

# Influencia de una Restauración en la Alteración del Convento de San Francisco de Baeza (Jaén)

/ ESTHER ONTIVEROS ORTEGA (1,\*), AUXILIADORA GÓMEZ MORÓN (1), MARIA ISABEL CARRETERO LEÓN (2)

(1) Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. Consejería de Cultura. Avda. de los Descubrimientos 41092 Sevilla (España.)

(2) Dpto. Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla. Prof. García González nº 1, 41012 Sevilla (España).

## INTRODUCCIÓN.

El convento de San Francisco de Baeza, es un edificio del s. XVI construido por A. Vandelvira, considerado como prototipo del Renacimiento andaluz. El terremoto ocurrido a principios del s. XIX junto con los graves temporales y continuos saqueos que le sucedieron, acabaron llevándolo a un estado de ruina. El edificio está dividido en dos áreas, la Nave Central y Capilla Mayor (Presbiterio), de la que se conserva el arco Toral de acceso; y el lienzo completo del lado del evangelio con su impresionante programa icnográfico.

Entre 1984-1989 se realizó una restauración del edificio para adecuarlo a un auditorio (Arajuro y Nadal, 1989), pero en los años posteriores empezaron a observarse nuevos indicadores de alteración como eflorescencias, arenizaciones, desprendimientos en películas, disgregaciones y formación de biocostras y biodepósitos sobre la piedra en cornisas, columnas, paramentos y relieves decorativos. En dicha restauración se aplicaron morteros y productos de conservación cuya composición no ha quedado debidamente documentada. Los efectos negativos del tratamiento son observables hoy día en determinadas zonas del monumento, sobre todo en el Presbiterio, con tendencia a desprenderse con facilidad; además en estas áreas se observan zonas de lavado por agua de lluvia y ataques biológicos. El desarrollo de eflorescencias se hace especialmente llamativo en la Nave Central.

Dado el estado de deterioro que presentaba el edificio en el año 2006, el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico (Junta de Andalucía) llevó a cabo un estudio sobre las causas y mecanismos del deterioro actual, cuyos resultados se muestran en este trabajo.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

Se han muestreado las eflorescencias que de manera masiva afloran a través de las distintas fábricas (principalmente en la Nave Central), así como la piedra alterada tratada (restos observables sobre todo en el Altar Mayor), y los morteros de llaga localizados en la globalidad del edificio. Las técnicas utilizadas han sido difracción de rayos X, microscopía óptica de polarización, microscopía electrónica de barrido con sistema de microanálisis por dispersión de rayos X (EDX) e ICP-MS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La piedra utilizada es una calcarenita compuesta por cuarzo 32%, calcita 30%, y dolomita 33%, con indicios de feldespatos y glauconita. Esta piedra se corresponde con la utilizada en la catedral de Baeza (Alcalde et al, 1996). Se trata de la llamada piedra dorada de Úbeda y Baeza, calcarenita del Tortoniense, de la variedad franca, ampliamente estudiada como material de construcción (Sebastián Pardo et al., 1995).

En la piedra se han encontrado como material de alteración trazas de oxalatos tipo weddellita (localizados en

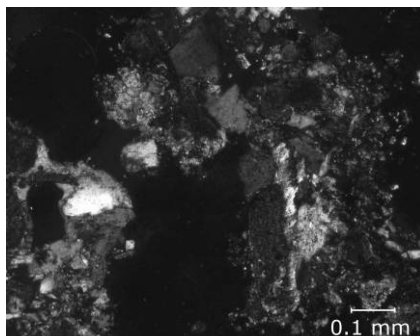


fig 1. Zonas alteradas de la piedra donde se observa disolución del cemento carbonatado y precipitación de sulfatos de neoformación (microscopía óptica).

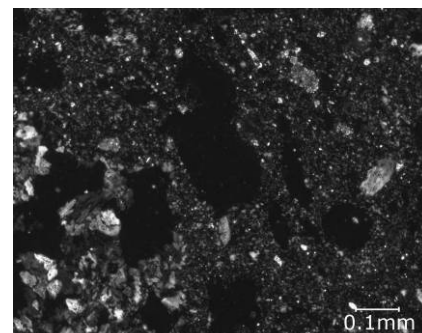


fig 2. Aspecto que presenta el mortero de yeso, observándose contenidos en dolomita (microscopía óptica).

las pátinas) y sulfatos, en su mayoría de epsomita (Fig. 1), y en menor proporción yeso, arcanita y trazas de silicatos cálcicos.

De los morteros estudiados se ha identificado un mortero en la Nave Central como material de juntas, probablemente original. Se trata de un mortero de cal (calcítica) con áridos de cuarzo, hematites y feldespatos muy alterados, con disolución parcial del aglomerante, elevada porosidad y recristalizaciones de sulfatos.

Sobre este mortero se superpone otro de yeso aplicado en la última restauración, observado claramente en

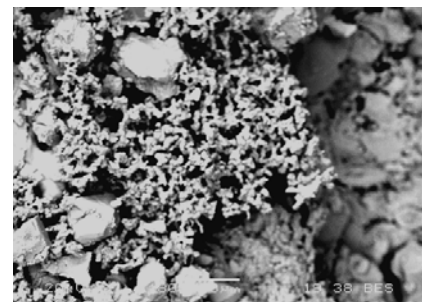
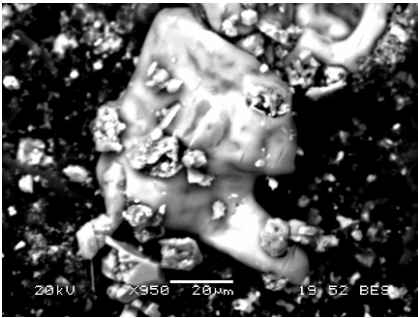


fig 3. Sales de epsomita con crecimiento dendrítico en el seno de morteros de yeso (SEM).



**fig. 4.** Carbonato potásico creciendo en la capa de tratamiento la zona del Presbiterio. Este último mortero contiene cantidades apreciables de dolomita. Es de textura fina con un contenido significativo de granos de yeso (Fig. 2). Este mortero está interaccionando con la piedra y el mortero de cal, generando un volumen importante de sales, epsomita fundamentalmente (Fig. 3) y en menor proporción yeso y arcanita.

El magnesio de estas sales puede provenir de la piedra o bien del mortero de yeso, ya que éste posee contenidos significativos de dolomita. La disolución de la dolomita da lugar a la liberación de iones  $Mg^{2+}$ , que reaccionan con los aniones existentes en el medio (sulfatos aportados por el mortero aplicado en la última restauración) formando sales muy solubles que dan lugar a eflorescencias (López-Arce et al 2008). Por el contrario el yeso, más insoluble, tiene tendencia a formar costras sobre la superficie (Grossi y Esbert, 1994). Esto explicaría el gran volumen de eflorescencias tipo epsom encontradas en este edificio y su capacidad para introducirse en los materiales adyacentes, en este caso la piedra y el mortero de cal, favoreciendo su deterioro. El potasio puede provenir del tratamiento aplicado, como se verá a continuación.

La piedra en determinadas zonas aun conserva una capa superficial del tratamiento aplicado en la última restauración, que tiende a desprenderse con facilidad. Su análisis químico muestra altos contenidos en Si, Ca, K y Al, atribuibles a la presencia, por una parte, de restos de un tratamiento a base de silicatos alcalinos que han generado como productos secundarios gel de sílice e hidróxidos alcalinos. Como consecuencia de la reacción entre los hidróxidos alcalinos liberados y el  $CO_2$  atmosférico, se forman carbonatos, en este caso mayoritariamente de potasio (Fig. 4), resultando muy nocivos para la piedra (Lazarini y Laurenzi Tabasso, 1989). La presencia de hidróxido de potasio explicaría la aparición de arcanita en las eflorescencias y en la piedra alterada, por reacción con los sulfatos aportados por el mortero.

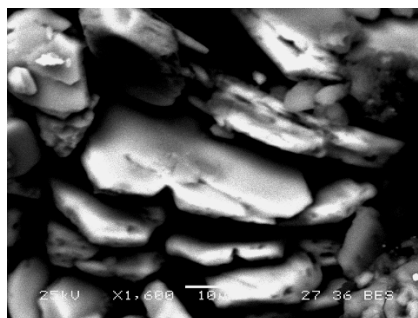


**fig 5.** Sales de carbonato de K creciente bajo la capa de tratamiento (SEM).

Por otra parte el alto contenido en Al observado en algunas zonas también puede indicar el uso de compuestos a base de aluminatos alcalinos (de potasio) que genera como productos secundarios oxihidróxidos de Al y carbonatos alcalinos.

No obstante no se descarta la posibilidad de haber usado un siliconato como hidrofugante. Estos productos están compuestos por un radical orgánico, un hidróxido de sílice y un metal alcalino, dando los mismos componentes de alteración que los productos anteriormente citados (Villegas, 1989). Estas sales de carbonato potásico (kalcinita) se han observado a través del SEM con hábito tabular y planar (Fig. 5 y Fig. 6). La presencia de estas sales explicaría la existencia de indicadores de alteración como separación y desprendimiento de películas, disgregaciones y arenizaciones sobre la piedra originadas por las presiones generadas por estas sales en la zona de contacto piedra-superficie tratada.

En la capa superficial de tratamiento se observan asimismo cristales de barita, lo que revelaría el uso también de hidróxido de bario como tratamiento. Su posterior alteración y reacción con los sulfatos produciría la precipitación de barita. El sulfato de bario, tiende a formar una costra debido a su baja solubilidad introduciéndose en los poros, que al tener un volumen molecular superior al de la calcita puede generar presiones, dando lugar a indicadores de alteración como arenizaciones o



**Fig 6.** Cristales de carbonato K, con hábito laminar (SEM).

disgregaciones entre otros (Villegas, 1990). Estos indicadores se han observado en el edificio.

## CONCLUSIONES.

El convento de San Francisco de Baeza presenta problemas de conservación importantes debidos principalmente al desarrollo de sales relacionado con el tipo de mortero utilizado en su restauración, (lo que ha generado sales de epsomita, yeso y arcanita) y con los tratamientos aplicados sobre la piedra, a base de silicatos alcalinos, aluminatos alcalinos o/y siliconatos e hidróxido de bario.

Debido a que los tratamientos no fueron eficaces y dejaron de ejercer su acción protectora, tanto la piedra como el mortero aplicado siguieron deteriorándose. Los aportes importantes de K procedentes de estos tratamientos han generado carbonatos de potasio en la zona de contacto piedra tratamiento favoreciendo el desprendimiento de películas, disgregaciones y arenizaciones en la piedra.

## REFERENCIAS.

- Alcalde, M., Villegas, R., Terreros, M.G. (1996): "Alteración de la catedral de Baeza". *Restoration of Buildings and Architectural heritage, Granada*. Ed: Sebastian Pardo, Valverde Espinosa y Zezza, U., 515-519.
- Araujo, S. & Nadal, N. (1989): "Rehabilitación del Convento San Francisco en Baeza. Jaén" *Arquitectura, Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid*, Vol. 280, 96-101.
- Grossi, C.M. y Esbert, R. (1994): "Sales solubles en el deterioro de las rocas ornamentales. Revisión bibliográfica". *Materiales de construcción*, Vol 44, n° 235, 15-29.
- Lazarini, L. Laurenzi-Tabasso, (1986): "Il Restauero della Piedra". Ed. Cedan, Papua, 320pp.
- López Arce; P., Doehne, E., Matin, W., Pinchin, S. (2008): "Sales de sulfato magnésico y materiales de edificios históricos: simulación experimental de laminaciones en calizas mediante ciclos de humedad relativa y cristalización de sales". *Materiales de Construcción*, Vol.58, 298-290.
- Sebastián Pardo, E., Martín Clabo, J. Y Zezza, U. (1995): "La piedra dorada, calcarenita, nel patrimonio architecttonico di Baeza..." *Atti. Tic Terr*, 38, 3-11.
- Villegas, R. (1989): "Estudio de la alterabilidad y respuesta a tratamientos de conservación de los principales tipos de piedra..." *Tesis doctoral. Publ. Universidad de Sevilla*.