

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

Núria Pujol-Solà<sup>1</sup>, Joaquín A. Proenza<sup>1</sup>, Antonio Garcia-Casco<sup>2,3</sup>, José María González-Jiménez<sup>2</sup>, Vanessa Colás<sup>4</sup>, Àngels Canals<sup>1</sup>, Joan Carles Melgarejo<sup>1</sup> y Fernando Gervilla<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Departament de Mineralogia, Petrologia i Geologia Aplicada.  
Universitat de Barcelona.

<sup>2</sup>Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad de Granada.

<sup>3</sup>Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, CSIC-UGR, Granada.

<sup>4</sup>Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

## Resumen

[https://github.com/nurpss/proyecto\\_final](https://github.com/nurpss/proyecto_final)

Este trabajo presenta 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 serpentinización.

**Palabras clave**— cromitita, moissanita, olivino, manto

## 1. 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, pseudomorfos de coesita y stishovita) y de condiciones super-reducidas (de 4 a 7 órdenes de magnitud por debajo del tampón IW; p. ej. elementos nati-

vos, 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 subduciente, impacto de rayos de tormenta y

plumas frías [Pujol-Solà et al., 2018, Xiong et al., 2019] y referencias en estos artículos.

## 2. Contexto geológico

En la parte más oriental de la isla de Cuba se encuentra el macizo ofiolítico cretácico de Moa-Baracoa [Iturralde-Vinent et al., 2016], 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 (1), o están en contacto con, diques y sills de gabro de tamaño variable.

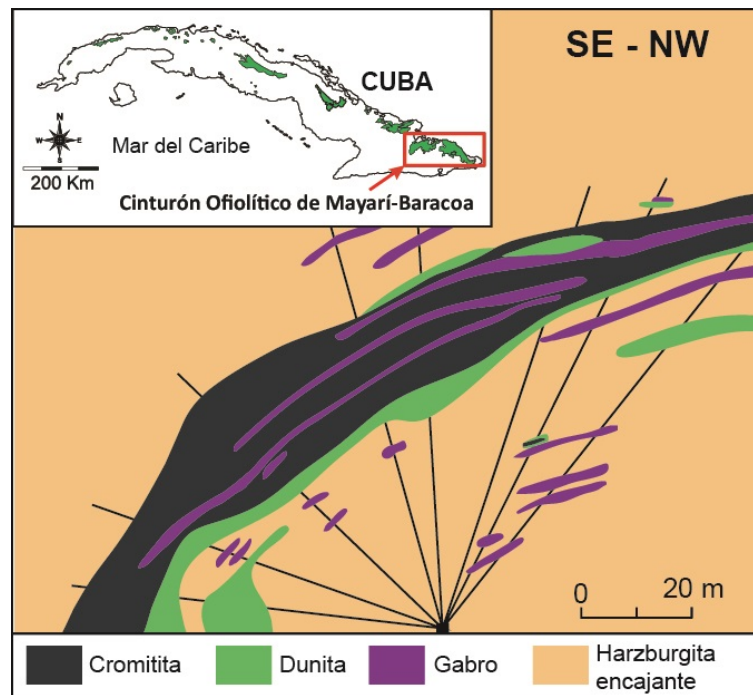


Figura 1: Corte geológico del yacimiento de cromita de Mercedita. En el recuadro superior se indica la localización de las ofiolitas estudiadas (modificado de [Pujol-Solà et al., 2018]).

### 3. Resultados

Estudios de microscopía óptica y electrónica y microRaman, han permitido identificar diferentes fases en las cromititas: lamelas orientadas de clinopiroxeno (2a) y rutilo en la cromita, granos de moissanita en cromita y en la matriz alterada (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 gabbro y dunitas asociadas. En el olivino destacan las inclusiones de magnetita, serpentina y CH<sub>4</sub> (3); si bien, también se han encontrado inclusiones aciculares de ilmenita y espinela cromífera.

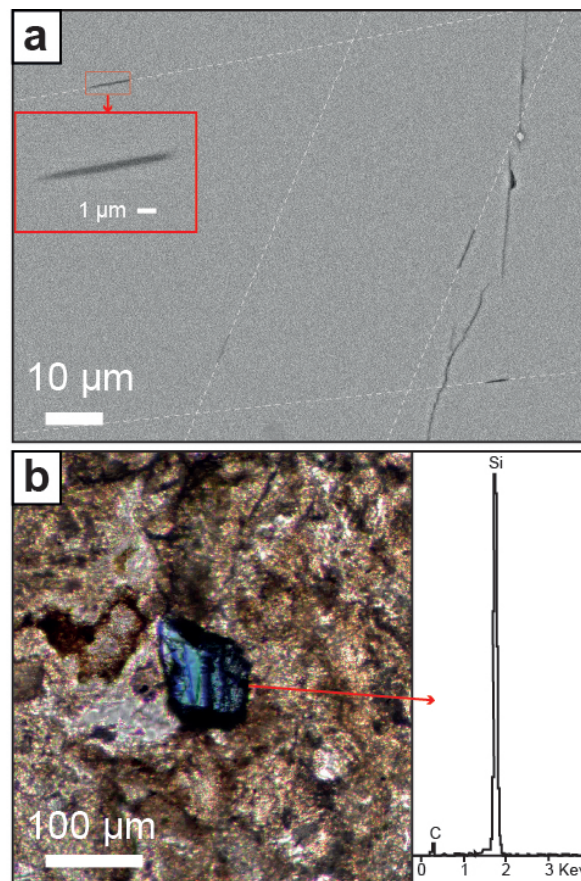


Figura 2: a) *Lamelas orientadas de clinopiroxeno en cromita (SEM-BSE);* b) *Grano de moissanita encajado en la matriz alterada de la cromitita (microscopio óptico) y espectro EDS del grano.*

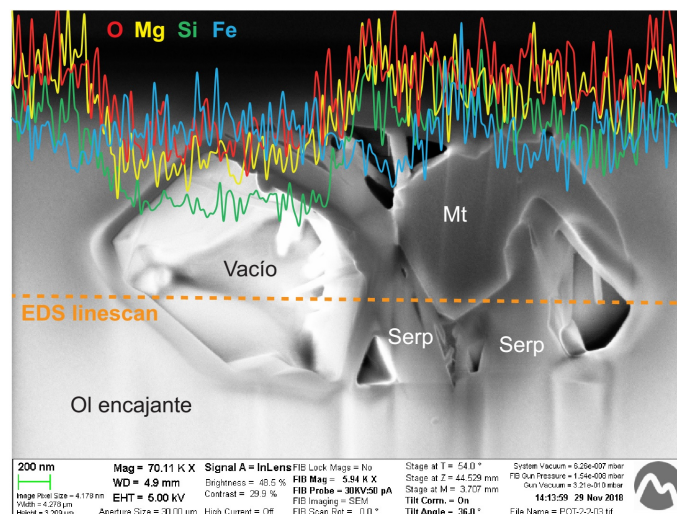


Figura 3: Imagen de FIB-SEM de una inclusión con magnetita y serpentina en olivino. Los perfiles indican la abundancia de los elementos en la línea de análisis (EDS linescan)

#### 4. Discusión y conclusiones

En la zona estudiada hay evidencias de relación genética entre los diques de gabro no metamorfizados y los cuerpos de cromitita 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 es-

tadios de la serpentización de las peridotitas en ambientes submarinos [Golubkova et al., 2016]. En las reacciones de hidratación, el componente  $H_2O$  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). El proceso se resume con la siguiente formula:  $(Fe, Mg)_2SiO_4 + n \cdot H_2O + CO_2 \longrightarrow Mg_3Si_2O_5(OH)_4 + Fe_3O_4 + CH_4$  [Golubkova et al., 2016].

Estos procesos de serpentización quedan registrados en las inclusiones de serpentina-magnetita- $CH_4$  que se encuentran en los olivinos de los gabros. Finalmente, las fases de corteza continental (p. ej. corindón?, cuarzo, circón) podrían representar xenocristales introducidos en el manto por subducción y emplazados en la corteza mediante plumas frías.

## Referencias

- [Golubkova et al., 2016] Golubkova, A., Schmidt, M. W., and Connolly, J. A. (2016). Ultra-reducing conditions in average mantle peridotites and in podiform chromitites: a thermodynamic model for moissanite (SiC) formation. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 171(5).
- [Iturralde-Vinent et al., 2016] Iturralde-Vinent, M. A., García-Casco, A., Rojas-Agramonte, Y., Proenza, J. A., Murphy, J. B., and Stern, R. J. (2016). The geology of Cuba: A brief overview and synthesis.
- [Proenza et al., 1999] Proenza, J., Gervilla, F., Melgarejo, J. C., and Bodinier, J. L. (1999). Al- and Cr-rich chromitites from the Mayari-Baracoa ophiolitic belt (Eastern Cuba): Consequence of interaction between volatile-rich melts and peridotites in suprasubduction mantle. *Economic Geology*, 94(4):547–566.
- [Pujol-Solà et al., 2018] Pujol-Solà, N., Proenza, J. A., Garcia-Casco, A., González-Jiménez, J. M., Andreazini, A., Melgarejo, J. C., and 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).
- [Xiong et al., 2019] Xiong, F., Liu, Z., Kapsiotis, A., Yang, J., Lenaz, D., and 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 Neo-Tethyan lithospheric mantle. *International Geology Review*.