



MAPA METALOGENÉTICO DEL SECTOR NO DE LA HOJA 76 (CÓRDOBA) A ESCALA 1/200 000



Enero, 2008



ÍNDICE

1-. Objetivos	2
2-. Antecedentes técnicos	3
3-. Metodología de trabajo	4
4-. Tipología de las mineralizaciones y síntesis metalogenética	5
4.1-. Ciclo 1.- Mineralizaciones relacionadas con procesos volcano-sedimentarios del Ciclo Cadomiense.	7
4.2-. Ciclo 2.- Mineralizaciones relacionadas con la orogenia Varisca	9
4.3-. Ciclo 3.- Mineralizaciones filonianas asociadas a estructuras extensionales variscas.	10
4.4-. Ciclo 4.- Mineralizaciones filonianas asociadas a estructuras extensionales tardi y post- variscas.....	11
5-. Bibliografía citada	13



EQUIPO DE TRABAJO DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS MINERALES (IGME).

Pablo Gumiel (responsable del Proyecto), Juan Locutura y José Montero

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo técnico de la Litoteca del IGME en Peñarroya y a Mónica Arias la informatización y preparación de la base de datos de los indicios minerales.



1-. OBJETIVOS

Los objetivos básicos del proyecto eran los siguientes:

- Adquisición de conocimiento metalogenético para la futura elaboración del Mapa Metalogenético de Ossa Morena
- Recopilación y análisis de la información bibliográfica sobre los indicios minerales que se encuentran en la zona.
- Reconocimiento en campo de los indicios y descripción de los parámetros geológicos de las mineralizaciones y su entorno (Anexo II – Mapa de indicios reconocidos en campo-)
- Caracterización de la mineralizaciones y sus rocas encajantes , con el fin de conocer su mineralogía y alteraciones
- Confección de fichas metalogenéticas de cada indicio, sistematización de datos y elaboración de la base de datos (Anexo I)
- Realización de una memoria, que incluya una síntesis metalogénica y el establecimiento de una clasificación tipológica de los indicios de este sector.



2.- ANTECEDENTES TÉCNICOS

En el año 1981 el IGME inició un programa de revisión del Mapa Metalogenético Nacional a escala 1/200.000, en el que se han enmarcado varios proyectos con los que se pretendió actualizar y completar el Mapa Metalogenético, a escala 1/200.000 editado en el año 1972. En esta nueva etapa, a diferencia de la anterior, basada fundamentalmente en información bibliográfica, se ha realizado una búsqueda y reconocimiento sistemático en campo de indicios y yacimientos, resaltando sus parámetros principales (entorno geológico, morfología, roca encajante, alteraciones, etc.).

Hay varios proyectos de exploración llevados a cabo por el IGME en la zona en las antiguas Reservas del Estado. Entre ellos destacan los siguientes: Investigación minera en la Reserva Estatal "Cerro Muriano". Investigación geofísica en el Paredón, Reserva Cerro Muriano, Córdoba. Investigación para metales preciosos en las Reservas Estatales "Cerro Muriano-A-2" y "Hueznar". Exploración por sondeos mecánicos de las mineralizaciones del sector de Mezquetillas (Reserva Cerro Muriano Área 2). Investigación por sondeos mecánicos en las Reservas de Cerro Muriano (Sinclinal de La Nava-Paredón) y Matachel. Programa sectorial de Investigación de minerales de Plomo-Cinc. Investigación en la zona de Alanís-Cerro Muriano (Córdoba, Sevilla).



3-. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Los indicios y yacimientos minerales del extremo SE de Ossa Morena se han contemplado como parte de una metalogenia de grandes unidades geotectónicas. De esta forma, se han contemplado las mineralizaciones en su contexto geológico dentro de las grandes unidades geológicas del Macizo Varisco.

En este proyecto se han reconocido en campo 156 indicios en la Hoja nº 76 (Córdoba –ver Anexo I-), a escala 1:200.000, poniéndose de manifiesto la existencia de una serie de mineralizaciones, unas no citadas hasta la fecha y otras insuficientemente conocidas en el extremo suroriental de la zona Ossa Morena.

Estas mineralizaciones, de variada tipología, (Pb-Zn-Ag, Cu-Fe-Au, Sb, Barita, Fluorita, etc.) tuvieron importancia histórica desde la época romana (por ejemplo, Cobre en Cerro Muriano). La minería de la zona adquiere su máximo esplendor en el siglo pasado (por ejemplo, la mina de Casiano del Prado con pozos de extracción de hasta 600 m de profundidad y galerías que superan 1 km de longitud –ver Anexo III-, Cinco Amigos-Calamón, Cansavacas etc.) y hace dos décadas, todavía la minería de Fe era productiva; por ejemplo, los sulfuros masivos y los skarns con magnetita de El Pedroso, hematites de Cerro del Hierro y la fluorita de Cerro Muriano.

En la actualidad, el hallazgo de algunos tipos de mineralizaciones, hasta ahora no citadas en este sector de Ossa Morena (yacimientos tipo IOCG, VHMS, etc.), tiene un interés científico a nivel internacional y a escala local, su propia tipología y el significado geotectónico de estas mineralizaciones en este segmento de Ossa Morena. Por otra parte, algunas mineralizaciones también pueden tener un potencial interés económico, lo que supone un gran interés de cara a la exploración minera de este sector de Ossa Morena.



4.- TIPOLOGÍA DE LAS MINERALIZACIONES Y SÍNTESIS METALOGENÉTICA

Las mineralizaciones del sector SE de Ossa Morena (Córdoba) se sitúan en diferentes unidades o dominios metalogenéticos, desde Pedroches al de Alanís-Cerro Muriano y Sierra Albarrana, y concretamente en los denominados ACB (Arroches-Córdoba Belt) y NCB (North Central Belt) según Tornos et al., (2004).

Estos dominios metalogenéticos coinciden con sectores transpresivos y transtensivos que acomodaron la deformación resultante de la convergencia oblicua durante la colisión continental (Gumiel y Quesada 2003) y albergan una variada tipología de mineralizaciones: estratiformes y estratoides tipo IOCG y VHMS, cuyas rocas encajantes son de edad Precámbrico Superior-Cámbrico Inferior (Fm Malcycinado) y que se encuentran muy deformadas por la Orogenia Varisca. Skarns bandeados de magnetita, y yacimientos filonianos hidrotermales de media-baja temperatura, de Pb-Zn-Ag-Cu-Ba y fluorita que aprovechan estructuras extensionales tardivariscas y fallas con movimientos de desgarre, que generan pull-aparts y zonas de dilatación, probablemente relacionadas con reactivaciones de la Zona de Cizalla de Badajoz-Córdoba (ZCBC).

La complejidad del proceso mineralizador en este sector de Ossa Morena (Córdoba) es el responsable de la variada tipología de mineralizaciones que se encuentran y que de forma esquemática se pueden sintetizar en los siguientes tipos:

1. Mineralizaciones estratiformes de Cu-Fe-As-Au (-IOCG- Magnetita y sulfuros masivos polimetálicos –VHMS- Py, Ap, Cp, Bor, Au, Barita, etc.), de posible génesis exhalativa-sedimentaria en la Formación Malcycinado del Precámbrico Superior-Cámbrico Inferior. Su principal característica es su control estructural, estando fuertemente plegadas por la Orogenia Varisca y con removilizaciones a favor de fracturas tardivariscas. Hasta la



fecha, estas mineralizaciones no han sido citadas en este sector de Ossa Morena y en la actualidad, dado el interés científico de estas mineralizaciones a nivel mundial, es de gran importancia su hallazgo. Las mineralizaciones más significativas pertenecientes a este tipo son las de La Lima y Juan Teniente (El Pedroso) y las de La Almenara (Peñaflor).

2. Mineralizaciones de Fe estratiformes en las calizas del Cámbrico inferior, asociadas a procesos de enriquecimiento hidrotermal con removilizaciones tardías de tipo kárstico. El representante principal de este tipo son las minas de “El Cerro del Hierro” (Sevilla).
3. Mineralizaciones de Fe tipo “skarns- IOCG”, situadas en la Fm Malcycinado del Precámbrico Superior-Cámbrico Inferior y asociadas al complejo plutónico de El Pedroso. Por ejemplo, el skarn de Navalázaro en las cercanías de El Pedroso.
4. Mineralizaciones filonianas de Pb-Ag-Cu-Zn. Están asociadas a estructuras extensionales variscas y se presentan en “campos filonianos” que tuvieron gran importancia económica en el pasado (por ejemplo, las minas de Casiano del Prado, Puerto Blanco, Cinco Amigos-Calamón, Cansavacas etc.).
5. Mineralizaciones de Sb en Santa María de Trasierra (Córdoba). Se presentan como diseminaciones y removilizaciones a favor de fracturas de orientación N60º-70ºE, N120º-130ºE y E-O, encajadas en las calizas del Cámbrico Inferior.
6. Mineralizaciones filonianas intragraníticas de Fluorita, tipo Cerro Muriano, asociadas a fallas alpinas de trazado kilométrico de la misma orientación (N60º-70º E y N120º-130º E), que posiblemente son reactivaciones de estructuras frágiles variscas o tardivariscas.
7. Mineralizaciones filonianas intragraníticas de Barita, de orientación principal NE-SO (N60º-70º E), relacionadas con los granitoides (dioritas y monzodioritas) del Eje magmático de Villaviciosa de Córdoba -La



Coronada. La mineralización más representativa de este tipo es la Mina de La Campana (Villaviciosa de Córdoba).

8. Mineralizaciones de Fosforita (colofana-dahllita) estratiformes con removilizaciones que rellenan fracturas de extensión de orientaciones (N100º y N150ºE) en calizas del Cámbrico Inferior. En las proximidades hay cuerpos de gabros y gabrodioritas. La mineralización tipo son las minas de San Cristóbal en las cercanías de Puebla de los Infantes.
9. Mineralizaciones de Oligisto especlar (tipo IOCG). Son removilizaciones a favor de fracturas en calizas y areniscas del tramo detrítico del Cámbrico Inferior. En las proximidades hay cuerpos de gabros y algún pórfito granítico. Son representativas las mineralizaciones de El Campillo cerca de Puebla de los Infantes.

Una característica esencial de Ossa Morena es la presencia de varios Ciclos Metalogenéticos que no se observan en otros terrenos del Macizo Varisco. Estas características metalogenéticas tan particulares hacen que sea un dominio de gran interés minero, en lo que se refiere principalmente a tipos no frecuentes de mineralizaciones en el Orogéno Varisco. Las mineralizaciones de este sector de Ossa Morena, que se resumen en los tipos arriba mencionados, probablemente se asocian a los siguientes Ciclos Metalogenéticos definidos para el conjunto de Ossa Morena (Locutura et al., 1990; Tornos et al., 2004):

4.1-. CICLO 1.- MINERALIZACIONES RELACIONADAS CON PROCESOS VOLCANO-SEDIMENTARIOS DEL CICLO CADOMIENSE.

Son mineralizaciones probablemente relacionadas con la orogenia Cadomiense y el Cámbrico Inferior-Medio. Se desarrollan durante el evento de colisión, en un esquema de “tipo andino” entre las Zonas Centroibérica y Ossa Morena, durante el Neoproterozoico Superior y el Cámbrico Inferior. En ocasiones parece existir una continuidad entre las mineralizaciones ligadas a



la orogenia Cadomiense propiamente dicha y las secuencias carbonatadas y el volcanismo suprayacente del Cámbrico Inferior-Medio.

En la zona seleccionada, a este grupo pertenecen las mineralizaciones Tipo 1. “estratiformes de Cu-Fe-As-Au (-IOCG- Magnetita y sulfuros masivos polimetálicos, Py, Ap, Cp, Bor, Au, Barita, etc.)”, de posible génesis exhalativa-sedimentaria en la Formación Malcocinado del Precámbrico Superior-Cámbrico Inferior. Estas mineralizaciones pueden estar relacionadas con una actividad hidrotermal submarina ligada a un margen continental activo de tipo “andino” o a procesos extensionales posteriores. Son mineralizaciones estratiformes muy deformadas por la orogenia Varisca que encajan en rocas volcánicas y volcanoclásticas (dacitas y riolitas) con intercalaciones de tobas, cineritas y pizarras, todas muy alteradas, (sericitizadas, caolinizadas, cloritizadas y silicificadas).

Estas mineralizaciones son correlacionables con las del NO de Ossa Morena, los sulfuros masivos polimetálicos de Puebla de la Reina (Badajoz) cuyas características sugieren que el holotipo más similar sería el modelo tipo bimodal félsico de Barrie y Hannington (1999) equivalente a los de tipo Kuroko, como ha sido sugerido por Tornos et al., (2004).

A este ciclo posiblemente también pertenecen las mineralizaciones de Fosforita estratiformes con removilizaciones que rellenan fracturas de extensión en calizas del Cámbrico Inferior (Tipo 8) y las mineralizaciones de Oligisto especlar que son removilizaciones a favor de fracturas, en calizas y areniscas del tramo detrítico del Cámbrico Inferior (Tipo 9). En las proximidades hay cuerpos de gabros y algún pórfido granítico.

En este sector de Ossa Morena, y perteneciente también a este grupo, se encuentran las denominadas Tipo 2 “mineralizaciones estratiformes de Fe (principalmente, hematites-goethita-, siderita, ankerita), encajando en las rocas carbonatadas del Cámbrico Inferior”. El representante principal de este tipo es la mineralización de “El Cerro del Hierro” (Sevilla), que tuvo una considerable importancia económica hace unos 20 años cuando cesó la



explotación a cielo abierto. Estas mineralizaciones de Fe parecen corresponder a concentraciones estratiformes, asociadas a procesos de enriquecimiento hidrotermal con removilizaciones tardías de tipo kárstico.

4.2.- CICLO 2.- MINERALIZACIONES RELACIONADAS CON LA OROGENIA VARISCA

2.1.- Mineralizaciones de Fe asociadas con plutones metalumínicos (skarn) y tipos IOCG, relacionados con grandes zonas de cizalla.

A este Ciclo posiblemente pertenecen las mineralizaciones de Fe tipo skarns situadas en niveles carbonatados del Precámbrico Superior-Cámbrico Inferior (Tipo 3). Estas mineralizaciones tuvieron una importancia económica muy considerable hace dos décadas, cesando las explotaciones a finales de los años 70. Los skarns de la zona no han sido suficientemente estudiados, tan solo hay antiguas referencias metalogénicas de los mismos (Vazquez y Cueto, 1969).

En una primera aproximación, se trata de skarns bandeados, ricos en magnetita, con pirita y calcopirita accesorias y con granate cálcico, anfibol y epidota muy abundantes. Por otra parte, la asociación de la magnetita con una alteración de tipo albita-actinolita-(salita) no es típica de skarns propiamente dichos, sino del extremo enriquecido en Fe de los depósitos tipo IOCG (iron-oxide-copper-gold) de gran importancia económica a nivel mundial.

A escala regional, hay una relación espacial entre las mineralizaciones de hierro del Proterozoico Superior-Cámbrico Inferior y las de tipo skarn, lo que induce a considerar la hipótesis de que, gran parte del hierro de las mineralizaciones variscas probablemente proviene de la asimilación magmática y removilización hidrotermal de una generación más temprana de magnetita asociada a depósitos distales (tipo IOCG), relacionados con manifestaciones exhalativas del Precámbrico Superior y/o con el volcanismo del Cámbrico Inferior (e.g. Sánchez García et al., 2003). Igualmente, es



importante profundizar en el estudio del control estructural de estas mineralizaciones a favor de grandes zonas de cizalla, que a su vez, han podido favorecer el emplazamiento de intrusivos (e.g., el intrusivo de El Pedroso), aprovechando zonas de pull-apart, o segmentos curvos extensionales (releasing bends) de las mencionadas estructuras.

El desarrollo de estas estructuras transpresivas, a escala litosférica, tuvo un importante papel acomodando la deformación (colisión oblicua en este sector de Ossa Morena), y a su vez, favoreciendo la intrusión de abundantes cantidades de magma y consiguientemente la circulación de fluidos hidrotermales y la formación de yacimientos minerales.

Por otra parte, la hipótesis de Tornos y Casquet (2005) sobre la inusual asociación de mineralizaciones tipo IOCG y Ni-(Cu) puede verse avalada con el estudio de estas mineralizaciones. A este respecto, hay que señalar que existen indicios de Ni además de las mineralizaciones de tipo IOCG en la zona de Peñaflor (Sevilla).

Por último, no hay que olvidar la posible existencia de mineralizaciones IOCG-VHMS anteriores al emplazamiento varisco del sill ultramáfico en la interfase corteza superior-inferior, puesto de manifiesto en la realización del perfil geofísico IBERSEIS (Cuerpo Reflectivo IRB, Simancas et al., 2003). Pero su significado en el sector SE de Ossa Morena, podría ser además de un posible ámbito generador, un agente removilizador y concentrador de mineralizaciones previas de origen exhalativo.

4.3-. CICLO 3.- MINERALIZACIONES FILONIANAS ASOCIADAS A ESTRUCTURAS EXTENSIONALES VARISCAS.

A este Ciclo pertenecen las mineralizaciones filonianas de Pb-Ag-Cu-Zn (Tipo 4), las mineralizaciones de Sb en Santa María de Trasierra (Córdoba), encajadas en las calizas del Cámbrico Inferior (Tipo 5) y las mineralizaciones filonianas intragraníticas de Barita, en relación espacial y probablemente



genética con los granitoides (dioritas y monzodioritas) del Eje magmático de Villaviciosa de Córdoba -La Coronada (Tipo 7).

La característica principal de estas mineralizaciones es su marcado control estructural, ya que siempre se presentan en “campos filonianos” que tuvieron gran importancia económica en el pasado (por ejemplo, las minas de Casiano del Prado, Puerto Blanco, Calamón etc.). Suelen reconocerse dos sistemas de fracturas principales ($N60^{\circ}$ - 70° E y $N120^{\circ}$ - 130° E) con una geometría clásica en “haces de venas” con ramificaciones (branching veins) y enriquecimientos en pull-aparts (bolsadas). Son frecuentes las brechificaciones parciales de las venas y las texturas en escarapel (cockade structures), clásicas de multiestados de relleno y apertura asociados a estructuras extensionales variscas.

En aquellas mineralizaciones sin relación aparente con granitos, desde un punto de vista genético, no se puede descartar la posible relación con cuerpos ígneos no aflorantes, pudiendo ser éstos o no la fuente de los metales. Sin embargo, la existencia de grandes circuitos hidrotermales convectivos, desarrollados durante la deformación frágil varisca y post-varisca, asociados a estructuras de importancia regional o local siempre influye en la génesis de las mineralizaciones. Las características texturales que generalmente tienen los filones sugieren que la mineralización se formó por ebullición o mezcla de fluidos profundos con otros superficiales.

4.4-. CICLO 4.- MINERALIZACIONES FILONIANAS ASOCIADAS A ESTRUCTURAS EXTENSIONALES TARDI Y POST- VARISCAS.

A este Ciclo pertenecen las mineralizaciones filonianas intragraníticas de Fluorita, tipo Cerro Muriano (Tipo 6). Están asociadas a fallas alpinas de trazado kilométrico, que reactivan estructuras variscas de la misma orientación principal que el grupo anterior ($N60^{\circ}$ - 70° E y $N120^{\circ}$ - 130° E). Son frecuentes las brechificaciones locales en las zonas de falla que alcanzan espesores entre 30 y 120 m, con el desarrollo de bolsadas de fluorita de hasta 3,5 m de potencia. La paragénesis mineral está constituida por fluorita



mayoritaria, con trazas de pirita, pirrotina, calcopirita, tetraedrita, esfalerita y galena en ganga de cuarzo, calcedonia y calcita. Las alteraciones hidrotermales consisten principalmente en sericitización y silicificación. Este yacimiento es un buen ejemplo de redes de venas conectadas, que favorecieron el flujo episódico de fluidos.



5-. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Barrie, C.T and Hannington, M.D. (1999): Classification of volcanic-associated massive sulfide deposits based on host rock composition. In C.Y. Barrie, M.D. Hannington (eds). *Volcanic associated massive sulfide deposits: Processes and examples in modern and ancient settings*, Reviews Economic Geology, 8:1-11.
- Gumié, P., Quesada, C (2003): Metallogenesis and Transpression: The Ossa Morena Zone (SW Iberia) case study. In 99th Annual Meeting Cordilleran Section, Session 13, Modern and Ancient Orogens. Publ. The Geological Society of America (Abstracts).
- Locutura, J., Tornos, F., Florido, P., Baeza, L. (1990): Ossa-Morena Zone: Metallogeny. In: E. Martinez, R. D. Dallmeyer (ed) *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, Springer Verlag, 321-332.
- Sánchez García, T., Bellido, F. and Quesada, C. (2003): Geodynamic setting and geochemical signatures of Cambrian-Ordovician rift-related igneous rocks (Ossa-Morena Zone, SW Iberia). *Tectonophysics*, 365, 233-255.
- Simancas, J.F., Carbonell, R., Gonzalez Lodeiro, F., Perez Estaun, A., Juhlin, C., Ayarza, P., Kashubin, A., Azor, A., Martinez Poyatos, D., Almodovar, G.R., Pascual, E., Saez, R. and Exposito, I. (2003). Crustal structure of the transpressional Variscan orogen of SW Iberia: SW Iberia deep seismic reflection profile (IBERSEIS). *Tectonics*, 22, 1063.
- 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, 236–241.



Tornos, F., Inverno, C.M.c., Casquet, C., Mateus, A., Ortíz, G. Oliveira, V. (2004): The metallogenic evolution of the Ossa Morena Zone. *Journal of Iberian Geology*, 30, 143-181.

Vazquez, F y Cueto, L. A. (1969): Génesis de los yacimientos de hierro de la Sierra de El Pedroso y El Travieso. *Boletín Geológico y Minero*, 80-1, 50-61.



ANEXO I

Fichas metalogenéticas de los indicios



ANEXO II

Mapa de indicios reconocidos en campo



ANEXO III

Planos de labores digitalizados