

# Caracterización petrográfica de materiales procedentes del Bañuelo (Granada) para su restauración.

Laura Crespo-López López (1\*), Anna Arizzi (1, 2), Eduardo M. Sebastián Pardo (1, 2)

(1) Tesela, Materiales, innovación y patrimonio S.L. Spin-off Universidad de Granada, C/Gran Vía de Colón 48 5º2, 18010, Granada.

(2) Departamento de Mineralogía y Petrología, Universidad de Granada, Fuentenueva s/n Granada, España.

\* corresponding author: [lcrespo@teselainnova.com](mailto:lcrespo@teselainnova.com), [lcrespo.geo@gmail.com](mailto:lcrespo.geo@gmail.com)

**Palabras Clave:** Materiales de construcción, Patrimonio, Restauración, Tapial, Morteros, Deterioro, Yeso | **Key Words:** Building Materials, Heritage, Restoration, Earthen materials, Mortars, Deterioration, Gypsum.

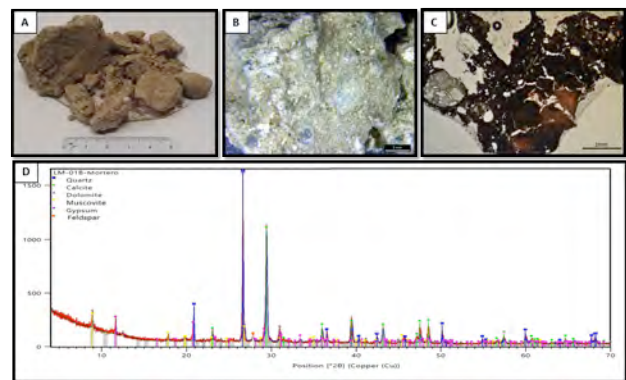
## INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta la caracterización de distintos materiales de construcción procedentes del Bañuelo (o *Baño de Palacios*, edificio declarado Bien de Interés Cultural (BIC) situado en la Carretera del Darro nº31, Granada) con el fin de detectar posibles diferencias constructivas y presencia de patologías. Esto permitirá desarrollar unos métodos de consolidación y conservación específicos, que garanticen la adecuada restauración de los materiales y elementos estructurales que conforman el recinto del Bañuelo.

## METODOLOGÍA

Se tomaron 13 muestras de tapias, morteros y ladrillos, que se estudiaron mediante:

- Observación directa o visual (Fig. 1A) ya que permite identificar a simple vista pequeñas diferencias macro-texturales.
- Lupa-Videomicroscopio (EVL) modelo VDM 2000 de Leica, con software Leica Application Suite V.3.8.0 para la adquisición de fotografías (Fig. 1B) identificando así ciertas características relevantes a pequeña escala, como morfologías cristalinas y el sistema porométrico.
- Microscopía óptica de luz polarizada (MOP). Equipo Carl Zeiss “Jenapol-U” con cámara digital (Nikon D7000) (Fig. 1C) con el objetivo de describir las propiedades estructurales, composicionales y texturales que caracterizan cada muestra.
- Difracción de Rayos-X (DRX). Difractómetro X’Pert Pro con radiación de cobre. Interpretación con Xpert Highscore 2.0 (PANalytical) equipado con la base de datos de la JCPDS, PDF-2 (Fig. 1D), para identificar y cuantificar las fases minerales que componen las muestras.



**Fig 1.** Ejemplo de la metodología de estudio aplicada a las muestras del Bañuelo. A) Observación directa y visual, toma de fotografía de la muestra pre-análisis. B) Fotografía realizada con la técnica EVL. C) Microfotografía realizada con nicoles paralelos con la técnica MOP. D) Difractograma de Rayos-X de una muestra de mortero.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

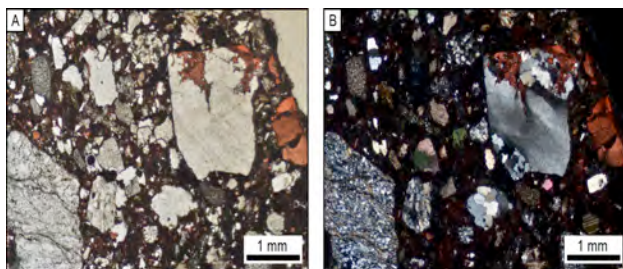
### Morteros

Se analizaron seis muestras de morteros que presentan similar composición mineral: cuarzo, yeso, calcita, filosilicatos (micas±clorita), dolomita, minerales metálicos y feldespatos. El yeso podría estar presente como fase aglomerante junto con la cal en las muestras donde se encuentra en mayor cantidad (morteros bastardos) y como fase de alteración en otras.

Se observó una proporción alta de áridos, los cuales son de naturaleza sedimentaria y metamórfica. Su morfología es variada dependiendo de su composición y tamaño, siendo la mayoría de los granos irregulares (Fig. 2). El tamaño también es variado dependiendo de la muestra (0,1-5 mm), observándose, en general, una granulometría continua del árido, que indica un buen empaquetamiento (Arizzi, 2012). Con frecuencia en las muestras se observan granos fisurados y alterados.

El aglomerante es calcítico, aunque en algunas de las muestras no se puede considerar de esta naturaleza en su

totalidad, ya que la tinción de la matriz con rojo alizarina no es completa.

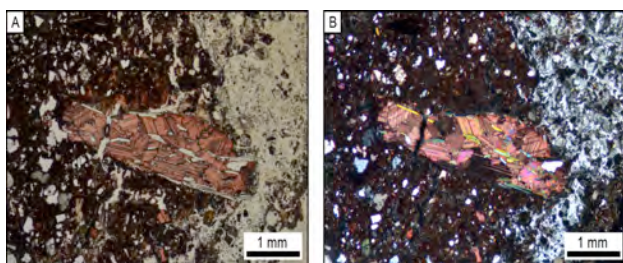


**Fig 2.** Microfotografías realizadas en un microscopio de luz transmitida con nicoles paralelos (A) y con nicoles cruzados (B) en las que se observa la gran variedad de áridos de diversa naturaleza, morfología y tamaño que conforman una de las muestras de mortero.

### Tapias

Se tomaron cinco muestras de tapias con una dosificación de áridos alta, con granos y partículas de diversos tamaños y morfologías, dependiendo de su naturaleza mineralógica/petroológica. Al estudiar su composición, se pudo determinar que están constituidos sistemáticamente por cuarzo, calcita,  $\pm$ dolomita,  $\pm$ feldespatos,  $\pm$ micas,  $\pm$ clorita, y raramente magnetita. También, se ha detectado la existencia de yeso como sal soluble (producto de alteración).

Según el estudio petrográfico, se pudieron observar numerosas inclusiones minerales (Fig. 3), así como bordes de reacción y recristalizaciones secundarias. Estas dos últimas características texturales nos confirman que las muestras de tapial estudiadas son originales.



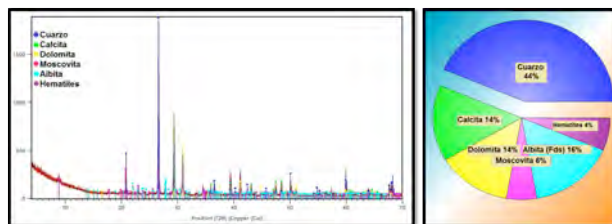
**Fig 3.** Microfotografías realizadas en un microscopio de luz transmitida con nicoles paralelos (A) y con nicoles cruzados (B) en las que se observa un fragmento de calcita el cual posee un alto grado de alteración. Véase las inclusiones de filosilicatos formados a posteriori con una morfología tabular y altos colores de interferencia.

### Ladrillos

Las dos muestras de ladrillo estudiadas corresponden a dos localizaciones diferentes del Bañuelo, de la bóveda y de la escalera, ambos de época medieval.

Los resultados de DRX y MOP proporcionan informaciones sobre las condiciones de cocción de las muestras (Cultrone, 2001). Así, una de las muestras de entonación rojiza, se caracteriza por presentar una matriz anisótropa, prácticamente birrefringente y presencia de

inclusiones de fragmentos de rocas parcialmente descompuestas. En esta muestra se detecta, mediante DRX, la coexistencia de calcita y micas con feldespatos tipo ortoclasa, además hematites. La temperatura de cocción estimada se encontraría en torno a 750°C. En el caso de la muestra amarillenta, la textura es algo más homogénea que de la muestra anterior y el tamaño medio de los poros es más grande. La presencia de calcita y dolomita (según DRX, Fig. 4) indica que la temperatura de cocción de esta pieza ha sido muy baja, inferior a la del otro ladrillo, posiblemente por debajo de 700°C.



**Fig 4.** Difractograma de Rayos-X realizado a una muestra de ladrillo junto a su cuantificación mineral.

### CONCLUSIONES

- El aglomerante de los morteros es cal calcítica, aunque se han encontrado también morteros bastardos de cal y yeso.
- Los áridos que forman parte de tapias y morteros pertenecen a rocas principalmente metamórficas y sedimentarias, predominando las propias del entorno.
- Los morteros fueron elaborados según su función constructiva y/o de los distintos periodos de tiempo de su puesta en obra.
- Las dos muestras de ladrillo presentan diferencias cromáticas, así como distintas composiciones mineralógicas y características texturales, que vienen determinadas por las distintas materias primas utilizadas en su fabricación y por la temperatura de cocción.
- No se aprecian patologías significativas en los materiales. Únicamente la existencia de yeso como fase de alteración en puntos muy localizados.

### REFERENCIAS

- Arizzi, A. (2012): Desing of ready-to-use rendering mortars for use in restoration work. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, 286 p.
- Cultrone, G. (2001): Estudio mineralógico-petrográfico y físico-mecánico de ladrillos macizos para su aplicación en intervenciones del patrimonio histórico. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, 267 p.