

Evidencias Mineralógicas de Pirometamorfismo en una Cuenca Diatomítica (Cordillera Bética, SE España)

/ ISABEL ABAD (1*), MARIO SÁNCHEZ-GÓMEZ (1), MATÍAS REOLID (1)

(1) Departamento de Geología y CEACTierra, Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas sn. 23071, Jaén (España)

INTRODUCCIÓN

La combustión de rocas ricas en materia orgánica y próximas a la superficie es un suceso excepcional que, o bien provocado por causas naturales o por la actividad del hombre, desencadena procesos de metamorfismo atípicos e incluso la fusión de rocas sedimentarias, lo que se denomina pirometamorfismo (Grapes, 2010).

Un caso particular de incendios en el subsuelo son los descritos en lagos con sedimentación predominantemente diatomítica y que se secan estacionalmente o durante años en periodos de sequía (Svensen et al., 2003). La profundidad y la extensión de los incendios se limitan normalmente a algunas decenas de metros. Generalmente, su génesis está condicionada a la presencia de oxígeno, pero a la vez a cierto grado de aislamiento térmico que permita acumular localmente calor suficiente para alcanzar el umbral de activación (Svensen et al., 2003). Estos incendios pueden alcanzar temperaturas superiores a los 1500 °C (Sokol et al., 2010) y provocan en las rocas del entorno no sólo una aureola de contacto si no procesos de fusión que generan rocas de apariencia volcánica y que se denominan paralavas.

En este trabajo se describe un ejemplo de pirometamorfismo con presencia de paralavas en una cuenca sedimentaria del S de España. La identificación de este tipo de materiales ha sido posible gracias a su caracterización mineralógica mediante difracción de rayos-X (XRD) y microscopía electrónica de barrido (SEM) así como a la determinación de la composición química de las rocas.

CONTEXTO GEOLÓGICO Y MATERIALES

La Cuenca de Molinicos es una de las cuencas lacustres que se generaron durante el Mioceno tardío en el Prebético (Zona Externa de la Cordillera Bética). Durante este periodo se formaron lagos intramontañosos, de varios kilómetros de extensión, que se colmataron con espesores de varios cientos de metros de sedimentos. La cuenca está atravesada por la traza principal de la Falla de Socovos y se ve afectada por estructuras menores ligadas a ésta (pliegues suaves, diaclasas y fallas normales). La Falla de Socovos ha sido activa, en función de su relación con los materiales sedimentarios, al menos desde el Mioceno medio (Jérez-Mir, 1973), aunque la actividad reciente parece haber sido sensiblemente menor en este segmento (Sánchez-Gómez et al., 2010).

Esta investigación se ha centrado en las rocas sedimentarias lacustres afectadas por el pirometamorfismo. La secuencia sedimentaria original es una alternancia de calizas y margas diatomíticas con niveles arcillosos oscuros. Los materiales transformados incluyen: (a) una amplia zona rubefactada de tonalidades rojizas intensas (> 3m de espesor), (b) pequeños cuerpos (varios decímetros) de color negro y textura vacuolar con apariencia volcánica (paralavas) y (c) mármoles y materiales calcáreos calcinados y de aspecto brechoide.

RESULTADOS

Las calizas y margas diatomíticas están formadas por calcita, cuarzo y filosilicatos (mica blanca, clorita y caolinita) y los mármoles por calcita y

cantidades menores de dolomita. Sin embargo, las paralavas y los materiales rubefactados están formados por polimorfos de la sílice (cuarzo, tridimita y cristobalita), feldespatos (anortita y feldespato K), mullita y hematites. En las paralavas se han identificado además aluminosilicatos (cordierita y sillimanita), fluorapatito y otros óxidos además de la hematites: corindón, hercinita y óxidos de Mn.

Las imágenes de electrones retrodispersados (BSE) obtenidas en el SEM ponen de manifiesto que las paralavas son materiales afaníticos de textura vesicular muy similares a una escoria volcánica (Fig. 1). Las vacuolas varían en forma y tamaño de unas muestras a otras, pero lo que sí que es común a todas es el tipo de relleno que presentan, a veces vidrio y, en otros casos, zeolitas formando agregados de hábito globular. También se han observado vacuolas ocupadas parcialmente por un revestimiento en capas a base de óxidos de Mn, fluorapatito y aluminosilicatos (Fig. 1). Los óxidos de Fe y Al con hábitos romboédricos bien desarrollados se presentan a modo de intercrecimientos y formando agregados alrededor de las vacuolas (Fig. 2).

Los análisis químicos de las paralavas mediante fluorescencia de rayos-X (FRX, mayoritarios) y espectrometría de masas con plasma acoplado por inducción (ICP-MS, trazas) muestran valores de alcalinos (Na₂O+K₂O) inferiores a 1,5 % en peso, un contenido en SiO₂ correspondiente al de una roca de carácter intermedio y un contenido en Al₂O₃ de ≈ 10 % en peso. Las paralavas presentan además una alta concentración en los elementos comúnmente denominados

palabras clave: Combustión, Cristobalita, Mullita, Paralava, SEM/BSE.

key words: Combustion, Cristobalite, Mullite, Paralava, SEM/BSE

incompatibles, como el Zr (276 ppm), Ba (607 ppm) y Sr (222 ppm).

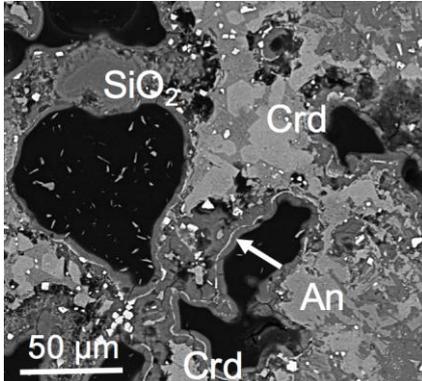


fig 1. Aspecto de parava con textura vacuolar y cristales de cordierita (Crd), anortita (An) y polimorfos de la sílice en una matriz vítrea. La flecha indica el revestimiento de una vacuola (imagen BSE).

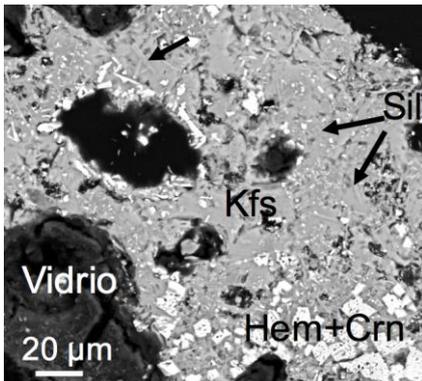


fig 2. Aspecto textural de una zona de parava con cristales prismáticos de sillimanita, feldespato K (Kfs) y óxidos de Fe y Al (hematites y corindón, Hem+Cor) (imagen BSE).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las asociaciones minerales descritas en las rocas estudiadas en la Cuenca de Molinicos (cristobalita y tridimita, sillimanita, cordierita y mullita, entre otras) sugieren temperaturas superiores a 1000 °C bajo condiciones de presión ambiental. La composición química, tanto de elementos mayoritarios como de trazas es atípica para rocas volcánicas o de origen ígneo en general, con valores de alcalinos por debajo de lo usual en estos casos. Por otra parte, la zona rubefactada, con pequeñas vetas de fusión "in situ", tiene unas dimensiones que implicaría la existencia de una inmensa intrusión ígnea que justificara su origen. Todas estas observaciones apuntan por tanto a un proceso de pirometamorfismo que debió desencadenarse tempranamente en la Cuenca de Molinicos durante un periodo de desecación o poco después del final de la sedimentación y, en

cualquier caso, como consecuencia de la combustión de niveles ricos en materia orgánica.

La combustión conllevó no solo fusión (paralavas y venillas negras intercaladas de la zona rubefactada) sino además el desarrollo de una aureola de contacto. El episodio de alta temperatura/baja presión provocó la génesis de fases minerales anhidras y vidrio. La coexistencia de cristobalita y tridimita en algunas paralavas implica temperaturas de 1470 °C a presión atmosférica y la asociación tridimita-cordierita-mullita, temperaturas de 1210 °C (Schairer y Yagy, 1952). La presencia de cristales de óxidos de Fe y Al alrededor de las vacuolas es otro indicador de cristalización a partir de un fundido. El intenso color rojo de la zona rubefactada es fruto del metamorfismo térmico de rocas diatomíticas que al oxidarse formando hematites, experimentan el cambio de color. La presencia de mármoles es otra consecuencia del metamorfismo de contacto.

Por último, la identificación de minerales secundarios en el interior de algunas vacuolas de las paralavas y de las venillas de fusión de la zona rubefactada (óxidos de Mn, apatito y gonnardita) son indicativos de un proceso hidrotermal de baja temperatura posterior.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo técnico y humano del CICT de la Universidad de Jaén (UJA, MINECO, Junta de Andalucía, FEDER). Este trabajo ha sido financiado dentro del marco de los proyectos de investigación del CEACTierra (UJA) y por los grupos de Investigación RNM-325 y RNM-370.

REFERENCIAS

- Grapes, R. (2010): *Pyrometamorphism*. Springer. Berlín, 380p.
- Jerez-Mir, L. (1973): *Geología de la Zona Prebética en la transversal de Elche de la Sierra y sectores adyacentes (provincias de Albacete y Murcia)*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada. 749 p.
- Sánchez-Gómez, M., Pérez-Valera, L.A., Pérez-Valera, F., Azor, A. (2010): *Segmentation of the Socovos Fault based on geological data*, in 1ª Reunión Ibérica sobre Fallas Activas y Paleosismología, J.M. Insua-Arévalo & F. Martín-González (eds.) 137-140, Sigüenza (Guadalajara, España).

Schairer, J.F. & Yagy, K. (1952): *The system FeO-Al₂O₃-SiO₂*. Am. J. Sci., Bowen, 471-512.

Sokol, E., Novikov, I., Zateeva, S., Vapnik, Y., Shagam, R. Kozmenko, O. (2010): *Combustion metamorphism in the Nabi Musa dome: new implications for a mud volcanic origin of the Mottled Zone, Dead Sea area*. Basin Research, 22, 414-438.

Svensen, H., Dysthe D.G., Bandlien E.H., Sacko, S., Coulibaly, H. Planke, S. (2003): *Subsurface combustion in Mali: Refutation of the active volcanism hypothesis in West Africa*. Geology, 31, 581-584.