

Evaluación del estado de conservación, caracterización de materiales y propuesta de intervención del Palacio Vázquez de Molina (Úbeda, Jaén)

Laura Crespo-López (1*, 2), Giuseppe Cultrone (1), Anna Arizzi (1, 2), Eduardo Sebastián Pardo (1, 2)

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

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

* corresponding author: lcrespo.geo@gmail.com, lcrespo@teselainnova.com

Palabras Clave: Caracterización de materiales, Calcarenita, Piedra Dorada, Estado de conservación, Mineralogía. **Key Words:** Materials characterization, Calcarenite, Piedra Dorada, State of conservation, Mineralogy.

INTRODUCCIÓN

Se presenta el estudio del estado de conservación del Palacio Vázquez de Molina o Palacio de las Cadenas, un Bien de Interés Cultural situado en Úbeda (Jaén). Las degradaciones generales detectadas son principalmente la pérdida de cohesión de material, las arenizaciones, las eflorescencias y sub-eflorescencias salinas y las costras negras. También es relevante la pérdida de soporte y de mortero entre juntas, la presencia de grietas y desplazamiento de bloques, el ataque biológico y la suciedad adherida. Se han caracterizado los siguientes materiales: (1) la denominada *Piedra Dorada*, una calcarenita de edad Tortoniense de los alrededores de Úbeda y Baeza (Villegas, 1990) que forma parte de la propia arquitectura del palacio y es usada también como árido en los morteros y en las tapias de la zona interior del palacio, y (2) los productos de alteración caracterizados sobre todo por eflorescencias salinas.

METODOLOGÍA Y DATOS

Se analizaron 22 muestras entre materiales pétreos, tapias, morteros y sales utilizando las siguientes técnicas analíticas: (1) observación mediante videomicroscopio binocular (EVL), (2) difracción de rayos-X (DRX), (3) microscopía óptica de polarización (MOP), (4) espectroscopia de absorción infrarroja con transformada de Fourier (FTIR), y (5) microscopía electrónica de barrido con emisión de campo (FESEM) y microanálisis EDX.

RESULTADOS

La *Piedra Dorada* del área de Úbeda-Baeza se puede considerar como una calcarenita o, localmente, como una arenisca calcárea. Se trata de una calcarenita de aspecto masivo, coherente y compacto que no presenta bandeo ni laminación. Su color varía entre dorado, anaranjado y grisáceo. Presenta una textura grano-soportada sin variaciones granulométricas importantes, con terrígenos subangulosos de grano fino. Los bioclastos observados son de tamaño considerable en comparación al resto de componentes. Es una roca poco porosa, bastante isotrópica y homogénea. Las muestras estudiadas presentan una composición química-mineralógica semejante: calcita y cuarzo como fases minerales mayoritarias, \pm filosilicatos (moscovita y glauconita), feldespatos, dolomita, \pm halita y yeso. La glauconita es típica de este tipo de materiales rocosos, existiendo una correlación bastante clara entre la cantidad de glauconita y el color de las muestras (Campos Suñol, 2011).

Los morteros estudiados presentan una apreciable variabilidad composicional. Se pueden distinguir: (1) morteros de cal dosificados con una cantidad apreciable de áridos silíceos. La presencia de minerales metálicos con una composición similar a la ilmenita y el rutilo, y de fosfatos, los cuales podrían indicar la presencia de actividad biológica o de componentes orgánicos. La composición litológica de los áridos de los morteros indica que su procedencia es la calcarenita autóctona; (2) morteros de cal parcialmente alterados por yeso; (3) morteros de yeso compuestos por finos cristales de yeso a los que se les ha añadido cal y árido silíceo. Al contrario que los morteros de cal, el mortero de yeso no es un material totalmente compatible con la naturaleza de la *Piedra Dorada*; (4) morteros bastardos de cal y yeso; y (5) morteros de revestimiento de cal cuyos áridos son granos de feldespatos.

Se tomaron dos muestras de tapial en la segunda planta del Palacio. Una de las muestras presenta una composición dominada por la calcita y, en menor medida, se identifican el yeso y el cuarzo, detectándose trazas de filosilicatos, dolomita y feldespatos. En cambio, en la otra muestra el yeso es el componente mayoritario, acompañado de calcita, dolomita y trazas de cuarzo.

Se analizó una muestra de costra negra sobre piedra por FESEM-EDX. Se pudo observar una superficie de agregados micrométricos de calcita y, en menor proporción, de cuarzo, óxidos de hierro y filosilicatos. La detección de fosfatos indica la presencia de actividad biológica o de componentes orgánicos.

Se tomaron cuatro muestras de sales, dos en la fachada norte y dos en la zona interna del Palacio, composicionalmente muy parecidas. La hexahidrita ($MgSO_4 \cdot 6H_2O$) es la sal que se identifica con más frecuencia y en mayores cantidades en las eflorescencias estudiadas. Este sulfato magnésico soluble es una sal muy dañina que juega un papel relevante en el deterioro de la piedra (López-Arce et al., 2009). Este sulfato aparece acompañado de trazas de otras sales como la mirabilita ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$) y la thenardita (Na_2SO_4), con las que pueden intensificar el efecto dañino sobre la piedra. La procedencia de los iones de calcio, magnesio y sodio que entran a formar parte de estas sales sulfatadas podría ser el propio árido de los morteros, ya que la *Piedra Dorada* contiene calcita y dolomita, o bien el uso de cemento portland en intervenciones pretéritas del palacio.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El color dorado de los materiales pétreos estudiados, así como las variaciones en su tonalidad se atribuyen a la presencia de glauconita y óxidos de hierro en diferentes estados de oxidación. Los granos de la roca están unidos por un cemento calcítico esparítico cuyas proporciones determinan que la *Piedra Dorada* sea del tipo *franca* o *viva* de acuerdo con la denominación de la zona. Ambos tipos están presentes en el edificio. En general, se observa que la piedra *viva* se sitúa en las zonas bajas del edificio mientras que la piedra *franca* domina en las zonas superiores, aunque su distribución en el palacio, a simple vista parece más aleatoria. Esta disposición viene justificada por las diferencias en la porosidad de estos dos tipos de piedra; menor porosidad accesible, pero muy alta microporosidad en la variedad *viva* frente a notable mayor volumen de poros, de carácter macroporoso, en la *franca*.

La mayoría de los morteros estudiados son de cal, algunos de ellos con presencia de yeso de alteración, y solo localmente se utilizó el yeso como único conglomerante (fachada Sur) o de manera dominante (tapial, 2ª planta). Los áridos están constituidos mayoritariamente por fragmentos subredondeados de grano fino de la propia *Piedra Dorada*. Únicamente se salen de este patrón los morteros de revestimiento del interior que contienen áridos fisurados silíceos sin presencia de bioclastos.

Se constata la existencia de sales solubles de composición dominante sulfato-magnésicas con diferentes estados de hidratación, también de sulfatos de sodio (thenardita y mirabilita) y sulfatos de calcio (yeso de alteración). Estas sales solubles, sometidas a frecuentes fluctuaciones de humedad experimentan ciclos de expansión y contracción cristalina que causan esfuerzos tensionales en los poros y fisuras de la piedra y morteros. Este proceso se agudiza por las dilataciones y contracciones térmicas de los cristales, sobre todo de calcita, en las superficies de los materiales del palacio. Estos ciclos sucesivos son los responsables de la arenización y desplazamientos de los elementos ornamentales pétreos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido cofinanciado por el Grupo de Investigación RNM-179 de la Junta de Andalucía y el Proyecto de Investigación MAT-2016-75889-R, y TESELA, Materiales, Innovación y Patrimonio S.L.

REFERENCIAS

- Campos Suñol, M.J. (2011): La Piedra Dorada en Úbeda y Baeza. Caracterización y procesos de alteración. Tesis doctoral. Universidad de Jaén, 346 p.
- López-Arce, P., Doehne, E., Martin, W. y Pinchin, S. (2008): Magnesium sulphate salts and historic building materials: Experimental simulation of limestone flaking by relative humidity cycling and crystallization of salts. *Materiales de Construcción*, **58**: 125-142.
- Villegas, R., (1990): Estudio de la alterabilidad y respuesta a tratamientos de conservación de los principales tipos de piedra utilizados en catedrales andaluzas. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla, 400 p.