

Metamorfismo de alta-P en las rocas volcánicas submarinas de Espasante (Complejo de Cabo Ortegal) I: Petrografía y mineralogía

High-P metamorphism in submarine volcanic rocks of Espasante (Cabo Ortegal Complex) I: Petrography and mineralogy

I. Novo-Fernández¹, R. Arenas², A. García-Casco^{3,4} y R. Díez Fernández⁵

1 Departamento de Petrología y Geoquímica (UCM), Universidad Complutense. 28040 Madrid. inovo@ucm.es

2 Departamento de Petrología y Geoquímica (UCM), Universidad Complutense. 28040 Madrid. rarenas@ucm.es

3 Departamento de Mineralogía y Petrología, Universidad de Granada. 18071 Granada. agcasco@ugr.es

4 Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC, UGR). E-18100 Armilla, Granada.

5 Departamento de Petrología y Geoquímica (UCM), Universidad Complutense. 28040 Madrid. georuben@usal.es

Resumen: En la base del Complejo de Cabo Ortegal, en una posición estructural inferior, aparece una mélangé serpentinitica, la Mélangé de Somozas. Próximo a la localidad de Espasante se encuentra un bloque tectónico de metavulcanitas constituido por rocas volcánicas submarinas masivas, brechas de pillow lavas fragmentadas, pillow-lavas empaquetadas y una matriz hialoclastítica. El estudio detallado de la petrografía y mineralogía de las hialoclastitas revela unas rocas que se caracterizan por una gran complejidad textural y mineralógica. La asociación mineral del pico metamórfico está constituida por moscovita+paragonita+cuarzo+hematites+distena+granate+clorita+epidota, con rutilo, apatito y turmalina como minerales accesorios. La margarita se presenta como mineral retrógrado reemplazando a la distena desde los bordes hacia el interior. La composición de todas estas fases minerales junto con su posición textural sugiere condiciones de metamorfismo de alta-P para el pico metamórfico.

Palabras clave: Mélangé serpentinitica, Metavulcanitas, Petrografía, Mineralogía, Alta-P.

Abstract: *The Somozas Mélangé is a serpentinite mélangé located in the lowest structural position of the Cabo Ortegal Complex. In the surrounding area of the Espasante village, an outstanding tectonic block of submarine metavolcanic rocks appears formed by broken pillow breccias, close-packed pillow lavas, hyaloclastites, basaltic andesites and doleritic dykes. A detailed petrographical and mineralogical study of the metahyaloclastitic rocks shows complex textural and mineralogical relationships. The mineral assemblage developed during metamorphic peak conditions is formed by muscovite+paragonite+quartz+garnet+kyanite+chlorite+epidote+hematite, with rutile, apatite and tourmaline as accessories. Margarite appears as a retrograde mineral formed after kyanite. The compositional characteristics of all these minerals are presented and it is suggested that they were developed during a high-P metamorphism event affecting the submarine volcanic rocks.*

Key words: *Serpentinite mélangé, Metavolcanic rocks, Petrography, Mineral composition, High-P metamorphism.*

INTRODUCCIÓN

La Cadena Varisca es un orógeno desarrollado durante el Devónico-Carbonífero como resultado de la colisión progresiva entre Gondwana y Laurasia que culminó con el ensamblado de Pangea (Matte, 1991). La zona más interna del orógeno se caracteriza por la presencia de terrenos alóctonos que definen la sutura de Pangea. En el NO de la Península Ibérica, en Galicia, se encuentran tres complejos alóctonos, de Este a Oeste, los Complejos de Cabo Ortegal, Órdenes y Malpica-Tui, constituidos por tres terrenos diferentes: las unidades superiores, las unidades ofiolíticas y las unidades basales. Además existe una mélangé tectónica frontal limitada a la base del Complejo de Cabo

Ortegal: la Mélangé de Somozas (Arenas *et al.*, 1986; Arenas *et al.*, en prensa).

En este trabajo se realiza el estudio de un único bloque tectónico de la Mélangé de Somozas constituido por rocas volcánicas submarinas, próximo a la localidad de Espasante. Para ello se hace un análisis detallado de la petrografía y mineralogía de la matriz hialoclastítica que envuelve a las pillow lavas, que contribuirá a determinar un evento metamórfico de alta-P.

LA MÉLANGE DE SOMOZAS

La Mélangé de Somozas se encuentra en la base del Complejo de Cabo Ortegal, en una posición que

representa el frente de avance de los complejos alóctonos de Galicia (Arenas *et al.*, 2009). Esta unidad de mezcla tiene una disposición estructural general que buza suavemente hacia el oeste, bajo las otras unidades del Complejo de Cabo Ortegal, y aflora en los núcleos de antiformas verticales tardías. Estructuralmente cabalga sobre el parautoctono y su límite superior corta el contacto entre las unidades basales y ofiolíticas (Arenas *et al.*, 2009). La Mélange de Somozas está formada por dos miembros claramente distinguibles entre sí (Arenas *et al.*, 2009). El miembro inferior está constituido por una matriz de filitas ocreas que rodean a bloques tectónicos variados. El miembro superior,

objeto de este estudio, constituye una mélangé ofiolítica típica, con una matriz serpentinitica fuertemente cizallada que envuelve bloques de tamaño métrico a kilométrico. El bloque de metavulcanitas incluido en la mélangé de serpentinitas se halla en las proximidades de la localidad de Espasante (Fig. 1). Tiene una longitud de aproximadamente 200 metros y está constituido por rocas volcánicas submarinas masivas, brechas de pillow lavas fragmentadas, pillow-lavas empaquetadas y hialoclastitas, todo ello intruido por una red de diques diabásicos (Arenas y Peinado, 1981).

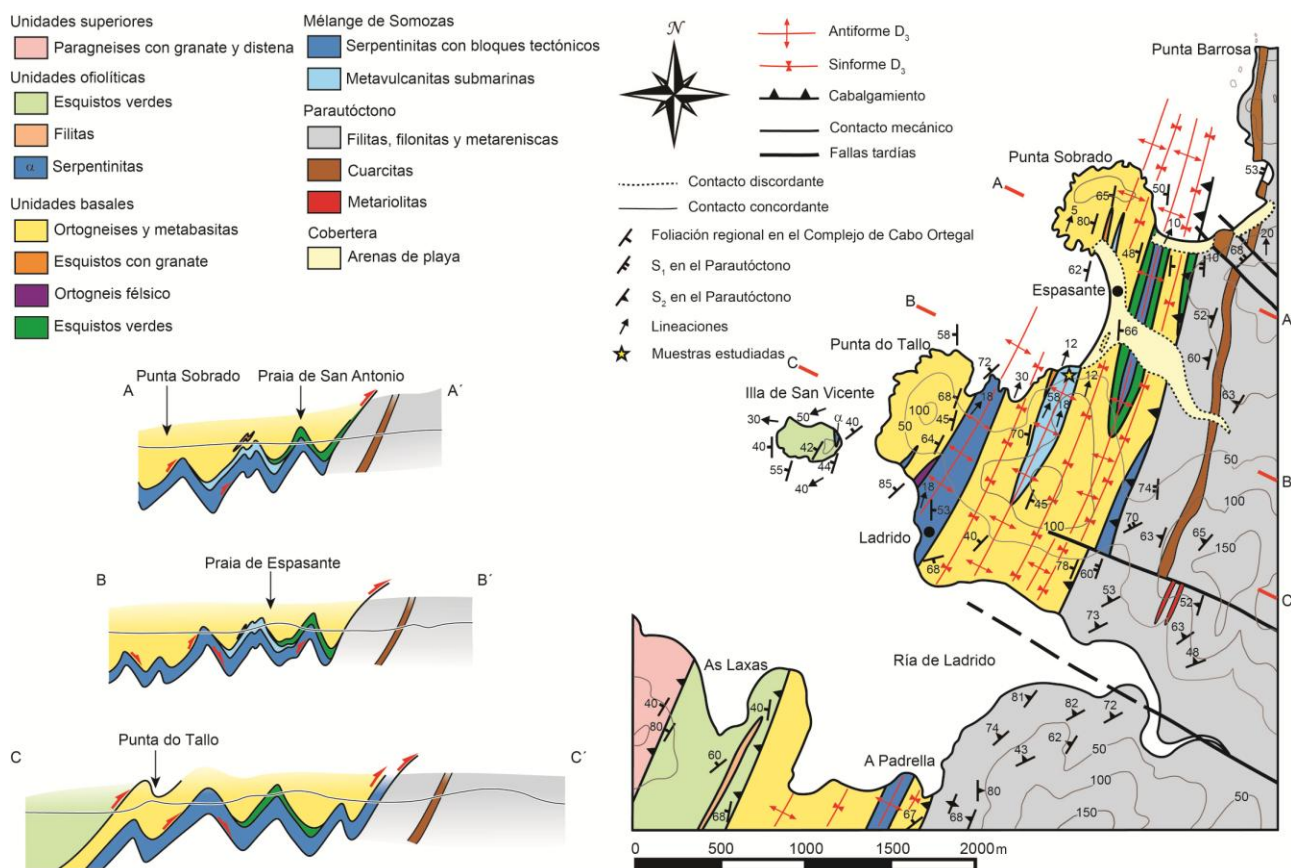


FIGURA 1. Mapa y cortes geológicos del sector oriental del Complejo de Cabo Ortegal en los alrededores de la localidad de Espasante.

PETROGRAFÍA Y MINERALOGÍA

Para la determinación de la composición mineralógica de la matriz hialoclastítica que rodea a las pillow lavas se ha realizado un estudio petrográfico sobre 15 láminas delgadas. Posteriormente se ha obtenido la composición química mineral y mapas de Rayos-X de dos de los ejemplares estudiados. Se ha utilizado la Microsonda Cameca SX100 del Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada. Las condiciones de operación de la microsonda fueron 300 nÅ y 20 kV, barriendo un área de 6.27x6.27 mm, realizando un microanálisis cada 8 µm con un tiempo de integración (contaje) de 20 ms. Con posterioridad a la preparación de estos mapas, se han realizado nuevos análisis de microsonda de mayor

calidad sobre puntos seleccionados en los mapas de Rayos-X. Las imágenes obtenidas han sido tratadas con el software Imager (Torres-Roldán y García-Casco, 2003).

La roca presenta una textura pórfido-granolepidoblástica, con un tamaño de grano muy fino, donde la mica blanca, los opacos y el cuarzo definen la foliación principal, y la distena, el granate y la clorita aparecen como porfidoblastos. La asociación mineral del pico metamórfico de las metahialoclastitas está formada por mica blanca+cuarzo+opacos+distena+granate+clorita+epidota, con rutilo, apatito y turmalina como minerales accesorios.

Mica blanca

La mica blanca se presenta sobre todo en la matriz y es el mineral más abundante en la roca. Está constituida por finos lepidoblastos de moscovita, paragonita y margarita, con un tamaño de grano que varía de escasas micras hasta 0.2 mm. Forman cristales idiomorfos a subidiomorfos y en la mayoría de las ocasiones se presentan marcando la foliación junto con el cuarzo y los opacos.

Tanto la moscovita como la paragonita tienen una considerable variación composicional. Se diferencian dos tipos de moscovita, una más fengítica que constituye los núcleos con mayor contenido en Mg y cuyo origen está relacionado con el evento de mayor presión que sufrió la roca, y otra menos fengítica que rodea a los núcleos magnésicos y que se originó posteriormente durante la descompresión.

La paragonita se distribuye, al contrario que la moscovita, en dos dominios claramente diferenciados entre sí. Por un lado se encuentra formando parte de la matriz en menor proporción que la moscovita, y tiene un crecimiento difuso. Por otro lado aparece rodeando a los granos de distena, formando finas coronas, en ocasiones discontinuas, donde el contenido en Na disminuye hasta alcanzar su mínimo en el contacto con la distena (Fig. 3). Se trata por tanto de bordes de reacción que se forman durante estadios posteriores al pico metamórfico.

La margarita aparece exclusivamente asociada a los granos de distena y los reemplaza desde sus bordes hacia el interior (Fig. 4). Por tanto, se puede considerar a la margarita como un mineral retrógrado.

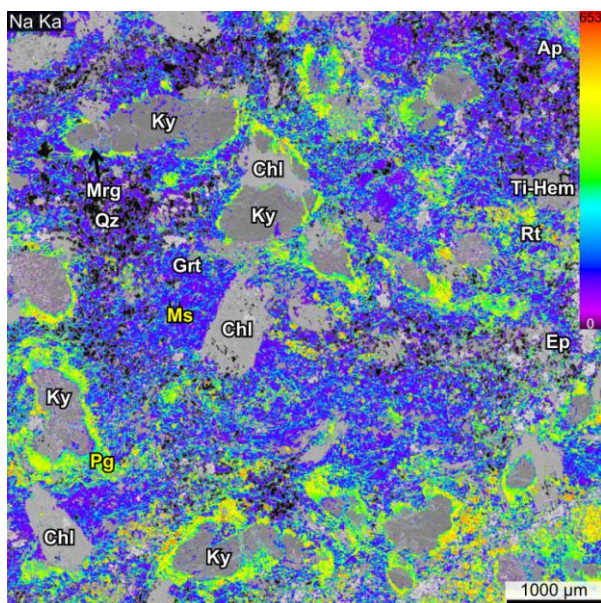


FIGURA 3. Mapa de Rayos-X que muestra la distribución del Na en la mica blanca. En tonalidades morado-azul oscuro la moscovita. En tonos de azul claro a amarillo la paragonita. En gris, imagen que contiene la información textural básica. Nótese la distribución de la paragonita alrededor de la distena y en la matriz.

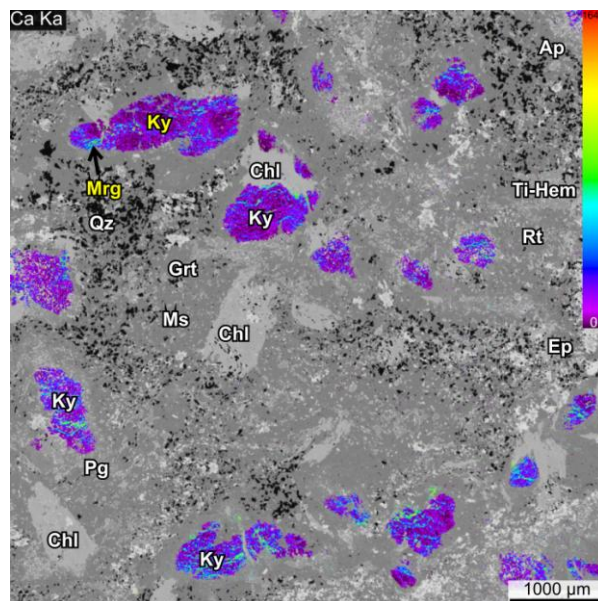


FIGURA 4. Mapa de Rayos-X que muestra la distribución del Ca en el interior de la distena. La distena no contiene Ca en su estructura (tonalidades moradas). En tonalidades azul-verdosas la margarita.

Opacos

Una característica destacable de las hialoclastitas es la gran cantidad de opacos que componen parte de la matriz. Se trata de hematites y hematites titanada que varían su tamaño desde escasas micras hasta 1 mm. En ocasiones se presentan formando agregados, pero generalmente aparecen como minerales tabulares o alotriomorfos que marcan la foliación.

Distena

La distena es el silicato aluminico presente en las hialoclastitas, pudiendo alcanzar aproximadamente el 30% del total. Se trata del mineral que más destaca en las muestras, ya que sus texturas son poco comunes, caracterizándose por formar agregados circulares donde la distena se dispone de forma radial, o agregados tabulares, con tamaños que van desde 0.5 a 2 mm. La birrefringencia suele ser baja, aunque en ocasiones muestra una birrefringencia alta anómala, cuyo origen puede estar asociado a la presencia de margarita en su interior.

Clorita

La clorita es un mineral relativamente frecuente en la roca. Puede ser clasificada en dos tipos texturales. El primer tipo de clorita constituye lepidoblastos subidiomorfos a alotriomorfos orientados según la foliación. En ocasiones también crece junto a los agregados de distena orientados. Suelen contener pocas inclusiones de minerales opacos. El segundo tipo forma tanto lepidoblastos como porfidoblastos, de subidiomorfos a alotriomorfos, que crecen oblicuos a la foliación principal. Contienen gran cantidad de inclusiones de opacos, cuarzo y en mucha menor cantidad granate y epidota.

La clorita se presenta fuertemente zonada. Los núcleos tienen una relación $Mg/(Mg+Fe)$ alta, mientras

que los bordes son ricos en Fe. Además, en ocasiones pueden aparecer parches difusivos más ricos en Fe en el interior de la clorita. Se pueden diferenciar dos tipos de clorita según el mineral al que se encuentre asociada. La clorita en contacto directo con distena tiene un contenido en Al y Fe elevado, mientras que la que aparece rodeada por la matriz tiene menor cantidad de estos dos elementos.

Granate

El granate se presenta como pequeños cristales con un tamaño máximo de 150 μm , idiomorfos a subidiomorfos, generalmente con abundantes inclusiones de minerales opacos en el núcleo y fracturado. La abundancia de este mineral tiene una relación inversa con la distena.

El granate aparece tanto en la matriz como incluido en blastos de clorita. El granate presente en la matriz tiene relaciones $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe})$ bajas. El granate incluido en la clorita, a diferencia del anterior, tiene un menor contenido en Fe. La correlación con otros elementos es menos perceptible. El granate incluido en clorita es ligeramente menos cálcico y con menor contenido en Mn que el de la matriz. No es posible diferenciar núcleo y borde en los cristales de granate, bien por su pequeño tamaño, bien porque no se han desarrollado bordes de distinta composición.

Minerales del grupo de la epidota

La epidota está contenida en la matriz en forma de cristales alotriomorfos y ocasionalmente como granos prismáticos alargados. Tiene tamaños máximos de hasta 0.5 mm, pero su media está alrededor de las 100 μm .

Los minerales del grupo de la epidota que aparecen en la matriz pertenecen a la serie epidota-clinozoisita. Los granos se presentan con núcleos más pobres en Al (epidota) y se enriquecen hacia los bordes en este elemento (clinozoisita).

Otros minerales

El cuarzo compone el fondo microgranoblástico de la matriz. Son granos finos, con un tamaño máximo de 0.2 mm, alotriomorfos y con extinción ondulante.

El rutilo se presenta como cristales de tamaño muy pequeño, que se diferencian en los mapas de Rayos-X al generar picos de Ti muy altos que no llevan aparejado picos de otros elementos.

El apatito forma cristales subidiomorfos a alotriomorfos de tamaño máximos de 0.1 mm y no muestra variación composicional.

La turmalina es un mineral que ha aparecido en una única lámina de las 15 estudiadas. Se presenta como un agregado alargado fibroso, alotriomorfo y de 0.3 mm de tamaño.

CONCLUSIONES

Las rocas metavolcánicas estudiadas muestran una petrografía compleja, caracterizada por una variedad de micas blancas y la presencia de minerales estables a una presión significativa (distena, granate, rutilo). La ausencia de biotita parece indicar que esta mineralogía se ha formado bajo unas condiciones de alta-P, imposibles de estimar en detalle en base a las características mineralógicas. La evolución tectonotermal detallada de estas metavulcanitas se presenta en un segundo trabajo incluido en este mismo volumen.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto de investigación "Ensamblado de Pangea: Eventos críticos en el basamento de Europa Occidental" (CGL2012-34618) por financiar este trabajo.

REFERENCIAS

- Arenas, R. y Peinado, M. (1981): Presencia de pillow-lavas en las metavulcanitas submarinas de las proximidades de Espasante, Cabo Ortegal, NW de España. *Cuadernos Geología Ibérica*, 7: 105-119.
- Arenas, R., Gil Iburguchi, J.I., González Lodeiro, F., Klein, E., Martínez Catalán, J.R., Ortega Gironés, E., Pablo Maciá, J.G. de y Peinado, M. (1986): Tectonostratigraphic units in the complexes with mafic and related rocks of the NW of the Iberian Massif. *Hercynica*, 2: 87-110.
- Arenas, R., Sánchez Martínez, S., Castiñeiras, P., Jeffries, T.E., Díez Fernández, R. y Andonaegui, P. (2009): The basal tectonic mélange of the Cabo Ortegal Complex (NW Iberian Massif): a key unit in the suture of Pangea. *Journal of Iberian Geology*, 35: 85-125.
- Arenas, R., Sánchez Martínez, S., Díez Fernández, R., Gerdes, A., Abati, J., Fernández-Suárez, J., Andonaegui, P., González Cuadra, P., López Carmona, A., Albert, R., Fuenlabrada, J.M. y Rubio Pascual, F.J. (en prensa): Allochthonous terranes involved in the Variscan suture of NW Iberia: A review of their origin and tectonothermal evolution.
- Matte, P. (1991): Accretionary history and crustal evolution of the Variscan belt in Western Europe. *Tectonophysics*, 196: 309-337.
- Torres-Roldan, R. y García-Casco, A. (2003): DWImager: Una Implementación para el Procesamiento de Matrices de Intensidades de Rayos X. Artículo no publicado, Departamento de Mineralogía y Petrología, Universidad de Granada. Disponible en: <http://www.ugr.es/~agcasco/personal/>Imágenes de RX>DWImager>.