

Zonación en las eflorescencias salinas del Arco de Jamete de la catedral de Santa María de Cuenca

Javier Martínez-Martínez (1*), Enrique Torrero (2), David Sanz (2), Francisco Castilla (2)

(1) Centro Nacional Instituto Geológico y Minero de España (CN IGME-CSIC), 28760, Tres Cantos (España)

(2) Escuela Politécnica de Cuenca. Universidad de Castilla-La Mancha, 16002, Cuenca (España)

* corresponding author: javier.martinez@igme.es

Palabras Clave: cristalización de sales, patrimonio cultural, epsomita, nitrato. **Key Words:** salt crystallization, cultural heritage, epsomite, nitrate.

INTRODUCCIÓN

El conocido como “Arco de Jamete” constituye la monumental puerta de acceso al claustro de la catedral de Cuenca. Construido por Esteban Jamete entre 1546 y 1550, es considerado una obra de referencia del Renacimiento español. Está configurado como un monumental arco triunfal tras el que se abre una capilla con bóveda elíptica, nichos laterales y la portada del claustro al fondo. El estado de conservación es alarmante, mostrando importantes faltas de volumen en esculturas y paramentos. Este avanzado deterioro es consecuencia de, por una parte, un proceso continuo asociado a la cristalización de sales; y por otra parte, al desafortunado hundimiento de la torre del Giraldo de la catedral (1902), parte de la cual cayó sobre el espacio del Arco de Jamete.

Desde 2020, la Universidad de Castilla-La Mancha y el Instituto Geológico y Minero de España están colaborando en el estudio y caracterización del proceso erosivo que afecta al conjunto del Arco de Jamete. Este trabajo se centra en el análisis de las eflorescencias salinas del monumento. El deterioro por cristalización de sales es un problema frecuente en el patrimonio arquitectónico de la catedral (Martínez-Martínez et al., 2021), pero en el caso del Arco de Jamete este proceso alcanza una intensidad llamativa. Los resultados de este artículo muestran la zonación observada en las sales, tanto respecto al hábito cristalino como a su mineralogía.

METODOLOGÍA

La roca de construcción se caracterizó petrográficamente mediante observación de lámina delgada en Microscopio Óptico Petrográfico. El sistema poroso se analizó mediante porosimetría de mercurio (Autopore IV 9500 Micrometrics). El presente trabajo se centra en el paramento oriental de la capilla tras el arco triunfal, ya que es la que muestra un mayor desarrollo de las eflorescencias. La distribución espacial de las eflorescencias salinas se cartografió sobre esquema constructivo. El hábito cristalino de las sales se observó con un microscopio digital portátil (DinoLite WF4115ZTL). Se muestrearon las diferentes tipologías de eflorescencias salinas (según hábito) y se procedió a su caracterización en los Laboratorios Generales del CN IGME-CSIC. La composición mineral se determinó mediante Difracción de Rayos X (DRX) (Panalytical X'pert PRO - Cu- α radiation 45 kV, 40 mA y detector X'Celerator) y observación en Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) (JEOL JSM-6010 LA PLUS) con analizador JEOL EDS para microanálisis.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Caracterización del sustrato pétreo

La roca empleada para la construcción del arco y capilla, así como para todos sus elementos escultóricos y ornamentales, es una caliza lacustre blanca, con facies micrítica que puede mostrar ocasionalmente una marcada laminación horizontal. El contenido mineral es principalmente calcita, aunque puede contener contenidos variables (y bajos) de cuarzo (Torrero et al., 2015). La porosidad de esta roca oscila entre el 28% y el 45%, con un tamaño de poro marcadamente centrado entre 1 y 10 μ m.

Zonación mineral

La mineralogía mayoritaria en todas las muestras estudiadas (determinada por DRX) es sulfato magnésico (epsomita-kieserita) con contenido variable en sulfato sódico (mirabilita-thenardita). Observaciones puntuales en SEM detectaron contenidos accesorios en nitratos (probablemente nitrato potásico –niter- y/o nitrato sódico –nitratita-) y cloruros (halita y silvita). Los minerales accesorios (nitratos y cloruros) aparecen en las muestras tomadas a mayor altura respecto al nivel de suelo (entre 0,6 y 1,5 metros) y su concentración tiende a aumentar al aumentar la altura de muestreo. Esta diferenciación se justifica por la diferente solubilidad de las fases minerales disueltas en la disolución intersticial de la roca, siendo mucho mayor en nitratos y cloruros, lo cual favorece su aparición cuando los procesos de concentración y evaporación son más intensos (es decir, a mayor distancia respecto las zonas de alimentación de disolución). La aparición de sulfatos en todo el perfil del paramento (incluso a alturas superiores a los 4 metros) se debe a que la parte superior del paramento estudiado está expuesto al exterior (la parte inferior colinda con capillas anexas; Torrero et al., 2015), por donde recibe un aporte exterior de humedad que moviliza los iones hacia la parte interior del muro.

Zonación en el hábito mineral

Se han identificado diferentes hábitos minerales con una distribución aproximadamente regular (en bandas) en el paramento estudiado. Se reconocen los siguientes hábitos (de abajo a arriba): 1) costra fina pulverulenta; 2) tapiz microcristalino con hábito acicular; 3) costra fina discontinua; 4) agregados botroidales, aislados; 5) costra botroidal más o menos continua; 6) cristales aciculares con gran desarrollo; 7) agregados esqueletales con estructura muy abierta; 7) fina costra masiva. El desarrollo de los diferentes tipos de hábitos está condicionado principalmente por las condiciones ambientales del espacio del Arco de Jamete y la humedad del sustrato en el que crecen, y no tanto por un control mineralógico, puesto que los diferentes hábitos se desarrollan en mineralogías similares (mayoritariamente sulfatos magnésicos y sódicos). Arnold & Zehnder (1989) propusieron una relación entre la morfología de los cristales y la humedad del sustrato, observando la siguiente evolución de mayor a menor humedad: grandes cristales euhedrales > costra granular formada por pequeños cristales isométricos > costra fibrosa > cristales columnares y fibrosos gruesos > cristales aciculares finos.

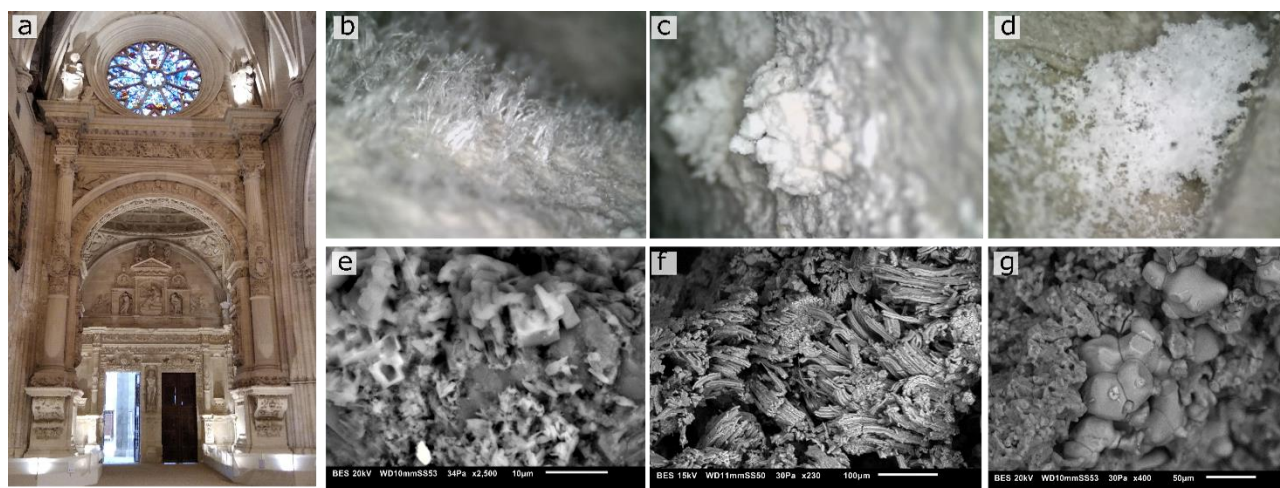


Fig 1. Arco de Jamete de la Catedral de Cuenca (a). Fotografías b-d: imágenes de las eflorescencias obtenidas con el microscopio digital portátil mostrando diferentes hábitos: acicular (b), botroidal aislado (c), agregados esqueletales con estructura abierta (d). Fotomicrografías e-g: imágenes obtenidas con SEM: cristales de halita-silvita (e); cristales de sulfato magnésico (f) y cristales de nitrato (g).

REFERENCIAS

- Arnold, A. & Zehnder, K. (1989): Slat weathering on monuments. En: La conservazione dei monumenti nel bacino del Mediterraneo. Atti del I simposio internazionale. 30 p.
- Martínez-Martínez, J., Torrero, E., Sanz, D., Navarro, V. (2021): Salt Crystallization Dynamics in Indoor Environments: Stone Weathering in the Muñoz Chapel of the Cathedral of Santa María (Cuenca, central Spain). *J. Cult. Her.*, **47**, 123-132.
- Torrero, E., Sanz, D., Arroyo, M.N., Navarro, V. (2015): The cathedral of Santa María (Cuenca, Spain): principal stone characterization and conservation status. *Int. J. Conserv. Sci.*, **6(4)** 625-632.