

Revisión sobre la Presencia de Minerales de Uranio en Almería: Determinación de Sklodowskita

/LUIS ARRUFAT MILÁN (1*), FRANCISCO GUILLÉN MONDÉJAR (1), JOSE FIDEL ROSILLO MARTÍNEZ (1)
MARIA-ASUNCIÓN ALÍAS LINARES (1)

(1) Grupo de Investigación de Geología. Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología. Facultad de Química, Campus de Espinardo. Universidad de Murcia. 30100, Murcia (España)

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente documento es completar el trabajo presentado en julio de 2015 en esta misma revista (Arrufat et al., 2015), en el se presentaban dos especies minerales de uranio hasta ahora no descritas en la Cordillera Bética. Una primera fase sólida, metaheinrichita y, posiblemente, arsenovanmeersscheita. Estos dos minerales fueron recogidos en la mina Descuido de Sierra Alhamilla, junto con otros minerales de uranio, que se presentan entre las capas de yeso y magnesita que rellenan una gran cavidad kárstica de la propia mina.

En dicho documento queda perfectamente caracterizada la fase metaheinrichita aunque en la fase arsenovanmeersscheita teníamos ciertos interrogantes en su composición. Además, al final del trabajo se indicaba que existían serias dudas con respecto a su génesis. Por esto presentamos en el presente artículo la caracterización final de esta fase mineral y el método empleado, sirviendo así estas líneas como complemento y corrección del artículo anteriormente publicado.

METODOLOGÍA EMPLEADA

En el trabajo previo se utilizaron técnicas de microscopía óptica y de difracción de rayos X. Ambas muestras fueron también analizadas mediante SEM, con un microscopio de barrido JEOL-6100 dotado de sistema de microanálisis por dispersión de energía de rayos X INCA, de Oxford Instrument. En esta nueva serie de análisis los métodos empleados han sido tres: microscopía óptica, difracción de rayos X y espectrometría Raman, realizados en la Universidad de Granada.

Para el estudio óptico de los minerales se utilizó un microscopio petrográfico

Carl-Zeiss.

El equipo utilizado para la difracción ha sido un difractor PANalytical X'Pert Pro con detector lineal de estado sólido X'Celerator del Departamento de Mineralogía y Petrología (Universidad de Granada). Para realizar la difracción de rayos X, las condiciones experimentales han sido las siguientes: radiación CuK α , 45kV de potencial y 40mA de intensidad. Los diagramas de difracción se han obtenido usando un barrido continuo entre 3 y 70° de 2 θ , con un intervalo de medida de 0.01° de 2 θ y una velocidad de barrido de 3° de 2 θ por minuto. Para el procesamiento de los datos y la identificación de compuestos se ha utilizado el software HighScore 4.5 de PANalytical.

Finalmente, los espectros Raman se han obtenido con un espectrómetro micro-Raman confocal Jasco NRS-5100 (C.I.C., Universidad de Granada) utilizando como lente un objetivo Olympus de 100x (N.A.=0.9). La fuente de excitación utilizada ha sido un láser de estado sólido de 532 nm, operando a 0.7 mW de potencia, y la red de difracción de 1800 líneas/mm. Los espectros, con una resolución espectral de 2 cm⁻¹, se han registrado en la región 100-1200 cm⁻¹, con tiempos de integración de 10-20 s y entre 2 y 5 acumulaciones. Se han calibrado con respecto a la línea de 520 cm⁻¹ de una placa de silicio patrón.

BREVE DESCRIPCIÓN MINERAL

El mineral cuestionado se presenta en la mina Descuido junto con otros minerales de uranio, dentro de las masas de yeso y acompañado de magnesita, generalmente formando pequeños núcleos radiales de cristales aciculares, con un color amarillo limón y brillo vítreo. Al igual que el resto de minerales de uranio de este yacimiento,

presenta una fuerte fluorescencia a la luz ultravioleta. Es muy escaso por lo que resulta muy difícil de localizar. (Fig 1.)



Fig 1. Cristales motivo de estudio sobre yeso y magnesita. Ancho de la foto 1,2 mm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El nuevo análisis que se ha realizado mediante Raman para la fase metaheinrichita, nos lleva a confirmar la identificación realizada en el artículo anterior (Arrufat et al., 2015). Aquí se representa la fase analizada con la del mineral de referencia, R060778, Metaheinrichita, Ba(UO₂)₂(AsO₄)₂·8H₂O de la base de datos RRUFF (Lafuente et. al, 2015), (Fig. 2).

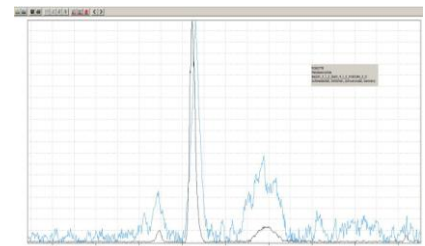


Fig 2. Espectro Raman obtenido de la fase mineral metaheinrichita.

Sin embargo, en un primer momento, el análisis realizado por SEM para la especie "arsenovanmeersscheita" nos indicaba unos valores confusos de As y de Mg, enmascarados entre ambos y difíciles de separar en el espectro. Esta técnica fue utilizada para no destruir la escasa cantidad de muestra

de mineral y, nos llevó a considerar la presencia del arsénico en la composición sin tener en cuenta que este elemento y el magnesio se representan en la misma banda espectral.

Para la determinación de la especie dudosa se recogieron nuevas muestras de la mina para tener una mayor cantidad de la que en un principio se disponía. Hay que tener en cuenta que es un mineral muy escaso en esta mina. La disponibilidad del nuevo material nos ha permitido hacer una lámina delgada mediante su inclusión en resina epoxy así como la utilización de Raman y de DRX, obteniendo a partir de aquí resultados concluyentes.

La observación al microscopio de cristales aciculares separados de los agregados radiales ha permitido determinar las siguientes características ópticas: carácter biáxico, signo óptico negativo y relieve medio; color amarillo suave, con pleocroísmo muy débil y color ligeramente más intenso según el alargamiento del cristal; elongación positiva, extinción subrecta o con ángulo pequeño (3-5°), birrefringencia aparente aproximada en esta orientación 0.04 y dispersión fuerte. Estos datos coinciden plenamente para la fase mineral sklodowskita en trabajos previos. (Schoep, 1924; Gorman, 1957).

La técnica de espectrometría Raman junto a la técnica de difracción de rayos X han sido suficientes y determinantes para la identificación del mineral.

La respuesta en la espectrometría Raman de la muestra analizada, es prácticamente idéntica al espectro de referencia utilizado en la base de datos internacional RRUFF, con número ID R050445 y que corresponde a sklodowskita, cuya fórmula es: $Mg(UO_2)_2(SiO_3OH)_2 \cdot 6H_2O$, espectro realizado con un laser de 532 nm idéntico al utilizado en nuestro análisis. Esto queda claramente reflejado en la figura 3.

Los resultados obtenidos en el análisis de difracción de rayos X se representan en la figura 4, donde se han identificado los espaciados del mineral sklodowskita con respecto al yeso que contenía la muestra, por comparación con los DRX de este mineral en la misma base de datos. Los valores de espaciado obtenidos y los parámetros de celdilla patrón se corresponden con los encontrados en la bibliografía. (Gorman, 1957; Stohl y Smith, 1981).

Los parámetros obtenidos de celdilla

2 θ	Int%	d-spacing	h k l
10.520	100	8.404	2 0 0
15.024	60	5.892	-2 0 1
18.409	35	4.815	-1 1 1
21.247	60	4.178	4 0 0
22.218	35	3.998	-3 1 1
25.256	33	3.523	0 2 0
27.347	40	3.258	3 1 1
29.787	40	2.970	5 1 0
31.953	25	2.798	6 0 0

Tabla 1. Valores obtenidos en el difractograma de la muestra sklodowskita de la mina Descuido.

unidad son: a= 17.34Å; b= 7.03Å; c= 6.58Å; $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 105^\circ 52'$, $\gamma = 90^\circ$. Sistema monoclinico

La sklodowskita de la mina Descuido es un mineral secundario formado, según se describe en otros trabajos (Gorman, 1957), por alteración supergénica de rocas que contienen minerales de uranio debida a la presencia de soluciones acuosas ricas en magnesio y sílice. Además se necesitan condiciones oxidantes. La mina Descuido de Sierra Alhamilla reúne todas estas condiciones, y prueba de ello es que su explotación se realizó para óxidos de hierro.

AGRADECIMIENTOS

Al prof. Nicolas Velilla Sánchez del Departamento de Mineralogía y Petrología en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada, por su inestimable ayuda y colaboración en la determinación de este nuevo mineral. A D. José Miguél Sola Fernández por el interés mostrado y por ser él quien detectó los minerales radiactivos en un primer momento, dando el aviso a nuestro grupo.

REFERENCIAS

- Arrufat Milán, L.; Alías Linares, M. A.; Guillén Mondéjar, F. y Rosillo Martínez, J. F. (2015): Presencia de Minerales de Uranio en Almería (Cordillera Bética), *Macla*, **20**, 23-24.
- Gorman, D H (1957): Studies of radioactive compounds, IX - sklodowskita, *The Canadian Mineralogist*, **6**, 52-60.
- Lafuente B, Downs R T, Yang H, Stone N (2015): The power of databases: the RRUFF project. In: *Highlights in Mineralogical Crystallography*, T Armbruster and R M Danisi, eds. Berlin, Germany, W. De Gruyter, pp 1-30.
- Schoep, A (1924): Sur la sklodowskita, nouveau minéral uranifère; ses analogies avec l'uranotile, *Bulletin de la Société Française de Minéralogie*, **47**, 162-172.
- Stohl, F V y Smith, D K (1981): The crystal chemistry of the uranyl silicate minerals, *American Mineralogist*, **66**, 610-625.

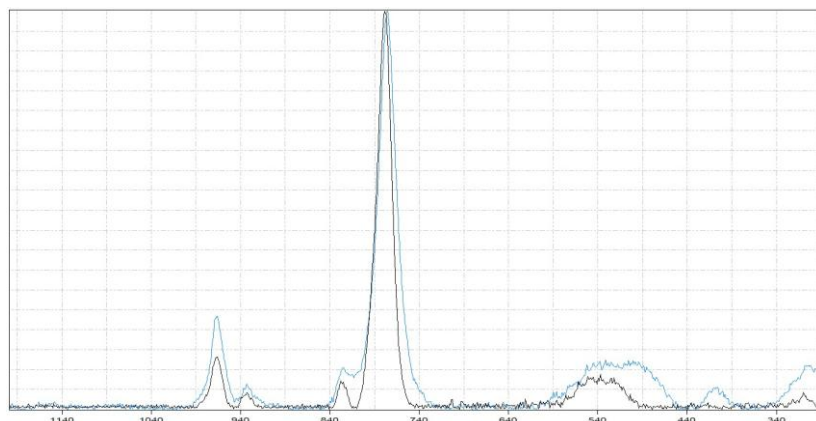


fig 3. Espectro Raman obtenido de la muestra de sklodowskita de la mina Descuido.

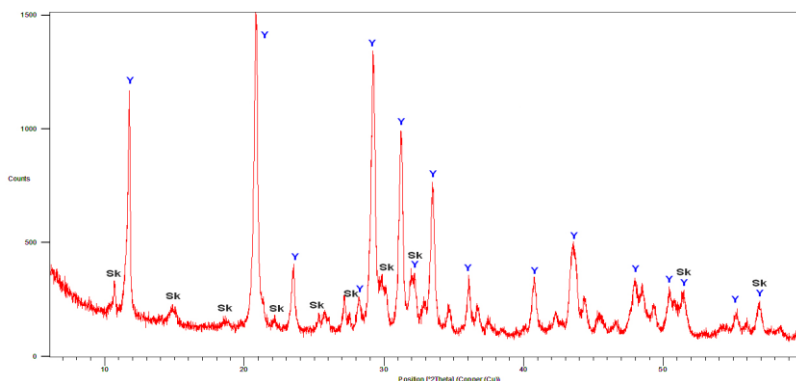


fig 4. Difractograma obtenido de la muestra de sklodowskita de la mina Descuido, en el se destacan claramente las dos fases presentes en la muestra, yeso y sklodowskita.