

COMUNICACIÓN

RESEÑA DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SELENIUROS DE LA SIERRA DE UMANGO, PROVINCIA DE LA RIOJA

Milka K. de BRODTKORB¹ y Sabrina CROSTA²

¹ Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Email: milkabro@gmail.com

² Dirección de Recursos Geológico-Mineros, Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires. Email: scrosta@minplan.gov.ar

RESUMEN

La presente contribución intenta esclarecer la ubicación de los yacimientos de selenio de la sierra de Cacho, que antiguamente se consideraban situados en la sierra de Umango, a través de una revisión bibliográfica y una actualización geográfica-geológica. También se compilan los datos existentes sobre las mineralizaciones y se discute sobre las interpretaciones genéticas.

Palabras clave: *Seleniuros, sierra de Umango, sierra de Cacho, La Rioja.*

ABSTRACT: *Review on the geographical location of selenium deposits of Sierra de Umango, La Rioja province.* The present contribution tries to shed light into the location of the selenium deposits in Sierra de Cacho, which were considered to be situated in Sierra de Umango in the past, through a bibliographic revision and geographical-geological update. Also the existent data about the mineralization are compiled and the genetics interpretations are discussed.

Keywords: *Selenides, Sierra de Umango, Sierra de Cacho, La Rioja.*

INTRODUCCIÓN

La confusión reinante sobre la ubicación de los yacimientos de selenio de la sierra de Umango ha conducido a los autores a realizar una revisión bibliográfica desde los primeros hallazgos de umangita y klockmannita, hasta una actualización geográfica-geológica. Estos seleniuros son conocidos por integrar las principales colecciones mineralógicas del mundo con el nombre de “Sierra de Umango”.

Antecedentes sobre los minerales umangita y klockmannita

Klockmann (1891) reseña estudios químicos efectuados por el Dr. Bodländer (Asistente de la sección Mineralogía de la Academia de Minas de Clausthal), sobre eucairita, tiemannita y el mineral (nuevo) umangita, de dos muestra provenientes de la sierra de Umango aportadas por el Ing. de Minas Emilio Hünicken (ex alumno de la Academia). Otras muestras de la misma proveniencia fueron obsequiadas

al Museo del Politécnico de Braunschweig donde Otto y Fromme (1890, en Klockmann 1891) examinan una eucairita y publican sus resultados. La relación de Ag:Cu:Se es 1:1,024:1,046 por lo cual la fórmula corresponde a AgCuSe = eucairita. Hasta ese momento se conocía esa especie solamente de Skrikerum, Suecia.

Ya describiendo la umangita, Klockmann (1891) se expresa “...asociado a eucairita se encuentra un mineral al que clasifiqué como bornita pero que en el análisis efectuado resultó ser un compuesto de selenio y cobre”. El resultado de los análisis fue de 54,48 % de Cu y 45,42 % de Se. Según el mencionado autor las propiedades físicas son: color rojo cereza a violeta, parecido a bornita pero más oscuro, brillo metálico cuando fresca, y raya negra.

Klockmann (1891) acota que el Ing. Hünicken le comunicó que las vetas portadoras de eucairita y el mineral nuevo umangita, se hallan en el faldeo occidental de la sierra de Umango, en un “ante-cerro” de nombre El Cachito (en el ma-

pa de Brackebusch se encuentra solamente la cumbre principal como El Cacho). En superficie la veta tenía sólo un centímetro de espesor. Al llegar Hünicken, el minero estaba abriendo una trinchera que al llegar a los 8 m de profundidad, ya había sacado 115 kg de plata. En 1889 se llegó a 14 m con un ancho de 0,35 m y con una composición de eucairita del 50%.

En comentarios de Hünicken (1894, en Guerrero 1969) esos datos pertenecen a la veta Sarmiento. Guerrero (1969) constató que la citada veta pertenece a la manifestación “Las Asperezas que se localiza al norte del cerro homónimo y que, junto al grupo minero del Hoyo, fueron trabajados por eucairita. La klockmannita fue identificada por Ramdohr (1928). Este autor estudió una muestra etiquetada por Klockmann y depositada en la Universidad Técnica de Aquisgrán y sorprendentemente comprobó que las propiedades ópticas no se correspondían con las mencionadas por Klockmann como

umangita, como tampoco lo hacían las de una muestra de la colección de la Academia de Minas de Clausthal. Las dos muestras analizadas químicamente correspondían a CuSe y no a Cu_3Se_2 . Entonces Ramdohr estudia la nueva especie y le da el nombre de klockmannita en homenaje a F. Klockmann con motivo de su 70° aniversario. Por otra parte, obtuvo un trozo relativamente grande del Prof. Rimann de un material obsequiado por Olsacher, etiquetado como "Sierra de Umango". El análisis químico fue realizado por el Dr. Geilman, muy versado en compuestos seleníferos. Se trató de esquivarlas seleccionadas a lupa que contenían trazas de calcita, umangita, clausthalita, calcomenita, hematita y eucairita. El promedio de dos análisis fue $\text{Cu}=35,40\%$, $\text{Se}=45,70\%$, $\text{Pb}=0,82\%$, $\text{Ag}=0,73\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3=0,76\%$, cuarzo $=1,32\%$, $\text{H}_2\text{O}^+=0,84\%$, $\text{H}_2\text{O}^-=0,48\%$, por lo que, descontando impurezas, la fórmula fue de CuSe. Las propiedades ópticas las describe de la siguiente forma: O=castaño-gris oscuro, E=gris azulado blanquecino; en inmersión O=gris-oliva oscuro, E=gris blanquecino.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA-GEOLÓGICA

Las Sierras Pampeanas Occidentales comprenden varios cordones montañosos ubicados en franjas longitudinales, de las cuales la sierra de Umango se localiza en el más occidental, junto a las sierras de Toro Negro y Cuminchango en el norte y la sierra de Mazo de Villa Unión en el sur (Caminos 1979).

El basamento de la región de Umango corresponde a un bloque del terreno Cuyana, acrecionado durante el Ordovícico medio a superior. Está constituido por metamorfitas de grado medio a alto, que consisten en gneises (datados en 1030 ± 30 Ma por Varela *et al.* 1996), esquistos, migmatitas, calizas y anfibolitas, que afloran en el Filo del Espinal y en las sierras de Umango y del Toro Negro, y que fueron denominados Formación Espinal por Turner (1964). En las sierras de Umango y Cacho, estas rocas varían entre esquis-

tos de bajo grado de metamorfismo y granulometría media, pasando por esquistos de grado medio hasta un conjunto gnéisico de composición granítica. El grado metamórfico aumenta gradualmente desde la sierra de Umango hacia la sierra de Cacho (Fauqué y Caminos 2006). También se presentan bancos de calizas y anfibolitas, y pegmatoides de escaso desarrollo.

Completan la geología del área, los granitos Los Guandacolin, con edad de cristalización de 314 ± 14 Ma (Varela *et al.* 2005), ubicados en el extremo austral del cerro Asperezas y otros asomos a 3 km al oeste de las manifestaciones del grupo Tolar. En la zona se encuentran también depósitos aluviales intramontanos y otros depósitos aluviales recientes.

Según Varela *et al.* (2002), la edad del metamorfismo-deformación que produjo los esquistos, anfibolitas, mármoles y la milonitización de pegmatoides es de 373-392 Ma por lo que se ubica en el Devónico medio. La deformación cenozoica, asociada al ciclo neógeno, elevó diferentes bloques por fallas inversas de alto ángulo, que conforman las sierras actuales. Guerrero (1969) divide a la zona de referencia en tres sectores. El sector oriental está representado por la sierra de Umango que constituye un cordón montañoso de dirección NNE con alturas superiores a los 4.000 m culminando con el cerro Umango de 4.210 metros. El sector occidental se compone de un cordón montañoso, también de rumbo NNE que denomina serranía del Cacho, con máximas alturas en el cerro Las Asperezas de 4.030 metros. Entre las dos sierras se halla el sector central con alturas aproximadas de 3.200 metros que se compone de un sistema de fracturas escalonadas en las que se hallan depósitos intramontanos, conformados por arenas, limos y gravas y en su centro depósitos evaporíticos compuestos por carbonatos, sulfatos y halita, denominados Barreal Grande y Barreal Chico (Fig. 1a).

La carta topográfica Cerro Chaparro 1: 100.000 fue publicada en 1987 por el Instituto Geográfico Militar (IGM); en

ella se puede advertir la ubicación de las sierras de Umango y de Cacho. Como se observa en la imagen satelital (Fig. 1a), el faldeo occidental de la sierra de Umango termina al oeste en un valle, para subir hacia el oeste a otro faldeo denominado serranía del Cacho por Guerrero (1969) y sierra de Cacho de acuerdo a la cartografía oficial del instituto. Este último término es el que se acuñará en la presente contribución. En la figura 1b puede visualizarse la sierra de Umango desde los depósitos más australes de la sierra de Cacho.

LOS YACIMIENTOS DE SELENIO

La zona de los yacimientos se ubica a unos 35 km al SSO de Jagüé, a alturas cercanas a los 3.500 m y, según el mapa de Guerrero (1969), en el faldeo oriental de la sierra (serranía) de Cacho. Los depósitos están distribuidos en una franja aproximada N-S de 20 km de largo. Las manifestaciones seleníferas se presentan en guías de escaso espesor (2-3 cm) en ganga de calcita de potencias variables entre 5 y 30 cm, cuyas mineralizaciones se alojan principalmente en planos de falla de orientación NE a E-O, de poco rechazo y escasa extensión por lo que las venillas tienen exiguo desarrollo tanto de potencia, como de corrida y profundidad. Por ello y por el exhaustivo laboreo de la escasa mineralización, las posibilidades económicas actuales son nulas.

En la figura 1a, se señala la ubicación de las manifestaciones que se pueden agrupar en tres sectores:

Sector norte, la manifestación Las Pichanas ($28^{\circ}47'25''\text{S} - 68^{\circ}36'40''\text{O}$) y más hacia el sur Tumiñico ($28^{\circ}49'56''\text{S} - 68^{\circ}37'59''\text{O}$) en una quebrada afluente de la quebrada del Salto, ambos en la parte septentrional de la sierra de Cacho.

Sector medio, en el faldeo oriental de la parte media de la sierra de Cacho, El Quemado ($28^{\circ}53'05''\text{S} - 68^{\circ}40'30''\text{O}$), El Tolar ($28^{\circ}53'45''\text{S} - 68^{\circ}40'50''\text{O}$), Vega del Tolar ($28^{\circ}54'15''\text{S} - 68^{\circ}40'50''\text{O}$), y Las Asperezas ($28^{\circ}55'08''\text{S} - 68^{\circ}41'02''\text{O}$).

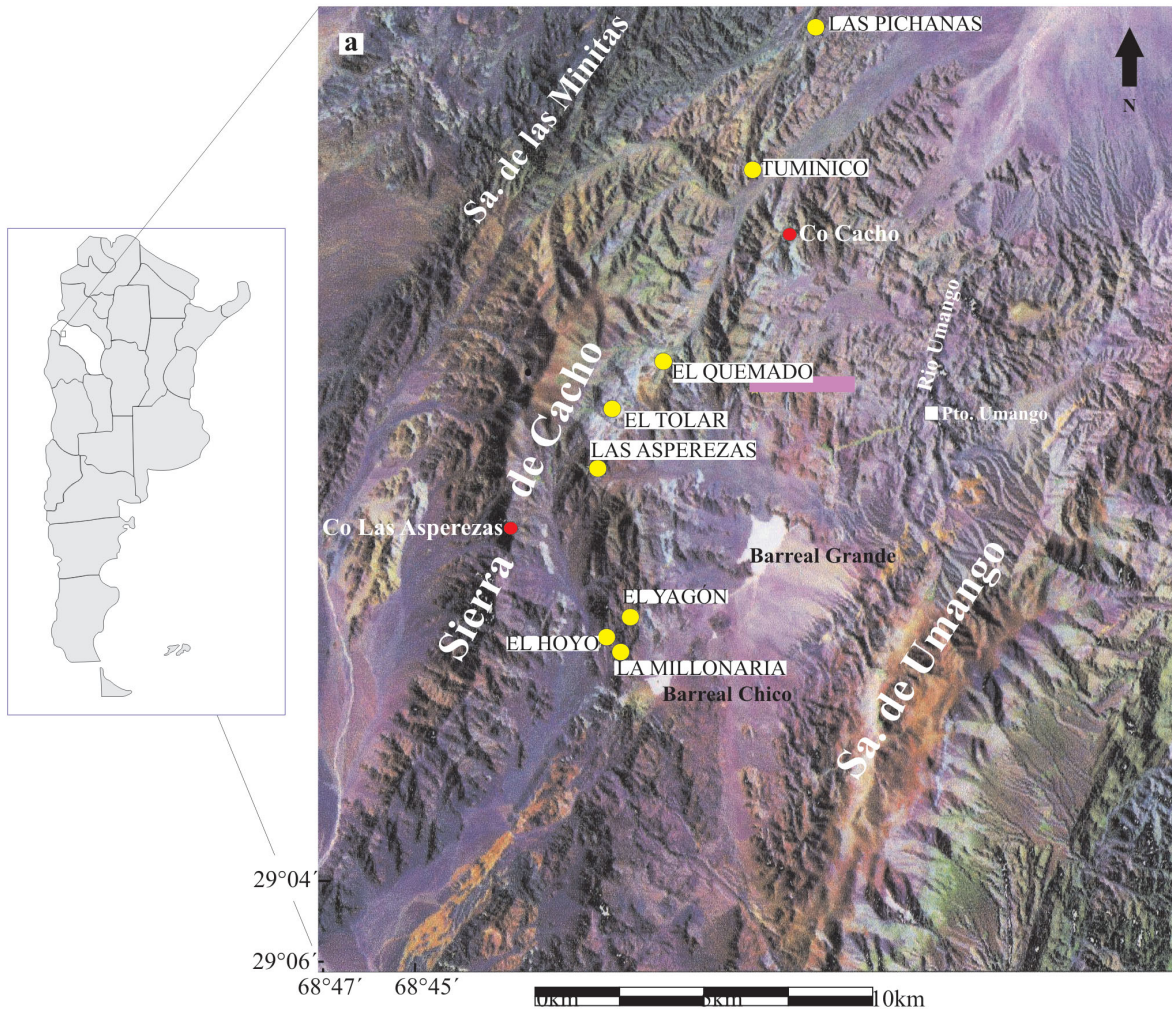


Figura 1: a) Imagen satelital del área donde se localizan los depósitos de seleniuros en base a Guerrero (1969); b) vista, desde los depósitos más australes de la sierra de Cacho, de: Barreal Grande, sierra de Umango y, al fondo, la sierra de Famatina (fotografía gentileza de W. Paar)

Sector sur, al oeste del Barreal Chico, y en la parte media-austral de la sierra de Cacho, El Hoyo (28°58'08"S - 68°40'56"O), Portezuelo del Hoyo, Quebrada del Yagón (28°57'47"S - 68°40'27"O) y La Millonaria (28°58'25"S - 68°40'41"O).

Los depósitos se hallan, algunos en esquistos, otros se ubican en lentes de calizas generalmente asociadas a jirones de anfibolitas. Los laboreos más importantes se realizaron en Las Asperezas y La Millonaria.

La mineralogía de las especies mayoritarias es en general sencilla con presencia de umangita, klockmannita, tiemannita, eucairita y clausthalita, en ganga de calcita, y los sulfuros de cobre, calcopirita, bornita, calcosina, digenita e idaíta. Minerales secundarios son carbonatos y seleniuros de cobre como ser azurita, malaquita, calcomenita, schmiederita, además de atacamita, paraatacamita y óxidos de hierro. Localmente la mineralogía es más compleja por lo que a continuación se describirán las paragénesis de los diferentes distritos.

En Las Pichanas la mineralización está formada por calcita como ganga, en algunos sitios brechado y cementado por un pulso de sulfuros (calcopirita y bornita) y seleniuros (umangita, tiemannita, clausthalita, eukaíta y klockmannita).

En Tumiñico la mineralización es mucho más compleja. Paar *et al.* (2002) hallaron como minerales dominantes umangita, klockmannita y berzelianita Cu_{2-x}Se , y como accesorios pequeños granos generalmente no mayores de 50 μm . Los asociados generalmente a umangita son ferroselita FeSe_2 , eskebornita CuFeSe_2 , eucairita AgCuSe , naumannita Ag_2Se , tiemannita HgSe , clausthalita PbSe , tyrrellita ($\text{Co}, \text{Cu}, \text{Ni}$) $_3\text{Se}_4$, miembros de la serie trogtalita-krutaíta-penroseíta CoSe_2 - CuSe_2 - NiSe_2 , y dos arsenoseleniuros de composiciones cercanas a $(\text{Co}, \text{Ni}, \text{Cu})\text{AsSe}$ y $(\text{Cu}, \text{Co}, \text{Ni})_4\text{As}_3\text{Se}_6$. Asociados a berzelianita, son bellidoíta Cu_2Se y crookesita Cu_7TlSe_4 . Además se encontraron agrupaciones formadas por chaméanita $(\text{Cu}, \text{Fe})_4\text{AsSe}_4$, la más común, junto a bukovita $\text{Cu}_3\text{Tl}_2\text{FeSe}_4$, cadmoselita, CdSe (mercu-

rífera, 5,3%), tres variedades de hakita $(\text{Cu}, \text{Ag})_{10}(\text{Hg}, \text{Cd}, \text{Zn}, \text{Fe})_2(\text{Sb}, \text{As})_4\text{Se}_{13}$ (sin As, con 0,6 a 2,1% de As y con 3,2 a 5% de As), eskebornita y clausthalita. En asociación con umangita, berzelianita, tiemannita y clausthalita se halla, en granos de hasta 100 μm , brodtkorbita Cu_2HgSe_2 (Paar *et al.* 1999).

En el sector medio, grupo Tolar, la mineralogía está conformada por umangita, klockmannita, eucairita, berzelianita, naumannita y tiemannita, junto a calcopirita y bornita, en una ganga de calcita, en parte brechada. En Las Asperezas, se halló merenskyita asociada a umangita, klockmannita, eucairita, berzelianita, naumannita, oro y fischesserita (Paar *et al.* 1996a, 2004b).

Respecto al grupo sur, en La Millonaria, se encuentran umangita, klockmannita, tiemannita y clausthalita.

Cabe mencionar que el mineral hastita fue desacreditado recientemente (Keutsch *et al.* 2009).

La zona minera de la sierra del Cacho se encuentra situada al sur, y separada por una depresión topográfica cubierta por aluviones, del distrito Los Llantenes, ubicado en Precordillera. La mineralización de Los Llantenes se aloja en esquistos de la Formación Río Bonete, de edad ordovícica, con una paragénesis formada por tiemannita, umangita, clausthalita, eucairita, eskebornita, ferroselita, stilleíta?, naumannita, berzelianita, cinabrio, metacinnabarita, oro, plata, calcopirita, bornita y otros sulfuros, en ganga de calcita y cuarzo (Brodtkorb *et al.* 1990). Además fueron hallados tyrrellita, krutaíta y trogtalita (Paar *et al.* 1996b). En estas manifestaciones también se reconoció un fuerte aporte de azufre que motivó a Ramaccioni y Olsacher (1962) a denominar condor-tiemannita a una variedad de tiemannita con un promedio de 64,40% de Hg, 25,5 % de Se y 10,25 % de S, (hallada principalmente en las minas de El Cóndor y El Portezuelo). Esta especie fue denominada onofrita por Brodtkorb *et al.* (1990), que es la variedad selenífera de metacinnabarita. También es común observar klockmannita, cuyos colores de

pleocroísmo pasan de grisáceos a violeta, por lo que se consideran cercanos a covellina, o sea con un aporte de azufre

La manifestación El Chire se localiza en el SE de ese distrito, con una paragénesis conformada por tiemannita, naumannita y clausthalita predominantes, y escasos umangita, klockmannita, eucairita, berzelianita, aguilarita, oro y plata mercurífera. Allí se hallaron también chrysstanleyita y su análogo cuprífero, jagüeita (Paar *et al.* 2004a), además de dos compuestos aún no estudiados de Ag, Hg, Pd, Se y S.

Si se compara el quimismo de estas zonas, puede destacarse que en Los Llantenes predomina el Hg y Ag (eucairita); en Tumiñico la existencia excepcional de Cd, Co, Ni, Fe, Zn, Tl, Sb y As; en Las Asperezas una importante cantidad de Ag (eucairita) y Au (oro nativo y fischesserita); en El Chire y Las Asperezas presencia de minerales de Pd (jagüeita, chrisstanleyita y merenskyita).

En estas manifestaciones también se hallaron anomalías de uranio (reportan uraninita y uranofano). Así Guerrero (1969) observó minerales secundarios amarillos de uranio en la quebrada del Yagón, mientras que Paar *et al.* (2002) reportan uraninita en Tumiñico.

Sobre la génesis de estos depósitos, son considerados epitermales a nivel mundial, formados en la parte superior de sistemas hidrotermales. Grundmann *et al.* (1990) consideran los yacimientos Pacajake y El Dragón, en Bolivia, como apomagmáticos (cuerpos lejanos a la fuente magmática) en comparación con los de Tilkerode, Alemania (Ramdohr 1980).

Simon *et al.* (1997) agrega que los depósitos vetiformes de selenio se forman a partir de fluidos hidrotermales en condiciones dentro del campo de estabilidad de hematita y con relaciones de $f\text{Se}_{(2)g} / ff\text{S}_{(2)g}$ mayores a la unidad.

Guerrero (1969) relaciona la mineralización de cerro Cacho con la presente en Los Llantenes y estima que las mismas pueden deberse a derivaciones hidrotermales de las intrusiones andesítico-gábricas post-carboníferas. Toselli y Aceñolaza (1971) proponen, para el distrito Los

Llantenes, que la mineralización está asociada a la intrusión de la Andesita Cerro Chuscho, la cual consideran de edad carbónica. Aceñolaza *et al.* (1971) relacionan a las rocas que afloran en el Cerro Chuscho, en Punta de Agua y en Las Casitas como co-magmáticas y contemporáneas considerándolas de edad tournaiana inferior a media. Para el distrito Cerro Cacho-Sierra de Umango, Zolezzi y Guerrero (1981) consideran que se puede homologar la génesis con la de Los Llantenes –andesitas del Cerro Chuscho y le asignan, con cierta reserva, una edad terciaria superior.

Mientras tanto se estudiaron con más precisión las rocas de la Formación Chuscho; las cuales consisten un complejo de volcanitas máficas intraordovícicas compuestas por diques y filones de diabasas y lavas almohadilladas pertenecientes al complejo ofiolítico famatiniano (Kay *et al.* 1984, Haller y Ramos 1984). Más tarde, Toselli y Durand (1996), agruparon a los afloramientos del cerro Chuscho y a las volcanitas andesíticas aflorantes en Las Casitas a la Formación Chuscho, vinculando este volcanismo al ciclo precordillerano del Neopaleozoico. Fauqué y Villar (2003) separan a las rocas máficas de la Formación Chuscho de las Andesitas Punta de Agua que consideran andesitas orogénicas de arco volcánico con edades entre el Carbónico superior y el Pérmico inferior. Por su filiación máfica y su edad ordovícica queda entonces descartada la actualmente considerada Formación Chuscho.

Brodtkorb *et al.* (1990) consideran al distrito Los Llantenes como epitermal, subvolcánico, relacionado a una actividad postmagmática durante el Paleozoico tardío.

Marcos *et al.* (2001) ubican los distritos Los Llantenes y Sierra de Cacho como emplazados en ambiente cortical con un control estructural de la mineralización. Según esos autores la acreción de Chileña y Pampia generó importantes corredores tectónicos y el desarrollo de zonas de cizalla canalizadores de fluidos que removilizaron y concentraron Cu, Hg, Se y

Au durante los episodios famatinianos. Cuando se compara el ambiente geológico de la sierra de Cacho (y la sierra de Umango) con el del distrito Los Llantenes, es evidente que en la primera no hay evidencias preservadas del volcanismo neopaleozoico. Esto puede ser explicado por una mayor exhumación del basamento producto de la fuerte dislocación andina de este sector en comparación a Los Llantenes.

Si bien la mineralización selenífera se considera epitermal y de formación muy superficial, y la denudación desde el Neopaleozoico debería haber sido más profunda (indudablemente se podría tratar de las raíces de yacimientos), los depósitos podrían estar asociados al volcanismo andino, pero no se conocen vestigios de actividad volcánica de esa edad en la región de las sierras de Cacho y Umango.

Por todo lo dicho con anterioridad, la determinación de la edad de los yacimientos merece futuras investigaciones.

COMENTARIOS Y CONSIDERACIONES FINALES

Como se dijera, Klockmann acogió el nombre de “Sierra de Umango” y los numerosos museos en los que se hallan colecciones de seleniuros se encuentran etiquetados de esa manera. Es posible pensar que en esa época el nombre más común del área en sí haya sido Umango.

Según los diferentes autores, los yacimientos se localizan en la sierra de Cacho y/ o en la sierra de Umango a veces en forma no delimitada. La incertidumbre tiene un primer comentario en Ramaccioni y Ol-sacher (1962) que dicen “...un interesante descubrimiento de seleniuros entre los que se destacó el indebidamente designado como *umanguita* (Cu_3Se_2) ya que no fue encontrado en el cerro de Umango sino en el vecino de Cacho”.

La depresión de los barreales (3.200 m s.n.m.) divide este sector en una sierra oriental de hasta 4.200 m de altura, la sierra de Umango, y otra al oeste, de hasta 4.400 m s.n.m., que Guerrero (1981) de-

nomina serranía del Cacho y que incluye los cerros Cacho y Las Asperezas. Como se desprende de las comunicaciones del Ing. Hünicken las muestras coleccionadas se ubicaban en el yacimiento Sarmiento, que Guerrero (1981) sitúa como Las Asperezas. Su ubicación al oeste del Barreal Chico, cercano a la sierra de Umango hace pensar que de allí puede surgir el nombre primigenio.

Si se observa la ubicación de los yacimientos podemos concluir en que:

- Las manifestaciones Las Pichanas y Tumiñico se encuentran en el norte del bloque que alberga al cerro Cacho.
- El grupo medio (El Quemado, Tolar y Las Asperezas) en el faldeo oriental de la sierra de Cacho.
- El grupo El Hoyo–La Millonaria al oeste del Barreal Chico, en el sector medio-austral de la sierra de Cacho.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Susana Segal por el aporte de material bibliográfico, y al Dr. W. Paar para por los datos aportados.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Aceñolaza, F.G., Toselli, A.J. y Bernasconi, A. 1971. La precordillera de Jagüe, La Rioja. *Actas Geológica Lilloana* 11(14): 257-290.
- Brodtkorb, M.K. de, Gay, H.D. y Sureda, H.D. 1990. Polymetallic selenide-sulfide minerals of the Los Llantenes mining district, La Rioja, Argentina. 8° Quadrennial IAGOD Symposium, 119-125, Ottawa.
- Caminos, R. 1979. Sierras Pampeanas noroccidentales, Salta, Tucumán, La Rioja, San Juan. 2° Simposio de Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias, Actas 1: 225-291, Córdoba.
- Fauqué, L., y Caminos, R. 2006. Hoja Geológica 2969-II, Tinogasta.1: 250.000. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 276, 140 p., Buenos Aires.
- Fauqué, L.E. y Villar, L.M. 2003. Reinterpretación estratigráfica y petrología de la Formación Chuscho, Precordillera de La Rioja. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 58(2): 218-232.

- Grundmann, G., Lehrberger, G., y Schnorrer-Köhler, G. 1990. The El Dragón mine, Potosí, Bolivia. *The Mineralogical Record* 21:133-146.
- Guerrero, M.A. 1969. Estudio geológico-económico y prospección geoquímica orientativa del Distrito Minero Cerro Cacho – Sierra de Umango. Dirección Nacional de Geología y Minería, (inédito), 171 p., Buenos Aires.
- Haller, M. y Ramos, V.A. 1984. Las ofiolitas famatinianas (eopaleozoico) de las provincias de San Juan y Mendoza. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 66-83, San Carlos de Bariloche.
- Kay, S.M., Ramos, V.A. y Kay, R.W. 1984. Elementos mayoritarios y trazas de las volcanitas ordovícicas de la Cordillera Occidental: basaltos de rift oceánico temprano? próximos al margen continental. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 48-65, San Carlos de Bariloche.
- Keutsch, F.N., Förster, H.J., Stanley C.J. y Rhede, D. 2009. The discreditation of hastite, the orthorhombic dimorph of CoSe_2 , and observations on trogtalite, cubic CoSe_2 , from the type locality. *The Canadian Mineralogist* 47(4): 969-976.
- Klockmann, F. 1891. XVIII Mineralogische Mitteilungen aus den Sammlungen der Bergakademie zu Clausthal. 1. Über einige seltene argentinische Mineralien. *Zeitschrift Kristallographie* 19: 265-275.
- Marcos, O., Segal, S., de la Cruz Carrizo, R. y Pinto, A. 2001. Modelos de depósitos minerales en las Sierras de Umango-Cerro Cacho, Cordillera, Famatina, La Rioja, Argentina. 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 3° Congreso Uruguayo, Actas CD, Montevideo.
- Paar, W.H., Sureda, R.J. y Brodtkorb, M.K. de 1996a. Mineralogía de los yacimientos de selenio en La Rioja, Argentina. Krutaíta, tyrrellita y trogtalita de Los Llantenes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 51(4): 304-312.
- Paar, W.H., Sureda, R.J. y Brodtkorb, M.K. de 1996b. Oro y plata en los yacimientos de selenio de La Rioja, Argentina. Hallazgo de fischerita, Ag_3AuSe_2 . 3° Reunión de Mineralogía y Metalogenia, Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata, Publicación 5: 177-185, La Plata.
- Paar, W.H., Topa, D., Roberts, A.C., Criddle, A.J., Amann, G., y Sureda, R.J. 2002. The new mineral species brodtkorbite, Cu_2HgSe_2 , and the associated selenide assemblage from Tumiñico, Sierra de Cacho, La Rioja, Argentina. *The Canadian Mineralogist* 40: 225-237 y 989-990
- Paar, W.H., Topa, D., Makovicky, Sureda, R.J., Brodtkorb, M.K. de, Nickel, E.H. y Putz, H. 2004a. Jaguéite, $\text{Cu}_2\text{Pd}_3\text{Se}_4$, a new mineral species from El Chire, La Rioja, Argentina. *The Canadian Mineralogist* 42: 1745-1755.
- Paar, W.H., Topa, D., Sureda, R.J., Stumpfl, E. y Mühlhans, H. 2004b. Merenskyita, PdTe_2 , en las menas de selenio, cobre y plata de la mina Las Asperzas, distrito minero Sierra de Umango, provincia de La Rioja, Argentina. 7° Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 113-118, Buenos Aires.
- Ramaccioni, D. y Olsacher, J. 1962. Los yacimientos de minerales de mercurio y selenio de Cuesta de Los Llantenes. 1° Jornadas Geológicas Argentinas Actas 3: 295-305, San Juan.
- Ramdohr, P. 1928. Klockmannit, ein natürliches Kupferselenid. *Centralblatt für Mineralogie A* 225-232.
- Ramdohr, P. 1980. The ore minerals and their intergrowths. Pergamon Press, 1205 p.
- Varela, R., López de Luchi, M., Cingolani, C. y Dalla Salda, L. 1996. Geocronología de gneises y granitoides de la sierra de Umango, La Rioja. Implicancias tectónicas. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 3: 519-527, Buenos Aires.
- Varela, R., Basei, M.S., Sato, A.M., Passarelli, C.R., Cingolani, C.A. y González, P. 2005. Edades U-Pb y Rb-Sr del granito Los Guandacolinis, Sierra de Umango, La Rioja. Implicancias tectónicas. 16° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 109-116, La Plata.
- Varela, R., Sato, A.M. y González, P. 2002. Metamorfismo y deformación devónicos en la Sierra de Umango, Sierras Pampeanas Occidentales, La Rioja, Argentina. 15° Congreso Geológico Argentino, Actas: 57-63, El Calafate.
- Simon, G., Kesler, S.E. y Essene, E.J. 1997. Phase relations among selenides, sulfides, telurides and oxides: II. Applications to selenide-bearing ore deposits. *Economic Geology* 92 (4):468-484.
- Toselli, A.J. y Aceñolaza, F.G. 1971. La mineralización cuproselenífera con mercurio de la Cordillera de Jagüe, provincia de La Rioja. Consideraciones petrogenéticas y edad de mineralización. 1° Simposio Nacional de Geología Económica, Actas 2: 367-378, San Juan.
- Toselli, A. y Durand, F.R. 1996. Volcanismo del ciclo precordillerano. En Aceñolaza, G., Miller, H. y Toselli, A. (eds.) *Geología del Sistema de Famatina*, München Geologische Hefte 19: 293-295, Munich.
- Turner, J.C.M. 1964. Descripción geológica de la Hoja 15c- Vinchina, provincia de La Rioja. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 100, 81 p., Buenos Aires.
- Zolezzi, y Guerrero, M.A. 1981. Geología del cerro Cacho y adyacencias. *Acta Geológica Lilloana* 15(3): 115-125.

Recibido: 11 de noviembre, 2009.

Aceptado: 2 de julio, 2010.