

HALLAZGO DE MINERAL DE URANIO “METAAUTUNITA” EN PEGMATITA DE LA VIIIª REGIÓN DEL BÍO BÍO, CHILE

Santiago Collao, Liubow González , Gerardo Flores,

scollao@udec.cl, liubow@udec.cl, geflores@udec.cl
Departamento Ciencias de la Tierra, Universidad de Concepción, Chile.

RESUMEN

En una gran extensión de la Cordillera de la Costa, de la VIIIª Región del Bío Bío, Centro Sur de Chile, se emplazan rocas intrusivas, en el denominado Batolito Costero de edad Paleozoico, en las cuales suelen ocurrir zonas que hospedan afloramientos de rocas pegmatíticas, conformadas por grandes cristales de minerales no metálicos.

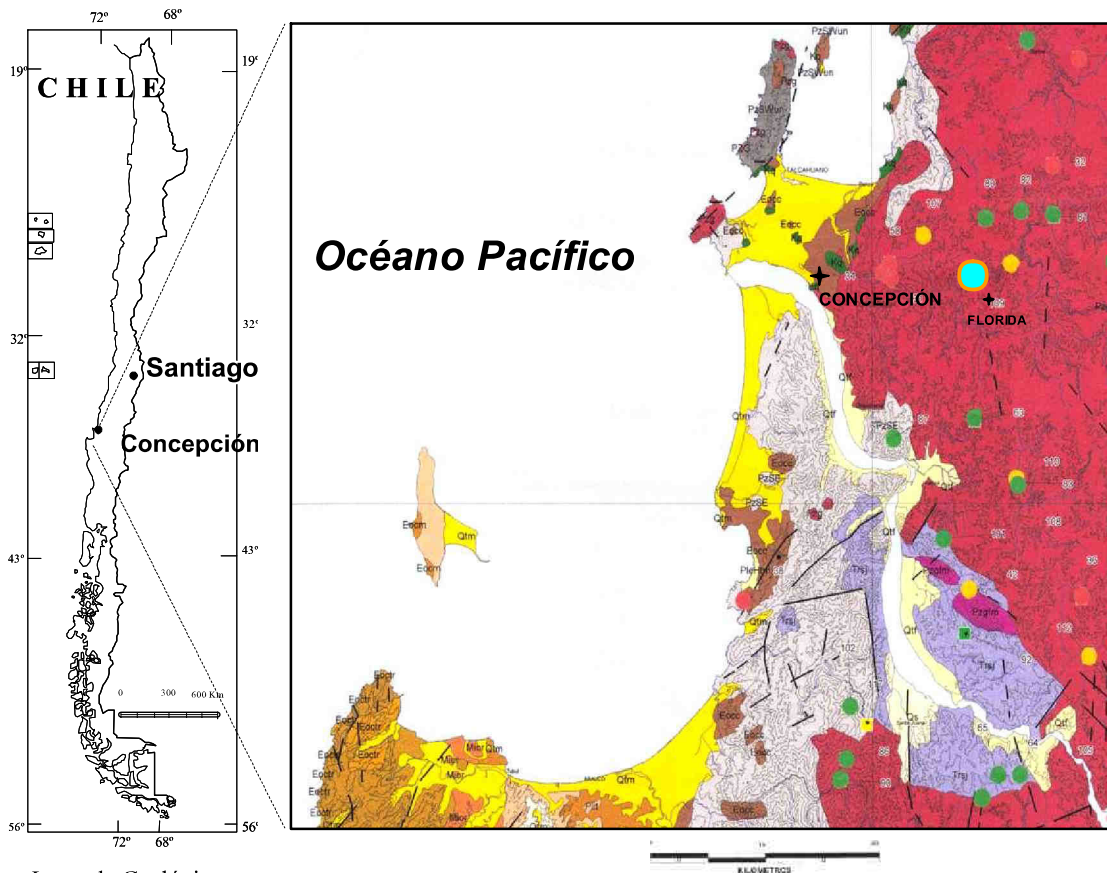
En uno de estos afloramientos de pegmatitas, cercano a la ciudad de Concepción, un estudio preliminar, apoyados por la Facultad de Ciencias Químicas y el Departamento, Ciencias de la Tierra, como “Etapa de Preproyecto”, permitieron definir, el hallazgo de mineralización de uranio, consistente en metaautunita, con equipamiento y metodología sistemática que implicó, desde la técnica inicial de aplicación de lámpara de luz ultravioleta, a técnicas más precisas, que consideraron difracción de rayos X, microscopía de luz transmitida, microscopía electrónica, hasta la medición de radiactividad, efectuada con un espectrómetro de integración de rayos gama.

El hallazgo local del mineral, metaautunita, detectado aquí, si bien es una expectativa muy preliminar, ello, puede ser el punto de partida para investigar recursos de uranio mayores, si se evalúa a escala regional, el potencial de este recurso, en la VIIIª Región del Bío Bío, o en áreas más extensas de rocas graníticas del Paleozoico, que afloran en gran parte de la Cordillera de la Costa del Centro Sur de Chile.

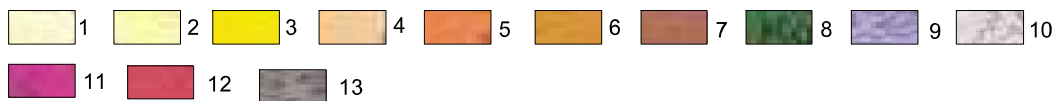
INTRODUCCIÓN

En Chile, como país minero, el recurso uranio tiene poca información, y no hay antecedentes de yacimientos de metales radiactivos en explotación, en archivos de la Comisión Chilena de Energía Nuclear, como la entidad, más involucrada al recurso de uranio. Alguna información sobre minerales de uranio, se relaciona a una que otra veta, ya explotadas de cobre y de plomo-plata, en los distritos mineros de Tocopilla y Sierra Gorda, IIª Región, donde se detectó la presencia de autunita, metatorbernita, metazeunerita, uraninita (Ruiz, et al. 1965). En menor grado, este autor menciona uraninita y a silicato complejo de uranio-torio, en Cerro Correntoso y Cerro Castillo, cerca de Coyhaique, Sur de Chile.

En la Región del Bío Bío, Centro del Sur de Chile, el hallazgo del mineral de uranio, consistente en metaautunita $[\text{Ca} (\text{UO}_2)_2 (\text{PO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$, fue detectado en una zona puntual de pegmatitas, en las proximidades de la ciudad de Concepción (a unos 22 km al este), en la ruta que une Concepción con el pueblo de Florida, (Fig. 1). Parte de esta zona, está siendo solicitada formalmente por la universidad, como pertenencia minera de exploración, para llevar a cabo una investigación académica con respaldo legal. Este hallazgo, como estudio muy preliminar, apoyado por la Facultad de Ciencias Químicas y el Departamento, Ciencias de la Tierra, de la Universidad de Concepción, puede abrir algunas expectativas mineras en la región, considerando que en otras partes del mundo, algunos depósitos de uranio económicamente rentables, tienen lugar en vetas, del granito hercínico, del Macizo Central de Francia (Cuney, 1978), y en pegmatitas uraníferas de Antsirabé-Kitsamby, Madagascar (Bourret 1988), Telixtlahuaca, México (Domínguez et al. 2006) y Rossing, Namibia (Berning et al. 1976; Nex et al. 2001). Este último, es considerado uno de los mayores yacimientos de uranio en el mundo.



Leyenda Geológica.



1.- Depósitos no consolidados. 2, sedimentos y terrazas fluviales (gravas y arenas). 3, sedimentos de terrazas marinas de edad Cuaternario (1, 2, 3). 4.- Formación Tubul, y 5, Formación Ranquil, del Terciario Superior. 6, Formación Trihuco, y 7, Formación Curanilahue del Terciario Inferior. 8, Formación Quiriquina, del Cretácico Superior. 9, Formación Santa Juana del Triásico. 10, Serie Oriental (metaareniscas, metapelitas y matagrauvas), de edad Paleozoico Superior. 11, Granitos facies marginales, y 12, granitos indiferenciados (metadioritas, tonalitas, granodioritas) de 300 a 316 Ma. 13, Serie Occidental Unidad Nahuelbuta (esquistos micáceos grises, metacherts, metacherts ferruginosos y cuerpos serpentiniticos), del Paleozoico Medio.

Simbología



1.- Placeres atractivos. 2.- Placeres no atractivos. 3.- Placeres con insuficiente información para evaluación. 4.- Mineralización de uranio, con metaautunita.

Adaptado de: Ferrari, 1981; Gajardo, 1981; Pineda, 1983; Bizama, 1998; Collao et al. 2000.

Fig. 1.- Mapa Geológico Regional, En torno al Área Concepción – Florida.

METODOLOGÍA

En salida a terreno efectuada en pegmatitas, con motivo de docencia práctica de rutina que se realizan para cursos de mineralogía en las proximidades de la ciudad de Concepción, se colectó minerales formadores de rocas y fragmentos de mineral de color verde limón, con características que presentan algunas especies de uranio. La revisión de las muestras, con lámpara de luz ultravioleta de onda corta, y la emisión fluorescente verde típica (Fig. 5), que presentan algunos minerales (calcedonia, ágata, berilo, fluorita, willemita, celestita), entre ellos, algunos de uranio (autunita, metaautunita, torbernita, etc.), en Sterling, 1972, hizo imperioso la verificación y ocurrencia de minerales radiactivos. Mediciones de radioactividad, con espectrómetro de integración de rayos gama y análisis de difracción de rayos X, efectuados en una etapa siguiente, permitieron verificar, respectivamente, la ocurrencia de radiación (anomalía más alta para la muestra, que el estándar de óxido de torio, TS-9), y definir en definitiva, al mineral como metaautunita (Fig. 6). En esta etapa, los equipos aplicados consistieron en una lámpara de luz ultravioleta, modelo UVGL-15, un difractor de rayos X, marca Rigaku, RAD-2, con goniómetro horizontal, y un Spectrómetro Scintrex GIS-5. Etapas de investigación posterior, en laboratorios de microscopía del Departamento Ciencias de la Tierra y de la Facultad de Ciencias Químicas, permitieron conocer mejor las asociaciones minerales, el modo de ocurrencia, y la composición química, de algunas especies, mediante el uso de microscopios de luz transmitida (Zeiss, Universal), y electrónico (JEOL JSM-6830 LV, con sistema de energía dispersiva).

MARCO GEOLÓGICO

El Basamento del Centro-Sur de Chile está compuesto principalmente de rocas metamórficas y granitoides, de edad Paleozoico (Fig. 1). Las rocas metamórficas, comprenden una Serie Occidental y Serie Oriental (Aguirre *et al.*, 1972; Hervé, 1977). La Serie Oriental, se subdividió en la Unidad Tirua, con dominio de esquistos verdes (con protolito relacionado a basaltos oceánicos) y en la Unidad Nahuelbuta, por esquistos micáceos grises, cuyo protolito son rocas sedimentarias clásticas con intercalaciones menores de metacherts y metacherts ferruginosos (Collao *et al.*, 1990; 2000). Toda la secuencia de rocas metamórficas, se considera como un prisma de acreción, que evolucionó desde el Paleozoico Superior al Mesozoico (Hervé, 1988; Glodny *et al.* 2005). Las rocas graníticas del Batolito Costero, intruyen a la secuencia metamórfica, y han sido datadas en 316 (Hervé *et al.* 1976) y 300 Ma (Lucassen *et al.* 2004), por el método Rb/Sr en roca total. En zonas locales, dentro de estas rocas graníticas, se emplazan cuerpos de pegmatitas, en uno de los cuales, se detectó la mineralización de uranio (Fig. 2), consistente en metaautunita (Figs. 4, 5, 6; Fotomicrografías 1, 2).



Fig. 2. Afloramiento pegmatítico, con punto de hallazgo de metaautunita (U2-X), y con valores de radiación gama (100 a 800).

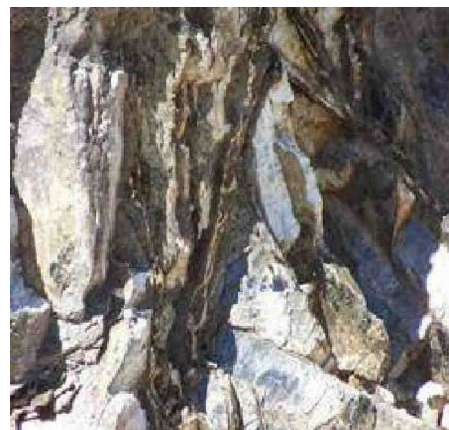


Fig. 3. Pegmatita, con láminas gruesas de micas, entre cristales gruesos de feldspatos y cuarzo, de punto U2-600. Ubicación, en toma a la izquierda.

Intrusiones posteriores, localizadas al este del área de estudio, según Lucassen et al (2004), han sido datadas en 200 Ma. Sobreyacente al Basamento Paleozoico, descansan rocas sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico, caracterizadas por formaciones marinas y continentales (Fig.1).

MINERALES FORMADORES DE ROCA Y URANIO, “METAAUTUNITA”

La revisión de las muestras, con lámpara de luz ultravioleta, y la emisión fluorescente verde típica (Figs. 4 y 5), con posibilidades de corresponder a mineral radiactivo, se confirmó en laboratorio y en terreno, mediante la aplicación de un espectrómetro de integración de rayos gamas. En terreno, los valores para toda la energía gama (en MeV), con tiempo de 1 segundo, mostraron valores anómalos entre 100 y 800 (Fig. 2), por sobre el valor de fondo del estándar TS-9, (valor de fondo próximo a 75), y la muestra con metaautunita, sobre el valor del estándar TS-9, fijado en 2294 cuentas. Análisis de difracción de rayos X, en un común de muestra representativa del punto de hallazgo (U2-X, destacado en círculo, Fig. 2), permitió definir de modo concluyente al mineral, como metaautunita (Figs. 4, 5, 6; Fotomicrografías 1, 2), el que ocurre junto a agregados de limonita (principalmente goetita), arcillas y minerales de ocurrencia en pegmatitas, tales como ortoclasa, plagioclasa, cuarzo (ahumado y blanco translúcido), micas (biotita, muscovita) (Figs. 3, 4; Fotomicrografía 1), además, de clorita y presuntamente rankachita (wolframato de Ca, Fe y V) (Fig. 6). Finalmente, mediante el uso de microscopio de luz transmitida, se pudo distinguir a la metaautunita, como un mineral de aspecto similar a una mica (Fotomicrografía 1), y con el microscopio electrónico (Fotomicrografía 2), determinar los elementos constituyentes, que en porcentajes normalizados al 100 %, comprenden: O, 59.67 %; U, 33.40 %; P, 3.65 %; Ca, 1.94 %; Al, 0.85 % y K, 0.49 %.

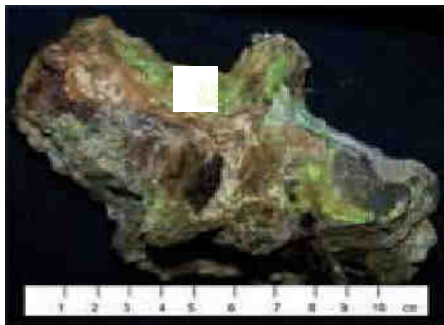


Fig. 4 Metaautunita (M), entre de limonita, cuarzo y feldspatos. Muestra tomada en punto U2-X.

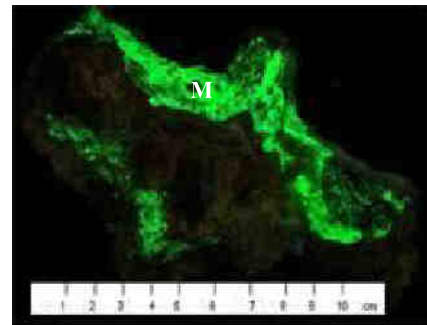
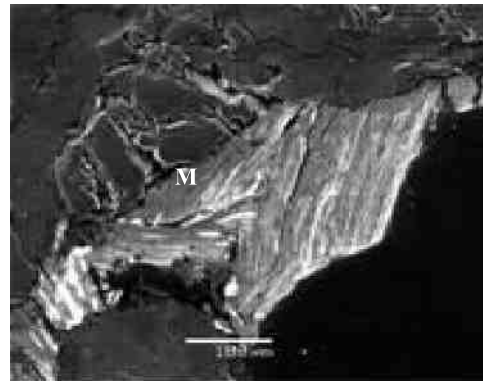


Fig. 5. Metaautunita (M), con emisión de luz verde intenso, en exposición a luz ultravioleta.



Fotomicrografía 1. Metaautunita (M), entre limonita, arcillas y plagioclasa. Toma con microscopía de luz transmitida a nicols cruzados. Aumento, 125X.



Fotomicrografía 2. Metaautunita (M). Toma con microscopía electrónica. La zona de análisis, comprende el entorno a letra M.

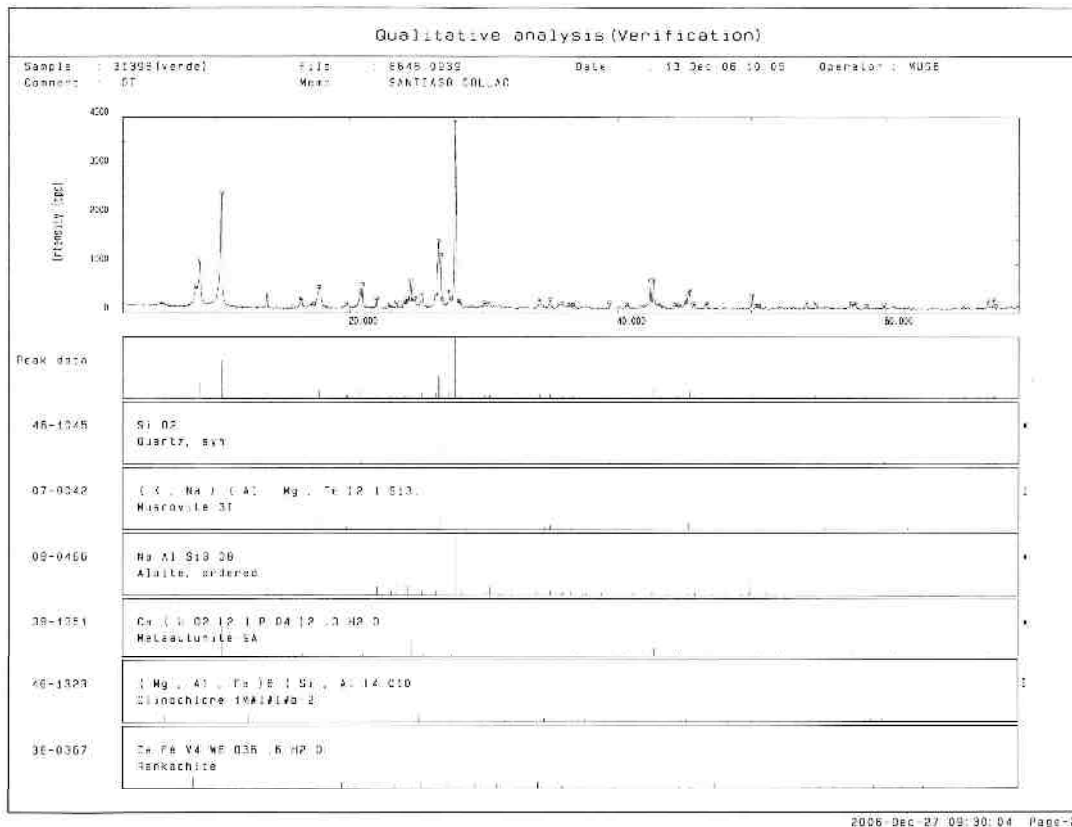


Fig. 6. Difractograma, con minerales detectados en común representativo del punto U2-X (ver Fig. 2), con presencia de metaautunita y otros minerales típicos en pegmatitas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La investigación en un afloramiento de pegmatitas, cercano a la ciudad de Concepción, permitió el hallazgo de mineralización de uranio, consistente en metaautunita, con equipamiento y metodología sistemática que implicó, desde la técnica inicial de aplicación de lámpara de luz ultravioleta, a técnicas más precisas, que consideraron difracción de rayos X, microscopía de luz transmitida, microscopía electrónica, hasta la medición de radiactividad, efectuada con un espectrómetro de integración de rayos gama. Si bien el hallazgo de metaautunita detectado aquí, es muy local, esta información, puede ser el punto de partida para investigar recursos mayores, si se evalúa a escala regional, el potencial de minerales radiactivos en la VIIIª Región del Bio Bío.

En la actualidad, la crisis energética que afecta, no sólo a nuestro país, es un tema de gran preocupación que requiere de soluciones. Dentro de estas soluciones, es importante la evaluación de materias primas energéticas, dentro de las cuales está el uranio.

En estudio preliminar, como "Etapa de Preproyecto", apoyados por la Facultad de Ciencias Químicas y el Departamento, Ciencias de la Tierra, los autores desean agradecer, respectivamente al Decano, y al Director de Departamento, las facilidades otorgadas para conseguir estos resultados preliminares.

REFERENCIAS

- Aguirre, L. Hervé, F. Godoy, E. 1972. Distribution of Metamorphic Facies in Chile an outline. Krystalinikum. Vol. 9, p 7-19.
- Berning, J. Cooke, R. Hiemstra, S. Hoffman, U. 1976. The Rossing uranium deposit, south West Africa. Econ. Geol. 71, p. 351-368.
- Bizama, G. 1998. Geología del Cuadrángulo Yumbel, VIIIª Región del Bio Bio, Chile. Memoria de Título, Depto. Ciencias de la Tierra, Univ. Concepción. p. 118.

- Bourret, W. 1988. Uranium-bearing pegmatites of the Antsirabe-Kitsamby district, Madagascar. *Ore geology Reviews*. 3, p. 177-191
- Collao, S. Alfaro, G. Hayashi, K. 1990. Banded Iron Formation and Massive Sulfide Orebodies South-Central Chile. *Geologic and Isotopic Aspects.*; p. 209-219 in *Stratabound Ore Deposits in the Andes* p. 815. Springer Verlag, Berlín.
- Collao, S. Alfaro, G. Cecioni, A. González, A. Quinzio, A. 2000. Evaluación de los Recursos Metálicos de la Región del Bio Bío. Proyecto FNDR. BIP 20107632. Informe inédito, Depto. Ciencias de la Tierra, Univ. Concepción. 2 Vols. p. 207.
- Cuney, M. 1978. Geological environment, mineralogy, and fluid inclusions of the Bois Noirs-Limouzat uranium vein, Forez, France. *Econ. Geol.* 73, p. 1567-1610.
- Domínguez, I. Hernández, N. Arango, G. Medina, J. 2006. Yacimientos de uranio en México. *Boletín de Mineralogía* 17, Universidad Nacional Autónoma de México, p 45-54.
- Ferraris, F. 1981. Hoja Los Angeles-Angol. *Mapas Geológicos Preliminares de Chile*. Informe N° 5 Instituto de Investigaciones de Chile, Santiago, Chile. Un mapa, 1:250.000. p. 26.
- Gajardo, A. 1981. Hoja Concepción-Chillán, Región del Bio Bío. *Mapas Geológicos Preliminares de Chile*. Publicación N° 4 del Instituto de Investigaciones Geológicas, Santiago. Un mapa, 1:250.000. p. 32.
- Hervé, F. Munizaga, F. Montovani, M. Hervé, M. 1976. Edades Rb/Sr neopaleozoicas del Basamento Cristalino de la Cordillera de Nahuelbuta. *Actas, I Congreso Geológico Chileno, Santiago*. p. 19-26.
- Hervé, F. 1988. Late Paleozoic subduction and accretion in southern Chile. *Episodes, Canada*. Vol 5. N° 11-13, p. 183-188.
- Glodny, J. Lohrmann, J. Echtler, H. Gräfe, K. Seifert, W. Collao, S. Figueroa, O. 2005. Internal dynamics of a paleoaccretionary wedge: insights from combined isotope tectonochronology and sandbox modeling of the South-Central Chilean forearc. *Earth and Planetary Science Letters*. 231, p. 23-39.
- Lucassen, F. Franz, G. Creixell, C. Vásquez, P. Romer, R. Figueroa, O. 2004. Distinguishing crustal recycling and juvenile additions at active continental margins: the paleozoic to recent compositional evolution of the Chilean Pacific margin (36-41 S). *Journal of South American Earth Sciences*. 17, p. 103-119.
- Next, P. Kinnaird, J. Grahame, J. 2001. Petrology, geochemistry and uranium mineralisation of post-collisional magmatism around Goanikontes, southern central Zone, Damaran Orogen, Namibia. *Journal of african Earth Sciences*. 33, p. 481-502.
- Ruiz, C. Aguirre, L. Corvalán, C. Klohn, E. Levi, B. 1965. *Geología y Yacimiento Metalíferos de Chile*. Instituto de Investigaciones Geológicas de Chile. p. 303.
- Sterling, M. 1972. *Ultraviolet Guide to Minerals with Mineral Identification Charts*. Los Angeles Mineralogical Society. p. 244.