

ble existencia de dos deformaciones por cizalla deducidas a partir de las diferentes orientaciones de la lineación de estiramiento asociada. La primera fase de deformación se caracteriza por presentar una lineación próxima a la dirección de buzamiento e implicaría un cabalgamiento del Macizo de Aracena sobre la Zona Surportuguesa. La segunda se caracteriza por una lineación de estiramiento cercana a la horizontal e implicaría un movimiento de falla transcurriente con componente senestro. Ambas fases pueden ser dos etapas del mismo proceso tectónico (op. cit.). La última fase es la que se desarrolla en condiciones de bajo grado, no considerada en este trabajo. La primera deformación (cabalgamiento) sería la que ocurriría a altas temperaturas según los datos aportados en esta nota. Por tanto, el esquema de evolución térmica que se desprende de este estudio sería compatible con el esquema tectónico deducido por Crespo-Blanc (1987, 1989) y Crespo-Blanc & Orozco (1988). La evolución térmica deducida soporta un modelo en el cual un macizo anfibolítico profundo es deformado a la vez que asciende y se enfría. El retrometamorfismo sería debido al enfriamiento del macizo anfibolítico y estaría favore-

cido por la zona de cizalla, puesto que de lo contrario sería difícil explicar un gradiente de varios cientos de grados por kilómetro como del que se deduciría a partir de los datos aquí expuestos.

Agradecimientos

El trabajo de microsonda fue realizado por los autores en la Un. de St. Andrews. Este trabajo ha sido financiado por la Junta de Andalucía (Plan Andaluz de Investigación) y V.C.H.-A.I.B.Q.

Referencias

- Bard, J. P. (1969): Tesis Doctoral. *Fac. Sci. Montpellier*, 398 p.
- Bard, J. P. & Moine, B. (1979): *Lithos*, 12, 217-282.
- Blundy, J. D. & Holland, T. J. B. (1990): *Cont. Min. Petrol.*, 104, 208-224.
- Crespo-Blanc, A. (1987): *Bol. Geol. Min.*, 98, 507-515.
- Crespo-Blanc, A. (1989): Tesis Doctoral. *Univ. Sevilla*.
- Crespo-Blanc, A. & Orozco, M. (1988): *Tectonophysics*, 148, 221-227.
- Droop, G. T. R. (1987): *Mineral Mag.*, 51, 431-435.
- Dupuy, C.; Dostal, J. & Bard, J. P. (1979): *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, 26, 87-93.
- Johnson, M. C. & Rutherford, M. J. (1989): *Geology*, 17, 837-841.
- Hollister, L. S.; Grissom, G. C.; Pelters, E. K.; Stowell, H. H.; Sisson, V. B. (1987): *Amer. Miner.*, 72, 231-239.
- Leake, B. E. (1978): *Can. Miner.*, 16, 501-520.
- Robinson, P.; Spear, F. S.; Schumacher, J. C.; Laird, J.; Klein, C.; Evans, B. W.; Doolan, B. L. (1982): *Min. Soc. Am. Rev. Mineral*, 9B, 1-227.
- Vernon, R. H. (1976): *Metamorphic Processes*. George Allen & Unwin, London, 247 p.

Recibido el 1 de octubre de 1990
Aceptado el 26 de octubre de 1990

Pregunta de C. Villaseca

—¿Cómo explicáis la ausencia generalizada de piroxenos en las anfibolitas si han sufrido un metamorfismo de condiciones granulíticas: 750-900°C?

Respuesta de los autores

—Las anfibolitas sin piroxenos son las más intensamente deformadas (Lito-tipo C) en la que la temperatura calculada oscila en torno a 750-900°C. Las condiciones especiales de alta actividad de H₂O en las zonas intensamente deformadas pueden estabilizar el anfíbol a alta temperatura. No obstante este problema será abordado en sucesivos trabajos.

Rocas volcánicas submarinas en la base de la Formación Cañadas. Macizo de Tigaiga (N. de Tenerife)

Submarine volcanic rocks at the bottom of the «Cañadas» formation. Tigaiga's Massif (N. of Tenerife)

E. Ibarrola, J. M. Fúster, E. Ancochea y M. J. Huertas (*)

(*) Inst. Geología Económica. C.S.I.C. Dpto. Petrología y Geoquímica. Universidad Complutense. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

ABSTRACT

A volcanic submarine formation crops out in the north coast of Tenerife, east of San Juan de la Rambla. This unit is formed by massive and pillowed lavas, pillow-breccias, hyaloclastites and palagonitic tuffs and is interpreted as consisting of subaerial lavas that flowed into shallow marine waters. The lavas are amphibolic trachybasalts. An unaltered sample coming from the most massive zone has yielded a whole rock 2.60 ± 0.17 Ma K-Ar age. These submarine lavas are underlying the oldest formations of the Las Cañadas Series dated at 1.24 Ma in that same area. The submarine lavas correspond to a time period for which very scarce information was yet available in Tenerife.

Key words: Tenerife, Cañadas Series, submarine lavas, K-Ar geochronology.

Geogaceta, 9 (1991), 17-20.

Introducción

El Macizo de Tigaiga (fig. 1) es uno de los accidentes morfológicos

más importantes del Norte de Tenerife, constituyendo un relieve positivo entre los valles de Icod (al oeste) y de La Orotava (al este). Está formado

por una sucesión de materiales volcánicos de varios centenares de metros de espesor que descienden de forma continua desde Las Cañadas, donde

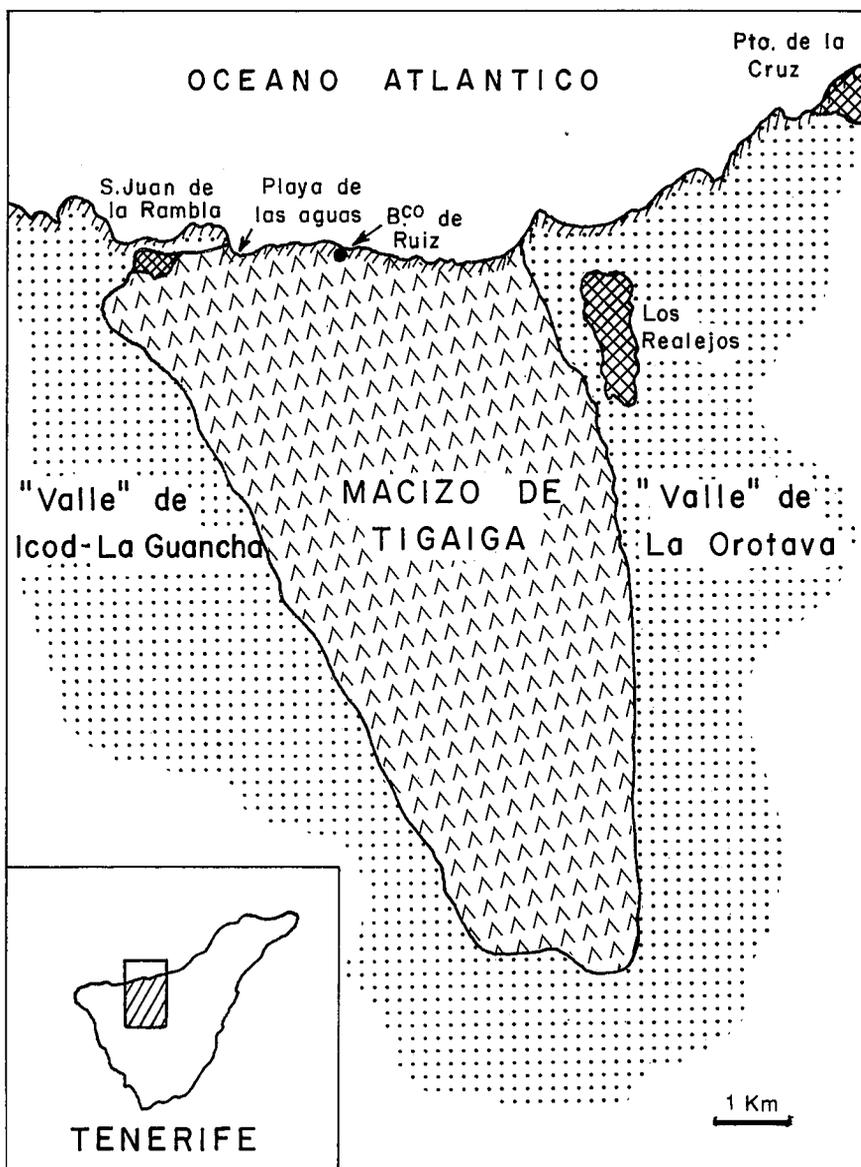


Fig. 1.—Extensión aproximada del Macizo de Tigaiga. Angulos=Serie Cañadas. Puntos=Formaciones volcánicas más recientes.

Fig. 1.—Approximate area of the Tigaiga's Massif. Arrows=«Cañadas» Series. Dots=More recent volcanic formations.

constituye la pared Norte de la caldera, hasta el mar donde acaba en un importante acantilado.

Está constituido esencialmente por coladas subaéreas basálticas, traquibasálticas y fonolíticas que buzaban hacia el N-NW, con frecuentes intercalaciones piroclásticas sálicas. Aunque en líneas generales se trata de una Serie concordante, son frecuentes las discordancias locales y los paleovalles rellenos de depósitos piroclásticos o sedimentarios.

El Macizo de Tigaiga es prácticamente el único lugar, en superficie, donde pueden estudiarse los materiales de la Formación Cañadas (Fúster

et al., 1968) en todo el Norte de la Isla; por lo que su estudio constituye uno de los objetivos principales del proyecto que, sobre el Edificio Cañadas, realizan en la actualidad los autores de esta nota.

Las rocas volcánicas submarinas

En la base de esta sucesión volcánica subaérea hemos localizado, por primera vez en el Macizo de Tigaiga, lavas y tobas submarinas de composición basáltica-traquibasáltica. Los afloramientos son visibles a lo largo de la costa norte de la Isla durante

unos 500 m. al E de la localidad de San Juan de la Rambla, en el sector conocido como Playa de Las Aguas (fig. 1). Los materiales volcánicos submarinos solamente se ven desde el nivel del mar hasta una altura variable entre 5 y 25 m., pues quedan recubiertos por los derrubios de ladera formados en el escarpe septentrional del Macizo de Tigaiga. También están formados por rocas volcánicas de consolidación submarina los pequeños islotes erosionados cercanos a la costa. En algunos sectores (fig. 2), sobre las rocas volcánicas submarinas y debajo de los derrubios del escarpe (fig. 2, unidad D), se observan restos de una playa levantada, a unos 7-8 m. sobre el nivel actual del mar, formada por bloques y cantos bien rodados cementados por arenas litorales (fig. 2, B₁). Sobre ellos, aparecen depósitos sedimentarios (coluviones y depósitos de ladera antiguos) (fig. 2, B₂) o coladas de la Formación Cañadas típicas del sector (fig. 2, C).

Naturaleza de los materiales

Las rocas volcánicas submarinas (fig. 3) están formadas por lavas con estructuras «pillow» con grosera disyunción radial, «pillows» lobuladas y fragmentos de «pillows» dentro de una toba o brecha hialoclastítica en la que se observan sectores palagonitizados (fig. 2, A₁). Con frecuencia, dentro de las zonas fragmentarias, aparecen sectores de varios metros de extensión de roca masiva y compacta de igual naturaleza que la que forman las «pillows» (fig. 2, A₂).

En el sector situado más al E, donde hay visible mayor altura de afloramiento, se observan varias coladas submarinas superpuestas en las que alternan unidades donde predominan los tipos fragmentarios («pillows», tobas) con otras de lavas masivas con disyunción columnar (fig. 2, A₃).

En las zonas masivas y en el interior de las «pillows» las rocas tienen una coloración oscura, casi negra. En ellas no existen vacuolas ni espacios con rellenos secundarios que son más frecuentes en los sectores palagonitizados.

El conjunto de observaciones pone de manifiesto que estos materiales submarinos debieron consolidar en

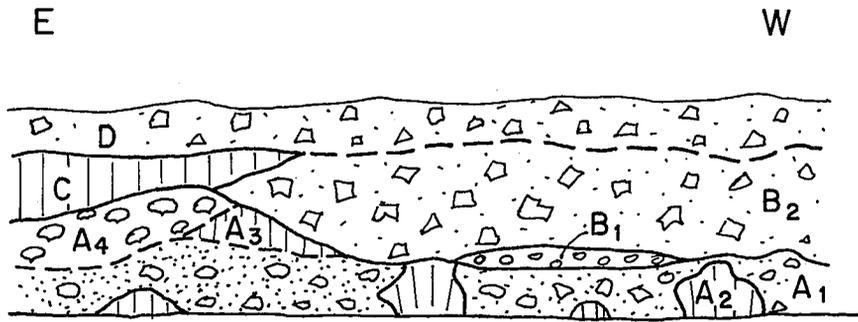


Fig. 2.—Esquema (no a escala) del frente costero en la zona al Este de San Juan de la Rambla; A₁=Brechas de «pillows» e hialoclastitas; A₂=Zona de lavas masivas; A₃=Colada masiva con disyunción columnar; A₄=Colada de «pillows» con matriz palagónica; B₁=Playa levantada; B₂=Coluvión «pre-Tigaiga»; C=Colada basáltica subaérea de la Serie de Tigaiga; D=Coluviones más recientes.

Fig. 2.—Sketch (not on scale) of the coastal front in the zone eastwards of San Juan de La Rambla; A₁=Pillow-breccias and hyaloclastites; A₂=Massive lavas; A₃=Massive lavafLOW with columnar jointing; A₄=Pillow-lavas with palagonitic matrix; B₁=Lifted beach; B₂=«pre-Tigaiga» colluvium; C=Subaerial basaltic lavafLOW of the Tigaiga' series; D=more recent collu-viums.

aguas someras. La ausencia de vacuolas y vesículas en el interior de las «pillows», en esas profundidades, indica que se trataba de un magma fuertemente desgasificado, tal vez porque las coladas hayan tenido un recorrido subaéreo previo. En la hipótesis más sencilla, apoyada por batimetría de la zona, el área de procedencia sería la zona interior de la isla, con una situación similar al resto de las coladas del macizo.

Petrográficamente, las rocas masivas son débilmente porfídicas (fig. 4) con fenocristales, que raramente

sobrepasan un milímetro, de plagioclasa (andesina) débilmente zonada, de oxihornblenda con inclusiones de opacos en el borde, y de augita ligeramente zonada. La matriz, tiene estructura traquítica bien desarrollada y está formada fundamentalmente por abundantes microlitos de plagioclasa, piroxeno, magnetita y algo de anfíbol. El accesorio principal, además de la magnetita, es apatito. La matriz, aunque de grano fino, tiene un grado elevado de cristalización, existiendo en ella muy poca fase vítrea.



Fig. 3.—«Pillows» lobuladas empastadas en una matriz hialoclastítica y brechoide.

Fig. 3.—Lobate «pillows» embedded in an hyaloclastitic and brecciated matrix.

Geocronología K-Ar

Se ha seleccionado para datación una muestra muy fresca y compacta extraída de los sectores más masivos del afloramiento. En ella no se han encontrado alteraciones perceptibles ni vacuolas o rellenos secundarios. La determinación de K se ha realizado por absorción atómica y la de Ar en el Espectrómetro de masa VG, MS-600 del Departamento de Petrología y Geoquímica de Madrid (U.C.M.-C.S.I.C.). Los datos analíticos son los siguientes:

Muestra T-92-F

K=2,29%.

⁴⁰Ar radiog.=0,2319 nl/g.

Ar atmosf.=65,9%.

Edad=2,60±0,17 Ma.

Esta edad de 2,60 Ma es más antigua que la de todas las unidades del Macizo de Tigaiga y, en general, de toda la Formación Cañadas datadas hasta ahora (Ancochea *et al.*, 1989).

Aunque en los materiales submarinos, especialmente en los emitidos en zonas profundas, cabe la posibilidad de que quede ocluido en el enfriamiento una proporción anómala de ⁴⁰Ar magmático (Dalrymple y Lamphere, 1969), especialmente en las fases vítreas no desgasificadas, en este caso, las observaciones petrográficas (falta de vacuolas, escaso vidrio, cristalinidad elevada) parecen indicar más bien, como ya hemos señalado, que se trata de coladas emitidas en ambiente subaéreo que cuando alcanzaron la costa penetraron en el mar bastante desgasificadas. Por ello, es poco probable que estas lavas tengan exceso de ⁴⁰Ar magmático y, por lo tanto, consideramos que la edad es correcta.

Posición estratigráfica y discusión

Dentro de la Formación Cañadas, las rocas más antiguas aflorantes datadas hasta ahora eran los basaltos que aparecen en los fondos de los valles al norte de Vilaflor y en el fondo del barranco de Erques, (1,89 y 1,82 Ma, Ancochea *et al.*, in press). Sin embargo, no se conocían en Tenerife, en superficie, materiales datados entre 3,28 y 1,89 Ma. Esta interrupción representaría un período de calma o de poca actividad volcánica en el trans-



Fig. 4.—Traquibasalto: Fenocristales de plagioclase (blancos), piroxeno (gris) y anfíbol (oscuro) en una matriz traquítica microcristalina. L.N. x 25.

Fig. 4.—Trachybasalt; phenocrysts of plagioclase (white), pyroxene (grey) and amphibole (dark) in a microcrystalline trachytic matrix. x 25.

curso del cual se erosionarían los edificios de la Serie Antigua.

Únicamente Carracedo (1975) data en 2,3 Ma, una colada fonolítica intercalada en una galería, dentro del «fanglomerado» de Bravo (1962).

En el Macizo de Tigaiga, Ancochea *et al.* (in press) datan una sucesión bastante completa en el extremo NE del mismo: basaltos: 1,10 Ma; fonolitas: 0,93 Ma, y traquibasaltos: 0,80 Ma. Sobre ellos, discordante y descolgándose sobre el acantilado se sitúa otra serie basáltica-traquibasáltica de 0,27 Ma. En el NW de Tigaiga, en posición estratigráfica similar (Bellido *et al.*, 1988) a la de los basaltos de 1,10 Ma, los autores antes mencionados datan feldespatos alcalinos de clastos esenciales de la ignimbrita de San Juan de la Rambla en 1,24±0,08 Ma.

Las rocas submarinas datadas ahora se encuentran en una posición estratigráfica muy baja dentro del Macizo y claramente por debajo de las ignimbritas y coladas piroclásticas

de San Juan de la Rambla. La edad obtenida es, por lo tanto, coherente con dicha posición estratigráfica y con las edades radiométricas existentes hasta el momento. Destaca, sin embargo, el gran intervalo de edad (1,3 Ma) entre esta roca submarina y la ignimbrita (situada muy próxima en la vertical) lo que indicaría la existencia para esta zona de dos momentos de actividad muy distanciados y por ello tal vez, de ciclos volcánicos diferentes.

Puesto que los datos geológicos y geocronológicos son coherentes, no sería rechazable, en términos absolutos, la idea de que la Serie Cañadas se iniciase antes de lo que hasta ahora se suponía (hace 1,9 Ma según Ancochea *et al.*, 1989), o bien, si ese intervalo sin edades es significativo, que las lavas submarinas encontradas representen episodios de vulcanismo pre-Cañadas.

Según los datos de geología del subsuelo (Coello, 1973; Navarro y Coello, 1989) en el Macizo de Tigaiga,

debajo de la sucesión Cañadas, aparece una formación fragmentaria (el ya mencionado «fanglomerado» de Bravo, 1962) que habría que interpretar como «debris-flows» procedentes de la destrucción y deslizamiento de antiguos edificios volcánicos previos a la Formación Cañadas. Con ellos podrían estar relacionadas estas lavas submarinas.

Agradecimientos

Agradecemos a C. Galindo la colaboración prestada en la determinación del Ar. Trabajo financiado por el proyecto PB 88-0047 DGICYT.

Referencias

- Ancochea, E.; Fúster, J. M.; Ibarrola, E.; Coello, J.; Hernán, F.; Cendrero, A.; Cantagrel, J. M. y Jamond, C. (1989): La edad del Edificio Cañadas. 315-320. In: *Los Volcanes y la Caldera del Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias)*, V. Araña y J. Coello ed. ICONA, Madrid.
- Ancochea, E.; Fúster, J. M.; Ibarrola, E.; Coello, J.; Hernán, F.; Cendrero, A.; Cantagrel, J. M. y Jamond C. (in press): *Journ. Volc. Geoth. Res.*
- Bellido, F.; Gómez, J. A. y Ruiz, M. T. (1988): *Mapa Geológico de España escala 1:25.000, 1103-II.Pto. de La Cruz*. I.G.M.E., 90 pp.
- Bravo, T. (1962): *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 40, 93-108.
- Carracedo, J. C. (1975): Tesis Doctoral. *Univ. Complutense Madrid*.
- Coello, J. (1973): *Estudios Geol.*, 29, 491-512.
- Dalrymple, G. B. and Lanphere, M. A. (1969): *Potassium-Argon Dating*. Freeman, San Francisco, 258 pp.
- Fúster, J. M.; Araña, V.; Brändle, J. L.; Navarro, M.; Alonso, V. y Aparicio, A. (1968): *Geology and Volcanology of the Canary Island. Tenerife*. Inst. Lucas Mallada. Madrid, 218 p.
- Navarro, M. y Coello, J. (1989): *Depresiones formadas por deslizamiento gravitacional en Tenerife*. ESP Meeting on Canary Volcanism. (In litt.).

Recibido el 26 de septiembre de 1990
Aceptado el 26 de octubre de 1990