

# Minerales super-reducidos en ofiolitas: No siempre una evidencia de manto profundo. El ejemplo de Cuba Oriental

Núria Pujol-Solà (1\*), Joaquín A. Proenza (1), Antonio Garcia-Casco (2,3), José María González-Jiménez (2), Vanessa Colás (4), Àngels Canals (1), Joan Carles Melgarejo (1), Fernando Gervilla (2,3)

(1) Departament de Mineralogia, Petrologia i Geologia Aplicada. Universitat de Barcelona, 08028, Barcelona (Espanya)

(2) Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad de Granada, 18002, Granada (España)

(3) Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, CSIC-UGR, 18100 Armilla, Granada (España)

(4) Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 Ciudad de México (México)

\* corresponding author: npujolsola@ub.edu

**Palabras Clave:** cromitita, moissanita, olivino, manto | **Key Words:** chromitite, moissanite, olivine, mantle

## INTRODUCCIÓN

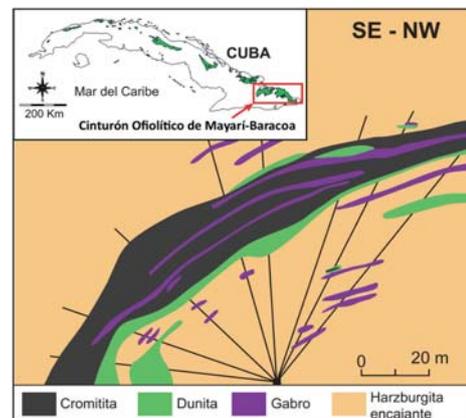
En los niveles mantélicos de varios complejos ofiolíticos (p. ej.: China, Tíbet, Rusia, Turquía, Albania) se han encontrado recientemente minerales indicadores de condiciones de ultra-alta presión (>10 GPa y >300 km; p. ej. diamante, pseudomorfo de coesita y stishovita) y de condiciones super-reducidas (de 4 a 7 órdenes de magnitud por debajo del tampón IW; p. ej. elementos nativos, aleaciones, carburos, nitruros y fosfuros) que se suponen propias del manto profundo, junto a minerales formados típicamente en la corteza continental (p. ej. circón, cuarzo, andalucita, cianita, etc.). El origen de esta compleja asociación mineral es actualmente un tema de intenso debate, con varios modelos propuestos: reciclaje en niveles profundos del manto, plumas mantélicas, contaminación de la placa subducente, impacto de rayos de tormenta y plumas frías (Pujol-Solà et al., 2018; Xiong et al., 2019 y referencias en estos artículos).

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos tras el estudio de muestras de cromitita y rocas asociadas (gabros y dunitas) en la transición manto-corteza de las ofiolitas de Cuba oriental. Los resultados sugieren que las fases super-reducidas en las rocas ofiolíticas se formaron a baja presión y baja temperatura durante el proceso de serpentización.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

En la parte más oriental de la isla de Cuba se encuentra el macizo ofiolítico cretácico de Moa-Baracoa (Iturralde-Vinent, 1996), el cual se caracteriza por la preservación de una zona de transición manto-corteza (MTZ, por sus siglas en inglés) bien desarrollada. La MTZ se compone de harzburgitas, dunitas, peridotitas impregnadas (clinopiroxeno y plagioclasa) y diques y sills de gabro. En

esta zona se encuentran numerosos cuerpos de cromititas ricas en Al (Proenza et al., 1999). Estos cuerpos presentan formas tabulares a lenticulares y son concordantes con la foliación de la peridotita encajante, estando frecuentemente encajados en cuerpos de dunita. En múltiples casos, los cuerpos de cromitita incluyen (Fig. 1), o están en contacto con, diques y sills de gabro de tamaño variable.

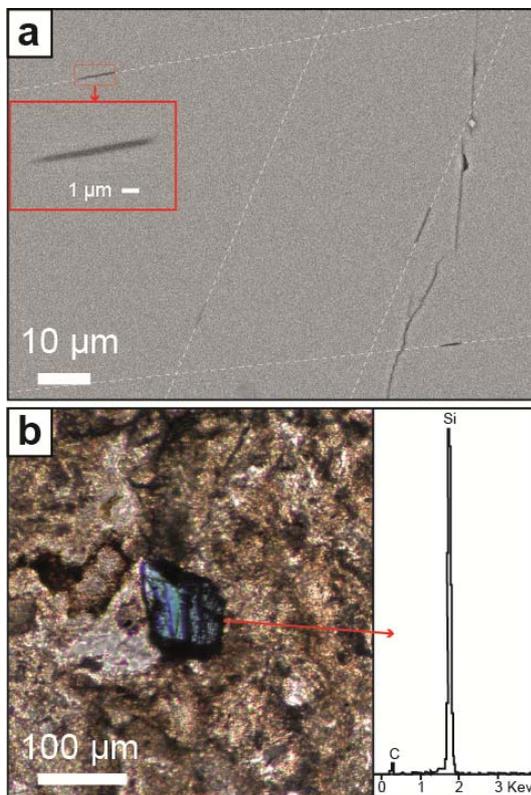


**Fig 1.** Corte geológico del yacimiento de cromita de Mercedita. En el recuadro superior se indica la localización de las ofiolitas estudiadas (modificado de Pujol-Solà et al., 2018).

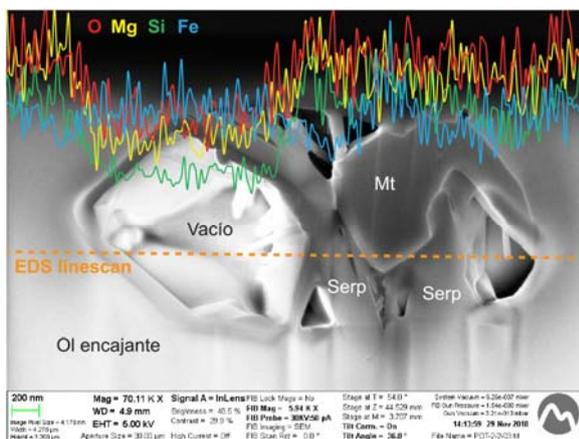
## RESULTADOS

Estudios de microscopía óptica y electrónica y microRaman, han permitido identificar diferentes fases en las cromititas: lamelas orientadas de clinopiroxeno (Fig. 2a) y rutilo en la cromita, granos de moissanita en cromita y en la matriz alterada (Fig. 2b), fracturas secundarias selladas con inclusiones de carbono amorfo, serpentina poligonal, lizardita, magnetita, CH<sub>4</sub>, corindón, carbonatos y cuarzo, y granos de Cu nativo y aleación de Fe-Mn en concentrados minerales.

También se han encontrado fases similares en cristales de olivino de diques de gabro y dunitas asociadas. En el olivino destacan las inclusiones de magnetita, serpentina y CH<sub>4</sub> (Fig. 3); si bien, también se han encontrado inclusiones aciculares de ilmenita y espinela cromífera.



**Fig 2. a)** Lamelas orientadas de clinopiroxeno en cromita (SEM-BSE); **b)** Grano de moissanita encajado en la matriz alterada de la cromita (microscopio óptico) y espectro EDS del grano.



**Fig 3.** Imagen de FIB-SEM de una inclusión con magnetita y serpentina en olivino. Los perfiles indican la abundancia de los elementos en la línea de análisis (EDS linescan).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la zona estudiada hay evidencias de relación genética entre los diques de gabro no metamorfizados y los cuerpos de cromita serpentinizados. Esta relación geológica y petrogenética descarta un origen de (ultra)alta presión para los minerales descritos

anteriormente. Contrariamente, las lamelas de exsolución (clinopiroxeno y rutilo) se habrían formado durante el enfriamiento de la cromita en el manto. Las fases super-reducidas (p. ej. moissanita, carbono amorfo, Cu nativo y aleación de Fe-Mn) se formaron en microambientes super-reducidos durante la serpentización en condiciones de baja presión y baja temperatura. Estas condiciones super-reducidas se relacionan con los fluidos C-H-O involucrados en los primeros estadios de la serpentización de las peridotitas en ambientes submarinos (Golubkova et al., 2016). En las reacciones de hidratación, el componente H<sub>2</sub>O del fluido se consume para formar fases hidratadas (serpentina), de modo que los fluidos C-H-O pueden alcanzar saturación en C y precipitar fases de C (p. ej. moissanita, carbono amorfo y grafito). Estos procesos de serpentización quedan registrados en las inclusiones de serpentina-magnetita-CH<sub>4</sub> que se encuentran en los olivinos de los gabros. Finalmente, las fases de corteza continental (p. ej. corindón<sup>2</sup>, cuarzo, circón) podrían representar xenocristales introducidos en el manto por subducción y emplazados en la corteza mediante plumas frías.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CGL2015-65824 del Ministerio de Economía y Competitividad concedido a JAP, así como el contrato FPU-15/0678 concedido a NPS y el contrato del Programa Ramón y Cajal 2015-17596 concedido a JMGJ.

## REFERENCIAS

- Golubkova, A., Schmidt, M.W., Connolly, J.A. (2016): Ultra-reducing conditions in average mantle peridotites and in podiform chromitites: a thermodynamic model for moissanite (SiC) formation. *Contrib. Mineral. Petr.* **171(5)**, 41.
- Iturralde-Vinent, M. Introduction to Cuban geology and geophysics. *Ophiolitas y Arcos Volcánicos de Cuba*. Miami, Florida, International Geological Correlation Programme, 1996, Project 364, 3–35.
- Proenza, J.A., Gervilla, F., Melgarejo, J.C., Bodinier, J.L. (1999): Al- and Cr-rich chromitites from the Mayarí-Baracoa ophiolitic belt (eastern Cuba), consequence of interaction between volatile-rich melts and peridotites in suprasubduction mantle. *Econ. Geol.* **94**, 547–566.
- Pujol-Solà, N., Proenza, J., Garcia-Casco, A., González-Jiménez, J., Andreazini, A., Melgarejo, J., Gervilla, F. (2018): An Alternative Scenario on the Origin of Ultra-High Pressure (UHP) and Super-Reduced (SuR) Minerals in Ophiolitic Chromitites: A Case Study from the Mercedita Deposit (Eastern Cuba). *Minerals* **8(10)**, 433.
- Xiong, F., Liu, Z., Kapsiotis, A., Yang, J., Lenaz, D., Robinson, P.T. (2019): Petrogenesis of lherzolites from the Purang ophiolite, Yarlung-Zangbo suture zone, Tibet: origin and significance of ultra-high pressure and other ‘unusual’ minerals in the Neotethyan lithospheric mantle. *Int. Geol. Rev.* 1-27.