

ARTÍCULO CIENTÍFICO
CIENTIFIC ARTICLE

**CARACTERIZACIÓN
PETROGRÁFICA DE LA
ALTERACIÓN SÍLICO-
CARBONÁTICA EN SERPENTINITAS
DEL DEPÓSITO DE CROMITA
FERROLANA. PROVINCIA
CAMAGÜEY**

**SILICO-CARBONATE ALTERATION
PETROGRAPHIC CHARACTERIZATION IN
SERPENTINITES FROM THE FERROLANA
CHROMITE DEPOSIT. PROVINCE OF
CAMAGÜEY**

René Yasmany Cobas Torres,
Luis Enrique Fuentes Salas

REVISTA GEOINFORMATIVA
No.1. 2023

**René Yasmany Cobas
Torres**

Instituto de Geología y
Paleontología. Servicio
Geológico de Cuba. La
Habana. Cuba.

rcortorres@igp.minem.cu
0000-0001-5392-7764

**Luis Enrique Fuentes
Salas**

Empresa Geominera de
Camagüey, Cuba.
inglefs@nauta.cu

RESUMEN

La presente investigación es parte de un servicio petrográfico realizado en el año 2020 por el Grupo de Mineralogía y Petrología del IGP-SGC a la Empresa Geominera de Camagüey, donde se analizaron un total de 11 muestras pertenecientes al depósito de cromita "Ferrolana". El objetivo del trabajo consiste en caracterizar, desde el punto de vista petrográfico, la alteración sílico-carbonática en serpentinitas del depósito de cromitas "Ferrolana" y su vínculo con la mineralización menífera. Como principales resultados de la investigación se obtuvo que la ocurrencia de alteración sílico-carbonática en Ferrolana indica que las serpentinitas fueron afectadas por fluido mineralizantes enriquecidos en CO₂ y SiO₂. De acuerdo con el modo de ocurrencia, se tiene que los carbonatos se presentan en dos formas principales: masivos y en vetillas, siendo la carbonatización en vetillas la que presenta un vínculo genético y espacial con la mineralización sulfurada. El reemplazamiento de la sílice por los carbonatos en las vetillas indica la ocurrencia de dos periodos de infiltración de fluidos hidrotermales químicamente distintos, donde inicialmente los fluidos eran ácidos, ricos en sílice y de baja temperatura seguido de un segundo periodo caracterizado por fluidos alcalinos, más calientes y con elevado contenido de CO₂. La presencia de un mineral escamoso con características ópticas muy similares a la mica crómica (Fuchsite) dentro de la asociación mineral: Carbonato + Talco + Clorita + Sulfuros, pudiera indicar la presencia de listvenitas s.s en Ferrolana.

Palabras clave: alteración sílico-carbonática, Camagüey, Ferrolana, serpentinitas

ABSTRACT

The present research is part of a petrographic service carried out by Petrology and Mineralogy Group for Geominera Camaguey Company, where 11 samples belonging to the "Ferrolana" chromite deposit were analyzed. The objective of the research is to characterize from petrographic point of view the silica-carbonatic alteration in serpentinites of the "Ferrolana" chromite deposit and its link with ore mineralization. As results of the research, it was obtained that: 1) The occurrence of silica-carbonatic alteration in Ferrolana indicate that serpentinites were affected by mineralizing fluid enriched in CO₂ and SiO₂. 2) According to occurrence mode the carbonates occur in two main forms: massive and in veinlets. Being the carbonatization in veinlets the one that presents a genetic and spatial link with sulphurous mineralization. 3) The replacement of silica by carbonates in the veinlets indicates the occurrence of two chemically different hydrothermal fluids infiltration periods. Where initially the fluids were acidic, rich in silica and of low temperature followed by a second period characterized by alkaline fluid, hotter and with high CO₂. 4) The presence of a flaky mineral with optical characteristics very similar to chromic mica (Fuchsite) within the mineral assemblage: Carbonate + Talc + Chlorite + Sulphures, could indicate the presence of listvenites s.s in Ferrolana.

Key words: Camagüey, Ferrolana, Silica-carbonatic alteration, serpentinites

Recibido: 11 del 5, 2021
Aprobado: 19 del 8 2021

INTRODUCCIÓN

La alteración sílico-carbonática de rocas ultramáficas serpentinizadas es causada por la migración de fluidos enriquecidos en CO₂ canalizados por fallas, y a menudo es referida como “carbonatización” (Buckman & Ashley, 2010). Las rocas sílico-carbonáticas, como su nombre lo indica, están constituidas de proporciones variables de sílice en la forma de cuarzo o calcedonia, y por carbonatos, principalmente magnesita (con variables contenidos de Fe y Ca). Otros minerales menos abundantes comúnmente encontrados en estas rocas incluyen clorita, fuchcita, talco, fluorita, serpentina residual, cromita y sulfuros (pirita, calcopirita y arsenopirita) (Buckman & Ashley, 2010).

Este tipo de litología es comúnmente observada alrededor de los márgenes de secuencias ofiolíticas desmembradas y han sido reportadas por numerosos investigadores en todo el mundo, ya que a menudo hospedan Au, Hg, magnesita y ocasionalmente mineralizaciones de metales base (Buckman & Ashley, 2010).

Frecuentemente, la alteración sílico-carbonática en ultramafitas son referidas como listvenitas, pero según la definición dada por Rose (1842) citado por Halls & Zhao (1994) las listvenitas s.s. además de la asociación mineral principal definida por cuarzo y carbonatos de Fe-Mg deben presentar mica fuchcita. La importancia de determinar la ocurrencia de listvenitas radica en que comúnmente están asociadas con depósitos de Au-Lode, mineralizaciones de Ag y menos frecuentemente con As-Sb, Co, Sb, Cu y Ni (Sostaric et al., 2011; Zoheir & Lehmann., 2011 citados en Harlov & Austrheim, 2013).

Es interesante destacar que estudios realizados por Cox & Singer (1986) y Bussion & LeBlanc (1987) plantean que, aparentemente, los procesos de carbonatización concentran el Au hasta miles de veces el contenido presente en las rocas ultramáficas originales. Por todo lo anteriormente expuesto se comprende la importancia que tiene estudiar estas alteraciones con vistas a ser utilizadas como criterios de búsqueda y exploración mineral.

En el año 2020, el Grupo de Mineralogía y Petrología del IGP-SGC realizó un servicio petrográfico a la Empresa Geominera de Camagüey, donde se analizaron muestras provenientes del depósito de cromitas Ferrolana, el cual constituye una de las regiones donde se manifiestan alteraciones sílico-carbonáticas en rocas serpentínicas del complejo ofiolítico septentrional cubano. Durante el análisis de las muestras se identificaron ciertos criterios petro-mineralógicos que pudieran ser de interés para los trabajos encaminados hacia la búsqueda y exploración mineral. Como resultado, la presente investigación tiene como objetivo caracterizar desde el punto de vista petrográfico la alteración sílico-carbonática en serpentinitas del depósito de cromita Ferrolana y su vínculo con mineralización menífera.

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende el depósito Ferrolana y se ubica a 6.5 km al SW de la ciudad de Minas, en las coordenadas X: 846975, Y: 183325 (hoja cartográfica Minas 4680-II). El sector forma parte de una zona o estructura de rumbo SW, a la que se asocian numerosos cuerpos minerales (Figura 1), denominada por Murashko et al. (1985) Zona Camagüey-Ferrolana NICROM, la que, en el plano regional del macizo, representa una franja alargada en dirección nororiental y abultada ligeramente hacia el suroeste con un ancho de 300- 500m, en el flanco oriental alcanza hasta 2 km o más. Hacia el NW, el área está limitada por secuencias vulcanógeno-sedimentarias cretácicas de la Fm. Piragua y hacia el SE por sedimentos neógeno-paleogénicos de la cuenca Saramaguacán.

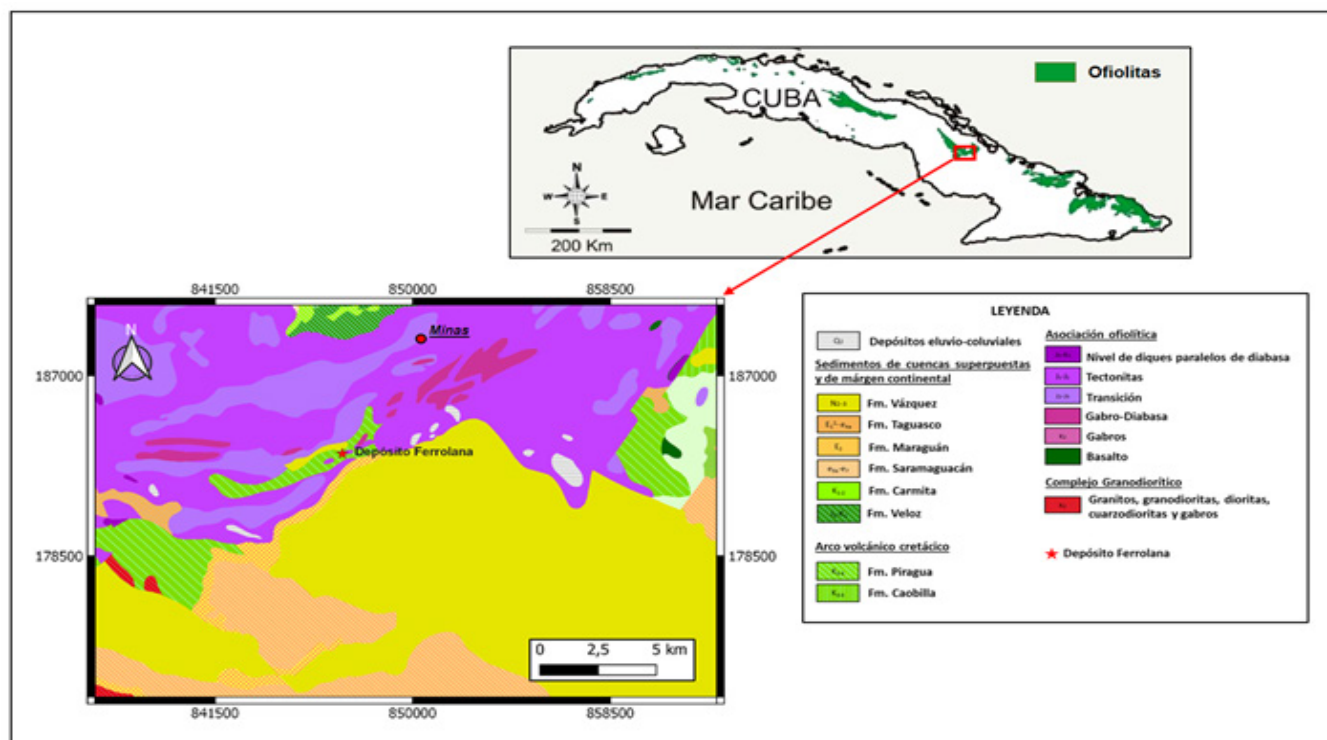


FIGURA 1. Mapa geológico a escala 1:1 00000 con la ubicación del depósito Ferrolana. Hoja cartográfica a Minas 4680-II

GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Según González et al. (1998) citado por Llanes et al. (2011), el depósito Ferrolana se considera del tipo subhorizontal con menas masivas y diseminadas encajadas en serpentinitas con diques de gabro; en la descripción técnica del depósito sugieren que el encajante es el posible complejo peridotítico. Sin embargo, Llanes et al. (1999) proponen la zona de tránsito tectoritas-cúmulos ultramáficos, como roca encajante, teniendo en cuenta la geoquímica y composición de las ultramafitas y el desarrollo de diques de gabropegmatitas asociados espacial y genéticamente a las serpentinitas ultramáficas de caja. Esencialmente está constituido por serpentinitas harzburgíticas, con diques de gabros; las serpentinitas lherzolíticas y wehrlíticas tienen una distribución subordinada. Las alteraciones metasomáticas de la roca encajante, están representadas por la carbonatización y silicificación fundamentalmente. (Llanes et al., 2011).

El área se encuentra en la zona de influencia de la falla Camagüey y se caracteriza por una transformación tectónica intensa. Zonas de brechas y cataclitas abundan y tienen el carácter de estructuras controladoras de menas (Llanes et al., 2011).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis de las muestras de rocas fue necesario realizar trabajos de laboratorio dirigidos hacia la petrografía microscópica. Para ello se confeccionó un total de 12 secciones delgadas en el taller de preparación de muestras del IGP-SGC, de las cuales se escogieron 11 para la realización de la presente investigación, teniendo en cuenta que solo fueran muestras donde se manifestaron procesos de carbonatización y silicificación.

Los análisis petrográficos fueron realizados en el departamento de Mineralogía y Petrología de la propia institución por medio del microscopio petrográfico de luz transmitida, marca Axio Lab, modelo A1, firma Carl Zeiss. Las fotomicrografías se tomaron con una cámara modelo Axio Cam Erc, modelo 5s, resolución 2560x1920 y con aumentos 5X y 20X.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras analizadas se caracterizan por el predominio de minerales del grupo de los carbonatos, fundamentalmente composiciones ricas en Fe-Mg como la magnesita y en menor proporción siderita y calcita. Sólo en algunas muestras se observan minerales de la sílice como calcedonia y cuarzo. Comúnmente, en mayor o menor proporción se preservan relictos de la serpentinita primaria donde es posible observar la típica textura relicta con finos granos de magnetita dispersos y en algunos casos granos esqueléticos de espinela cromífera (figuras 2A, 2B, 2F). Otros minerales menos abundantes encontrados en estas rocas incluyen sulfuros, clorita, talco y mica.

Los carbonatos pueden presentarse como agregados masivos muy pervasivos (figuras 2B, 2C, 2D y 2E) o como una red de vetillas que se cortan entre sí dando lugar en muchos casos a texturas pseudobrechosas (figuras 2A y 2F). La magnesita usualmente aparece como agregados micro-criptocristalinos masivos con textura botroidal, aunque en otros casos forman agregados de cristales subhedrales-euhedrales de grano medio (figuras 2B, 2C y 2D). La siderita se presenta como cristales individuales rómbicos aplastados, lenticulares y zonados (figura 2D). Es característico de estos carbonatos la coloración parduzca en luz plano-polarizada debido a la presencia de abundantes inclusiones de oxi-hidróxidos de Fe a diferencia de la calcita que es límpida (figura 2C). Es notable el hecho de que conjuntamente con los carbonatos que han cristalizado en vetillas se asocian los sulfuros (Figura 2A).

La sílice a diferencia de los carbonatos solo ocurre en vetillas y no presenta mineralización menífera asociada. Frecuentemente, se observa como en el interior de las vetillas la sílice es reemplazada parcialmente por carbonatos (Figura 2F).

Asociada con los carbonatos de tipo masivo en la muestra 089FE-11 se observa un cristal de mica con pleocroísmo verdoso (Figuras 2E, 2E-1, 2E-2). En la misma muestra se presentan otros minerales en cantidades accesorias como la clorita que comúnmente presenta un característico color de interferencia anómalo (azul Berlín) (figura 2G), el talco que se presenta como agregados de cristales escamosos de elevada birrefringencia y un débil pleocroísmo amarillo-verdoso claro (Figura 2H) y sulfuros diseminados (Figura 2E-3).

El predominio de la mineralogía carbonatada en las rocas estudiadas indica que las serpentinitas fueron afectadas principalmente por fluidos mineralizantes enriquecidos en CO₂ y en menor grado por SiO₂, donde, a juzgar por los rasgos texturales observados, se puede decir que la interacción fluido/roca se produjo por medio de dos vías principales: relleno de cavidades (vetillas) y reemplazamiento metasomático (agregados masivos de carbonatos). El reemplazamiento de la sílice por carbonatos en vetillas, evidencia que durante los procesos de alteración ocurrieron cambios en las condiciones físico-químicas de los fluidos. Teniendo en cuenta que la solubilidad de la sílice es favorecida por el incremento de temperatura y PH (Fourier, 1985a, b y Rimstidt, 1997 citados por Boskabadi et al., 2020), y disminuye en fluidos hidrotermales con elevada aCO₂ (Akinifiev y Daimond, 2009 citados por Boskabadi et al., 2020) se puede plantear que inicialmente las rocas serpentiniticas fueron afectadas por fluidos ácidos, ricos en sílice y de baja temperatura dando lugar a la precipitación de sílice (cuarzo, calcedonia) seguido de un segundo periodo de infiltración caracterizado por fluidos alcalinos, más calientes y con elevado contenido de CO₂.

El estrecho vínculo genético y espacial entre los sulfuros y los carbonatos en vetillas indica que el fluido hidrotermal, a partir del cual precipitaron, presentaba elevadas fugacidades de O₂ y S₂ (Frost, 1985 citado por Escayola et al., 2009).

El estrecho vínculo genético y espacial entre los sulfuros y los carbonatos en vetillas indica que el fluido hidrotermal, a partir del cual precipitaron, presentaba elevadas fugacidades de O₂ y S₂ (Frost, 1985 citado por Escayola et al., 2009).

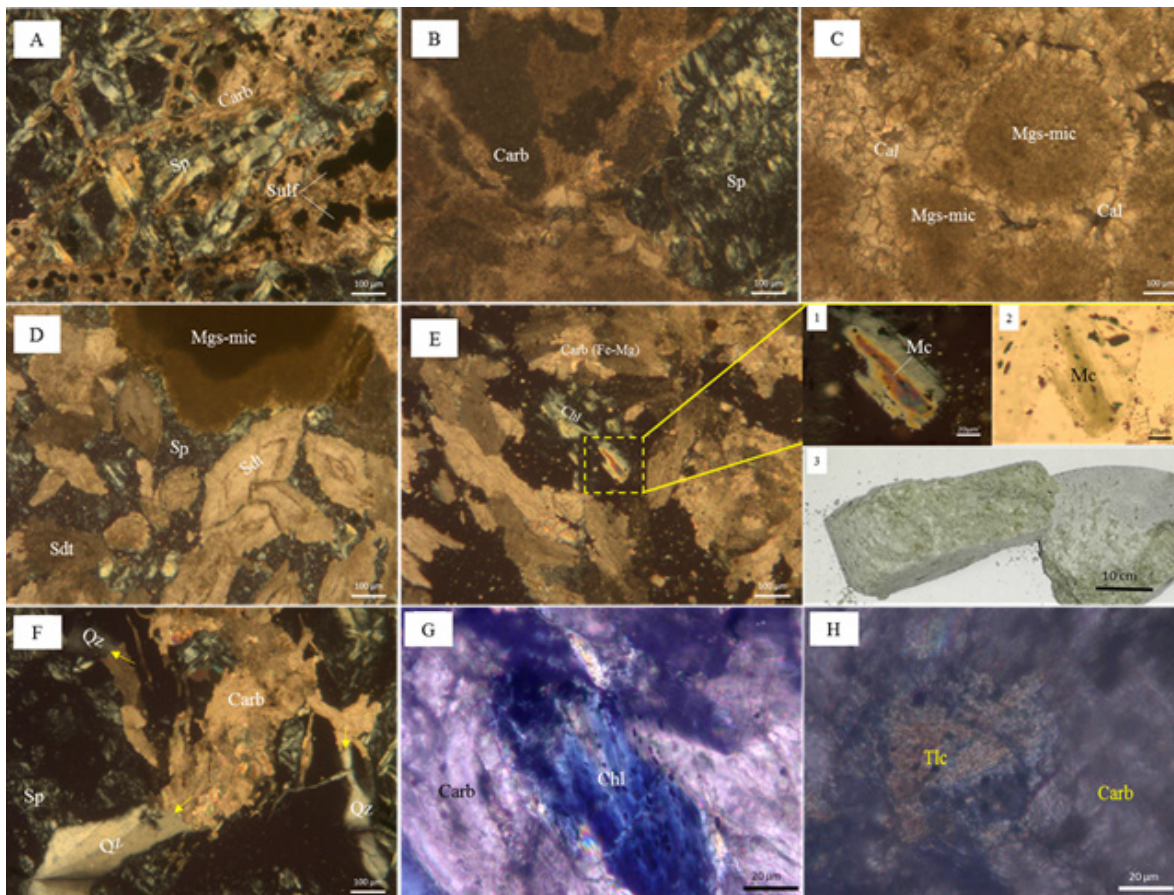


FIGURA 2. Fotomicrografías donde se muestran las principales características petrográficas de la alteración sílico-carbonática en Ferrolana. Carbonatos en vetillas asociados con mineralización sulfurosa (A). Agregado de carbonatos masivos con relictos de serpentina (B). Agregados botroidales característicos de la magnesita microcristalina con calcita intersticial (C). Cristales rómbicos y zonados de siderita junto a magnesita microcristalina botroidal (D). Mica con características ópticas de Fuchsite (E, E-1 y E-2) pertenecientes a la muestra 089FE-11 (E-3). Silíce sustituyendo a carbonatos en vetillas (flechas amarillas) (F). Colores anómalos Azul Berlín en Clorita (G) y agregados fibrosos de talco (H). Abreviaturas: Carbonatos (Carb), Calcita (Cal), Clorita (Chl), Magnesita microcristalina (Mgs-mic), Mica (Mc), Siderita (Sdt), Serpentina (Sp), Sulfuro (Sulf) y Talco (Tlc)

Como se mencionó anteriormente, la mica identificada en la muestra 089FE-11, presenta un pleocroísmo verdoso indicando elevadas concentraciones de elementos cromóforos como Cr o Fe, lo cual indicaría una mica Fuchsite o Fengita, respectivamente. Sin embargo, teniendo en cuenta el contexto geológico y la asociación mineral donde se encuentra, se considera que sea una mica cromífera (fuchsite). No obstante, se precisa de un estudio más detallado por medio de técnicas determinativas más avanzadas. La importancia de determinar la composición precisa de esta mica, radica en que la presencia de fuchsite vinculada con procesos de carbonatización en ofiolitas indica la ocurrencia de listvenitas s.s. en el depósito Ferrolana.

CONCLUSIONES

- 1) La ocurrencia de alteración sílico-carbonática en Ferrolana indica que las serpentinitas fueron afectadas por fluidos mineralizantes enriquecidos en CO₂ y SiO₂.
- 2) La magnesita constituye la fase mineral predominante dentro de los carbonatos.
- 3) De acuerdo con el modo de ocurrencia, se tiene que los carbonatos se presentan en dos formas principales: masivos y en vetillas. Siendo la carbonatización en vetillas la que presenta un vínculo genético y espacial con la mineralización sulfurosa.

- 4) El reemplazamiento de la sílice por los carbonatos en las vetillas indica la ocurrencia de dos periodos de infiltración de fluidos hidrotermales químicamente distintos, donde inicialmente los fluidos eran ácidos, ricos en sílice y de baja temperatura, seguido de un segundo periodo de infiltración caracterizado por fluidos alcalino, más calientes y con elevado contenido de CO₂.
- 5) La presencia de un mineral escamoso con características ópticas muy similares a la mica crómica (Fuchcita) dentro de la asociación mineral: Carbonato + Talco + Clorita + Sulfuros, pudiera indicar la presencia de listvenitas s.s. La importancia de determinar la ocurrencia de estas rocas, radica en que comúnmente se encuentran relacionadas con Au-Lode y mineralizaciones Ag.

REFERENCIAS

- Akinfiyev & N.N. Diamond, L.W. (2009): A simple predictive model of quartz solubility in water-salt-CO₂ systems at temperatures up to 1000°C and pressures up to 1000 MPa. *Geochimica et Cosmochimica Acta* (73). 1597–1608. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2008.12.011>
- Ash, C.H. and Arksey, R.L. (1990a): *The listwanite-lode gold association in British Columbia*. In: Anonymous (Editor). Geological field work, 1989; a summary of field activities and current research. Paper - Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources. Province of British Columbia Ministry of Energy Mines and Petroleum Resources. Victoria. BC. Canada. pp. 359-364.
- Ashley, P.M. (1997): Silica-carbonate alteration zones and gold mineralization in the Great Serpentine Belt, New England Orogen, New South Wales. In: P.M. Ashley and P.G. Flood (eds.). *Tectonics and Metallogenesis of the New England Orogen*, *Geological Society of Australia*. Special Publication. (19) 212-225.
- Boskabadi, A., Pitcairn, I.K., Matthew, I., Teagle, D.A., Cooper, M.J., Hadizadeh, H., Bezenjani, R.N., Bagherzadeh, R.M. (2020): *Carbonation of ophiolitic ultramafic rocks: Listvenite formation in the Late Cretaceous ophiolites of eastern Iran*. Geosciences Department. University of Texas at Dallas. USA.
- Buckman S., Ashley P.M. (2010): *Silica-carbonate (listwanites) related gold mineralization associated with epithermal alteration of serpentinite bodies*. New England Orogen, Armidale. Australia. pp 94-105.
- Buisson, G., Leblanc, M. (1987): Gold in mantle peridotites from Upper Proterozoic ophiolites in Arabia, Mali, and Morocco. *Economic Geology*. (82). 2091-2097.
- Cox, D.P., Singer, D.A. (1986): Grade and tonnage model of porphyry Cu-Au. In: Cox, D.P., Singer, D.A. (eds.). *Mineral Deposit Models*. *U.S. Geological Survey Bulletin*. (1693). 110-114.
- Escayola M., Proenza J.A., Van Staal C., Rogers N., Skulski T. (2009): The Point Rouse listvenites, Baie Verte, Newfoundland: altered ultramafic rocks with potential for gold mineralization. Newfoundland and Labrador Department of Natural Resources. *Geological Survey Report*, Report 09-1, pp. 1-12.
- Fournier, R.O. (1985a): The behavior of silica in hydrothermal solution. *Reviews in Economic Geology*. (2). pp. 45-61.
- Fournier, R.O. (1985b): Carbonate transport and deposition in the epithermal environment. *Reviews in Economic Geology*. (2). pp. 63-72.
- Frost, B.R. (1985): On the stability of sulfide, oxides, and native metals in serpentinite. *Journal of Petrology*. (26). pp. 31-63.
- González, R. et al. (1998): *Banco de datos geológicos sobre las cromitas de la provincia de Camagüey*. Archivo Oficina Nacional de Recursos Minerales. (O.N.R.M.)
- Halls, C. & Zhao, R. (1995): Listvenite and related rocks: perspectives on terminology and mineralogy with reference to an occurrence at Cregganbaun, Co. Mayo, Republic of Ireland. *Mineralium Deposita* (30). 303-313.
- Harlov & Austrheim (2013): *Metasomatism and the Chemical Transformation of Rock. The Role of Fluids in Terrestrial and Extraterrestrial Processes*. Springer Heidelberg New York Dordrecht, London. [http://DOI 10.1007/978-3-642-28394-9](http://doi.org/10.1007/978-3-642-28394-9).
- Llanes A.I., Lavandero R., Capote C., De la Nuez D., Milia I., Sánchez R., Mondelo F., Chang A. (2011): Informe

final del proyecto I+D 6284: *Mineralogía, geoquímica y tipo estructural del depósito Ferrolana, Camagüey*. Archivo Técnico IGP-SGC.

Murashko, V.I. y Escobar, E. (1985): *Informe de los trabajos complementarios de la exploración detallada del yacimiento de cromita Camagüey II*. Cat. Res C2. Inv. 3349. Archivo O.N.R.M.

Rimstidt, J.D. (1997): *Gangue mineral transport and deposition. In the Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*, 3rd edn., ed. Barnes, H.L. John Wiley & Sons, New York, pp. 487-515.

Sostaric S.B., Palinkas L.A., Topa D., Spangeberg J.E., Prochaska, W. (2011): Silver-base metal epithermal and listwaenite types of deposit Crnac, Rogozna Mts., Kosovo. Part I: ore mineral geochemistry and sulphur isotope study. *Ore Geol. Rev.* 40. pp. 65-80.

Zoheir B., Lehmann, B. (2011): Listvenite-lode association at the Barramiya gold mine, Eastern Desert, Egypt. *Ore Geol. Rev.* 39. pp. 101-115.

Como citar:

Cobas-Torres, R. Y.; Fuentes-Salas, L. E. (2023): Caracterización petrográfica de la alteración sílico-carbonática en serpentinitas del depósito de cromita ferrolana. Provincia Camagüey. *Geoinformativa*. 16 (1) 25-32.

Licencia:

Este artículo está protegido bajo una licencia Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA) la cual permite compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) y adaptar (remezclar, transformar y crear a partir del material), por lo que los autores, son libres de compartir su material en cualquier repositorio o sitio web.

