

Reflectancia multiespectral (Visible e Infrarrojo Cercano) y composición de las cromitas. Datos preliminares

/ ALFREDO LOPEZ BENITO (1*), FERNANDO GERVILLA (2), JUAN CARLOS CATALINA (3), RICARDO CASTROVIEJO (1)

(1) Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, c/ Ríos Rosas 21, 28003_Madrid (España)

(2) Departamento de Mineralogía y Petrología, Fac. Ciencias . Universidad de Granada. Avda. Fuentenueva s/n. 18002_Granada (España)

(3) AITEMIN, c/ Margarita Salas 14, Parque Leganés Tecnológico, 28918 Leganés (Madrid, España)

INTRODUCCIÓN

El clásico recurso a la observación cualitativa para la identificación microscópica de menas metálicas se apoyó enseguida en medidas cuantitativas de microdureza y reflectancia, generalizadas desde mediados del siglo pasado. Los desarrollos recientes en óptica y en electrónica permiten automatizar la determinación de la reflectancia multiespectral y, con ello, la identificación basada esencialmente en la cuantificación de dicho parámetro, según se describe en Pirard (2004), Pirard et al (2008) y Castroviejo et al. (2009), utilizando rangos espectrales VNIR (*Visible and Near InfraRed*: visible e infrarrojo cercano).

No obstante, en algunos casos se constatan variaciones notables de reflectancia que, en minerales isótropos como las espinelas, no pueden atribuirse a diferencias de orientación, sino únicamente a variaciones composicionales. Esta observación plantea el posible uso de los espectros de reflectancia como herramienta para determinar la composición, lo cual necesariamente pasa por la determinación de dichos espectros en minerales de composiciones diferentes pero conocidas, para tratar de cuantificar las posibles relaciones. La cromita es un mineral idóneo por su isotropía y por la amplitud de sus rangos composicionales posibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se han seleccionado ocho muestras de cromitas, de diferentes composiciones. Se han preparado secciones pulidas y se han analizado por microsonda electrónica. A continuación se han determinado, sobre cada una de ellas, las reflectancias multiespectrales (VNIR) utilizando el Sistema CAMEVA, puesto a

punto en el Laboratorio de Microscopía Aplicada y Análisis de Imagen de la ETSI Minas y Energía / UPM, con la colaboración de AITEMÍN (Castroviejo et al., 2010). A continuación se han investigado estadísticamente las posibles relaciones entre ambos conjuntos de datos: composicionales y físicos (espectros VNIR).

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Los datos fueron tratados estadísticamente utilizando el software estadístico SPSS (v.20) desarrollado por IBM. Fundamentalmente se realizó un estudio de correlaciones lineales mediante el coeficiente de correlación de Pearson y el cálculo de las correspondientes regresiones lineales de los diferentes componentes sobre las medidas de reflectancia. Este último estudio se realizó en la modalidad denominada "paso a paso" que permite elegir entre el conjunto de variables de regresión aquellas que mejor explican la varianza total de la muestra.

Salvo Al_2O_3 , Cr_2O_3 y MgO , ningún componente presenta una correlación significativa entre sus contenidos y las medidas de reflectancia para ninguna longitud de onda.

Se efectuó la regresión lineal de cada componente geoquímico sobre las medidas de reflectancia a diferentes longitudes de onda, resultando en todos los casos que las regresiones más significativas fueron sobre combinaciones lineales de las medidas de reflectancia a 400, 500, 550, 650, 800 y 1000 nm.

En los diagramas de la Figura 1 se representan los valores medidos (abscisas) y predichos (ordenadas) para algunos de los componentes estudiados.

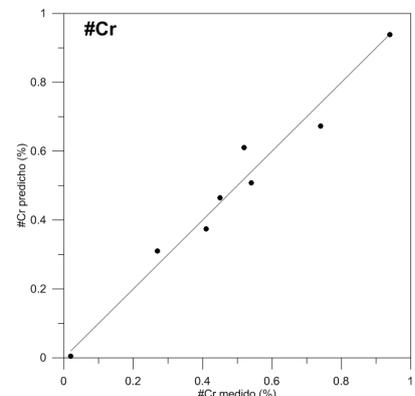
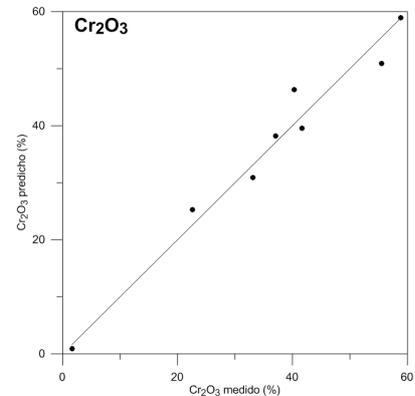
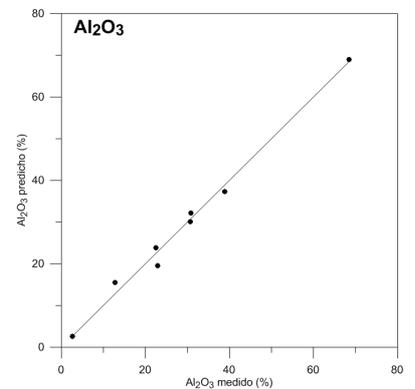


Fig. 1: Correlación entre los valores de Al_2O_3 , Cr_2O_3 y $Cr\#$ [$Cr/(Cr+Al)$] medidos (abscisas) y predichos (ordenadas).

palabras clave: Cromita, Reflectancia Especular, Composición.

key words: Chromite, VNIR Specular Reflectance, Composition.

CONCLUSIONES

Los espectros de reflectancia especular de la cromita se corresponden con las composiciones. Esta relación es compleja, en función de las múltiples posibilidades de sustitución entre cationes trivalentes (sobre todo Cr, Al y Fe³⁺) y entre cationes divalentes (sobre todo Fe²⁺ y Mg). No obstante, dicha relación es susceptible de cuantificación, ya que es posible encontrar una combinación lineal entre medidas a diferentes longitudes de onda que permite predecir con razonable exactitud la composición química de las cromitas. Se trabaja actualmente en el ensayo un conjunto de muestras más amplio, para investigar la posible generalización de estas relaciones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Profesores. E. Pirard, Universidad de Lieja (Bélgica), y H.J. Bernhardt, Ruhr-Univ. Bochum (Alemania), así como a F. Segundo y C. Brea su colaboración en el desarrollo del Sistema CAMEVA. Al Ministerio de Ciencia e Innovación y al programa PRICIT de la Comunidad Autónoma de Madrid por la financiación del Proyecto CAMEVA (CGL2006_13688_C02_01).

REFERENCIAS

- Castroviejo R., Brea C., Pérez-Barnuevo L., Catalina J.C., Segundo F., Bernhardt H.J., Pirard E. (2009): *Using computer vision for microscopic identification of ores with reflected light: preliminary results*. Pp. 682-684, in: *Smart Science for exploration and Mining*, Williams et al., eds. (2009). Proc. 10th biennial SGA Meeting. Vol 2. (ISSN: 9780980558685).
- Catalina JC, Bernhardt HJ, Pirard E, Segundo F, Brea C, Pérez Barnuevo L. (2010): *A fully automated system for multispectral ore microscopy*. IMA2010 (20th General Meet. Internat. Mineralogical Association) Acta Mineral. Petrogr. Abstr. Ser. (HU ISSN 0324-6523 / HU ISSN 1589-4835), Szeged, Budapest, p. 281.
- Pirard E (2004): *Multispectral imaging of ore minerals in optical microscopy*: *Mineralogical Mag.* **68** (2), p.323-333.
- Bernhardt H-J, Catalina J-C, Brea C, Segundo F, Castroviejo R (2008): *From Spectrophotometry to Multispectral Imaging of Ore Minerals in Visible and Near Infrared (VNIR) Microscopy*. 9th Internat. Cong. Appl. Mineralogy, Brisbane, QLD, 8-10 sept 2008, ext. abst, pp 1-6.