

ESTUDIO ANALÍTICO

Al abordar la restauración de una obra, y más en casos de obras de gran relevancia como es ésta, es necesario hacer un examen inicial detallado de su estado de conservación e identificar los pigmentos constituyentes, los aglutinantes orgánicos e inorgánicos, hacer una valoración de retoques, estudiar el dorado, tan presente en este caso, caracterizar las eflorescencias salinas, etc., en definitiva, conocer en profundidad hasta los más pequeños detalles. Este estudio, además, permite obtener la paleta cromática que emplearon Paolo da San Leocadio y Francesco Pagano y conocer la técnica de ejecución.

Para ello, un equipo multidisciplinar constituido por investigadores del Opificio delle Pietre Dure e Laboratorio di Restauro de Florencia, de la Diputación de Castellón, de la Universidad Politécnica de Valencia, de la Fundación Blasco de Alagón y de la empresa Arte-Lab S.L. de Madrid, han estudiado la bóveda en todos los aspectos que acabamos de indicar.

Se han utilizado diferentes técnicas, como la microscopía óptica con luz reflejada, la microscopía electrónica de barrido con microanálisis de rayos X, la espectroscopia infrarroja, la microscopía Raman y la cromatografía iónica.

Para el estudio de pigmentos, retoques y dorados se ha utilizado la microscopía electrónica de barrido con microanálisis de rayos X, técnica que permite identificar los elementos presentes. Se ha utilizado el modo de funcionamiento de electrones retrodispersados bajo condiciones de vacío. Este modo de imagen permite diferenciar zonas con mayor brillo, que corresponden a las de mayor número atómico medio. También se ha utilizado un detector de los rayos X emitidos por la muestra. Las micromuestras han sido englobadas, dispuestas transversalmente, en resina epoxy (SpeciFix-40, de la firma Struers), y posteriormente pulidas con métodos convencionales para determinar la estratigrafía de cada una de ellas. Así se apreciaron las diferentes capas, sus espesores y los pigmentos constituyentes. Estas muestras se fotografiaron, previamente a la utilización de la microscopía electrónica, mediante un microscopio óptico de luz visible (Nikon SMZ 10A) en el modo de luz reflejada.

El estudio de aglutinantes se ha realizado mediante la técnica de espectroscopia infrarroja. Como se conoce, la absorción de la radiación se relaciona con los modos de

vibración de las moléculas que componen la sustancia a analizar. Cada compuesto tiene un espectro de absorción característico en el infrarrojo. Se ha utilizado un espectrofotómetro de infrarrojos de transformada de Fourier (FT-IR) Thermo Nicolet Nexus (software Omnic) con la técnica de micropastilla (de 1,5 mm de diámetro) en KBr. Este equipo ha permitido identificar compuestos orgánicos, componentes típicos de las ceras y resinas.

La cromatografía iónica es un método útil para la separación y determinación de iones, basado en el uso de resinas de intercambio iónico. El cromatógrafo iónico 2000/SP con detector de conductividad se ha utilizado en estos estudios. La velocidad del flujo ha sido de 1 ml/min, y las lecturas tomadas, de una sensibilidad de 10µS.

Las micromuestras siempre han sido obtenidas de aquellas zonas que presentaban alguna alteración para no producir daños. El número de muestras analizadas ha

sido muy amplio, por lo que se reseñan algunas de ellas con los resultados obtenidos. Hay que indicar que la escala cromática de la pintura al fresco es limitada porque los pigmentos que son sensibles a los álcalis no pueden emplearse con la cal. La cal grasa de fosa, tal como sale de ésta, constituye, en general, el único blanco de la pintura al fresco, y es al mismo tiempo aglutinante. En su capa más exterior todas las mues-

tras presentaban restos de negro de humo y de material de deposición atmosférica.

En relación a los pigmentos azules, se presenta una muestra perteneciente al cielo. Se ha encontrado en ella la utilización de la azurita y por encima de esta capa, lapislázuli. Como se ha comentado anteriormente, posiblemente la opinión de los expertos que encontraron falta de este material hizo que se aplicara este último por encima de la capa de azurita. El lapislázuli (azul ultramar) es estable a la cal. Ya en 1300 Cennino Cennini habla del azul ultramar definiéndolo como perfectísimo sobre todos los demás. Tras explicar la molienda del lapislázuli, aconseja «que cuanto más fino lo muelas, tanto más fino azul será».

El tratado de Cennini indica que las tierras verdes tienen varias propiedades: «primera, que es muy craso, bueno para pintar las carnes, los vestidos, las casas, al fresco, etc.». Respecto al ocre, dice que «es de dos naturalezas: claro y oscuro». «Los dos colores –dice– re-

**«LA MICROSCOPIA
ELECTRÓNICA DE BARRIDO
CON MICROANÁLISIS DE
RAYOS X PERMITE LA
IDENTIFICACIÓN DE LOS
ELEMENTOS PRESENTES»**





Sobre una base de calcita y arena silíceo (capa 1) se ha aplicado la capa 2 de tierra roja con negro de carbón. La capa 3 corresponde a la primera aplicación de color azul (azurita) y la capa 4 a la segunda aplicación (lapislázuli)

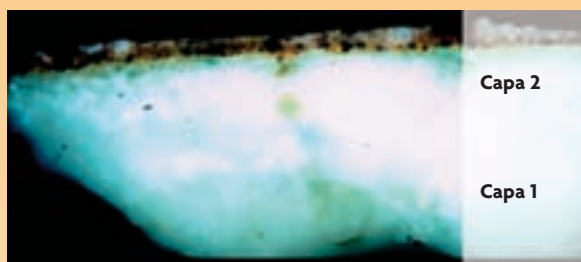
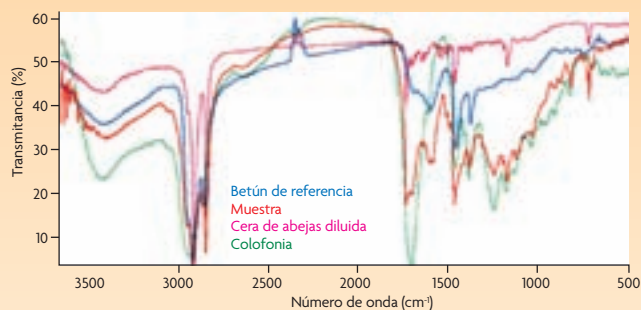
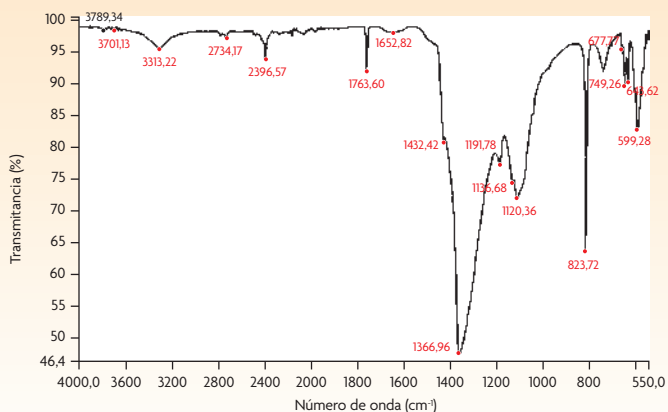


Imagen y estratigrafía de una carnación. La capa 1 corresponde a la base con calcita y arena silíceo y la capa 2 está constituida por una tierra (ocre, roja, verde) y negro carbón



Espectro infrarrojo de la base de las estrellas doradas de la bóveda.



Espectro obtenido por cromatografía iónica de una muestra de sales tomada en el azul del cielo de la bóveda

quieren el mismo modo de molerlos, con agua clara y molerlos bastante, que siempre gana», «se emplea en carnaciones, vestidos, [...] es color craso por naturaleza».

También Cennini da indicaciones de «cómo se hace el estaño dorado y cómo se aplica oro fino con dicho dorado. El estaño dorado se hace de esta forma: coge una tabla de tres o cuatro brazas de ancho, bien pulida y úntala con grasa o sebo. Coloca sobre ella estaño blanco; luego coloca sobre dicho estaño un líquido, llamado doradura, en tres o cuatro sitios, pocas cantidades cada uno; [...] Cuando esté casi seco, [...] coge el oro puro y cubre con él ordenadamente dicho estaño. Luego púlelo con una tela de algodón bien limpia; separa el estaño de la tabla. Cuando quieras emplearlo, hazlo con barniz líquido y haz las estrellas o decoraciones que desees, al igual que se hace con el estaño dorado.» (capítulo XCIX) «de cómo han de hacerse las estrellas y colocarlas sobre la pared. Primero habrá que cortar las estrellas con la regla; y donde vayas a colocar la estrella, pon antes una bolita de cera sobre el azul del fondo [...]»

«EL ESPECTROFOTÓMETRO DE INFRARROJOS HA PERMITIDO IDENTIFICAR COMPUESTOS ORGÁNICOS, COMPONENTES TÍPICOS DE LAS CERAS Y RESINAS»

El análisis realizado a 10 muestras de sales tomadas de las pinturas de la catedral de Valencia ha servido para la identificación de las sales presentes en la pintura mural. En general hay que hablar de una presencia mayoritaria de nitratos frente a sulfatos y cloruros. La excepción la encontramos en dos muestras donde la presencia de nitratos y sulfatos tiene proporciones similares.

Aunque se han reseñado sólo algunas muestras, el estudio realizado ha llevado al establecimiento de la paleta cromática de los autores de estas magníficas pinturas murales. Estos estudios, junto con otros desarrollados, han permitido devolverles todo su esplendor.

Jorge Curiel Esparza. Catedrático de Escuela Universitaria, Departamento de Física Aplicada, Universidad Politécnica de Valencia

M^a Carmen Millán. Catedrática de Universidad, Departamento de Física Aplicada, Universidad Politécnica de Valencia.

Juan Pérez Miralles. Doctor en Bellas Artes, Institut Valencià de Conservació i Restauració de Béns Culturals.

Inma Ribelles Albors. Licenciada en Bellas Artes, restauradora.