

# Diamantes en cromititas ofiolíticas: no siempre una evidencia de ultra-alta presión

Júlia Farré-de-Pablo (1\*), Joaquín A. Proenza (1), José María González-Jiménez (2), Antonio García-Casco (2,3), Vanessa Colás (4), Josep Roqué-Rosell (1), Antoni Camprubí (4), Antonio Sánchez-Navas (2,3), Xavier Llovet (5)

(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 (Espanya)

(3) Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (IACT), 18100, Armilla, Granada (Espanya)

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

(5) Centres Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona (CCiT-UB), 08028, Barcelona (Espanya)

\* corresponding author: [jfarredpablo@gmail.com](mailto:jfarredpablo@gmail.com)

**Palabras Clave:** fluidos C-O-H, serpentinización, México. | **Key Words:** C-O-H fluids, serpentinization, Mexico.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se han descrito diamantes en cromititas ofiolíticas y rocas asociadas de distintas ofiolitas del mundo. En la mayoría de casos, los diamantes se encontraron en concentrados minerales y, en muy pocos casos, in situ. Para explicar la presencia de los diamantes en estas rocas se han propuesto una serie de modelos que implican formación o reciclado de cromititas cerca de la zona de transición del manto, alrededor de 410–600 km de profundidad, o incluso a profundidades mayores (e.g. Yang et al., 2015; McGowan et al., 2015). Sin embargo, en ningún caso se considera la formación de diamante metaestable a bajas presiones, pese a que existen varios estudios y evidencias sobre la metaestabilidad de diamante en condiciones someras de la litosfera (e.g. Manuella, 2013). En este estudio presentamos el hallazgo de diamantes in situ en cromititas ofiolíticas incluidas en la serpentinita de Tehuitzingo (sur de México), así sus relaciones texturales y mineralógicas. Nuestros resultados sugieren que la

presencia de diamante en cromititas ofiolíticas no necesariamente indica la existencia de condiciones alta presión durante su cristalización.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

La serpentinita de Tehuitzingo (sur de México) es el afloramiento de rocas ultramáficas más grande del Complejo Acatlán, una unidad del Paleozoico que ha experimentado diversos episodios metamórficos (e.g. Ortega-Gutiérrez et al., 1999). Estos cuerpos ultramáficos, de 500 m de espesor y 8 km de longitud, se interpretan como harzburgitas residuales completamente serpentinizadas que forman parte de la ofiolita desmembrada de Xayacatlán. Las serpentinitas contienen cuerpos de cromititas de decenas de metros largo y menos de 2 m de espesor. Las cromititas son ricas en Al, con  $\#Cr [Cr/(Cr+Al), \text{proporción atómica}] = 0.53\text{--}0.57$  (Proenza et al., 2004), si bien están intensamente alteradas, de modo que la composición primaria solo se preserva en los núcleos de algunos granos de cromita.

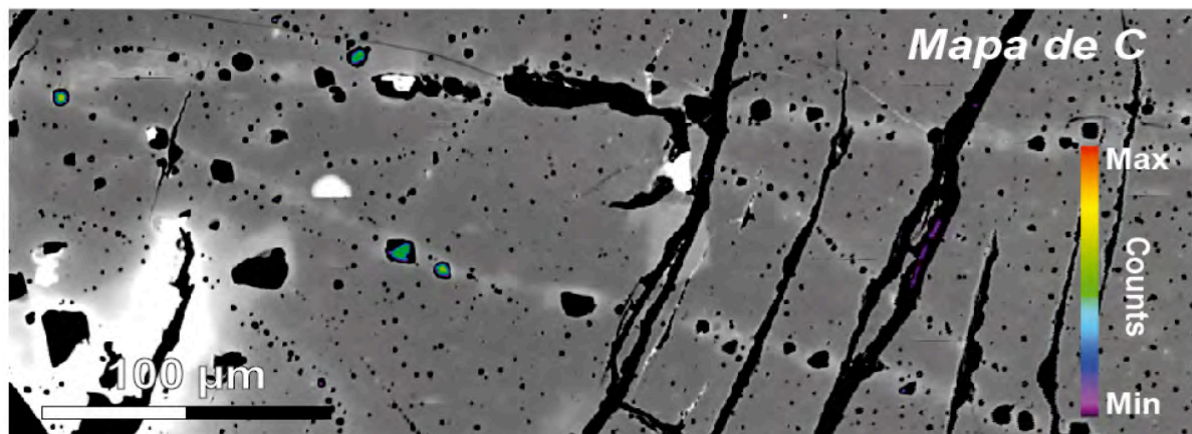


Fig 1. Mapa de rayos-X de C de las fracturas selladas en un núcleo de cromita con la imagen de electrones retrodispersados de fondo.

El estudio de las muestras de cromitita de Tehuiztingo ha dado lugar al hallazgo de diamantes in situ de entre 1 y 8  $\mu\text{m}$  en la cromita. Los diamantes se encuentran sistemáticamente incluidos a lo largo de fracturas selladas (Fig. 1) junto con cuarzo, clorita, serpentina, ilmenita y pirofanita. Las fracturas selladas se encuentran en el interior de los núcleos más primitivos de los granos de cromita. Análisis de EMP, realizados de forma transversal a las fracturas selladas de los núcleos, han evidenciado variaciones significativas en la composición de la cromita de las fracturas: éstas presentan valores de #Cr entre 0.61–0.65, superiores a los de la cromita primaria. A partir de cálculos termodinámicos realizados con Perple\_X, ha sido posible determinar la temperatura de sellado de estas fracturas entre 670 y 520 °C.

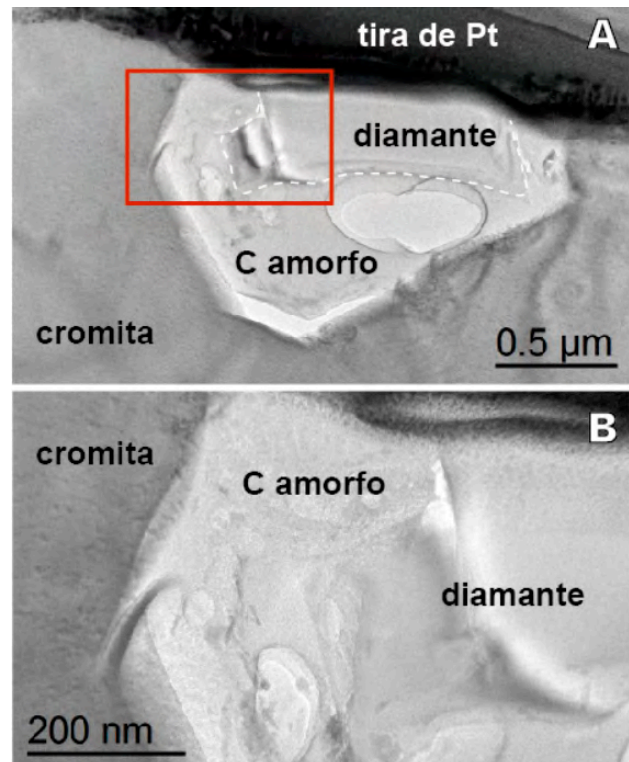
Las inclusiones de diamantes se caracterizaron con FE-SEM, micro-Raman, FIB-TEM y EELS. Los resultados demuestran que las inclusiones contienen diamantes monocristalinos asociados a carbono amorfo (Fig. 2). El carbono amorfo presenta porosidad, que se interpreta como resultado del escape de posibles fluidos presentes en estas inclusiones. Se observan contactos netos entre la cromita encajante, el carbono amorfo y el diamante.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A partir de las asociaciones minerales, texturas observadas y temperaturas de sellado de las fracturas de cromita, proponemos que los diamantes encontrados en las cromititas ofiolíticas Tehuiztingo no pudieron haberse formado en condiciones de ultra-alta presión en el manto. Las temperaturas obtenidas coinciden con las de la evolución retrógrada de la cromita durante la alteración y serpentización de las peridotitas encajantes. Además, el C amorfo con porosidad sugiere la presencia de fluidos C-O-H. Por lo tanto, alternativamente a los modelos de ultra-alta presión proponemos un modelo en que los diamantes precipitan de forma metaestable a partir de la infiltración de fluidos C-O-H reducidos procedentes de las serpentinitas encajantes, durante los primeros estadios de alteración de las cromititas.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2015-65824 y CGL2016-75679-P, concedidos por el Ministerio de Ciencia Innovación y Universidades (MICINN) a JAP y ASN, respectivamente, así como la beca FPI concedida a JFdP y el contrato Ramón y Cajal 2015-17596 concedido a JMGJ, ambos del MICINN de España.



**Fig 2.** Imágenes de HRTEM de una de las inclusiones de diamante. A: inclusión general (modificado de Farré-de-Pablo et al., 2018). B: detalle de A (recuadro rojo).

## REFERENCIAS

- Farré-de-Pablo, J., Proenza, J.A., González-Jiménez, J.A., García-Casco, A., Colás, V., Roqué, J., Camprubí, A., Sánchez-Navas, A. (2018): A shallow origin for diamonds in ophiolitic chromitites. *Geology*, **47**: 75-78
- Manuella, F.C. (2013): Can nanodiamonds grow in serpentinite-hosted hydrothermal systems?: A theoretical modelling study. *Mineralogical Magazine*, **77**, 3163–3174
- McGowan, N.M., Griffin, W.L., González-Jiménez, J.M., Belousova, E., Afonso, J.C., Shi, R., McCammon, C.A., Pearson, N.J., O'Reilly, S.Y. (2015): Tibetan chromitites: Excavating the slab graveyard. *Geology*, **43**, 179–182
- Ortega-Gutiérrez, F., Elías-Herrera, M., Reyes-Salas, M., Macías-Romo, C., López, R. (1999): Late Ordovician–Early Silurian continental collisional orogeny in southern Mexico and its bearing on Gondwana Laurentia connections. *Geology*, **27**, 719–722
- Proenza, J.A., Ortega-Gutiérrez, F., Camprubí, A., Tritlla, J., Elías-Herrera, M., Reyes-Salas, M. (2004): Paleozoic serpentinite-enclosed chromitites from Tehuiztingo (Acatlán Complex, southern Mexico): A petrological and mineralogical study. *Journal of South American Earth Sciences*, **16**, 649–666
- Yang, J., Meng, F., Xu, X., Robinson, P.T., Dilek, Y., Makeyev, A.B., Wirth, R., Wiedenbeck, M., Griffin, W.L., Cliff, J. (2015): Diamonds, native elements and metal alloys from chromitites of Ray-Iz ophiolite of the Polar Urals. *Gondwana Research*, **27**, 459–485