



ASOCIACION ESMECTITAS - CALCOSILICATOS EN METABASALTOS CERCANOS  
AL RIO COLLON CURA, NEUQUEN, ARGENTINA

Carlos O. Latorre\* y María E. Vattuone de Ponti\*\*

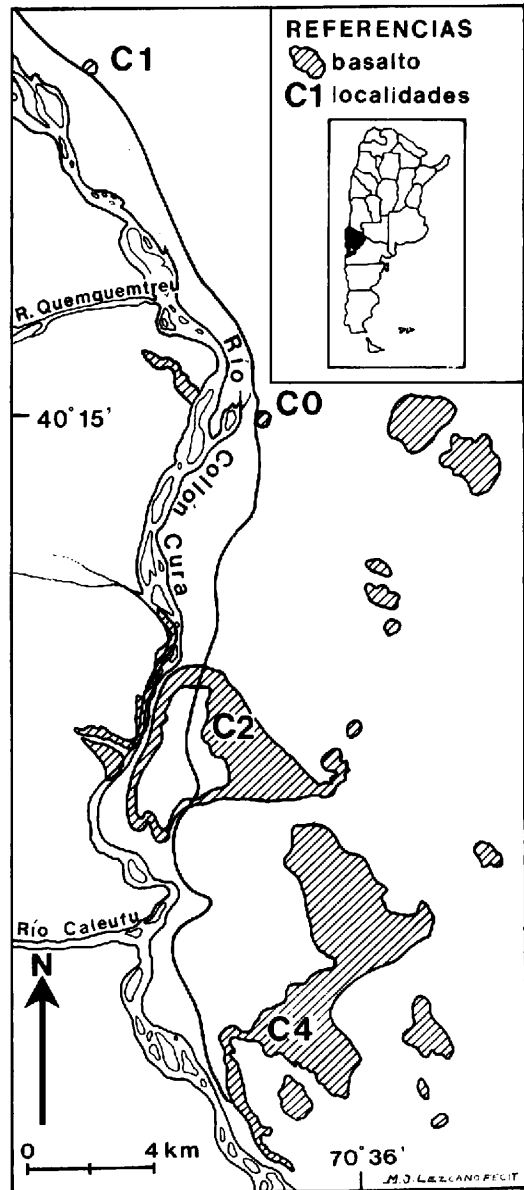
INTRODUCCION

Hemos encontrado minerales metamórficos de muy bajo grado, en facies de ceolita y a veces, prehnita - pumpellyita, con amplio reemplazo pseudomórfico de calcita y en mucha menor proporción dolomita en amígdulas de vulcanitas de la margen izquierda del río Collón Cura, (Fig.1), que constituyen el llamado Basalto 0 de Galli [1] que en ese lugar, aflora debajo de las ignimbritas de la Formación Collón Cura.

Las dataciones K/Ar efectuadas por Linares, et.al., [2], para estas vulcanitas en las cercanías de nuestra zona de estudio, indican para las mismas una edad de 30 m.a., que las ubica en el Oligoceno.

DESCRIPCION PETROGRAFICA DE LAS VULCANITAS

Son coladas de basaltos, algunas de ellas vesiculares y otras amigdaloides. Las vesículas presentan un tamaño de hasta 2 cm. de diámetro. En muchos casos están tapizadas por esmectitas de color verde claro y en otros por esmectitas de color celeste grisáceo, acompañadas a veces por cristales euhedrales muy pequeños, de analcima, en las locali-



\* INGEIS - CONICET

\*\* FCEN, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

dades C1 y C2.

Las amígdulas, de hasta 10 cm, suelen estar rellenas predominantemente por calcita que reemplaza pseudomórficamente a ceolitas y en muy pocos casos por variedades de sílice (casi siempre cristobalita).

Diaclasas posteriores, atraviesan las rocas y las amígdulas y están rellenas por ceolitas fibrosas (estilbita?) reemplazadas por calcita.

Al microscopio, los basaltos tienen textura porfírica, y están compuestos, en los sectores en que la roca está fresca, por fenocristales de olivina en una pasta intergranular a intersertal constituida esencialmente por microlitos orientados de plagioclasas, escasos clinopiroxenos y mineral opaco.

En la mayor parte de los afloramientos, los fenocristales de olivina están reemplazados por iddingsita en los bordes y a medida que la alteración avanza, sólo es reconocible por sus contornos idiomórficos y por los minerales pseudomorfos. Los piroxenos están principalmente reemplazados por hematita y en algunos sectores, las plagioclasas están ceolitizadas y albitizadas.

#### MINERALOGIA

Los principales minerales de alteración y/o metamórficos hallados en estas rocas en los sectores más alterados de las mismas, son: esmectitas, hematita, iddingsita, heulandita, analcima, albita, pumpellyita, cristobalita, estilbita?, calcita y, a veces, dolomita, y en escasa proporción, epidoto. Se encuentran principalmente en amígdulas, diaclasas y también alterando fenocristales y en la

pasta.

Fueron determinados por vía óptica en todos los casos, con lupa binocular y con microscopio de polarización y además por difracción de rayos X en el caso de las esmectitas, pumpellyita y ceolitas (heulandita y analcima); éstas últimas siempre muestran en sus diagramas de difracción de rayos X la presencia de calcita y dolomita.

Además, se efectuaron análisis químicos por microsonda electrónica en las esmectitas, en la pumpellyita y en las ceolitas de las amígdulas. Los análisis químicos realizados sobre estas últimas, mostraron su casi total reemplazo por calcita y dolomita a pesar de que las formas cristalinas corresponden en algunos casos a analcima, en otros a heulandita y a estilbita.

Los fenocristales de olivina se encuentran alterados a, iddingsita, esmectitas y pumpellyita, acompañadas por abundante calcopirita; los de piroxeno a hematita, y a veces a epidoto y los de plagioclasa a albita y a ceolitas (heulandita) en la localidad C1.

En las rocas que primariamente tuvieron textura intersertal, se observa el reemplazo de vidrio por esmectitas y heulandita.

En las amígdulas se hallaron diferentes tipos de relleno:

1) esmectitas formando un borde delgado y abundante calcita en la parte interna en la localidad C2, principalmente como pseudomorfo de analcima.

2) calcita y dolomita en C0, C1 y C2.

3) calcita de hábito acicular implantada perpendicularmente al borde de la amígdula, seguida por deposiciones sucesivas de heulandita y calcita pseudomorfa

según heulandita en el centro; son las amígdulas que en general tienen las mayores dimensiones (hasta unos 10 cm) y se encuentran especialmente en la localidad C2. Allí, se observan cristales hasta de varios centímetros de analcima identificada por sus formas cristalográficas, por óptica y por difracción de rayos X, reemplazados en su mayor parte por calcita.

4) calcita reemplazando pseudomórficamente en forma total a ceolitas de hábito fibroso radial en la localidad C4, acompañada por heulandita parcialmente reemplazada.

5) cristobalita.

Las vesículas están tapizadas, en las localidades C1 y C2, por esmectitas de color amarillo-verdoso sobre las que se depositaron pequeños cristales idiomorfos de analcima, y esmectitas de color celeste grisáceo y a veces pumpellyita de color amarillo bronce al microscopio, que en su aspecto difiere muy poco de las esmectitas; una pumpellyita de similares características fue citada para la ofiolita de "del Puerto", California, [3] y por Aguirre, [4]. En algunos sectores más alterados de la pasta y como pseudomorfo de olivina, también se observa la presencia de esta pumpellyita (ópticamente negativa y con un ángulo  $2V$  muy pequeño a uniaxial) a veces asociada a escaso epidoto (pistacita) que altera a los piroxenos de la pasta. Las características ópticas permiten calificarla como pumpellyita férrica.

Los análisis ópticos y por difracción de rayos X sobre los minerales verde claro de las vesículas, han indicado la presencia de esmectita y pumpellyita y

por otra parte, los análisis químicos con microsonda electrónica han permitido determinar la existencia de una esmectita con abundante OCa, menor OMg que lo habitual y con presencia de Na<sub>2</sub>O.

En las esmectitas de color celeste que tapizan las vesículas en las localidades C1 y C2, la difracción de rayos X y los análisis químicos, permitieron determinar un mineral con mucha mayor proporción de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> que en las anteriores esmectitas, conservando su alto porcentaje de OCa, y careciendo, en general de Na<sub>2</sub>O.

Al microscopio las esmectitas son pleocroicas, de color verde a amarillo con colores de birrefringencia que van del amarillo al rojo de primer orden. Es muy raro el color de birrefringencia azul anómalo.

En los fenocristales de olivina alterados, los análisis por microsonda revelaron la presencia de esmectita, esmectita/clorita (corrensita) con proporciones muy altas de OCa que indicarían una mezcla con pumpellyita, confirmando lo observado al microscopio; asociaciones semejantes con muy alto OCa las han descrito los autores de este trabajo para el caso de Chapelco, [5].

Como relleno de las diaclasas que posteriormente atravesaron las rocas, se depositó una ceolita fibrosa reemplazada pseudomórficamente por calcita que por su hábito y forma de presentarse, presumimos que habría sido estilbita, que fue reconocida por nosotros en el área, siempre con características similares, rellenando diaclasas posteriores a todas las demás ceolitas y acompañada muchas ve-

ces por calcita, que la sucede en el tiempo. Es tal su abundancia, que en un trabajo anterior, los autores de este trabajo, han definido una subfacies de estilbita dentro de la zona de más baja temperatura de la facies de ceolita para esta región. [6].

#### ASOCIACIONES MINERALES METAMORFICAS

Las asociaciones minerales diagnósticas en las vesículas y amígdulas son:

esmectita (montmorillonita - nontronita) - pseudomorfos de calcita según analcima

esmectita - pseudomorfos de calcita y dolomita según heulandita y analcima

esmectita (montmorillonita - nontronita) - pumpellyita

Reemplazando fenocristales de olivina se encontró la asociación:

iddingsita - esmectita - esmectita/clorita - pumpellyita.

Reemplazando clinopiroxenos o en la pasta:

hematita - epidoto - pumpellyita - cristobalita.

Reemplazando plagioclasas:

heulandita - albita

Reemplazando vidrio:

esmectitas - heulandita

Rellenando diaclasas:

pseudomorfos de calcita según estilbita?

Estas asociaciones metamórficas corresponden a minerales que configuran un metamorfismo de muy bajo grado con ausencia de deformación y en el caso de los minerales de las amígdulas y diaclasas se observó el reemplazo pseudomórfico por calcita y a veces, dolomita. Esto no ocurre en la matriz de las vulcanitas ni en los fenocristales.

La sucesión de minerales diagnósticos originalmente deposi-

tada, determina una zonación mineral progresiva que corresponde a las facies de ceolita y llegaría a la de prehnita-pumpellyita. Un proceso posterior, probablemente vinculado a cambios en la presión parcial de CO<sub>2</sub>, depositó carbonatos de Ca y Mg sobre las ceolitas de amígdulas y diaclasas en forma generalizada, de manera que en muy pocos lugares de ellas subsiste la paragénesis metamórfica original de muy bajo grado.

#### DISCUSION

Las relaciones texturales indican que el primer mineral en formarse siempre es esmectita, que a veces está incluida en la heulandita, por lo común reemplazando vidrio; en la pasta y en los fenocristales de la roca, las esmectitas que presentan muy alto OCa y menor cantidad de SiO<sub>2</sub> indicador de una mayor temperatura según Schiffman y Fridleifsson, [7], parecen pasar gradualmente en algunos casos a pumpellyita; este pasaje fue observado también por nosotros en vulcanitas afectadas por metamorfismo de muy bajo grado en Chapelco en trabajos previos: [5] y [8].

En este caso, la transición de la facies de ceolita a la de pumpellyita, habría tenido lugar de acuerdo con la reacción:

Heulandita + esmectita de Fe = Pumpellyita de Fe + SiO<sub>2</sub> [9], que se verifica en la pasta de las rocas C1 y C2, encontrándose SiO<sub>2</sub> como cristobalita en esas localidades. Las asociaciones muestran desequilibrio ya que coexisten minerales primarios y metamórficos lo cual es una característica de este tipo de metamorfismo de muy bajo grado. [10]

En el resto de las rocas, la alteración está restringida principalmente a las amígdulas; en ellas, se observan cambios en la presión parcial de CO<sub>2</sub>, ya que el primer mineral en formarse es la esmectita (montmorillonita - nontronita) y luego siguen las ceolitas por lo que puede suponerse un descenso en la presión de CO<sub>2</sub>, ya que estudios experimentales llevaron a la conclusión que las asociaciones de ceolitas están limitadas a muy baja presión de CO<sub>2</sub>. [11]. La calcita y en algunos casos, una asociación final de calcita, dolomita y arcillas, reemplaza a las ceolitas de las amígdulas totalmente, lo cual implica nuevamente un ascenso de CO<sub>2</sub>; estas variaciones en la presión parcial de CO<sub>2</sub>, han tenido lugar localmente. En general, podemos indicar que las ceolitas cálcicas y la pumpellyita sólo existen en equilibrio con una fase fluida pobre en CO<sub>2</sub>. [12].

La fugacidad de oxígeno es elevada a juzgar por la presencia de hematita, pistacita y pumpellyita rica en Fe y la presión parcial de Ca es alta por la presencia de silicatos de calcio y calcita.

Las asociaciones de ceolitas encontradas: estilbita? - heulandita - analcima que coexisten con pumpellyita rica en Fe y escaso epidoto y la alta fugacidad de oxígeno, indicarían que el metamorfismo habría tenido lugar a bajas presiones, y las temperaturas no habrían llegado a los 250°C. La ausencia de laumontita acompañando esta paragénesis probablemente se deba a su posterior reemplazo pseudomórfico por calcita. Este reemplazo es parcial y muy común en localidades cercanas que estamos es-

tudiando.

En cuanto a la pumpellyita, tiene su campo de estabilidad a esas temperaturas y a presiones muy bajas según Aguirre, [13], las que de acuerdo a Frey, et. al., [12], podrían llegar a menos de 2Kb.

#### REFERENCIAS

- [1] Galli, C., 1971. Descripción geológica de la Hoja 38c, Piedra del Aguila (Provincias del Neuquen y Río Negro.) Secretaría de Minería, Boletín N°111. 67p. Buenos Aires.
- [2] Linares, E., González Díaz, E., Ostera, H y Cagnoni, M., 1991. Reconsideración temporal (K-Ar) de las rocas basálticas cenozoicas del sector neuquino comprendido entre los paralelos 40°00' y 40°30'S y los meridianos 70°00' y 70°45'W, Argentina. In Sexto Congreso Geológico Chileno, Actas, Resúmenes expandidos, p.621-625, Santiago, Chile.
- [3] Evarts, R. and Schiffman, P., 1983. Submarine hydrothermal metamorphism of the Del Puerto Ophiolite, California. American Journal of Science, vol. 283, p.289-340.
- [4] Aguirre, L., 1993. Compositional variations of cretaceous pumpellyites along the western margin of South America and their relation to an extensional geodynamic setting. Journal of Metamorphic Geology, Vol.11, p.437-448.
- [5] Vattuone de Ponti, M. y Latorre, C., 1994. Minerales metamórficos de muy bajo grado en vulcanitas de la Serie Andesítica; San Martín de los Andes, Neuquen. Revista Geológica de Chile. (en referato).
- [6] Latorre, C. y Vattuone de Ponti, M., 1994. Estilbita y clinoptilolita en la Serie Andesítica. La Angostura, Neuquen. 2da Reunión de Mineralogía y Metalogénesis. La Plata, Argentina. (aceptado para su publicación).
- [7] Schiffman, P. y Frileifsson, G.O., 1991. The smectite - chlorite transition in drillhole NJ-15, Nesjavellir geothermal field, Iceland: XRD, BSE and electron

- microprobe investigations. *Journal of Metamorphic Geology*, Vol. 9, p.679-696.
- [8] Latorre, C. y Vattuone de Ponti, M., 1993. Minerales metamórficos de muy bajo grado en vulcanitas terciarias de la Cordillera Nordpatagónica. In *Symposium, Low temperature metamorphism, IGCP, Project 294, Abstracts*, p.53-56, Santiago, Chile.
- [9] Deer, W., Howie, R. y Zussman, J., 1986. *Rock Forming Minerals*, Vol. 1-B, Longman, 629p. New York.
- [10] Levi, B., Aguirre, L., Nystrom, J., Padilla, H. y Vergara, M., 1989. Low-grade regional metamorphism in the Mesozoic-Cenozoic volcanic sequences of the Central Andes. *Journal of Metamorphic Geology*, Vol. 7, p.487-495.
- [11] Thompson, A., 1971. PCO<sub>2</sub> in low-grade metamorphism: zeolite, carbonate, clay mineral, prehnite relations in the system CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, vol. 33, P.145-161.
- [12] Frey, M., De Capitani, C. and Liou, J. G., 1991. A new petrogenetic grid for low-grade metabasites. *Journal of Metamorphic Geology*, Vol.9, p.497-509.
- [13] Aguirre, L., 1992. Metamorphic pattern of the Cretaceous Celica Formation, SW Ecuador, and its geodynamic implications. *Tectonophysics*, Vol. 205, p.223-237.