

# Caracterización Petrográfica y Petrofísica de la Roca Encajante de la Cueva del Rull (Vall d'Ebo, Alicante)

/ L. DE CARVALHO (1); C. PLA (2,3); S. GALVAÑ (3); J. CUEVAS (2); J.M. ANDRÉU (2); J.C. CAÑAVÉRAS (2,3); D. BENAVENTE (2,3\*)

(1) Departamento de Geociências. Instituto de Agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Brasil

(2) Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Campus San Vicente del Raspeig s/n. 03690 San Vicente del Raspeig (Alicante).

(3) Laboratorio de Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC-Universidad de Alicante. Campus San Vicente del Raspeig s/n. 03690 San Vicente del Raspeig (Alicante).

## INTRODUCCIÓN

La Cueva del Rull se encuentra en el sector nororiental de la Cordillera Bética, en el denominado Prebético Externo de Alicante (Azema 1977). Regionalmente, la zona de estudio está dominada por la dinámica compresiva de los materiales calizos existentes (Cretácico Superior) afectados, desde el Mioceno Medio y durante el Mioceno Superior, por diversos movimientos tectónicos a partir de los cuales se origina la Depresión de la Vall d'Ebo. Esta fosa tectónica, cuyos bordes norte y sur quedan delimitados por fallas normales con dirección aproximada E-O, está rellena por materiales rudíticos de edad Mioceno Superior, predominantemente conglomeráticos, de espesor variable (decenas a más de 100 metros), localmente plegados y depositados sobre margas de facies "tap" (margas mal estratificadas de carácter arcillo-limoso, desagregadas y de color blanquecino en superficie, cuya edad se atribuye al Mioceno Medio).

Los materiales en los que se sitúa la Cueva del Rull y actúan de roca encajante, son unos paquetes de conglomerados masivos, sin apenas estructuras internas, depositados en medios litorales (localmente continental) correspondientes a facies proximales de abanicos aluviales. Estos materiales presentan una gran variabilidad y complejidad textural y petrofísica. En este trabajo se presenta un estudio petrográfico y petrofísico de los mismos.

## METODOLOGÍA

Se han muestreado diversos afloramientos de conglomerados del Mioceno Superior en diferentes ubicaciones de la Depresión de la Vall d'Ebo, así como de materiales calizos cretácicos que constituyen el borde de la cuenca o

depresión. El estudio petrográfico se ha realizado con un microscopio Zeiss Axioskop.

La porosidad abierta se determinó saturando las muestras bajo vacío; la porosidad total se calculó a partir de la relación entre la densidad de conjunto (UNE EN 1936, 2007) y la densidad real. La densidad real se obtuvo con un Picnómetro AccuPyc 1330. El transporte de agua se cuantificó a partir de los coeficientes de permeabilidad y de absorción capilar. Para obtener el coeficiente de permeabilidad se utilizó un permeabilímetro triaxial con célula Hoek. El equipo proporciona valores reproducibles en el rango de medida de  $\sim 10^{-12}$  a  $10^{-4}$  m/s ( $\sim 10^{-4}$  -  $10^4$  mD) (Benavente et al., 2007). Para calcular dicho coeficiente, las probetas, previamente saturadas de agua bajo vacío, se analizaron someténdolas a una presión de confinamiento de 18 bar, y a unas presiones superior e inferior de 17 y 2 bar, respectivamente. Las presiones utilizadas son muy bajas en comparación con la resistencia mecánica de la roca y, por tanto, no modifican el sistema poroso ni generan fisuración sobre la probeta (Cueto et al., 2009). Por su parte, el coeficiente de absorción capilar se calculó utilizando las recomendaciones de la norma UNE-EN 1925 (1999). Debido a la heterogeneidad de las muestras que constituyen la roca encajante de la Cueva de Rull, todas las propiedades se obtuvieron sobre las mismas muestras cilíndricas, de 3 cm de diámetro y 6 cm de longitud, con el objeto de relacionar dichas propiedades entre sí.

## RESULTADOS

### Caracterización petrográfica

Predominan los términos conglomeráticos clastosostenidos (ortoconglomerados) aunque se han recono-

cido fábricas brechoides tipo crackle, mosaico y caóticas. Los ortoconglomerados presentan clastos heterométricos de morfología subangulosa a redondeada. Composicionalmente, si bien se trata de conglomerados oligomíticos de caliza, los tipos texturales y las edades de las calizas que constituyen estos clastos son muy variados. Se han reconocido clastos de: wackestone-packstone, ricos en globigerínidos (Caliza de Graderío, Coniaciense-Campaniense superior), packstones-grainstones fosilíferos (Campaniense), wackstones-packstones más o menos recristalizados con nummulites (Paleoceno-Eoceno) y boundstones-rudstones de algas (Mioceno inferior). En las zonas centrales y occidentales de la cuenca abundan los términos conglomeráticos, formados predominantemente por clastos de calizas senonienses, ya sea Caliza de Graderío o calizas algo más modernas. Los términos brechoides se han reconocido puntualmente en los bordes de la cuenca, muy cerca de los relieves cretácicos. La pasta que rellena el esqueleto de los ortoconglomerados es variable y presenta diferente coloración (oscura, anaranjada, rojiza...) (Fig.1) en función de su composición. Hay términos en los que predomina la matriz sobre el cemento y viceversa. La matriz es normalmente de naturaleza calcárea, diferenciándose una textura microcristalina (micrítica con diferentes grados de recristalización) y una matriz arenosa dónde predominan los granos carbonáticos (fragmentos de roca y fósiles) y algún grano de terrígenos (2-8 %), principalmente cuarzo. En los términos en los que predomina la matriz, el cemento, tipo mosaico, aparece rellenando pequeños huecos irregulares (50-200 mm) en su seno.

Existen términos donde se pueden reconocer diferentes tipos texturales de cemento:

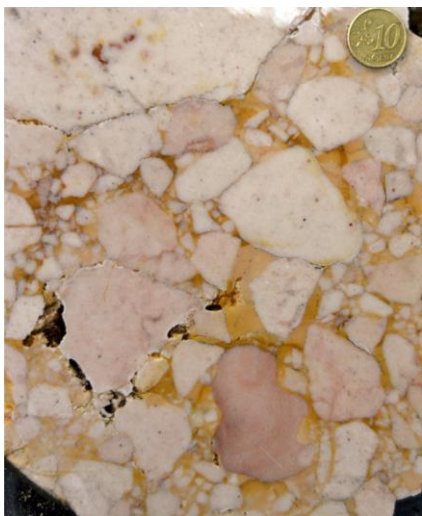


fig 1. Aspecto general de los ortoconglomerados de la Cueva del Rull.

- Cementos ferruginosos en forma de pequeñas películas que rodean los clastos (Fig. 2, C1).
- Cementos micríticos biogénicos que generalmente tapizan de forma discontinua los clastos, delineando el contacto con el agua en una fase diagenética temprana (eogenética marina) (Fig. 2, C2).
- Cementos esparíticos con textura equant y/o drusy, alcanzando ocasionalmente un gran tamaño de cristal (> 2 mm) en el centro del poro, ya sea en posición intragranular o intramatriz (Fig. 2, C3).

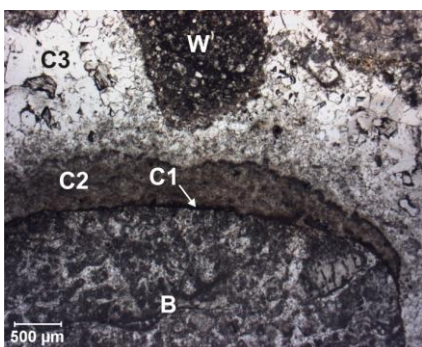


fig 2. Clastos de calizas arrecifales (B) y wackestones fosilíferos (W) en una pasta formada por diversos tipos texturales de cemento (ver texto).

El tipo textural de porosidad predominante es la intergranular. Estos conglomerados no presentan rasgos evidentes de compactación ni de otros procesos diagenéticos indicativos de un enterramiento profundo. El desarrollo de conductos y cavidades kársticas, principalmente por disolución, corresponde a una fase telodiagenética en la evolución del relleno de la fosa de la Vall d'Ebo.

### Caracterización petrofísica

La roca estudiada presenta una porosidad dual definida por poros y fisuras. Los poros son de tipo intergranular e intercrystalino y están presentes en los clastos, matriz y cementos. La porosidad secundaria, tipo fisura, es muy variable en cantidad o densidad, longitud, apertura, grado de cementación y conexión. Destaca la presencia de fisuras interclasto y, en menor medida, fisuras parcialmente cementadas que rodean a los clastos (circunclasto) (Fig. 2).

Las muestras estudiadas ofrecen valores de porosidad muy bajos. Los valores de porosidad abierta ( $1.31 \pm 0.12$  %) y total ( $1.58 \pm 0.16$  %) son similares, lo que indica que hay poca porosidad cerrada y pocos poros tipo vug. Los valores de densidad real ( $2.70 \pm 0.0$  g/cm<sup>3</sup>) son similares a la densidad de la calcita, lo que refleja la naturaleza calcítica de las muestras estudiadas. El volumen de huecos que define la porosidad está constituido principalmente por poros. Las fisuras contribuyen fundamentalmente al transporte de agua y, en menor medida, al valor de porosidad.

Los valores de los coeficientes relacionados con el transporte de agua son muy bajos, reflejo de las propiedades del sistema poroso.

El coeficiente de absorción capilar, que cuantifica el transporte de agua en medios no saturados, es muy bajo  $1.05 \pm 0.37$  g/m<sup>2</sup>s<sup>0.5</sup>. El coeficiente de permeabilidad, que cuantifica el transporte de agua cuando la roca está totalmente saturada en dicho elemento, es también muy bajo (al igual que el coeficiente de absorción capilar). Los valores obtenidos varían desde el límite de detección del equipo ( $10^{-12}$  m/s) hasta  $5 \cdot 10^{-11}$  m/s. Según la clasificación de Hölting para la permeabilidad de rocas y suelos, la roca encajante de la Cueva del Rull es muy poco permeable (valores  $< 10^{-8}$  m/s).

### CONCLUSIONES

La roca encajante de la Cueva de Rull presenta una importante complejidad textural, donde predominan los términos conglomeráticos clastosostenidos con clastos heterométricos de morfología subangulosa a redondeada. Los conglomerados tienen naturaleza calcárea; los tipos texturales y las edades de los clastos son muy variados.

La matriz es normalmente de naturaleza calcárea, diferenciándose una textura microcristalina y arenosa. Se pueden reconocer cementos micríticos, ferruginosos y esparíticos con textura equant y/o drusy. Presenta una porosidad dual, con valores de porosidad abierta y coeficientes de capilaridad y permeabilidad muy bajos. Este hecho provoca que las aguas de infiltración lleguen al interior de la cavidad principalmente por la red de fracturas que constituyen la cueva; de igual forma ocurre con el intercambio de gases entre el interior de la cavidad y la atmósfera externa. Sin embargo, la caracterización petrográfica y petrofísica muestra que el transporte de fluidos también se produce, aunque de forma lenta y limitada, a través de los poros y fisuras de la roca encajante. Su relación con la dinámica de los gases cavidad-atmósfera y con el quimismo de los goteos es, en la actualidad, objeto de investigación.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CGL2011-25162 del Ministerio de Economía y Competitividad. C. Pla cuenta con una beca predoctoral del MEC correspondiente a dicho Proyecto.

### REFERENCIAS

- Azéma, J. (1977): *Étude géologique des zones externes des Cordillères Bétiques aux confins des provinces d'Alicante et de Murcie (Espagne)*. Tesis Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 393 p.
- Benavente, D., Martínez-Martínez, J., Cueto, N., García-del-Cura, M.A. (2007): *Influence of petrophysical properties on the salt weathering of porous building rocks*. *Env. Geol.* 52, 197-206
- Cueto, N., Benavente, D., Martínez-Martínez, J., García-del-Cura, M.A. (2009): *Rock fabric, pore geometry and mineralogy effects on water transport in fractured dolostones*. *Eng. Geol.* 107, 1-15.
- Hölting, B. (1984): *Hydrogéologie*. Ferdinand Enke, Stuttgart.
- UNE-EN 1925. (1999): *Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad*. AENOR. 13 p.
- UNE EN 1936. (2007). *Determinación de la densidad real y aparente y de la porosidad abierta y total*. AENOR. 13 p