

EL VOLCAN LA BREÑA, ESTADO DE DURANGO

Gerardo Sánchez-Rubio *

RESUMEN

El volcán La Breña se encuentra sobre el flanco oriental de la Sierra Madre Occidental, a 40 km al norte de la ciudad de Durango, y forma parte de un campo basáltico de edad cuaternaria. Consta de tres cráteres de explosión: el mayor de 1,400 m de diámetro, contiene en su interior un derrame de lava basáltica; el segundo, separado de aquél por un suave y delgado filo, tiene un diámetro máximo de 750 m y una pequeña laguna en su interior; y el tercer cráter tiene escasos 300 m de diámetro y se encuentra separado y parcialmente sepultado por detritos procedentes de los cráteres anteriores. Los anillos circundantes, con pendientes que varían entre 5° y 8° en el exterior, y pendientes internas de hasta 33°, están constituidos por capas alternadas de material fino y de bloques, entre los que se encontraron ignimbritas y basaltos. Con excepción del segundo, que es ligeramente elíptico, los cráteres tienen forma circular.

Lavas basálticas alcalinas afloran formando un risco a lo largo de la pared oriental del cráter principal. Se distinguen del basalto central por su color gris más claro y por contener xenolitos ultramáficos del tipo de las peridotitas y piroxenitas.

La historia del volcán La Breña parece haber sido simple. Primero, se formó el cono pequeño mediante una erupción débil de cenizas; después la apertura simultánea y violenta de los otros dos cráteres, con expulsión de material fragmentario en forma espasmódica (volcanismo freatomagmático); y, finalmente, la emisión de lava plástica en el cráter principal, en un episodio continuo y tranquilo.

ABSTRACT

La Breña volcano is located 40 km north of the city of Durango, on the eastern flank of the Sierra Madre Occidental, and is part of a Quaternary basaltic field.

Three explosion craters (*Gemündenermaar* and *Zuni* types) were formed during the eruption of this volcano. They range in diameter from 300 up to 1,400 m, and have near circular tuff rings. The slopes vary between 5° and 8° outside, whereas the inner ones may have up to 33°. Spatter lava partly fills the major crater, and a small lake appears in the second one. These two craters coalesce in such a way that only a low and thin ridge separates them. Fragments of ignimbrite and basalt were found in the tuff rings.

A cliff along the eastern side of the main crater shows a sequence of lava flows. These are alkali-rich basalts with nepheline and olivine in the norm, and contain xenoliths of peridotite and pyroxenite. The peridotites are spinel lherzolites, with olivine, pyroxene and spinel; they show a coarsely crystalline, allotriomorphic texture, with triple junctions. The pyroxenites consist of clinopyroxene, hornblende and plagioclase, and its texture is granular allotriomorphic.

La Breña volcano seems to have formed through a fairly simple sequence consisting of: first, the opening of the smallest crater by a rather weak eruption of ash; afterwards, the opening of the two main craters by a violent outburst of tephra, burying a part of the former crater; and lastly, the quiet outflow of spatter lava into the main crater. Morphology as well as composition of crater rims strongly suggest a phreatomagmatic character of the eruption.

INTRODUCCION

Este artículo tiene como propósitos presentar: (a) la descripción del volcán La Breña, así como bosquejar su evolución y origen, y (b) el hallazgo de xenolitos ultramáficos en lavas asociadas a dicho volcán.

El volcán La Breña se encuentra a 40 km al norte de la ciudad de Durango y forma parte de un campo de volcanes basálticos (conos escoriaceos y lavas) de edad cuaternaria (McDowell y Keizer, 1977, p. 1482). Está ubicado entre las carreteras Durango-Parral y Durango-Torreón, siguiendo el camino de terracería que pasa por los poblados de Carlos Real y Castillo Nájera (Figura 1). Dichos basaltos constituyen el episodio volcánico más reciente de la larga historia representada por los diversos materiales eruptivos que dan configuración a la Sierra Madre Occidental.

* — Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México 20, D. F.

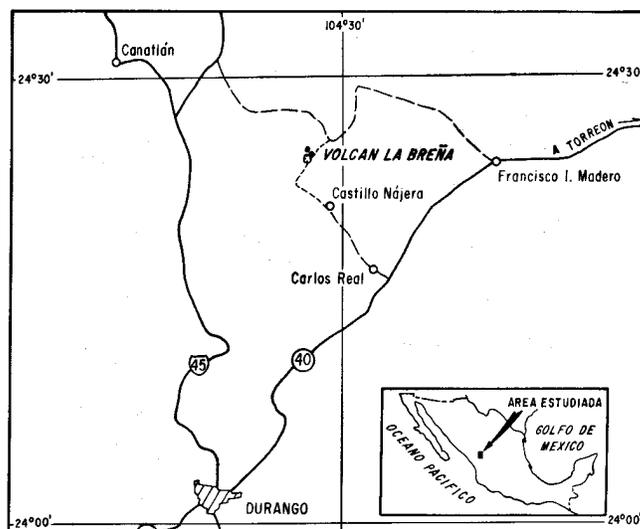


Figura 1.—Mapa de localización.

Se considera también de interés geológico esta nueva localidad con xenolitos ultramáficos, que se suma a las mencionadas por Aranda-Gómez y Labarthe-Hernández (1977) en San Luis Potosí, por Robin (1976) en Tamaulipas, y por Basu y Murthy (1977) en San Quintín, Baja California Norte. Rodríguez-Torres (1972) menciona también xenolitos ultramáficos (peridotitas y piroxenitas) en materiales volcánicos de Durango, sin precisar la localidad exacta. Otra localidad, apenas conocida, está señalada a 16 km al surponiente del rancho Honorato de Abajo, en la parte oriental del Estado de Chihuahua (DETENAL, 1974).

Los xenolitos ultramáficos, con excepción de los de marcado origen intracortical —estructura bandeada, textura cumulítica, etc.— proporcionan evidencias importantes sobre la composición del manto (Harris *et al.*, 1972; Wyllie, 1967) y constituyen elementos insustituibles en las modernas teorías sobre el origen de los basaltos y otros materiales originados más allá de la corteza terrestre.

DESCRIPCION DEL VOLCAN

El volcán La Breña está constituido por un grupo de tres cráteres de explosión, escasamente separados entre sí (Figura 2). Los dos mayores, que se encuentran sobre una línea SW-NE, están apenas separados por un borde afilado que interrumpe las formas notablemente circulares de los mismos.

El cráter intermedio, adyacente al principal, tiene 750 m de diámetro máximo, con una concavidad muy regular y cráter ligeramente elíptico. Sus pendientes internas y externas son similares a las del cráter mayor, con un desnivel promedio de 100 m entre el borde del cráter y el fondo, donde existe una pequeña laguna. Sus bordes son de constitución similar a los del cráter mayor, aunque el basalto preexistente no aflora en sus paredes internas. El tercer cráter es sólo un pequeño cono truncado de escasos 300 m de diámetro, formado totalmente por detritos lanzados durante la erupción; el sector faltante parece haber sido sepultado por los detritos procedentes de los dos cráteres principales.

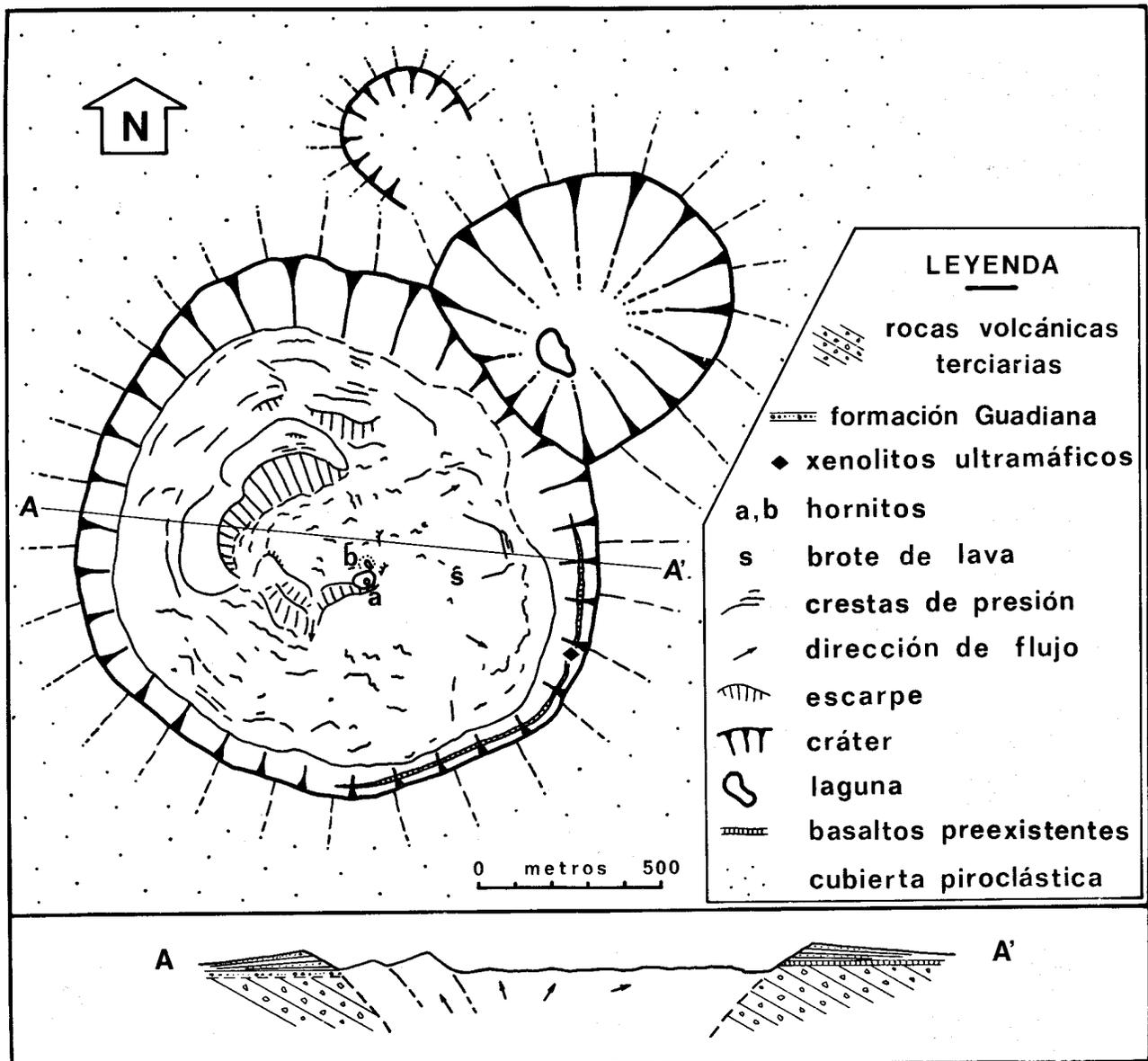


Figura 2.—Rasgos morfológicos y sección del volcán La Breña.

El cráter principal tiene un diámetro máximo de 1,400 m y sus bordes se elevan 50 m aproximadamente sobre el nivel medio del terreno circunvecino, con pendientes externas que varían entre 5° y 8°, y pendientes internas de 33°. Tales bordes están constituidos por material fragmentario, ordenado en bandas de componentes finos alternados con capas de lapilli y fragmentos del tamaño de bloques (Figura 3). El interior está totalmente ocupado por un derrame de lava. Esta lava es esencialmente del tipo plástico (*spatter*), graduando a *pahoehoe* hacia la periferia; estructuras típicas asociadas a este tipo de volcanismo, tales como los llamados hornitos y brotes de lava (*squeeze-ups*) fueron observadas (*a*, *b* y *s* en la Figura 2). Los dos hornitos observados (Figura 4) aparecen muy cerca del foco de emisión, teniendo entre sí aproximadamente 15 m de separación. El más notable de ambos (Figura 4) tiene una boca circular, de aproximadamente 10 m de diámetro y 12 m de altura sobre la base; la parte oriental de esta estructura aparece algo más baja (hasta 2 m) por colapso parcial. El hornito *b*, de dimensiones algo menores que el primero, se formó a lo largo de una pequeña fractura y muestra, en consecuencia, una boca elongada en dirección NW-SE.



Figura 3.—Detalle de la secuencia piroclástica.



Figura 4.—Hornitos *a* y *b*.

El llamado brote de lava (Figura 5) es de aproximadamente 5 m de altura y tiene forma elongada en dirección NW-SE. Estas estructuras deben su origen a autointrusiones en forma de dique a tra-

vés de fracturas en la superficie de la lava (Ollier, 1969, p. 59).

El evento que dió origen al derrame de lava que ahora ocupa el cráter mayor, parece haber sido uno sólo y más o menos continuo, aunque con ligeras variaciones en el flujo del derrame, que se manifiestan por las diversas fracturas radiales y escarpes concéntricos, formados durante la erupción misma.



Figura 5.—Brote de lava (*squeeze-up*).

Entre las capas que forman el borde del cráter principal se observan fragmentos de ignimbrita (Figura 6), así como del basalto preexistente (exposto en la pared oriental del cráter), además del material juvenil ordenado en capas aisladas de lapilli.



Figura 6.—Fragmento de ignimbrita.

Tanto el cráter principal como el intermedio pueden clasificarse dentro del tipo *Gemündener-maar* o cráter de explosión (Ollier, 1969, p. 36), aunque el principal, por la efusión posterior de lava en su interior, finalmente resulte del tipo *Zuni* (Ollier, 1969, p. 38-39). Por otro lado, mientras se carezca de un estudio estructural de la región, será difícil determinar si las explosiones freatomagmáticas se produjeron por el contacto magma-agua a lo largo de fracturas, o si, como parece probable, la columna magmática se encontró en su ascenso con un manto acuífero (Schmincke, 1977, p. 4).

Las lavas centrales son basaltos con fenocristales euedrales, aunque notablemente corroídos, de olivino. Además, se observan algunos fenocristales

subedrales de ortopiroxena y abundantes vesículas, pequeñas y redondeadas. La matriz es microcristalina, intergranular, con cristales alargados de plagioclasa, de extremos acunados; cristales alargados y subedrales de clinopiroxena y abundantes cristales de magnetita aparecen regularmente dispersos en la roca.

Los basaltos preexistentes contienen fenocristales, principalmente de olivino, aunque se observan también algunos de piroxena y esporádicos cristales de cuarzo y espinel. El olivino es subedral, de hasta 4 mm de largo; la piroxena tiene hasta 2.5 mm de largo y el cuarzo es anedral, con bordes de reacción, extinción ondulante y fracturas irregulares. El espinel es anedral, con bordes notablemente redondeados, de aproximadamente 1 mm de largo, con fracturas y es de color verde olivo; sus bordes aparecen fuertemente oxidados. La matriz es microcristalina, intergranular, y está compuesta por cristales de plagioclasa y máficos.

Análisis químicos de ambos basaltos (Tabla 1) muestran que se trata de basaltos hiperalcalinos o traquibasaltos, ricos en hierro, titanio y magnesio. Una diferencia notable entre ambos basaltos es el alto grado de oxidación (componente férrico elevado) del basalto central, debido probablemente a una elevada presión parcial de volátiles en el magma.

Tabla 1.—Análisis químicos y normas de los basaltos.

Muestra	1	2
SiO ₂	45.73	47.58
TiO ₂	2.60	2.42
Al ₂ O ₃	14.74	14.73
Fe ₂ O ₃	8.57	4.29
FeO	3.43	7.85
MnO	0.18	0.19
MgO	9.69	7.09
CaO	7.15	6.62
Na ₂ O	3.78	4.75
K ₂ O	2.44	3.00
P ₂ O ₅	0.66	0.79
H ₂ O ⁺	0.49	0.19
H ₂ O ⁻	0.13	0.17
SUMA	99.59	99.67
Norma C. I. P. W.		
or	14.46	17.79
ab	22.01	21.48
an	16.12	9.73
ne	5.40	10.22
di	11.45	14.09
ol	13.16	13.90
mt	4.18	6.26
hm	5.76	
il	5.02	4.56
ap	1.68	2.02

Nota: La muestra 1 procede del basalto central y la 2 del basalto preexistente. Análisis hechos en los laboratorios del Instituto de Geología, por el Ing. Alberto Obregón-Pérez.

Por su parte, el basalto preexistente se caracteriza por contener xenolitos o nódulos ultramáficos (Figuras 7 y 8), siendo éstos del tipo de las peridotitas y piroxenitas. Las primeras contienen olivino, piroxenas y espinel (lherzolitas de espinel) en un arreglo holocristalino granular, con uniones triples entre el olivino y las piroxenas. Las piroxenitas consisten de clinopiroxena principalmente, hornblenda y plagioclasa, en un arreglo alotriomórfico-granular. Por su tamaño, estos nódulos no rebasan los 5 cm de dimensión máxima y con frecuencia muestran formas redondeadas.

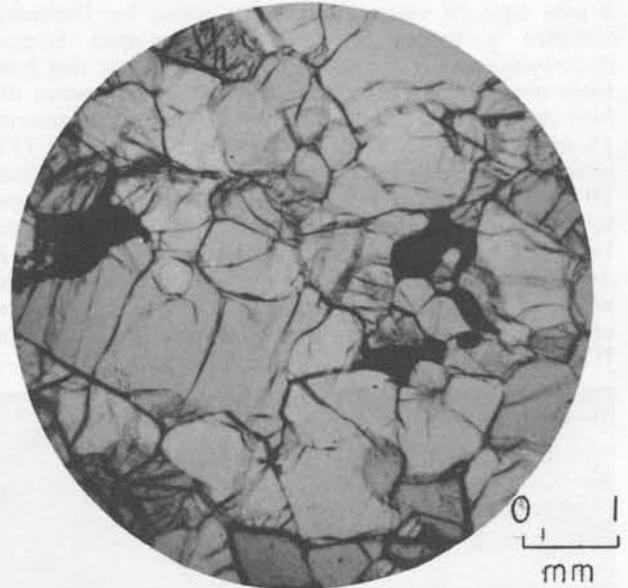


Figura 7.—Aspectos de la lherzolita de espinel, en sección delgada. Los fragmentos negros son de espinel, los grises piroxenas y los más claros son de olivino. Luz natural.



Figura 8.—Secuencia de los basaltos preexistentes en la pared oriental del cráter principal, donde se encontraron los xenolitos.

HISTORIA VOLCANICA

El volcán La Breña forma parte de lo que Albritton (1958) denomina "*younger basaltic lava*" que descansa sobre la Formación Guadiana y, localmente, sobre los basaltos preexistentes ("*older basaltic lava*" de Albritton).

La erupción que dió origen al volcán La Breña se inició con una débil actividad explosiva, que

abrió el cráter más pequeño, produciendo un anillo de cenizas alrededor. Poco después debe haberse producido una segunda acción explosiva, que abrió los cráteres principal y secundario, dejando en los bordes una acumulación de material fragmentario, heterogéneo, en capas de espesor variable. Por último, una pausada y tranquila emisión de lava cubrió el fondo del cráter principal, cada vez más viscosa y plástica, a juzgar por la presencia de estructuras acordonadas rotas en delgadas lajas hacia la periferia, y de acumulaciones plásticas en el centro. El carácter heterogéneo del material fragmentario acumulado en el borde es típico de las calderas o cráteres de explosión, y fue producido por erupciones de tipo central, freatomagmáticas, que se transformaron en una tranquila emisión de lava, una vez que uno de los factores agua-magma dejó de concurrir.

Lorenz (1973, p. 201) considera que calderas o cráteres de este tipo y tamaño son producidos no tanto por explosiones freatomagmáticas, que son el fenómeno esencial, sino además, aunque en grado variable, por fenómenos de colapso o subsidencia.

El carácter alcalino de las lavas, así como la presencia de xenolitos ultramáficos, permiten inferir un origen profundo de estos materiales; es decir, en el manto superior. Estudios detallados en proceso reafirmarán o negarán lo anterior.

AGRADECIMIENTOS

El doctor Surendra Pal revisó gentilmente el manuscrito, mejorándolo significativamente con sus sugerencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Albritton, C. C., 1958, Quaternary stratigraphy of the Guadiana Valley, Durango, Mexico: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 69, p. 1197-1216.

- Aranda-Gómez, J. J. y Labarthe-Hernández, Guillermo, 1977, Estudio geológico de la Hoja Villa Hidalgo, S.L.P.: Univ. Autón. San Luis Potosí, *Geología y Metalurgia*, t. 7, n. 53-54, p. 33-58.
- Basu, A. R. y Murthy, V. R., 1977, Ancient lithospheric lherzolite xenolith in alkali basalt from Baja California: *Earth and Planetary Science Letters*, v. 35, p. 239-246.
- DETENAL, 1974, Hoja topográfica Honorato de Abajo G13B13: México, D. F., DETENAL, escala 1:50,000.
- Harris, P. G., Hutchinson, R. y Paul, D. K., 1972, Plutonic xenoliths and their relation to the upper mantle: *R. Soc. London Phil. Trans.*, A-271, p. 313-323.
- Lorenz, V., 1973, On the formation of maars: *Bull. Volcanol.*, v. 37, p. 183-204.
- McDowell, F. W., y Keizer, R. P., 1977, Timing of mid-Tertiary volcanism in the Sierra Madre Occidental, between Durango City and Mazatlán, Mexico: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 88, p. 1479-1487.
- Ollier, C. D., 1969, *Volcanoes*: Cambridge, Mass., MIT Press, 177 p.
- Robin, Claude, 1976, El vulcanismo de las planicies de la Huasteca (Este de México): Univ. Nal. Autón. México, *Inst. Geología, Bol.* 96, p. 55-92.
- Rodríguez-Torres, Rafael, 1972, Breve panorama geológico regional a la luz de los nuevos datos y teorías: *Soc. Geol. Mexicana, Conv. Nal.* 2, Mazatlán, Mem. p. 1-14.
- Schmincke, H. U., 1977, Phreatomagmatische Phasen in quartären Vulkanen der Osteifel: *Hannover, Geol. Jahrb.*, A-39, p. 3-45.