorgio Pasquare`
Milano, Italia, 13 Noviembre 2008

LAS COLADAS BASÁLTICAS “PAHOEHOE”

Las coladas basálticas conocidas en la literatura científica como “pahoehoe” (en idioma hawaiano), están presentes en todas las provincias volcánicas del globo pero, a pesar de eso, solamente en los últimos años se entendieron los procesos que gobiernan su origen, basado en el desplazamiento de la lava fluída bajo una costra sólida. En el transcurso de su avance endógeno el corazón líquido levanta progresivamente su costra visco-elástica según un proceso llamado “inflation” (inflada, hinchada o tumescente), bien descrito por primera vez en la isla de Hawaii (USA) durante los años '90 (1,2). Así se cambió la opinión anterior de que las coladas pahoehoe fueran relacionadas a una fluencia rápida de lavas de baja viscosidad substituyéndola por la imagen de un movimiento muy lento, aislado frente a su enfriamiento y favorecido por un substrato de escasa pendiente topográfica.

Dicho mecanismo, en presencia de una alimentación magmática muy persistente y elevada, favoreció la formación de coladas basálticas de gran longitud, con ciertas similitudes a los flujos lávicos que se extendieron sobre los fondos oceánicos y sobre extensas porciones de varios continentes. Pero con la diferencia que la interacción de la lava con el agua oceánica no permitió la formación de coladas largas individuales mientras que la antigüedad y la erosión de las mesetas basálticas continentales no permitieron que sus coladas individuales puedan conservarse por entero hasta hoy. Por lo tanto, se documentaron en la literatura geológica, solamente tres coladas basálticas pahoehoe con una longitud superior a los 100 kilómetros: dos de ellas se encuentran en Australia y la otra en Islandia.

LAS COLADAS MAS LARGAS DEL MUNDO

Desde el año 2004 fue reconocida y documentada, en la provincia volcánica de Payenia, Argentina, la presencia de coladas basálticas pahoehoe de longitud superior a los 180 kilómetros, aún más largas que las tres coladas antes mencionadas y además mucho mejor observables en todos sus detalles morfológicos y estructurales, a raíz del ambiente árido de tipo patagónico en el cual se encuentran (3,4).

Estas coladas, que hoy deben de ser consideradas como las más largas entre aquellas realmente observables de nuestro planeta, bajaron en el Cuaternario reciente del flanco oriental del volcán Payún Matru, ubicado en el sector meridional de la provincia de Mendoza, en el Municipio de Malargüe. Después de haber recorrido las vertientes del mismo volcán las coladas cruzaron la llanura hasta el valle del Río Salado en la provincia de La Pampa.

Los autores del importante hallazgo estudiaron la más joven de estas coladas y calcularon con los datos petroquímicos, que su temperatura de origen podría haber sido de entre 1.130°-1160 °C y su viscosidad de 3-73 Pa*. Esta colada fluyó inicialmente hacia el norte y luego se dividió en dos brazos: el más largo de ellos se desvió hacia el este y alcanzó el Río Salado después de 181 kilómetros mientras que un brazo menor continuó hacia el norte alcanzando la cuenca de la Laguna de Llancanelo después de 60 kilómetros. Se calcula que el volumen total de la colada es de 33 Km³ y la superficie del área cubierta por el flujo lávico es de 1.870 Km².

La colada, a lo largo de su extenso camino, nos muestra diferentes estilos de morfología y estructura debido a importantes cambios en las condiciones físicas internas de la misma lava y a sus variadas interacciones con la topografía de la peneplanicie extraandina donde se emplazó.

En el sector próximo a la fisura alimentadora se observan grandes lóbulos de lava poco inflados debido a la elevada pendiente del flanco volcánico. Al alcanzar la peneplanicie pedemontana la colada forma una “sheet flow” (lámina de lava hinchada) de alrededor de 400 Km² que fué alimentado por una “sábana” endógena fluida, muy continua lateralmente, que levantó su propia costra en condiciones viscoelásticas y otorgó a la colada un espesor final de más de 23 metros. El resultado final del proceso de inflación se observa a través de la gran abundancia de túmulos (estructuras abovedadas de lava con muchas fracturas) y “lava rises”(semejante a los túmulos pero es una elevación chata de la superficie de lava) interconectados por una red de tubos distributarios envueltos en cordones sólidos a veces rotos y colapsados y que muestran “ventanas” o aberturas que permiten el ascenso del corazón lávico fluído (“squeeze ups”) del interior. Luego del amplio “sheet flow” la colada toma la forma de una lengua de 2-5 kilómetros de ancho y de 160 kilómetros de longitud siguiendo un recorrido curvilíneo en su porción inicial y rectilíneo en la parte final. Las formas y estructuras internas relacionadas con el proceso de inflación en este largo tramo, varían progresivamente hacia el final de la colada. En la parte alta y mediana del mismo tramo dominan altas y largas arrugas de inflación alternadas con anchas hondonadas de deflación. En la parte baja de la colada estas estructuras se desvanecen progresivamente y la superficie lávica se convierte en suavemente ondulada mientras que el espesor disminuye hasta alrededor de 3-5 metros.

EL VALOR DE LAS COLADAS DE PAYENIA

Las coladas basálticas pahoehoe de la Payenia mendocina constituyen un recurso de alto valor científico además de cultural, didáctico y turístico.

Para ilustrar su valor científico hay que subrayar que los modelos fluidodinámicos, térmicos, morfológicos y estructurales sobre las coladas lávicas largas, descritas como las de un largo superior a los 100 kilómetros, son en realidad basadas en su gran mayoría por el estudio de coladas de Hawaii con una longitud muy inferior a los 100 kilómetros, pero que poseen la gran ventaja de ser observadas a medida que se forman, durante la erupción (5,6,7,8,9,10,11).

* Pascal-segundo

Hablando de coladas realmente largas y observables en todo su recorrido dichos modelos mencionan comúnmente a las dos coladas australianas y a la colada de Thjorsa en Islandia. Hay que subrayar que las coladas australianas fueron presentadas en varias ocasiones en forma muy general y con falta de estudios analíticos y cuantitativos adecuados, en su mayoría enmascarados por la espesura de los bosques (12, 13). En la literatura volcanológica algunos autores mencionan a estas coladas en resúmenes de conferencias (14, 15). Hay que agregar también que una de las dos coladas australianas tiene una longitud difícilmente determinable y probablemente no corresponda al valor hasta hoy propuesto.

La colada de Thjorsa, que podría tener un largo de 140 kilómetros, en realidad resulta cubierta en su mitad superior por otras dos coladas, pertenecientes al mismo ciclo eruptivo del volcán Hekla en Islandia (16).

Las coladas pahoehoe pertenecientes a las grandes “mesetas basálticas” continentales, sobre todos aquellas del plateau basáltico de Columbia River en USA y aquellas que constituyen las enormes mesetas basálticas del Deccan en la India fueron estudiadas muy cuidadosamente. Sin embargo los datos de campo recolectados en aquellas coladas resultan restringidos a situaciones puntuales o sectoriales por las limitaciones antes mencionadas que impiden el reconocimiento completo y tridimensional de coladas individuales (17,18,19,20).

LA INDIVIDUALIDAD DE LAS COLADAS DE PAYENIA

Este último requisito constituye la principal ventaja que ofrecen las coladas basálticas pahoehoe de la Payenia que, además de ser las más largas hasta hoy conocidas en nuestro planeta, resultan ser las únicas realmente reconocibles en forma completa entre aquellas consideradas como coladas pahoehoe de gran tamaño y longitud. De las observaciones realizadas hasta la fecha resulta además que algunos parámetros físicos, morfológicos y estructurales de estas coladas son desconocidos en otras coladas pahoehoe infladas y su reconocimiento sistemático podría ayudar para actualizar los modelos físicos, petrogenéticos y volcanogenéticos.

Las características geoquímicas de estas coladas permiten considerarlas como producto del aborto de un basalto de inundación continental (flood basalt), ocasionado por el cierre de alguna de sus fisuras alimentadoras relacionado con un episodio de empuje de la cordillera andina. De ser así su estudio podría realmente reconstruir el modelo completo de desarrollo de un “flood basalt” y ofrecer un aporte más al conocimiento del volcanismo basáltico continental que tanta importancia tuvo para la evolución de nuestro planeta.

Al interés volcanológico de estas coladas se une un interés ambiental si consideramos que, hasta la fecha, las normativas relativas al control del riesgo de invasión lávica con respecto a instalaciones urbanas e industriales, incluidas las centrales nucleares, no consideran entre los peligros volcánicos las coladas lávicas de longitud superior a los 100 Km. Las coladas pahoehoe de la Payenia permiten observar con gran precisión cómo y en que medida las mínimas variaciones topográficas del sustrato pueden modificar y desviar el recorrido del flujo lávico pahoehoe, ofreciendo datos útiles para la programación de la mitigación y atenuación del riesgo de invasión lávica ya que sería suficiente con movimientos de tierra de muy modesta altura, más bien basados sobre su correcta ubicación y geometría, para desviar esos flujos.

La Provincia de Mendoza, la Municipalidad de Malargüe y el Instituto ICES ofrecen las necesarias facilidades logísticas para aquellas instituciones académicas y científicas interesadas en desarrollar investigaciones, así como la asistencia en el campo por parte de los geólogos autores de tan importante hallazgo.

TRABAJOS CITADOS

- (1) Walker, G.P.L. 1991. Structure and origin by injection of lava under surface crust, of tumuli, "lava rises", "lava rise pits", and "lava inflation clefts" in Hawaii. *Bulletin of Volcanology* 53:546-558.
- (2) Hon, K., Kauahikaua, J., Denlinger, R., and Mackay, K. 1994. Emplacement and inflation of pahoehoe sheet flows: Observations and measurements of active lava flows on Kilauea Volcano, Hawaii. *Geological Society of America Bulletin* 106: 351-370.
- (3) Pasquarè, G., Bistacchi, A. and Mottana, A. 2005. Gigantic individual lava flows in the Andean foothills near Malargue (Mendoza, Argentina). *Atti Accademia Nazionale Lincei* 9(16): 127-135.
- (4) Pasquarè, G., Bistacchi, A., Francalanci, L., Bertotto, G.W., Boari E., Massironi M., Rossotti A.. 2008. Very long pahoehoe inflated basaltic lava flows in the Payenia volcanic province (Mendoza and La Pampa, Argentina). *Rev. Asoc. Geol.Arg.* 63(1):131-149.
- (5) Mattox T.N., Heliker C., Kauahikaua K.J., Hon K. 1993. Development of the 1990 Kalapana flow field, Kilauea Volcano, Hawaii. *Bull. Volcanol.* 55: 407-413.
- (6) Peterson D.W., Holcomb R.T., Tilling R.I., Christiansen R.L., 1994. Development of lava tubes in the light of observations at Mauna Ulu, Kilauea Volcano, Hawaii. *Bull. Volcanol.* 56: 343-360.
- (7) Keszthelyi, L. and Self S. 1998. Some physical requirements for the emplacement of long basaltic lava flows. *Journal of Geophysical Research* 103(B11): 27447-27464.
- (8) Self, S., Keszthelyi, L. and Thordarson, Th. 1998. The Importance of Pahoehoe. *Annual Review of Earth and Planetary Science* 26: 81-110
- (9) Anderson S.W., Stofan E.R., Smrekar S.E., Guest J.E., Wood B. 1999. Pulsed Inflation of pahoehoe lava flows: implications for flood basalt emplacement. *Earth Planet. Sc. Letters* 168: 7-18.
- (10) Crown, D.A., Baloga, S.M., 1999. Pahoehoe toe dimensions, morphology, and branching relationships at Mauna Ulu, Kilauea Volcano, Hawaii. *Bull. Volcanol.* 61, 288–305.
- (11) Byrnes M.J., Crown D.A., 2001. Relationships between pahoehoe surface units, Topography and lava tubes at Mauna Ulu, Kilauea Volcano, Hawaii. *Journ. Geophys.Res.* 206, B2: 2139-2151.
- (12) Stephenson P.I., Griffin T.J. 1976. Some long basaltic lava flows in North Queensland. In *Volcanism in Australia*, ed. R.W. Johnson, 41-51, Elsevier.
- (13) Atkinson A., Atkinson V. 1995. *Undara Volcano and its lava tubes*. Brisbane: Vernon & Anne Atkinson, 86 pp.
- (14) Stephenson P.J., Burch-Johnson A.T., Stanton D. 1996. Long lava flows in North Queensland: context, characteristics, emplacement. In *Chapman Conf. Long Lava Flows*, pp 86-87. Townsville, Australia (Abstr.)
- (15) Stephenson P.J. 1996. Ridges and depressions in the Undara lava flow, North Queensland: alternative mechanisms for their formation. In *Chapman Conf. Long Lava Flows*, pp 82-83. Townsville, Australia (Abstr.)
- (16) Halldorson S.A., Oskarsson N., Gronvold K., Sigurdsson G., Sverisdottir G., Steinthorsson S. 2008. Isotopic-heterogeneity of the Thjorsa lava—Implications for mantle sources and crustal processes within the Eastern Rift Zone, Iceland. *Chem Geol.*, 255, 3-4: 305-316.
- (17) S.T. Self, T. Thorardson, L. Keszthelyi, G.P.L. Walker, Hon K., M.T. Murphy, P. Long, S. Finnemore, 1996. A new model for the emplacement of the Columbia River Basalt as large, inflated pahoehoe sheet lava flow fields. *Geophys. Res. Lett.*, 23: 2689-2692.

- (18) T. Thordarson, S.T. Self, 1998. The Roza Member, Columbia River Basalt Group: A gigantic pahoehoe lava flow field formed by endogenous processes? *Journ.Geophys. Res.*, 103, B11: 27411-27446.
- (19) R.A. Duraiswami, N. Bondre, G. Dole, V.N. Phjadnis, V.S. Kale, 2001. Tumuli and associated features from the western Deccan Volcanic Province, India. *Bull. Volcanol.* 63:435-442.
- (20) N.R. Bondre, R.A. Duraiswami, G. Dole, 2004. A brief comparison of lava flows from the Deccan Volcanic Province and the Columbia-Oregon Plateau Flood Basalts: Implications for models of flood basalt emplacement. *Proc. Indian. Acad. Sci. (Earth Planet. Sci.)*, 113, 4: 809-817.

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Corina Risso por la lectura del borrador.