

# Geo-referenciación aplicada al Análisis Digital de Imagen para la caracterización de menas metálicas

Berrezueta, E.<sup>1</sup>, Domínguez Cuesta, M.J.<sup>2</sup> y Castroviejo, R.<sup>2</sup>

(1) Instituto Geológico y Minero de España. Recursos Minerales y Geoambiente.

(2) ETSI Minas (Univ. Politécnica de Madrid)

## Presentación

El análisis cuantitativo de las fases minerales visibles en probetas pulidas mediante un sistema experto y automático representan un eficaz complemento a las técnicas tradicionales de microscopía de reflexión. El Análisis digital de imagen, **ADI**, en comparación con las técnicas habitualmente usadas de cuantificación (platina integradora), supone un ahorro enorme de tiempo, a la vez que facilita un potentísimo instrumento para el tratamiento estadístico de las medidas que se realizan.

El desarrollo de metodologías que abordan el estudio y control de todas las variables que condicionan el proceso de ADI (pulido de las muestras, puesta a punto del equipo, etc), ha permitido garantizar la reproductibilidad de las medidas obtenidas (*cf.* Castroviejo *et al.*, este vol.), la cuales han sido contrastadas mediante técnicas independientes (Castroviejo *et al.*, 1999, 2002). Adicionalmente, se plantea el problema de obtener una imagen que abarque una amplia área de la escena estudiada y que a la vez, mantenga una gran resolución.

La solución que se plantea en este trabajo es la utilización de un proceso análogo a la geo-referenciación empleada en teledetección y por los Sistemas de Información Geográfica sobre datos raster. La referenciación de las imágenes microscópicas se realizará utilizando un sistema de coordenadas (x,y) que permita combinar las imágenes secuencialmente de forma automática y guardar el conjunto como una sola imagen (mosaico).

## Metodología Desarrollada

- Adquisición de las Imágenes con garantía de reproductibilidad. (Berrezueta, E. 2004).
- Referenciación de las imágenes microscópicas según filas y columnas.
- Obtención de una imagen compuesta por imágenes individuales solapadas (imagen mosaico).
- Segmentación y cuantificación de las fases minerales en la imagen mosaico.

## Resultados Obtenidos

A manera de ensayo, se ha sido planteado la cuantificación de los minerales presentes en imágenes mosaico procedentes de probetas pulidas del yacimiento de sulfuros masivos explotados en la mina “El Roble” (Chocó, Colombia). El análisis de imágenes mosaico (Figura 1) ha sido planteado para aportar datos mineralógicos cuantitativos que permitan mejorar los procesos de beneficio de la mena e, indirectamente, facilitar el control ambiental del uso de reactivos durante estos procesos. Los resultados de la cuantificación mineral son los siguientes:

- La cuantificación mineralógica de la probeta estudiada. (Figura 2).
- La relación textural cuantificada entre la calcopirita, mineral de interés económico, y la pirita, condicionante en la recuperación de cobre (Figura 3).
- El análisis granulométrico, mediante curvas de distribución por rangos de tamaño para cada fase mineral (Figura 4).

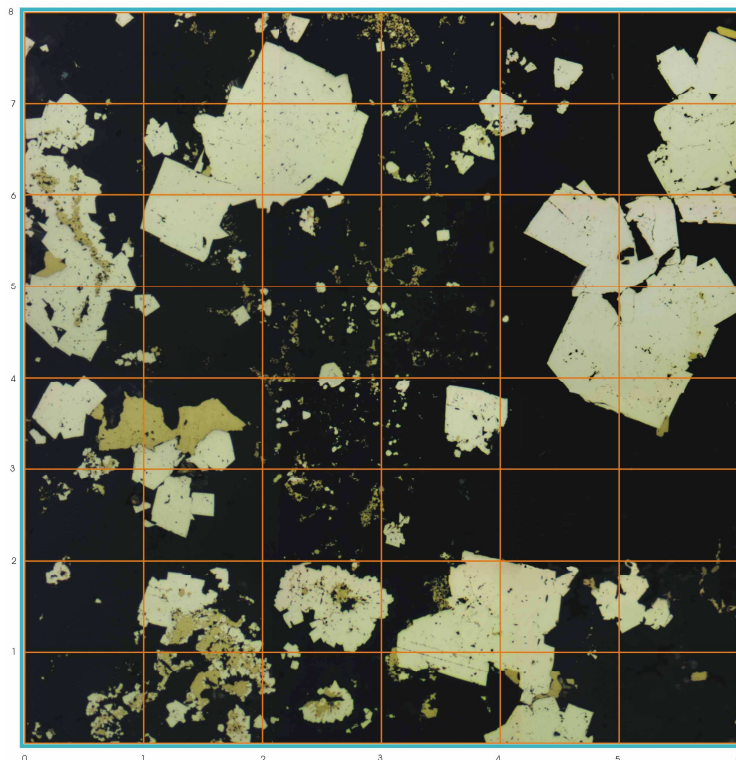


Figura 1. Imagen mosaico con 48 imágenes individuales. 20 X.

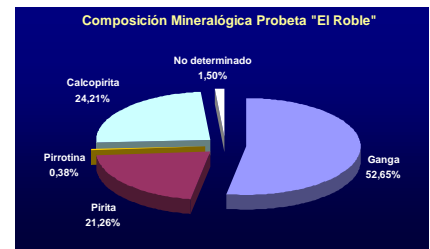


Figura 2. Composición Mineralógica (% de Áreas).

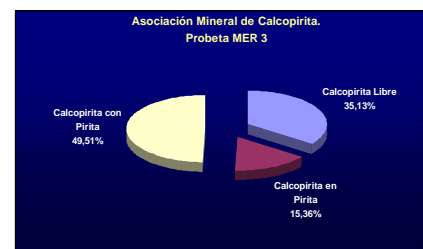


Figura 3. Asociación Mineral (Pirita -Calcopirita)

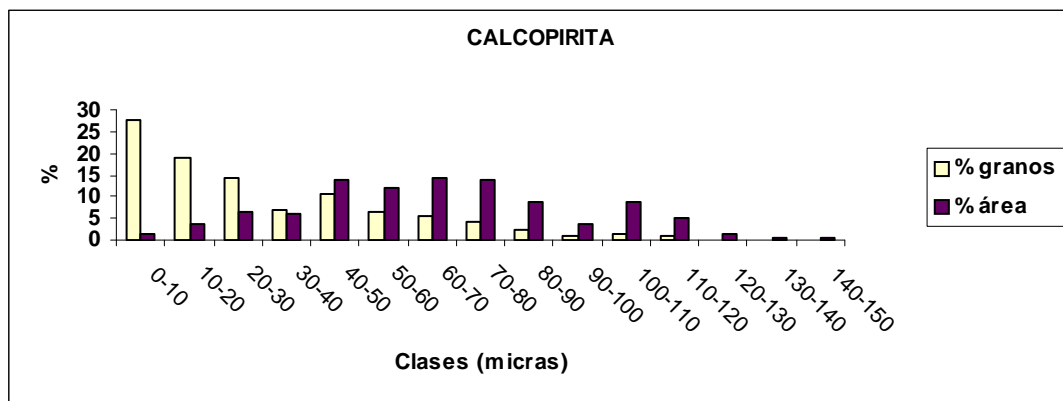


Figura 4. Distribución de la Calcopirita según rangos de tamaño

## Conclusiones

El método aporta un avance que representa una nueva dimensión en las rutinas de aplicación del ADI a la cuantificación de minerales, si se compara con las rutinas tradicionales sobre imágenes individuales, por cuanto permiten medir simultáneamente tanto las fases minerales más pequeñas (que exigen imágenes de alta resolución) como las de mayor tamaño (antes cortadas por los bordes del campo en imágenes individuales), posibilitando la caracterización completa de la muestra sea cual sea la escala.

## Bibliografía

Berrezueta, E. 2004. Tesis de Doctoral. E.T.S.I. de Minas. Universidad Politécnica de Madrid, 350 pp.  
 Castroviejo, R., Chacon, E., Tarquini. (1999). Geovision 99 Sy. Unv. Lige, Bélgica, pag. 37-47.  
 --, Berrezueta, E. y R. Lastra. 2002. Min. & Met. Pro. J. v. 19,2, pag. 102 - 109