

## ESTRUCTURAS VOLCÁNICAS LACUSTRES EN AMAJAC, ESTADO DE HIDALGO (MÉXICO CENTRAL)

Luis E. Ortiz Hernández<sup>a</sup>, José Escamilla Casas<sup>a</sup>, Alberto Blanco Piñón<sup>a</sup>, Enrique Cruz Chávez<sup>a</sup>,  
Patricia Ambrocio Cruz<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, UAEH, Mineral de la Reforma, Hidalgo  
[leoh44@hotmail.com](mailto:leoh44@hotmail.com)

### RESUMEN

En el estado de Hidalgo, en el centro de México, se tienen estructuras volcánicas formadas en un lago del Plioceno-Pleistoceno (paleolago de Amajac). Las estructuras reconocidas incluyen columnas, tubos de explosión, lavas almohadilladas y grandes esferoides y elipsoides de material volcánico que se presentan en la cima de la sucesión sedimentaria-volcánica correlacionada con la Formación Atotonilco El Grande, del Plioceno Tardío-Pleistoceno Temprano.

El espesor de la Formación Atotonilco El Grande se considera de alrededor de 550 m, en donde los primeros 350 m de la base corresponden a una secuencia clástica lacustre, con influencia volcánica, y los 200 m restantes, de la cima, corresponden a derrames de lava, donde ocurren las estructuras mencionadas.

Las lavas se presentan generalmente como derrames fisurales de 3 a 4 m de espesor, formando mesetas, en las cuáles es común encontrar columnas en el frente de los derrames, o también algunos tubos de explosión de forma de embudo.

Las lavas almohadilladas ocurren en afloramientos esporádicos de 8 m de espesor y sobreyacen a sedimentos del lago de Amajac. Las dimensiones de las almohadilladas son variables, de 10 cm de diámetro las más pequeñas, mientras que las mayores alcanzan los 20 cm. Estas almohadillas están embebidas en palagonita o en un material tobáceo muy alterado a minerales arcillosos. Las lavas contienen abundantes vesículas y por lo general, se asocian a esferoides y elipsoides de lava de alrededor de 10 m de diámetro, cuyo rasgo característico son las fracturas concéntricas. Estas estructuras puedan corresponder a mega-almohadillas o a grandes burbujas de lava, las cuáles al entrar en contacto con agua, han sido infladas por expansión del gas.

El conjunto de estructuras volcánicas atestiguan de la interacción de la lava con un tirante de agua somera del paleolago.

### 1. INTRODUCCIÓN

La localidad de Santa María Amajac se localiza a 35 km al norte de la ciudad de Pachuca, y a 5 km al noroeste del poblado de Atotonilco El Grande, en el estado de Hidalgo, en México central, en la confluencia de las provincias geológicas de la Faja Volcánica Transmexicana y el Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas [1], entre las coordenadas geográficas 20° 10' - 20° 20' N y 98° 40' - 98° 50' O (Figura 1).

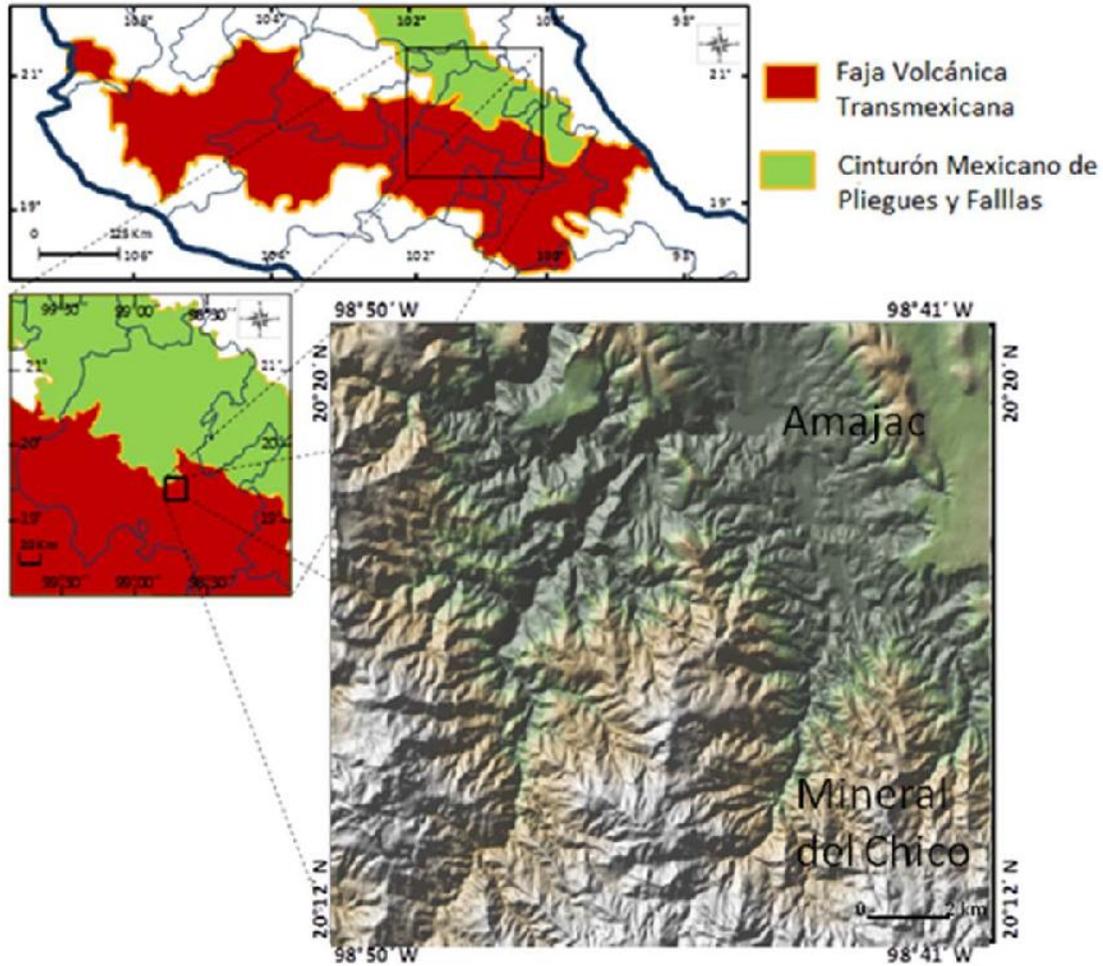


Figura 1. Mapa de localización geográfica de la región de Amajac

### ESTRATIGRAFÍA

La cartografía geológica de Santa María Amajac fue realizada hace varios años [2-4]. Estos autores identificaron las diferentes litologías que afloran en la región y realizaron secciones geológicas que muestran la estructura geológica a escala 1:50,000 y 1:25,000.

Otros autores [5] interpretan la existencia de un paleolago en el cual existía fauna variada [6] y flora de clima templado subhúmedo del Plioceno (Blancano) [7] y Pleistoceno.

Cruz-López [8] establece la evolución estructural de la región de Amajac, reconociendo la presencia de fallas de orientación preferencial N-S, NE-SO y E-O.

Ninguno de estos autores, sin embargo, reportan la presencia de estructuras volcánicas que ocurren hacia la cima de la sucesión lacustre, como son tubos de explosión, lavas almohadilladas y esferoides y elipsoides.

De acuerdo a los diferentes autores, la geología del área (Figura 2) está representada por la Formación El Doctor (El Abra) del Albiano-Cenomaniano, cubierta discordantemente por las formación Méndez y Soyatal del Cretácico Superior [9] y por el conglomerado Amajac (Conglomerado El Morro) (Eoceno-Oligoceno) [2, 3], además de rocas volcánicas del Grupo Pachuca (Oligoceno-Plioceno)[10], rocas

clásticas de la Formación Atotonilco El Grande que va desde el Plioceno Tardío hasta el Pleistoceno Temprano [11] y por depósitos recientes (talud, aluvión y caliche).

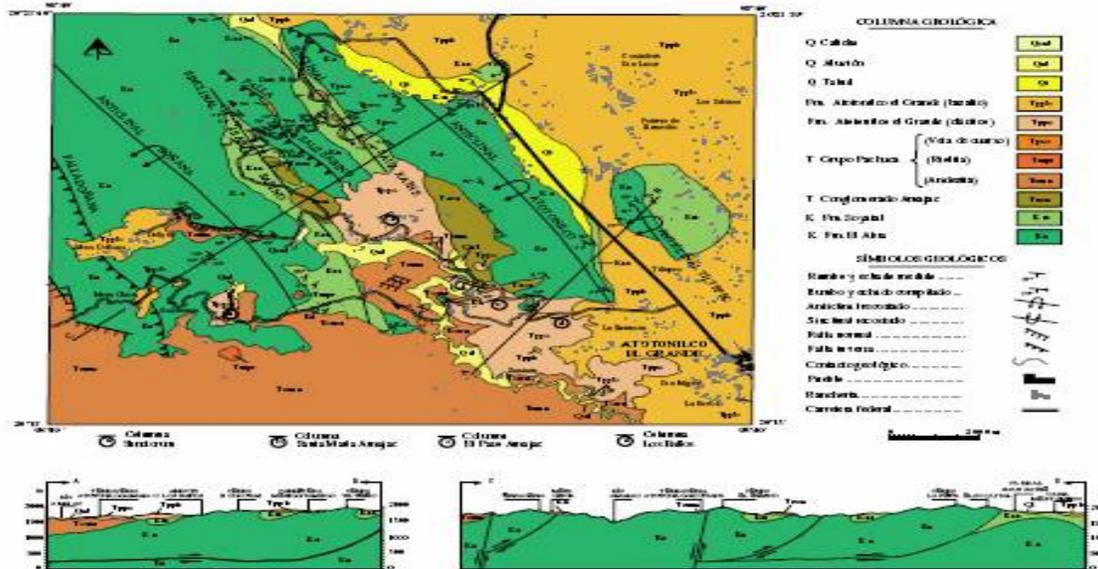


Figura 2. Mapa y secciones geológicas de Santa María Amajac [5]

La región de Santa María Amajac formaba parte en el Cretácico Inferior de la porción sudoriental de la Plataforma de Valles-San Luis Potosí, o localmente de la Plataforma de Actopan [12]. Esta fue afectada por la orogenia Laramide en el Cretácico Superior-Terciario Inferior, produciendo fallas de cabalgadura y pliegues orientados al NNE. En el Plioceno se formó un lago en el que se depositó una secuencia clástica continental [5], siendo extravasados basaltos fisurales en el Plioceno hasta el Cuaternario.

En base a las edades en microfósiles recolectados en la zona [5] y a estudios isotópicos de trazas de fisión y  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  [13], se le asigna a la Formación Atotonilco El Grande una edad de  $4.2 \pm 0.3$  y  $4.9 \pm 0.01$  Ma (Plioceno). Cantagrel y Robin [14], le asignan al basalto Atotonilco una edad Plioceno-Pleistoceno (2.5-2.3 Ma, K/Ar en roca total), mientras que Sánchez-Rojas y Osorio-Pérez [15] fecharon el basalto de Santa María Regla en  $2.58 \pm 0.15$  (Plioceno, Plioceno-Gelaciario, K/Ar en roca total)

La Secuencia Basáltica Atotonilco se distribuye en forma de mesetas y pequeñas ventanas de erosión, como las localizadas en los poblados de Santana y Santa María Amajac, así como como la Mesa Doñana y al Sur de la Mesa Chica. Está compuesta principalmente de basalto de color gris, de forma masiva o en bloques, como los que afloran en el libramiento del poblado de Atotonilco el Grande y de forma columnar con espesores mayores a 3 m, como los que se observan a 700 m al sur del balneario de aguas termales de Santa María Amajac, sobre la carretera Atotonilco El Grande-Santa María Amajac, el cual sobreyace a la secuencia Atotonilco El Grande clástica.

El espesor de la Formación Atotonilco El Grande se considera de 550 m, medidos en una columna compuesta, en donde los primeros 350 m de la base corresponden a una secuencia clástica lacustre, con influencia volcánica, y los 200 m restantes, de la cima, corresponden a coladas de lava.

## 2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio es correspondiente a la cima de la secuencia volcánica lacustre de Amajac. Los derrames sobreyacen a sedimentos clásticos de la cima de la Formación Atotonilco El Grande.

Por lo común, las lavas se presentan como derrames fisurales formando mesetas, de 3 a 4 m de espesor, en las cuáles es común encontrar disyunción columnar en el frente de los derrames (Figura 3a), o también forman algunos tubos de explosión en forma de embudo (Figura 3b) o derrames de lava basáltica con estructuras de almohadillas (Figura 4).

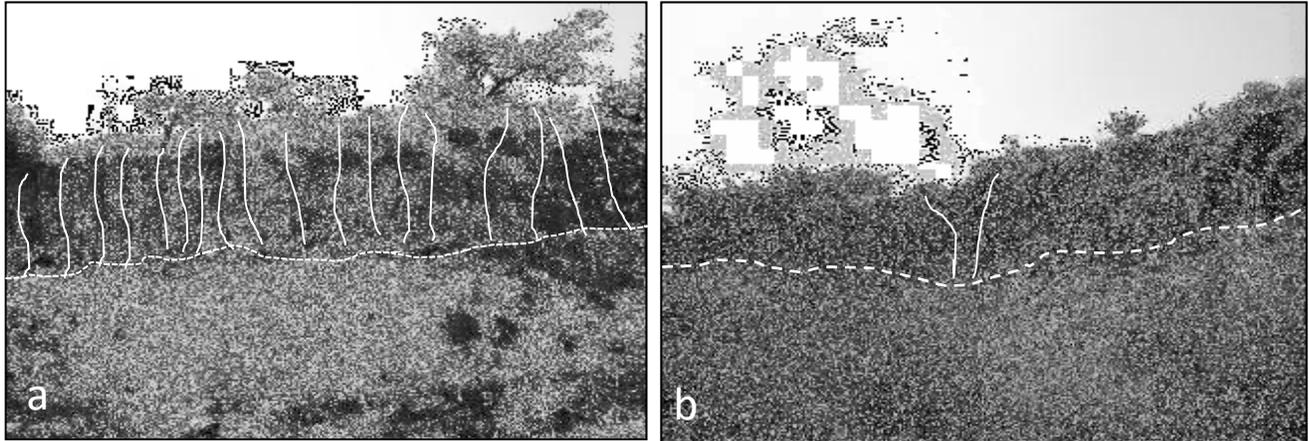


Figura 3. Frente de un derrame basáltico sobreyaciendo a sedimentos clásticos. a: Disyunción columnar y b: Tubo de explosión en forma de embudo

Las lavas almohadilladas son de dimensiones variables, siendo las más pequeñas de 10 cm de diámetro y las más grandes alcanzan 20 cm. Estas almohadillas están embebidas en palagonita o en un material tobáceo muy alterado a minerales arcillosos. Las lavas presentan una exfoliación concéntrica, contienen abundantes vesículas de 2 hasta 4 cm. Se observan por lo general muy alteradas.



Figura 4. a: Afloramiento de lavas almohadilladas sobreyaciendo a sedimentos clásticos de grano fino de la Formación Atotonilco El Grande, con desarrollo de una zona de metamorfismo oftálico de 0.50 m de espesor. b y c: Detalle de las lavas almohadilladas de tamaño centimétrico

También se reconocen grandes estructuras esféricas o elipsoides de alrededor de 10 m de diámetro, con vesículas de 2 a 4 cm de diámetro, asociadas a lavas almohadilladas y piroclastos muy alterados. El fracturamiento concéntrico, centimétrico a decimétrico y la alteración son característicos. Estas estructuras puedan corresponder a mega-almohadillas o a grandes burbujas de lava, las cuáles al entrar en contacto con el agua del paleolago, han sido infladas por expansión del gas (Figura 5 a y b)

A estos esféricos y elipsoides se asocian igualmente tubos de explosión de forma de embudo, con lascas que terminan en filo y una gran abundancia de vesículas (Figura 5c).

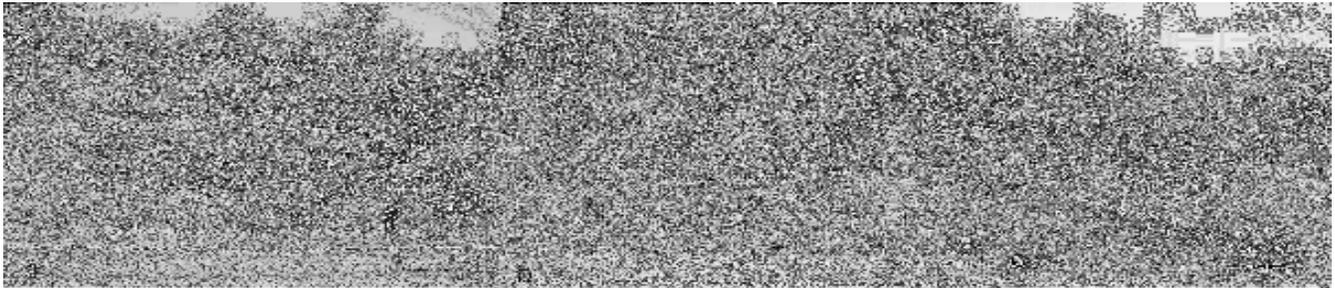


Figura 5. Grandes elipsoides y esféricos de alrededor de 10 m de diámetro embebidos en un material piroclástico muy alterado a minerales arcillosos. a: Estructura en forma de elipsoide y b: estructura esferoide. Ambas se asocian a c: tubos de explosión de forma de embudo y lascas que terminan en filo

### CONCLUSIONES

Se reconocen diferentes estructuras volcánicas en el paleolago Plioceno-Pleistoceno de Amajac, que incluyen: a).- derrames fisurales de 3 a 4 m de espesor, que presentan b). - disyunción columnar formada por una serie de fracturas perpendiculares al flujo de la lava, que dieron lugar a una serie de columnas; c).- tubos de explosión en forma de embudo con lascas que terminan en filo y con abundantes vesículas, formadas cuando la lava fluyó sobre una superficie húmeda, que al entrar en contacto con la lava caliente, formó una gran cantidad de vapor de agua que trató de escapar rápidamente a través de conductos de la lava fluida; d).- lavas almohadilladas centimétricas formadas por enfriamiento brusco de la lava al entrar en contacto con agua y e).- estructuras esféricas y elipsoides de 10 m de diámetro, consistentes en una serie de lascas con fracturamiento concéntrico, centimétrico a decimétrico, que pueden corresponder a mega-almohadillas o a grandes burbujas de lava, las cuáles al entrar en contacto con agua, han sido infladas por expansión del gas.

El conjunto de estructuras volcánicas atestiguan de la interacción de la lava con un tirante de agua somera del paleolago

### BIBLIOGRAFÍA

1. F. Ortega-Gutiérrez, L.M. Mitre-Salazar, J. Roldán-Quintana, J.J. Aranda-Gómez, D. Morán-Zenteno, S.A. Alaniz-Álvarez, Á. F. Nieto-Samaniego, "Texto explicativo de la quinta edición de la carta geológica de la República Mexicana escala 1:2'000,000": Universidad Nacional Autónoma de México, Inst. Geol. y SEMIP Consejo de Recursos Minerales, 1992, pp.74
2. F. Beltrán-Romero, P. Luna-Gómez, 1994, Estudio geológico de la región de Santa María Amajac, Municipio de Atotonilco El Grande, estado de Hidalgo. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Tesis de Licenciatura, 1994, pp.131
3. M. J. J. De Los Santos, F. Barrios-Rodríguez, A. Miranda-Huerta, G. Sánchez-Bermeo, "Carta geológico-minera Actopan F14-D71, Hidalgo, escala 1:50,000". Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Consejo de Recursos Minerales: Pachuca, Hgo. 1995.

4. R. Salvador-Flores, Origen sedimentológico y estratigrafía del paleolago de Amajac, Hidalgo. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Tesis de Licenciatura, 2001, pp. 87
5. Arellano-Gil, J., P. Velasco-De León, A. Silva-Pineda, R. Salvador-Flores, F. Beltrán-Romero, "Origen y características del paleo-lago de Amajac, Hidalgo". Rev. Mx. Cien. Geol., vol. 22, 2, 2005, pp. 199-211.
6. S. Zaragoza-Caballero, P. Velasco-De León, "Una especie nueva de *Epicauta* (coleoptera.Meloidae) del Plioceno del Estado de Hidalgo, México". Rev. Mx. Cien. Geol., Vol. 20, 2, 2003, pp. 154-159.
7. F. J. Aguilar, P. Velasco-De León, "El clima durante el Plioceno en la región de Santa María Amajac, Hidalgo, México". Bol. Soc. Botán. Méx., Vol. 71, 2002, pp. 71-81.
8. S. Cruz-López, "Caracterización geológico-estructural de la región de Santa María Amajac, estado de Hidalgo". Tesis de Maestría en Geociencias y Administración de Recursos Naturales, IPN ESIA-Unidad Ticomán. 2011, pp. 80.
9. K. Segerstrom, "Geology of south-central Hidalgo and northeastern México, Mexico". Unit. Stat. Geol. Survey, Bull. 1104-C, 1962, pp. 87-162.
10. A. R. Geyne, C. Jr. Fries, K. Segerstrom, R.F. Black, I.F. Wilson I. F., "Geology and mineral deposits of the Pachuca-Real del Monte district, State of Hidalgo, Mexico". Consejo de Recursos Naturales No Renovables, publication 5E, 1963, pp. 222
11. K. Segerstrom, "Geología del suroeste del estado de Hidalgo y del noreste del estado de México". Bol. Asoc. Mex. Geól. Petrol., Vol. 13, 3-4, 1961, pp. 147-168.
12. V. B. Carrasco, "Litofacies de la Formación El Abra en la plataforma de Actopan, Hidalgo., México". Rev. Inst. Mex. Petr., Vol. 3, 1, 1971, pp. 5-28.
13. B. J. Kowallis, C.C. Swisher, O. Carranza-Castañeda, W.E. Miller, D.G. Tingey, "Fission track and single crystal  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  laser-fusion ages from volcanic ash layers in fossil-bearing Pliocene sediments in central Mexico". Rev. Mx. Cien. Geol, vol. 15, 2, 1998, pp. 157-160.
14. J. M. Cantagrel, C. Robin, "K-Ar dating eastern mexican volcanic rocks-relations between the andesitic and the alkaline provinces", Jour. Volcan. Geoth. Res, Vol. 5, 1979, pp. 99-114
15. E. Sánchez-Rojas, M. Osorio-Pérez, "Geología y petrogénesis de los prismas basálticos, Santa María Regla, Hgo". Rev. Geociencia, Revista del Serv. Geol. Mex., Año 2, vol. 3, 2008, pp. 5-24.