

Cuantificación petrográfica de dolomías brechoides mediante análisis digital de imágenes

J. MARTÍNEZ-MARTÍNEZ (1,2), D. BENAVENTE (1,2), M.A. GARCÍA DEL CURA (1,3)

(1) Laboratorio de Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC-UA.

(2) Dep. de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Ap. 99. 03080 Alicante.

(3) Insto de Geología Económica. CSIC- UCM. Facultad de Geología. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

INTRODUCCIÓN

Las dolomías brechoides son un material pétreo frecuentemente utilizado como roca ornamental, que se caracteriza por su gran complejidad textoestructural. Dichas características, especialmente el grado de brechificación, presencia de vénulas, tamaños y distribución de «clastos», tienen una gran influencia en las propiedades físicas de las rocas (Saotome et al., 2002) y por tanto en su calidad como material de construcción. Por este motivo es muy importante realizar una caracterización petrográfica objetiva de la que se obtengan resultados numéricos que permitan analizar la relación existente entre petrografía y los valores obtenidos en los ensayos petrofísicos.

Para buscar una metodología de dicha cuantificación petrográfica, en este trabajo se han escogido dos tipos de mármoles comerciales correspondientes a sendas categorías de dolomías brechoides, comercializadas con las denominaciones de Marrón Emperador y Beige Serpiente. Estos materiales han sido suministrados por Esteve y Máñez S.A. en febrero de 2005.

MATERIALES

Estos materiales están constituidos por dolomita y calcita en diversas proporciones. En general la dolomi-

ta corresponde a clastos de dolomías microcristalinas y/o mesocristalinas, de morfologías variables, si bien ocasionalmente se observa algo de cemento dolomítico. La calcita corresponde principalmente a vénulas y cemento intercrystalino y, en el caso particular de algunas facies del Beige Serpiente, cemento interpartícula. Frecuentemente también contienen calcita asociada a estructuras relacionadas con procesos kársticos.

A mesoescala existen grandes diferencias entre las facies estudiadas del Marrón Emperador y las del Beige Serpiente. El primero corresponde a una dolomía intensamente fracturada. Se observan abundantes fracturas con fuertes procesos de disolución, rellenas de un cemento más claro. Este sistema de fracturas delimita clastos de geometría muy irregular y aspecto anguloso. El tamaño de estos clastos es muy variable, oscilando sus superficies entre los 0,005 cm² y los 1,5 cm². La distribución espacial de los tamaños de clastos es muy heterogénea, y en algunos casos puede observarse una fuerte orientación preferencial en la geometría de los clastos. Pueden verse más detalles sobre el Marrón Emperador en García del Cura et al., 1999.

La facies estudiada del Beige Serpiente corresponde a una brecha, que de forma puntual presenta aspecto de conglomerado brechoide, cuyos clastos, con predominio de dolomías cristalinas no aparecen tan patentemente delimitados por fracturas, a diferencia del Marrón Emperador citado. Los clastos poseen ta-

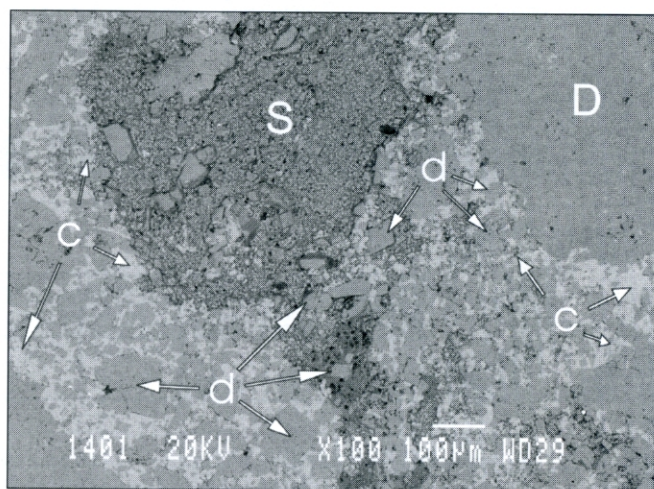
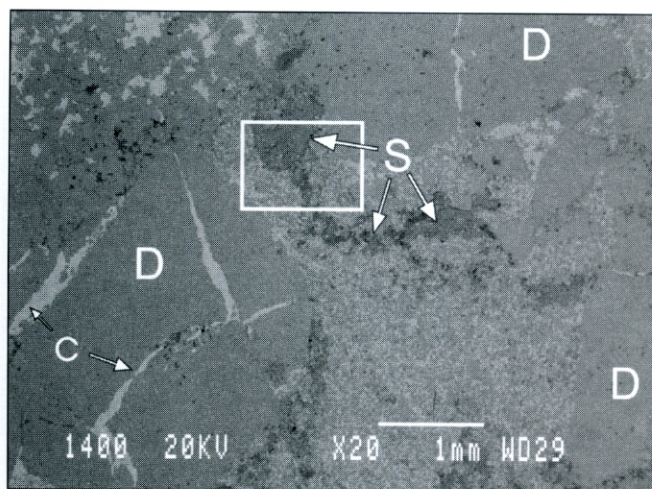


FIGURA 1. Fotomicrografías del MEB-BSE del Beige Serpiente mostrando clastos dolomíticos (D) y cemento calcítico (c) con cristales de dolomita dispersos (d) y una zona más porosa asociada a un estilolito (S).

maños muy variados, con superficies que oscilan entre los 0,02 cm² y los 0,9 cm². Su geometría es muy irregular y el aspecto mayoritariamente anguloso. El espacio entre los clastos está ocupado principalmente por un cemento, a simple vista rosado, constituido por calcita con cristales dispersos de dolomita (Fig. 1). Muchos de los clastos presentan vénulas calcíticas de color blanco que no afectan al conjunto de la roca. Es relativamente abundante la porosidad de hueco asociada a las masas de cemento en las que a veces se desarrollan microgeodas.

METODOLOGÍA

La cuantificación petrográfica de las dolomías brechoides estudiadas se ha realizado mediante el análisis digital de imágenes (Coster et al., 2001; Lemaire, 2005). Las imágenes digitales del material se han obtenido escaneando cada una de las caras de las probetas de 7x7x7 cm (Fig. 2A.). El tratamiento digital de estas imágenes en color se ha realizado empleando diversos programas informáticos. Este proceso presentaba numerosos problemas y suponía una tarea muy compleja debido a la gran similitud entre los histogramas de los diferentes canales RGB. Aplicando distintos filtros (empleando el programa *analySIS Image Processing*) y mediante análisis multiespectral (RGB) se ha conseguido diferenciar entre los diferentes tipos de cemento y las brechas dolomíticas. La imagen así obtenida se ha binarizado y retocado mediante el programa *Adobe Photoshop* (Fig. 2B.). Una vez obtenida la imagen binarizada se han

medido, empleado el programa *ImageTool*, diferentes aspectos petrográficos y geométricos de las dolomías brechoides.

RESULTADOS

Una vez realizado el complejo proceso de obtención de la imagen binarizada, tratada digitalmente, de las dolomías brechoides, el análisis de estas imágenes nos proporciona numerosa información que nos permite cuantificar sus características petrográficas.

De este análisis se han obtenido valores de parámetros geométricos de cada una de las brechas (área, perímetro, elongación, esfericidad, redondez, diámetro equivalente, etc...), así como de su posición y orientación espacial (coordenadas XY del centroide, y los ángulos que forman el eje mayor y menor con respecto a la horizontal).

A partir de estos datos se han podido elaborar mapas de densidad de brechificación (Fig. 2C.), donde se puede estudiar la distribución espacial de las brechas. También se han obtenido diagramas en los que se representa la orientación de las partículas con determinados valores de elongación, y de esta forma estudiar la presencia de orientaciones preferentes en la probeta; o calcular la cantidad de partículas orientadas en determinadas direcciones (partículas entre ángulos límite) (Fig. 2D.). Así mismo, se han podido calcular numerosos coeficientes que permiten evaluar numéricamente aspectos petrográficos, como el contenido en calcita de la probeta, su densidad de brechificación (D.B.) o la

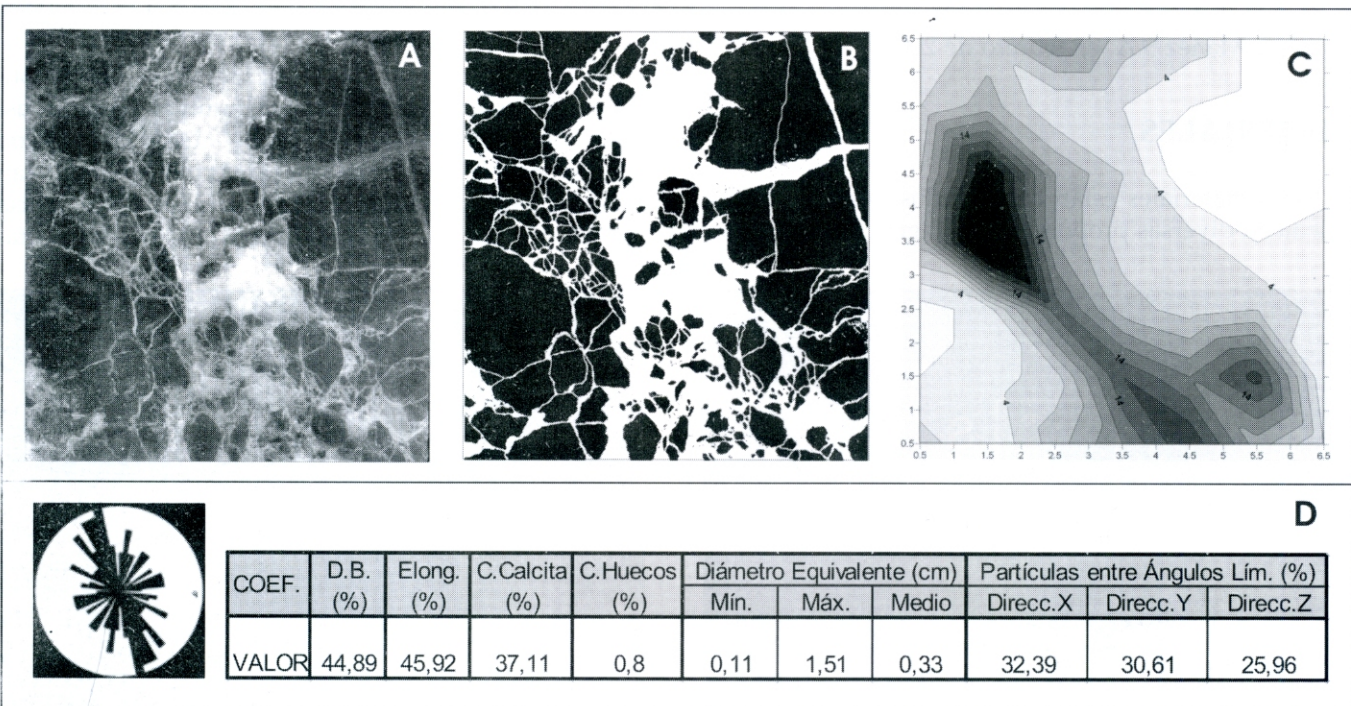


FIGURA 2. Diferentes imágenes del Marrón Emperador obtenidas mediante análisis digital de imágenes. (A) Imagen inicial, obtenida mediante el escaneado de la probeta. (B) Imagen 2A binarizada y tratada digitalmente. (C) Mapa de Densidad de Brechificación, elaborado a partir de los resultados obtenidos del análisis digital de la imagen 2B. (D) Diagrama de orientaciones y Coeficientes petrográficos, elaborado y calculados a partir de los resultados del análisis digital de la imagen 2B.

cantidad de huecos presentes en las caras de la muestra (Fig. 2D.).

Todos estos mapas, coeficientes y diagramas ofrecen una cuantificación detallada de las características texturales y estructurales de las dolomías brechoides. El análisis y estudio estadístico de los valores obtenidos nos permitirán parametrizar estas características y modelizar de forma precisa su relación con otros parámetros petrofísicos (propiedades mecánicas, características de la transmisión de ondas ultrasónicas, durabilidad, permeabilidad, etc.).

CONCLUSIONES

La cuantificación de las características petrográficas de las dolomías brechoides es una tarea de especial importancia, ya que se obtiene una descripción objetiva de su petrografía. A partir de los valores medidos es posible establecer correlaciones numéricas con otros parámetros petrofísicos. Estas correlaciones nos permitirán conocer, en trabajos posteriores, qué características petrográficas, cómo y cuánto, influyen en su comportamiento mecánico, hídrico, ultrasónico, etc.

El caso concreto de la cuantificación de la petrografía de las dolomías brechoides es especialmente complejo, debido a su algo grado de heterogeneidad y sus características texto-estructurales. El Análisis Digital de Imágenes, ha permitido obtener resultados muy satisfactorios, que proporcionan una descripción objetiva de la geometría, distribución y orientación de las brechas en la probeta, demostrando que se trata de una herramienta altamente eficaz para la cuantificación petrográfica de materiales pétreos.

La metodología empleada en el tratamiento digital de imágenes es compleja, hemos empleado diferentes programas informáticos que transforman la imagen en color adquirida inicialmente, en una imagen binarizada (mediante análisis multispectral —RGB—) en la que se diferencian las brechas por una parte y los distintos tipos de cementos por otra. Una vez obtenida y retocada la imagen binarizada se ha realizado el análisis digital, obteniéndose numerosos parámetros petrográficos de los que se obtienen diferentes mapas, coeficientes petrográficos y diagramas de orientación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto concedido por el MCYT: MAT 2003-01823. J. Martínez-Martínez ha contado con una beca de formación de doctores en Unidades Asociadas entre Universidades y el CSIC. Agradecemos a Esteve y Máñez S.A. el suministro del material pétreo.

REFERENCIAS

- García del Cura, M.A., Rodríguez, M.A., Pina, J.A., Cañaveras, J.C., Baltuille, J.M., Ordóñez, S. (1999). *Bol. Geol. Min.* 110, 67-76.
- Coster, M., Chermant, J.L. (2001). *Cement & Concrete Composites*, 23, 133-151.
- Saotome, A., Yoshinaka, R., Osada, M., Sugiyama, H. (2002). *Engineering Geology*, 64, 1-17.
- Lemaire, G., Escadeillas, G., Ringot, E. (2005). *Construction and Building Materials*, 19, 604-611.