

# Caracterización Geológica, Mineralógica y Geoquímica de las Mineralizaciones de Mo-Ag-Au de la Región de Babyak (Bulgaria)

/ MIHAELA MIHAYLOVA GRANTCHAROVA (1\*), AGUSTINA FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ (1)

(1) Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Plaza de Los Caídos s/n. 37008, Salamanca (España)

## INTRODUCCIÓN

Las mineralizaciones de Mo-Ag-Au estudiadas en este trabajo, están situadas en la región de Babyak, en el distrito de Blagoevgrad, Bulgaria (Fig. 1).

Las mineralizaciones de esta región se conocen desde la Antigüedad, principalmente las de Au. En 1969 se identificó una mineralización compleja de Mo-Bi-Ag-Au (Benev et al., 1969).

Entre 2010 y 2013, esta zona formó parte de un proyecto de exploración minera, desarrollado por la empresa Euromax Resources, realizando diferentes campañas de sondeos, de los cuales fueron tomadas las muestras mineralizadas para su estudio.

Rodopi Occidental, que ha intruido durante el Paleozoico en una serie metamórfica de edad Proterozoico, formada por gneises, mármoles y anfibolitas. Las rocas metamórficas y las intrusivas están, frecuentemente, atravesadas por venas pegmatíticas y aplíticas y por diques de cuarzo (Fig. 1).

La unidad litotectónica que aflora en la zona estudiada es la Unidad de Sarnitsa. Está formada por gneises biotíticos, metagabros aplíticos, mármoles y cuerpos lenticulares de rocas ultrabásicas y metagabros (Fig. 2).

Esta unidad ha sido afectada por dos etapas de deformación tectónica durante la orogenia Alpina y por un metamorfismo de grado medio (Sarov et al., 2010).

## DIQUES DE CUARZO

Los diques de cuarzo están localizados dentro de la Unidad de Sarnitsa, al norte de la zona de cizalla Babyak-Grashevo. Su potencia varía entre varios centímetros y 5-10 metros y su longitud es de decenas a varias centenas de metros y siguen las estructuras tectónicas principales de la región. Los contactos entre los diques y las rocas encajantes son netos y están caracterizados por una amplia zona de alteración hidrotermal, de más de 10 m.

## LA MINERALIZACIÓN DE Mo-Ag-Au

La mineralización de Mo-Ag-Au se presenta en filones de cuarzo y en las zonas de alteración hidrotermal argílica y sericitica adyacentes.

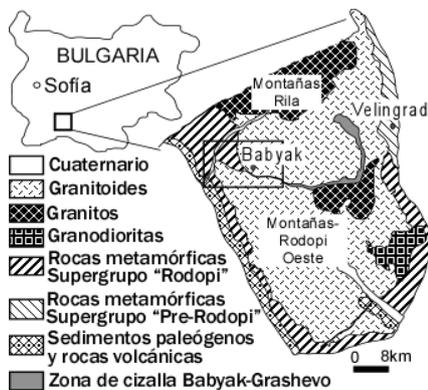


fig. 1. Esquema geológico de la parte Sur del Batolito Rila-Rodopi Occidental (tomado de Valkov et al., 1989), con la situación de la región de Babyak.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

Las mineralizaciones estudiadas forman parte de la zona metalogénica del Macizo Rila-Rodopi Occidental, caracterizada por una zonación concéntrica, con una parte central dominada por mineralizaciones de Mo ( $\pm$ Au) y W (Babyak), y una parte externa, en el SE, con mineralizaciones de Au-Ag (Georgiev et al., 2007).

Geológicamente, estas mineralizaciones se sitúan en el oeste del Batolito de Rila-

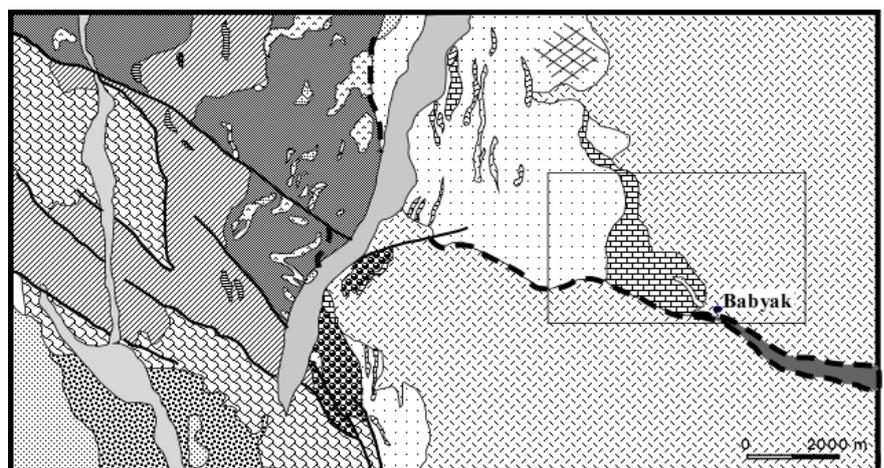


fig. 2. Mapa geológico de la región de Babyak con la situación de la zona estudiada (Mapa Geológico Nacional de Bulgaria, Hoja de Belitsa).

**palabras clave:** Mineralización de Mo-Ag-Au, Filones de cuarzo, Alteración hidrotermal, Babyak, Bulgaria

**key words:** Mo-Ag-Au mineralization, Quartz veins, Hydrothermal alteration, Babyak, Bulgaria

El estudio petrográfico de las muestras mineralizadas ha puesto de manifiesto que los minerales mayoritarios que constituyen la mineralización son molibdenita, pirita, galena, esfalerita y calcopirita. Como minoritarios presenta oro nativo, sulfosales de Bi, bismutinita, arsenopirita, pirrotina, wolframita, magnetita y tetraedrita-tenantita.

La pirita es el sulfuro más abundante. Se presenta con distintos tamaños y morfologías: en cristales euhedrales cúbicos o anhedrales, en agregados cristalinos y en masas granulares. Se encuentra formando parte de las siguientes asociaciones minerales:

- Tipo I (Py-Wo) formada por pirita y wolframita como minerales esenciales y pirrotina y magnetita como accesorios. Es la menos frecuente y, posiblemente, la más temprana.
- Tipo II (polimetálica, Py-Au) constituida por pirita y oro, galena, esfalerita y calcopirita como minerales principales y sulfosales de Bi±Pb±Ag, tetraedrita-tenantita y arsenopirita, como accesorios. Es la más frecuente.
- Tipo III (Py-Mol) con pirita y molibdenita como minerales esenciales. Es, probablemente, la más tardía.

La galena, que es el segundo sulfuro en abundancia, también puede presentarse aislada, rellenando fracturas en la roca encajante, y con pequeñas inclusiones de oro.

La molibdenita se presenta en láminas individuales o en agregados, aislados o rellenando pequeñas fracturas (Fig. 3). Cuando se encuentra asociada a la pirita, lo hace en forma de inclusiones o rellenando sus espacios intergranulares.

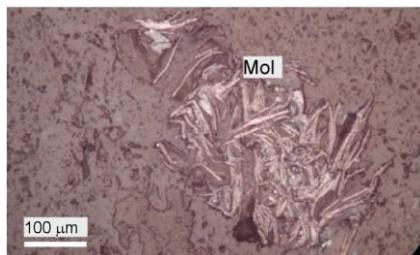


fig 3. Microfotografía mostrando un agregado de láminas de molibdenita.

La calcopirita se presenta con frecuencia como segregaciones en la esfalerita.

El oro nativo se presenta en cristales

anhedrales, subredondeados o irregulares y, ocasionalmente, euhedrales, con hábito cúbico u octaédrico. Su tamaño varía entre 5 y 70 µm. La forma más frecuente de encontrarlo es asociado a la pirita, en inclusiones o rellenando fracturas, aislado o acompañado de esfalerita, galena, calcopirita y arsenopirita. También puede presentarse en pequeñas inclusiones en la galena o asociado a la molibdenita.

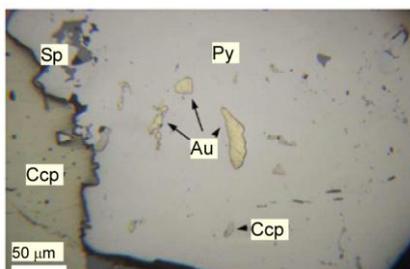


fig 4. Microfotografía mostrando las inclusiones de oro nativo en la pirita.

Las sulfosales de Bi se presentan en inclusiones o en pequeñas fracturas de la pirita, o intercrecidas con la galena.

El estudio geoquímico se ha realizado sobre muestras de los sondeos, seleccionadas durante la prospección geoquímica. Se han considerado los elementos de interés económico, cuyos contenidos se recogen en la tabla 1.

	Au (n=57)	Ag (n=102)	Bi (n=102)	Pb (n=102)	Cu (n=101)	Zn (n=102)	As (n=97)	Mo (n=83)
X	0,8	69	197	2637	151	2979	38	403
σ	2,2	97	332	3153	404	4326	51	802

X= media, σ= desviación estándar, n= número de muestras  
**Tabla 1.** Composición química media de las muestras estudiadas (en ppm).

El estudio estadístico de los resultados analíticos pone de manifiesto unos coeficientes de correlación altos y positivos de la Ag con el Pb (0,89) y con el Bi (0,68), pero no con el Au. El Mo no presenta coeficientes de correlación significativos con ninguno de los elementos analizados.

Los análisis químicos de microsonda electrónica, han permitido determinar los contenidos en Ag de la galena, que varían entre 0,05 y 2,79% y de las sulfosales de Bi, que varían entre 1,72 y 3,75%, así como identificar dichas sulfosales como vikingita y cupropavonita. También algunos de los análisis del oro nativo muestran contenidos altos en Ag, próximos al 20%, propios del electrum.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las asociaciones minerales establecidas en las mineralizaciones estudiadas, en base al estudio mineralógico, indican la existencia de tres posibles generaciones de pirita, de las cuales la segunda es la que lleva asociado el oro, mientras que la molibdenita se habría formado de forma más tardía.

La Ag, que no ha sido observada al microscopio petrográfico como plata nativa, puede encontrarse asociada a la galena, en solución sólida o como microinclusiones, o bien formando parte de las sulfosales de Bi, dada su correlación alta y positiva con el Pb y con el Bi, lo cual ha sido confirmado por los altos contenidos en Ag que presentan estos minerales.

Todos los estudios realizados hasta el momento, indican que la mineralización de Mo-Ag-Au de la región de Babyak es de tipo hidrotermal filoniana, asociada a las rocas intrusivas del Batolith Rila-Rodopi Occidental, y en cuyo origen la zona de cizalla Babyak-Grashevo, ha podido jugar un papel importante en el desarrollo del sistema hidrotermal.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la empresa Euromax Resources su ayuda y autorización para la toma de muestras de los sondeos. Se agradece a Miguel Ángel Fernández (Univ. de Oviedo) su aportación en los análisis de microsonda electrónica.

## REFERENCIAS

Georgiev, V., Kolkovski, B., Boyadjiev, S. (2007): Late Alpine metallogeny of the western and central parts of the Phodope massif on the territory of Bulgaria: à new view. *Rev. Bulg. Geol. Soc.*, **68**, 1-3, 143-156.

Benev, B., Georgieva, M., Gurvanov, V. (1969): Informe sobre los resultados de la investigación geológica en Babyak con cálculo de reservas de la mineralización de Mo-Ag-Bi-Au. Ministerio de la Química y la Metalurgia, Comité de Geología, t.1.

Sarov, S., Moskovski, S., Zhelezarski, T., Voynova, E., Georgiev, N., Nikolov, D., Georgieva, I., Markov, N. (2010): Memoria Hoja de Belitsa del Mapa Geológico Nacional de Bulgaria 1:50.000.

Valkov, V., Antova, K., Doncheva, K. (1989): Granitoids of the Rila-West Rhodopes Batolith. *Geologica Balc.*, **19**(2), 21-54.