

# Diversos orígenes para los depósitos de tipo magnetita-(Cu-Au) en la Zona de Ossa Morena

/JORGE CARRIEDO (1\*), FERNANDO TORNOS (1)

(1) Instituto Geológico y Minero de España, Oficina de Proyectos de Salamanca. C/ Azafranal 48, 37001, Salamanca (España)

## INTRODUCCIÓN

Dentro del área meridional del orógeno Varisco peninsular, la Zona de Ossa Morena se caracteriza por su evolución poli-orogénica. Este terreno fue acrecionado al autóctono ibérico durante la orogenia Cadomiense. Los terrenos amalgamados sufrieron una etapa de *rifting* durante el Cámbrico Inferior (Sánchez-García et al. 2008) y posteriormente fueron afectados por una tectónica transpresiva/transensiva durante la orogenia Varisca, relacionada a su vez con la colisión de lo que es actualmente la Zona Sudportuguesa (Quesada 1992). El magmatismo ligado a las dos etapas colisionales y la fase intermedia de extensión está bien representado en toda la zona (Sanchez Carretero et al. 1990). El metamorfismo regional es de muy bajo a bajo grado con la excepción de núcleos locales con metamorfismo de alta temperatura/baja presión.

Dentro de esta área, el antiforame de Olivenza-Monesterio es la estructura tectónica más significativa. Constituye una estructura kilométrica de traza axial NO-SE y vergencia SO en cuyo núcleo afloran materiales proterozoicos, y discordantemente sobre ellos, rocas del Cámbrico inferior, pelitas, caliza y rocas volcánicas bimodales (basalto-riolita), todo ello depositado en una plataforma somera durante el *rifting* Cámbrico. El magmatismo Varisco tiene aquí una gran representación en forma de plutones epizonales calcoalcalinos de tipo I y composiciones tonalíticas y cuarzononiticas como las más abundantes.

En la zona hay numerosos yacimientos de óxidos de hierro que pueden ser agrupados en tres tipologías principales:

I) Depósitos estratiformes tipo exhalativo, formados por magnetita-hematites e intercalados con las rocas volcánicas cámbricas.

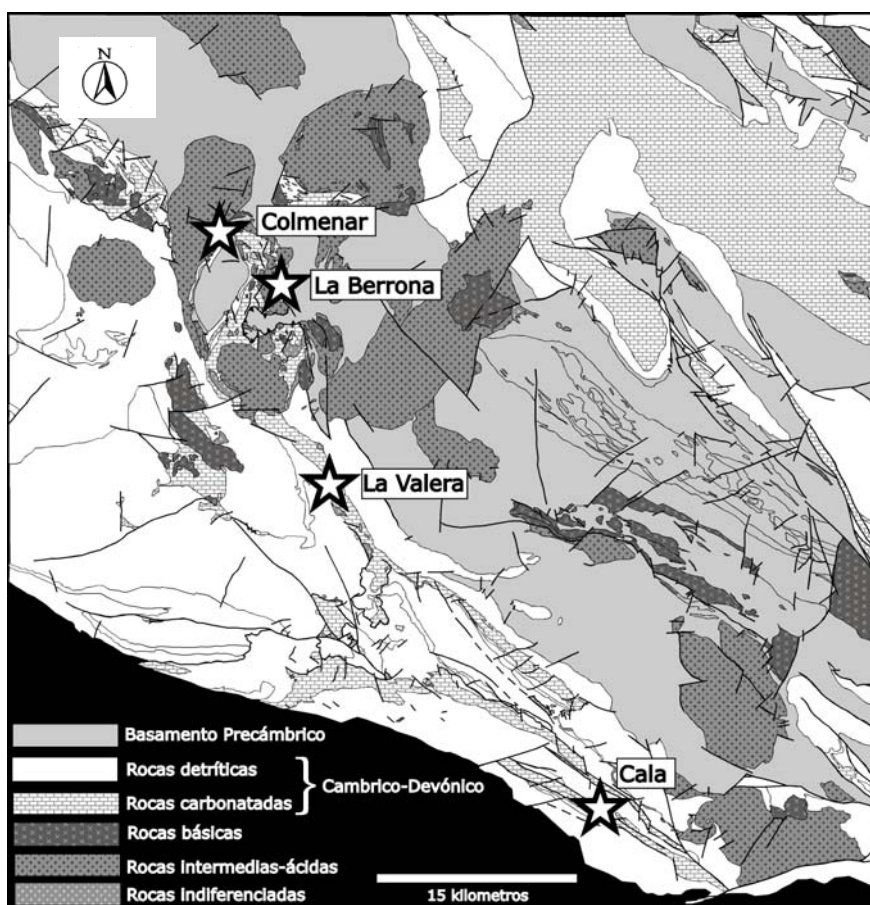


fig 1. Localización de los principales yacimientos de tipo IOCG en la zona de Ossa Morena.

II) Abundantes mineralizaciones de tipo skarn en el contacto entre los plutones Variscos y las rocas carbonatadas cámbricas (Casquet & Tornos 1991).

III) Mineralizaciones de tipo IOCG (Tornos & Casquet 2005), en forma de complejos reemplazamientos hidrotermales que son el objetivo de este trabajo (Fig. 1).

## MINERALIZACIONES TIPO IOCG

Se distinguen dos subtipos:

Yacimientos mesozonales relacionados con albitita

Estos depósitos están vinculados con intrusiones mesozonales-epizonales de leucogranitos albiticos (65-78 wt% SiO<sub>2</sub>), compuestos por un mosaico microcristalino de albita con fenocristales de cuarzo y albita, y presentando apatito, fluorita, titanita y zircón como minerales accesorios. En detalle, la albitita y las mineralizaciones asociadas se han formado en dos etapas. En ambos casos, parecen mostrar una relación directa con procesos de metamorfismo de alta temperatura/baja presión en zonas extensionales.

I) La mineralización de edad Cámbrica

**palabras clave:** Ossa Morena, metalogenia, IOCG, albitita

**key words:** Ossa Morena, metalogeny, IOCG, albitite

(530-500 Ma, Sanchez-García et al. 2008) se relaciona con plutones de tamaño medio y emplazamiento mesozonal localizados en el sector septentrional de la estructura de Olivenza-Monesterio (Feria, La Berrona) y cortando antiguas mineralizaciones exhalativas localizadas en el contacto entre materiales volcánicos y carbonatados del Cámbrico Inferior. La mineralización aparece como reemplazamientos lenticulares de albita + actinolita + magnetita desarrollados sobre la albitita y rocas carbonatadas. Hay evidencias de que la mineralización se formó a partir de la exsolución de fluidos enriquecidos en hierro de la albitita. Estas incluyen la presencia de brechas magmático-hidrotermales con cemento de actinolita, albita y magnetita y datos de inclusiones fluidas e isótopos radiogénicos.

II) Depósitos de edad Varisca ligados a pequeños stocks o diques cortando a plutones datados en  $340 \pm 4$  Ma (Montero et al. 2000) en la zona de Burguillos y Valuengo. En detalle, los diques están enraizados en rocas con una intensa migmatización. De hecho, la naturaleza del protolito parece controlar la composición del leucogranito, que son desde formados exclusivamente por albita a otros formados por albita-magnetita. Los minerales accesorios presentes son feldespato potásico, titanita, actinolita y biotita. Estos diques evolucionan verticalmente a brechas magmático-hidrotermales, y cuerpos estratoides de albita, actinolita y magnetita, con escapolita y titanita accesorias. Tanto la intrusión de los diques como la mineralización hidrotermal parecen estar relacionados con una banda de cizalla extensional. Los sulfuros son escasos, en forma de pirita, pirrotita, calcopirita y millerita.

#### *Depósitos epizonales relacionados con bandas de cizalla*

La circulación hidrotermal a favor de bandas de cizalla transcrustales durante la orogenia Varisca lleva asociados importantes procesos metasomáticos de las rocas encajantes y desarrollo de mineralizaciones. No existen evidencias que vinculen dichos fluidos con rocas ígneas; datos geoquímicos preliminares muestran que estas mineralizaciones están relacionadas con fluidos hipersalinos ricos en  $\text{CO}_2$ - $(\text{CH}_4\text{-N}_2)$  posiblemente equilibrados con las rocas encajantes subyacentes. El único ejemplo de este estilo de mineralización es el depósito de Cala, que presenta una compleja historia hidrotermal con superposición de eventos (Carriedo &

Tornos 2007):

I) Una mineralización con características similares a los tipos IOCG caracterizada por un remplazamiento ligado a una banda de cizalla frágil-dúctil. La mineralización forma cuerpos lenticulares compuestos por magnetita, cuarzo, ankerita, clorita y biotita verde, mostrando un bandeo tectónico. Presenta altos contenidos en U (hasta 140 ppm) y REE. Englobando a la mineralización hay una aureola externa de ankerita y magnetita y otra de dolomita y hematites. Los sulfuros parecen ser tardíos y controlados por estructuras dentro de la magnetita. Este evento hidrotermal ha sido datado en  $373.5 \pm 3.2$  Ma mediante Re-Os en pirita y magnetita (Stein et al. 2006).

II) Un skarn cálcico que se superimpone a la mineralización anterior (Velasco & Amigó 1981). Muestra una secuencia típica con una etapa progradada caracterizada por la presencia de clinopiroxeno ( $\text{di}_{60-80}$ ) y grandita ( $\text{ad}_{48-50}$ ). Hay una etapa retrógrada que incluye cuerpos mineralizados de distribución irregular compuestos por magnetita y actinolita de grano fino.

#### **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

En la Zona de Ossa Morena, se reconocen distintos tipos de mineralización de magnetita con cantidades variables de cobre y oro. Se encuentran asociadas a dos eventos magmático/orogénicos de edad Cámbrica y Varisca. Características comunes entre ellos son la presencia de una alteración alcalino-cálcica inicial, la relación con bandas de cizalla transcrustales, los altos contenidos en U y REE, los bajos contenidos en sulfuros, y la relación con la circulación de fluidos hidrotermales profundos, en ocasiones, ricos en  $\text{CO}_2$ . Todas estas características son típicas de los depósitos de tipo IOCG (Williams et al. 2005).

La coexistencia de estos depósitos con mineralizaciones anteriores de óxidos de hierro, y la dificultad para explicar las concentraciones anómalas mediante cristalización fraccionada en la albitita, sugiere que la formación de estos depósitos está controlada por procesos de fusión parcial de sedimentos ricos en hierro y posterior exsolución de fluidos enriquecidos en este elemento.

La mina de Cala presenta diferencias respecto a los depósitos relacionados con albitita y podría interpretarse como el equivalente distal de los mismos. Sin embargo, la geocronología sugiere un origen distinto, probablemente relacionado con la circulación de fluidos

metamórficos equilibrados con los depósitos exhalativos anteriores.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos la ayuda de Luis R. Pevida, Casimiro Maldonado, Antonio Terrón y Dolores García (RNGM), José Luis Canto (PRESUR) y Francisco Velasco (UPV). Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto DGI-FEDER CGL2006-378 y el programa de becas para tesis doctorales del IGME.

#### **REFERENCIAS**

- Carriedo, J. and Tornos, F. (2007). "Complex structural and hydrothermal evolution of the Cala magnetite deposit, SW Iberia: an IOCG deposit?" *Diggin Deeper. Proceedings of the Ninth Biennial SGA Meeting, Dublin 2: 1351-1354*
- Casquet, C. and Tornos F. (1991). "Influence of depth and igneous geochemistry on ore development in skarns: The Hercynian Belt of the Iberian Peninsula." *Skarns, their petrology and metallogeny. Augustithis, Athens: 555-591.*
- Montero, P., Salman, K., Bea, F., Azor, A., Expósito, I., Lodeiro, F., Martínez Poyatos, D., Simancas, F. (2000): *New data on the geochronology of the Ossa-Morena Zone, Iberian Massif. Variscan Appalachian dynamics: The building of the Upper Paleozoic basement. Galicia 2000. Abstracts.*
- Quesada, C. (1992). *Evolución Tectónica del Macizo Ibérico (Una historia de crecimiento por acreencia sucesiva de terrenos durante el Proterozoico superior y el Paleozoico, Paleozoico Inferior de Ibero América.*
- Sánchez-García, T., Quesada, C., Bellido, F., González del Tánago, J. (2008). "Two-step magma flooding of the upper crust during rifting: The Early Paleozoic of the Ossa Morena Zone (SW Iberia)." *Tectonophysics 461: 72-90.*
- Sanchez Carretero, R, Eguíluz, E., Pascual, M., Carracedo, M. (1990). "Igneous Rocks of the Ossa-Morena Zone. Part V." *Dallmeyer, R.D. & Martínez García, E. (eds) Pre-Mesozoic Geology of Iberia: 292-313.*
- Stein, H., Markey, R., Carriedo, J., Tornos, F. (2006). "Re-Os evidence for the origin of Feoxide-(Cu-Au) deposits in SW Iberia at the Frasnian-Famennian boundary." *Geochimica et Cosmochimica Acta 70: A612.*
- Tornos, F. and Casquet C. (2005). "A new scenario for related IOCG and Ni-(Cu) mineralization: the relationship with giant mid-crustal mafic sills, Variscan Iberian Massif." *Terra Nova 17(3): 236-241.*
- Velasco, F. and Amigó, J.M. (1981). "Mineralogy and Origin of the Skarn from Cala (Huelva, Spain)." *Economic Geology 76-3: 719-727.*
- Williams, P. J. Barton, D.M., Johnson, D.A., Fontboté, L., De Haller, A., Mark, G., Oliver, N.H.S., Marschik, R. (2005). "Iron Oxide Copper-Gold Deposits: Geology, Space-Time Distribution, and Possible Modes of Origin." *Economic Geology 100th Anniversary Volume: 371-405.*