

# Estudio Preliminar de la Mineralización de Sulfuros de Ni-Cu Asociada a las Rocas Ígneas de Cortegana (Huelva)

/ RUBÉN PIÑA (1,\*), ROSARIO LUNAR (1), LORENA ORTEGA (1), FERNANDO GERVILLA (2)

(1) Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. C/ Jose Antonio Novais, s/n. 28040, Madrid (España)

(2) Departamento de Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias e Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-Universidad de Granada). Avda. Fuentenueva s/n. 18000, Granada (España)

## INTRODUCCIÓN.

El yacimiento de sulfuros magmáticos de Ni-Cu de Aguablanca (provincia de Badajoz) (Tornos et al., 2001; Lunar et al., 2006; Piña et al., 2006, 2008 y 2009, aceptado) ha transformado el panorama minero en la zona de Ossa-Morena del macizo Varisco. La importancia económica del depósito y su enorme interés por pertenecer a un tipo de mineralización hasta la fecha inexistente en el SO de Europa, han promovido un extenso programa de exploración en la zona de Ossa-Morena. Los trabajos de exploración han identificado una serie de intrusiones máficas-ultramáficas con indicios de mineralización de sulfuros de Ni-Cu, como por ejemplo Argallón, Brovales o Cortegana (Martín-Izard et al., 2006; Tornos et al., 2006).

En este trabajo, se presenta un estudio mineralógico y geoquímico preliminar de la mineralización de sulfuros de Ni-Cu asociada a las rocas ígneas del complejo intrusivo de Cortegana.

## LA MINERALIZACIÓN DE SULFUROS DE Ni-Cu DE CORTEGANA.

Las rocas ígneas del área de Cortegana están situadas en el macizo de Aracena, un terreno metamórfico localizado entre las zonas de Ossa-Morena y Sudportuguesa del macizo Varisco. El macizo está constituido por un dominio meridional oceánico (las anfibolitas de Beja-Acebuches) y un dominio septentrional continental (Castro et al., 1996). Las rocas ígneas de Cortegana aparecen en el dominio septentrional, formado fundamentalmente por pizarras y cuarcitas al Norte, y gneises pelíticos con intercalaciones de rocas corneanas, cuarcitas y rocas de silicatos cálcicos al Sur.

Las rocas intrusivas de Cortegana forman una serie de pequeños cuerpos lenticulares de composición fundamentalmente gabronorítica, de grano grueso, con texturas comunes de acumulados ígneos. También se han identificado rocas más ultramáficas de composición peridotítica. Es frecuente observar texturas orbiculares en los términos menos básicos (dioritas y gabros s.s.), que podrían sugerir procesos de mezcla de magmas básicos y ácidos. La mineralización aparece en forma de sulfuros diseminados y como parches, formando generalmente menos del 15 vol. % de la roca, si bien hay algunas zonas donde la textura es semimasiva y los sulfuros alcanzan concentraciones de hasta 50 vol. %. Las rocas que albergan los sulfuros son

principalmente gabronoritas y noritas, constituidas por cantidades variables de ortopiroxeno (20-68 vol. %,  $En_{82-76}$ ), plagioclasa (8-55 vol. %,  $An_{89-52}$ ) y, en menor medida, clinopiroxeno (< 20 vol. %,  $Mg\#$  0.82-0.87) y anfíbol primario intersticial de tipo hornblenda tremolítica y magnesio-hornblenda (< 25 vol. %) (Fig. 1A y B). Juntos con las gabronoritas y noritas, con contactos transicionales, aparecen cantidades menores de peridotitas hornbléndicas (piroxeníticas) y gabros s.s. Las peridotitas hornbléndicas están formadas por olivino cumulus parcialmente serpentinizado (60-70 vol. %,  $Fo_{76-80}$ , con contenidos en Ni < 0.1 % en peso), ortopiroxeno ( $En_{82-79}$ ), plagioclasa sericitizada (< 10 vol. %,  $An_{96-88}$ ), clinopiroxeno (< 12 vol. %,  $Mg\#$

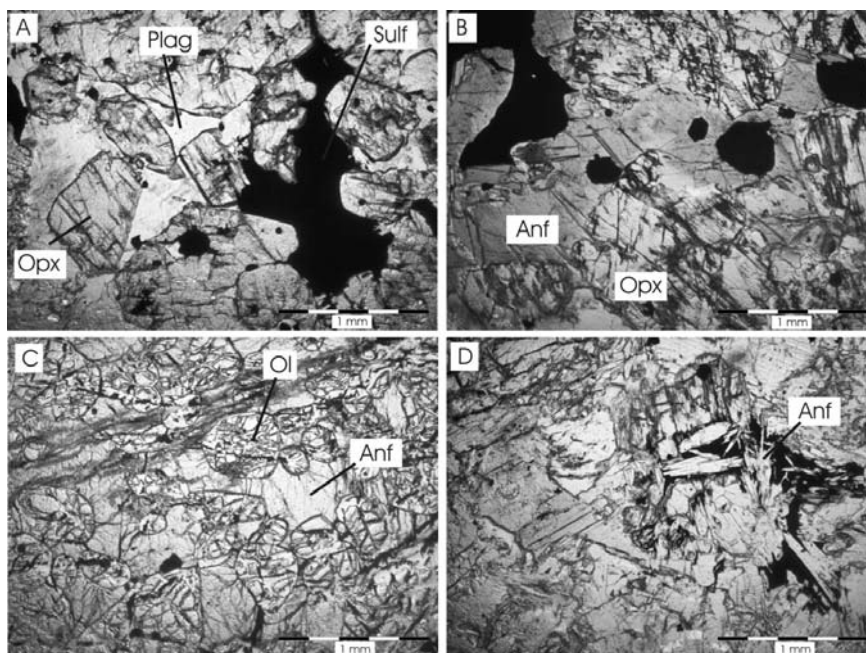


fig 1. Fotografías de microscopio óptico de luz transmitida. A) Gabronorita con ortopiroxeno (opx), plagioclasa intercumulus (plag) y sulfuros diseminados (sulf); B) Gabronorita con ortopiroxeno, anfíbol intercumulus (anf) y sulfuros diseminados; C) Peridotita hornbléndica con olivino cumulus (Ol) englobado por hornblenda poquilítica; D) Sulfuros diseminados asociados a anfíboles secundarios.

**palabras clave:** Cortegana, Máfico-ultramáfico, Mineralización Ni-Cu, Sulfuros, Ossa-Morena.

**key words:** Cortegana, Mafic-ultramafic, Ni-Cu ore, Sulphides, Ossa-Morena

resumen SEM 2009

\* corresponding author: [rplnagar@geo.ucm.es](mailto:rplnagar@geo.ucm.es)

0.84-0.88) y anfíbol poiquilítico de tipo hornblenda pargasítica (< 31 vol. %) (Fig. 1C). Las peridotitas también tienen cantidades inferiores a 1 vol. % de espinela de tipo hercinita ( $Mg_{1.5}Fe_{0.36}Cr_{0.03}Al_2O_4$ ). Los gabros s.s. están constituidos por clinopiroxeno ( $Mg\#$  0.83-0.86), plagioclasa ( $An_{88-82}$ ) y anfíbol de tipo hornblenda pargasítica. Las rocas están variablemente alteradas a una asociación secundaria constituida por anfíbol de Fe-Mg-Mn, actinolita, serpentina, clorita, sericita y epidota.

Varios trabajos han empleado el contenido en Ni del olivino para contrastar si el fundido a partir del cual los olivinos cristalizaron sufrió previamente un episodio de segregación de fundido sulfurado (p. ej., Li & Naldrett, 1999). En Cortegana, las peridotitas hornbléndicas tienen olivinos con contenidos en Ni generalmente inferiores a 0.1 % en peso, representándose por debajo del límite inferior composicional para acumulados ígneos de Simpkin & Smith (1970) (Fig. 2). Estas composiciones sugieren la segregación de un fundido sulfurado anterior o coetáneo a la cristalización de los olivinos, ya que cuando se segrega un fundido sulfurado, el Ni se incorpora al fundido sulfurado, quedando empobrecido en el magma silicatado residual debido a su alto coeficiente de reparto entre fundido sulfurado/magma silicatado ( $DNi_{sul/sil} = 200-500$ , Peach & Mathez, 1993). La identificación de inclusiones de sulfuros (pirrotina + pentlandita) en el interior de olivino apoya esta interpretación (Fig. 3).

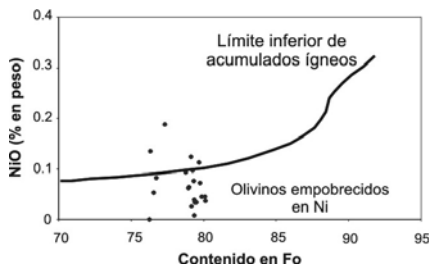


fig 2. Diagrama representando el contenido en Fo [=100Mg/(Mg+Fe)] vs contenido en NiO (% en peso) de olivinos en las rocas ígneas de Cortegana. El límite composicional inferior corresponde a Simpkin & Smith (1970).

La mineralización de Ni-Cu aparece en forma de sulfuros diseminados situados intersticialmente entre los silicatos primarios (piroxenos, olivinos y plagioclasas) (Fig. 1A), si bien localmente los sulfuros están también asociados a anfíbol secundario y clorita (Fig. 1D). La asociación de sulfuros comprende pirrotina, pentlandita y calcopirita. En las zonas más mineralizadas también se ha

identificado pirita.

### Geoquímica de la Mineralización.

Los contenidos en S en roca total de las rocas con sulfuros diseminados son generalmente inferiores a 4 % en peso, excepto en las zonas más mineralizadas que llegan a alcanzar concentraciones de hasta 18 % en peso. El Ni, cuyos valores son comúnmente inferiores a 0.3 % en peso, presenta una buena correlación positiva con el S ( $\rho = 0.77$ ), mientras que en el caso del Cu (< 0.12 % en peso, excepto para las zonas más mineralizadas que alcanza valores de 0.28 % en peso) la correlación no es tan buena ( $\rho = 0.48$ ). Las relaciones Ni/Cu entre 1.0 y 4.2 oscilan dentro del rango considerado para sulfuros formados a partir de magmas máficos basálticos. Los contenidos de Co oscilan entre 67 y 914 ppm, y están bien correlacionados tanto con el S ( $\rho = 0.97$ ) como con el Ni ( $\rho = 0.82$ ), sugiriendo que el Co aparece en solución sólida dentro de la pentlandita.

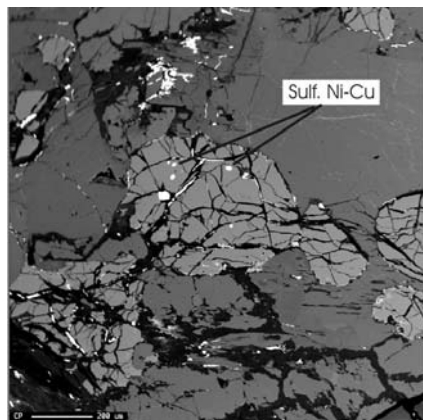


fig 3. Olivino redondeado cumulus, incluyendo pequeñas gotas de sulfuros de Fe-Ni, en peridotita hornbléndica. Imagen obtenida mediante electrones retrodispersados.

Los contenidos totales en Elementos del Grupo del Platino (EGP) son bajos, entre 14 y 81 ppb, excepto una muestra enriquecida en Pt (177 ppb) con una concentración total de EGP de 224 ppb que presenta las mayores concentraciones de S. El contenido total de EGP está bien correlacionado con el S ( $\rho = 0.81$ ), sugiriendo que, o bien los EGP aparecen en forma de Minerales del Grupo del Platino propios asociados a los sulfuros de Fe-Ni-Cu o que aparecen en solución sólida dentro de ellos. El contenido en Au es muy bajo, inferior a 20 ppb y muestra una buena correlación con el S ( $\rho = 0.63$ ).

### AGRADECIMIENTOS.

Los autores agradecen a Río Narcea

Recursos, S.A., en especial a Casimiro Maldonado y Luís Pevida, las facilidades dadas para el muestreo de los sondeos de exploración de las rocas intrusivas de Cortegana. Este estudio ha sido financiado por el Proyecto BTE2007-60266 del Ministerio de Educación y Ciencia.

### REFERENCIAS.

- Castro, A., Fernández, C., De La Rosa, J.D., Moreno-Ventas, I., Rogers, G. (1996): Significance of MORB-derived amphibolites from the Aracena Metamorphic Belt, Southwest Spain. *J. of Petrol.*, **372**, 35-60.
- Li, C. & Naldrett, A.J. (1999): *Geology and petrology of the Voisey's Bay intrusion: reaction of olivine with sulfide and silicate liquids*. *Lithos*, **47**, 1-31.
- Lunar R. et al. (2006): El yacimiento de Ni-Cu (EGP) de Aguablanca (Macizo Ibérico): marco tectónico, mineralogía, geoquímica, geocronología y modelo metalogénico. *Publicaciones del IGME, Recursos Minerales*, n° 8, 254 pp.
- Martín-Izard, A., Fuertes, M., Cepedal, M., Rodríguez, L., Luceño, L., Rodríguez, D., Videira, J. (2006): Reacciones de asimilación de rocas pelíticas en el proceso de formación de las mineralizaciones de Ni-Cu de Argallón, Cortegana y Olivenza (Ossa-Morena). *Macla*, **6**, 297-298.
- Peach, C. & Mathez, E. (1993): Sulfide melt-silicate melt distribution coefficients for nickel and iron and implications for the distribution of other chalcophile elements: *Geoch. et Cosmochim. Acta*, **57**, 3013-3021.
- Piña, R., Lunar, R., Ortega, L., Gervilla, F., Alapieti, T., Martínez, C. (2006): Petrology and geochemistry of mafic-ultramafic fragments from the Aguablanca (SW Spain) Ni-Cu ore breccia: implications for the genesis of the deposit. *Econ. Geol.*, **101**, 865-881.
- , Gervilla, F., Ortega, L., Lunar, R. (2008): Mineralogy and geochemistry of platinum-group elements in the Aguablanca Ni-Cu deposit (SW Spain). *Miner. and Petrol.*, **92**, 259-282.
- , Romeo, I., Ortega, L., Lunar, R., Capote, R., Gervilla, F., Tejero, R., Quesada, C. (2009): Origin and emplacement of the Aguablanca magmatic Ni-Cu-(PGE) sulfide deposit, SW Iberia: a multidisciplinary approach. *Geol. Soc. American Bull.* accepted.
- Simpkin, T. & Smith, J. (1970): Minor-element distribution in olivines. *J. of Geol.*, **78**, 304-325.
- Tornos, F., Casquet, C., Galindo, C., Velasco, F., Canales, A. (2001): A new style of Ni-Cu mineralization related to magmatic breccia pipes in a transpressional magmatic arc, Aguablanca, Spain. *Min. Dep.*, **36**, 700-706.
- , Galindo, C., Casquet, C., Rodríguez Pevida, L., Iriondo, A. (2006): La relación entre intrusiones laminares profundas y la mineralización de Aguablanca: las rocas intrusivas de Cortegana (Huelva). *Macla*, **6**, 485-486.