

Mineralogía del Macizo Ultramáfico de Tapo (Cordillera Oriental Andina, Perú)

/ RICARDO CASTROVIEJO (1,*), JOSÉ F. RODRIGUES (2), ROLANDO CARRASCAL (3), HUMBERTO CHIRIF (4), JORGE ACOSTA (4), ROBER URIBE (3)

(1) ETSI Minas (Univ. Politécnica de Madrid). c/ Ríos Rosas, 21, 28003_Madrid (España)

(2) Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Rua Dr.Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto (Portugal)

(3) Fac. Ing. Geológica, Minera y Metalúrgica. Universidad Nacional de Ingeniería. Av. Túpac Amaru, 210. Lima (Perú)

(4) INGEMMET, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima (Perú).

INTRODUCCIÓN.

En el Perú se conocen escasos complejos ultramáficos, a diferencia de lo que ocurre en otros países de la región (Colombia, Ecuador, Brasil, etc.) o del Caribe, como Cuba (Pereira et al., 2004). Dichos complejos son habitualmente de dimensiones reducidas y han sido interpretados tradicionalmente como resultado de la intrusión de un magma ultrabásico profundo, que se emplaza en sills, diques o cuerpos intrusivos en secuencias metasedimentarias y en otras litologías, a las que se atribuye una edad precámbrica como a las intrusiones (Dalmayrac, 1970; Grandin et al., 1977; Grandin y Zegarra, 1979).

El Macizo de Tapo (MT) aflora en las cercanías de la localidad del mismo nombre, al E de Tarma, entre 3750 y 4200 msnm y está compuesto por rocas ultramáficas (dominantes) y máficas, mostrando en conjunto una forma elongada (~5 km por ~2 km). Según trabajos recientes (Castroviejo et al., 2009, a y b: v. Mapa geológico) el MT es un cuerpo alóctono, cabalgante sobre los depósitos carboníferos del Grupo Ambo, en un evento pre-andino todavía no datado.

MARCO GEOLÓGICO Y TECTÓNICO.

El Macizo de Tapo comprende peridotitas fuertemente serpentinizadas y, muy subordinadamente, metagabros o anfíbolitas y cromititas, así como modificaciones metasomáticas locales de estas litologías. Está dividido longitudinalmente por un cabalgamiento con deformación intensa y milonitización. Sus contactos externos se limitan a la secuencia siliciclástica del Grupo Ambo (Carbonífero Inferior) y

son siempre de naturaleza mecánica. Se trata también de cabalgamientos que superponen el MT sobre dichos materiales y que aparecen marcados por fuerte cataclasis, con silicificación ocasional tanto de los materiales ultramáficos como de los materiales sedimentarios subyacentes.

La deformación interna del MT contrasta fuertemente con la del encajante sedimentario subyacente, así como con la deformación cataclástica asociada al contacto basal. La deformación penetrativa dúctil que afecta todo el cuerpo serpentínico, así como los cuerpos lenticulares de anfíbolitas, no es compatible con la deformación cataclástica asociada al contacto basal del cuerpo ultramáfico. Ello implica la instalación en un nivel estructural superior, post-Paleozoico Superior, del MT sobre el substrato sedimentario, con deformación andina no penetrativa generada sobre el frente de esquistosidad. En los metagabros se observan gradientes espaciales de la fábrica, ya que pasan paulatinamente de metagabros foliados a metagabros milonitizados.

MINERALOGÍA.

Las ultramafitas de Tapo están, casi siempre, totalmente serpentinizadas e intensamente deformadas: las litologías más frecuentes son serpentinitas y milonitas serpentínicas. Aunque se encuentran relictos peridotíticos, éstos son escasos y habitualmente están alterados hasta tal punto que hacen inviable la caracterización geoquímica de sus protolitos. En lámina delgada, raramente se observan relictos o fantasmas de olivino o piroxeno, que sugieren protolitos duníticos y harzburgíticos o piroxeníticos. No se

observa ningún efecto de metamorfismo térmico sobre el encajante (Grupo Ambo). El quimismo de las metabasitas (Fig. 1) sugiere un entorno de litosfera oceánica (Castroviejo et al., 2009 a).

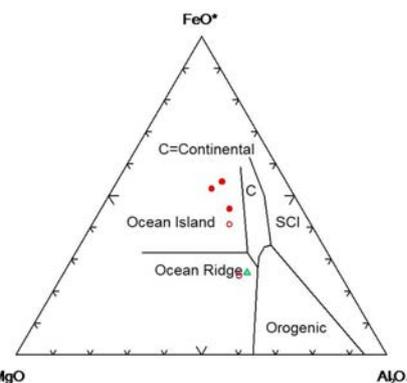


Fig. 1. Diagrama Al_2O_3 - FeO^* - MgO (Pearce et al., 1977).

Desde el punto de vista petrográfico, la combinación de deformación y alteración intensas a extremas resulta en tipos variados (esquistos cloríticos, clorítico-serpentínicos, anfibólicos, milonitas, blastomilonitas, cataclásitas, brechas birbiríticas, listvenitas, granofels de granate y epidota, etc.) y en composiciones mineralógicas inesperadas (vbgr., calcosilicatadas: granate, zoisita, epidota, wollastonita, clorita, albita, titanita, tremolita, etc.).

Por efecto del metasomatismo extremo de las ultramafitas, aparecen localmente hidrotermalitas silíceas (birbiritas) o carbonatadas (listvenitas), relacionadas con cabalgamientos o fallas que facilitan la circulación de fluidos hidrotermales. Es sabido que éstos pueden redistribuir o concentrar oro y elementos del grupo del platino (EGP) y, de hecho, listvenitas y birbiritas suelen considerarse como metalotectos

palabras clave: Macizo ultramáfico de Tapo, Andes, Cromita, Podiforme.

key words: Tapo ultramafic massif, Andes, Chromite, Podiform.

(Proenza, 2004). No obstante, los análisis realizados en el macizo de Tapo sólo permiten constatar un ligero enriquecimiento en oro (hasta 6 ppb) y en Pt y Pd (hasta 5 ppb) en las rocas alteradas; los contenidos máximos hallados en las cromititas son: 30 ppb Ir, 29 ppb Os, 4 ppb Pd, 12 ppb Pt, 4 ppb Rh, 69 ppt Ru y < 5 ppb Au.

Las ultramafitas presentan dos tipos de concentraciones de cromita: masivas y diseminadas, ambas explotadas. Las primeras son lentejones podiformes de cromita, prácticamente agotados en superficie y de dimensiones reducidas (longitudes visibles < 100 m y potencias máximas del orden dm-m). Las segundas, serpentinitas ricas en cromita. En ambos casos, la mineralogía es similar y relativamente sencilla (cromita, magnetita / espinelas y trazas de sulfuros, como pirita, pirrotita o maucherita en inclusiones diminutas), si bien el metamorfismo y los procesos metasomáticos aludidos introducen cambios apreciables, como el reemplazamiento de cromita por ilmenita o la movilización del Cr para precipitar en una fase carbonatada (stichtita, la cual llega a ser componente mayoritario de la roca ocasionalmente: Fig. 2). La presencia de Ni sólo se ha constatado por la aparición esporádica de nimita.

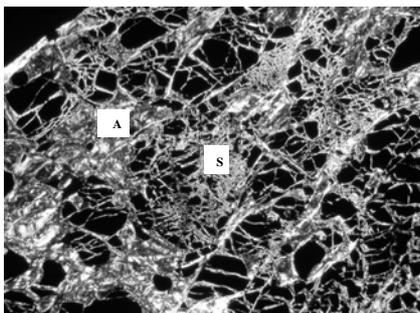


Fig. 2. Cromita cataclástica parcialmente alterada a stichtita (S), con antigorita (A) intersticial. Fotomicrografía con LT, NX (longitud: 6 mm).

En consonancia con la composición de las cromitas, ricas en Al, y con el ambiente inferido, de litosfera oceánica, no se han hallado minerales del grupo del platino (MGP). Las menas muestran frecuentes texturas cataclásticas, a veces recrystalizadas (particularmente la magnetita), y un notable zonado metamórfico (núcleos de cromita y coronas de magnetita / espinela), que

indica facies anfibolitas con relictos de facies esquistos verdes y que está siendo investigado en detalle (Fanlo et al., 2009).

CONCLUSIONES.

A pesar de las difíciles condiciones de afloramiento y de los efectos de una deformación y de una alteración hidrotermal prácticamente ubicuas, los rasgos observados en el macizo de Tapo permiten establecer unos hechos fundamentales para comprender su emplazamiento y excluyen algunas hipótesis previas, en particular su emplazamiento intrusivo. La edad de las litologías ultramáficas y máficas no puede establecerse con precisión, toda vez que sus contactos son siempre tectónicos y las dataciones absolutas están todavía en curso, pero puede al menos afirmarse que se trata de cuerpos pre-andinos.

Las menas de cromita son del tipo podiforme y no se corresponden al tipo intrusivo. Además, el quimismo de las metabasitas asociadas a las ultramafitas corresponde a materiales de corteza oceánica y no a intrusiones continentales, lo que implica un emplazamiento alóctono en su actual ubicación.

Finalmente, desde el punto de vista de la exploración, la ubicuidad y la intensidad de la tectónica post-mineral dificultan el seguimiento de los cuerpos podiformes de cromita. Los fluidos hidrotermales asociados han movilizado y redistribuido en parte el Cr que precipita de nuevo en forma de stichtita y han producido un metasomatismo apreciable (asociaciones de skarn y, en las menas de cromita, reemplazamientos por ilmenita y zonado secundario), pero no han enriquecido de forma significativa metales preciosos como oro o elementos del grupo del platino, posiblemente por su escasez en los protolitos. Los indicios de Ni se limitan a trazas de maucherita y a la presencia de nimita, posiblemente por efecto de movilización metamórfica.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo ha sido financiado por la Universidad Politécnica de Madrid

(Proyectos AL06PID0010, AL07PID027 & AL08PID25) y apoyado por INGEMMET / Perú y por LNEG_Porto. Se agradece el apoyo del Dr. Félix Bellido, IGME, Madrid, en el tratamiento de los datos geoquímicos y de la Cía. REPSA, Perú.

REFERENCIAS.

- Castroviejo, R., Rodrigues, J.F., Acosta, J., Pereira, E., Romero, D., Quispes, J., Espí J.A. (2009a): *Geología de las ultramafitas preandinas de Tapo y Acobamba, Tarma, Cordillera Oriental del Perú*. Geogaceta (en prensa).
- , Pereira, E., Rodrigues, J.F., Acosta, J. (2009b): *Pre-andean serpentinite-chromite orebodies in the Eastern Cordillera of Central Peru, Tarma Province*. Proc. 10th Biennial SGA Meeting, Townsville, Australia (in press).
- Dalmayrac, B. (1970): *Mise en évidence d'une chaîne ante-orovicienne et probablement précambrienne dans la Cordillère Orientale du Pérou Centrale (région de Huánuco)*. C. R. Ac. Sc. Paris, **270**, 1088-1091.
- , Laubacher, G., Marocco, R. (1988): *Caracteres Generales de la evolución geológica de los Andes Peruanos*. INGEMMET, Estudios Especiales, Bol. **12**, 313 pp.
- Fanlo, J., Gervilla, F., Castroviejo, R., Rodrigues, J.F., Acosta, J., Pereira, E., Uribe, R. (2009): *Metamorphism of chromitites in the Tapo ultramafic massif, Eastern Cordillera, Peru*. Proc. 10th Biennial SGA Meeting, Townsville, Australia (in press).
- Grandin, G., Aumaitre, R., Huaman, A., Vilca, C. (1977): *Exploración por rocas ultrabásicas en la Cordillera Oriental*. Acción Conjunta ORSTOM-INGEOMIN, Informe Final, tercera parte, Lima, Perú.
- , Zegarra Navarro, J. (1979): *Las rocas ultrabásicas en el Perú: Las intrusiones lenticulares y los sills de la región Huánuco - Monzon*. Bol. Soc. Geol. Peru, **63**, 99 - 115.
- Megard, F., Caldas, J., Paredes, V.J., Cruz, N. (1996): *Geología de los cuadrángulos de Tarma, La Oroya y Yauyos (Memoria)*. Bol. N° 69 serie A, INGEMMET, Lima, 227 p.
- Pearce, T.H., Gorman, B.E., Birkett, T.C. (1977): *The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rock*. E.P.S.L., **36**, 121-132.
- Pereira, E., Castroviejo, R., Ortiz, F. (2004): *Complejos Ofiolíticos en Iberoamérica, Proyecto XIII.1_CYTED*, Madrid, 379 p.
- Proenza, J. (2004): *Principales guías de exploración de metales preciosos (EGP y oro) en complejos ofiolíticos*. In: Pereira E, Castroviejo R, Ortiz F (eds, 2004) *Complejos Ofiolíticos en Iberoamérica, Proyecto XIII.1_CYTED*, Madrid, p.359-372.