

# **ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS APLICADOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES PROPIOS DE EDIFICIOS DEL CENTRO HISTÓRICO DE VALENCIA**

**V. Piles Selma, B. Sáiz Mauleón, A. García Codoñer, A. Torres Barchino, J. Llopis Verdú, R. Villaplana Guillén**

Departamento Expresión Gráfica Arquitectónica  
Universidad Politécnica de Valencia

## **Palabra: Análisis físico-químico, centros históricos**

El color en la arquitectura histórica forma parte de nuestros centros históricos manteniendo en el entorno un paisaje urbano característico y propio de la cultura de cada ciudad.

La posibilidad de recuperar el color en la arquitectura del pasado, depende de los estudios técnicos y del esfuerzo por encontrar los materiales adecuados que puedan posibilitar la conservación y restauración posterior que se realice.

Por ello, se ha llevado a cabo un estudio cuyo proceso técnico se hace necesario para conocer los materiales antiguos dispuestos en la obra así como conocer las diversas coloraciones que constituyen la imagen externa de los paramentos de fachadas en la arquitectura patrimonial, y averiguar el primigenio color aplicado en las edificaciones del centro histórico de Valencia.

Para poder llevar a cabo una recuperación cromática eficaz de los edificios se han aplicado una serie de técnicas analíticas con el objetivo de conocer los materiales empleados en los revestimientos de las fachadas y los materiales pictóricos empleados para su coloración.

Complementariamente a estos análisis se realiza un exhaustivo estudio histórico y de las diversas tipologías encontradas en el centro histórico de Valencia, estudiando los fondos de archivo conservados de las edificaciones para finalmente elaborar unas fichas-índice tanto de las características arquitectónicas como de las características cromáticas o estado actual de las fachadas de los edificios a recuperar. Con ello se realiza una serie de propuestas cromáticas que contempla no solo la recuperación cromática a tratar, sino también de los materiales constructivos y decorativos que se incluyen en el conjunto de la edificación.

El estudio técnico que se presenta a continuación es una parte del resultado obtenido en la investigación que se está desarrollando sobre el centro histórico de Valencia en el cual se incluye el color y los materiales que determinan las características particulares de cada edificación. Nuestro punto de partida es la necesidad de preservar los parámetros tipológicos, estéticos, de color y de textura que forman parte por un lado del edificio histórico que se muestra con identidad propia y, por el otro del espacio urbano tradicional en el que se enclava, preservando las claves estéticas y antropológicas propias de la arquitectura de cada período histórico. Nuestro objetivo es poder determinar las técnicas constructivas tradicionales de fachadas y sus características cromáticas específicas para que las restauraciones y/o rehabilitaciones posibles a intervenir puedan ser acometidas respetando al máximo las características constructivas originarias que la definen y de forma rigurosa respetando la historia que define nuestra arquitectura, utilizando materiales actuales de naturaleza similar a los ya existentes a efectos de compatibilidad con los materiales de origen. Para conseguirlo se precisa una completa caracterización de los materiales encontrados en los paramentos de los edificios. Los materiales que nos

encontramos presentan naturaleza diversa: morteros de rejuntado, revocos coloreados, enfoscado de mortero, capas de pintura,... Se trata de muestras complejas que contienen compuestos inorgánicos y eventualmente orgánicos, por ello se precisa el uso de distintas técnicas de análisis para contrastar resultados.

Las técnicas de análisis empleadas en el presente estudio son clasificadas como:

- Técnicas in situ: Utilizando diversos sistemas en colorimetría que ayudan a identificar el color externo visible en la fachada de la edificación. Empleando instrumentación adecuada para ayudarnos a detectar los parámetros cromáticos y su posible clasificación en cartas especializadas.
- Técnicas en laboratorio: Técnicas que requieren la extracción de muestra del paramento murario. Microscopía Óptica (MO), Microscopía Electrónica de Barrido combinada con microanálisis por dispersión de energías de Rayos X (MEB/EDX), junto con Microscopía Electrónica de Barrido de electrones secundarios, Difracción de Rayos X (DX) y Ensayos Histoquímicos o Histológicos.

### **Selección de muestras**

El Centro Histórico de Valencia está constituido por cinco barrios denominados:

El Carmen, Velluters, El Mercat, Seu Xerea y Universitat-San Francesc.

Para clasificar la totalidad de los edificios encontrados se ha empleado como criterio organizativo la tipología de los mismos. Las características tipológicas (organizativas formales) encontradas y definitorias de los edificios de los barrios del centro histórico son denominadas y clasificadas como sigue: edificaciones artesanales, edificaciones vecinales, edificaciones señoriales, edificaciones eclécticas y edificaciones modernistas, así como las denominadas viviendas obreras, palacios, edificios singulares y edificios industriales.



Figura 1. Ejemplo de vivienda vecinal del barrio del Mercat

Los edificios objeto de estudio datan de finales del S.XVIII y durante el S.XIX, de los cuales han sido seleccionados un número determinado de edificios en función de su tipología, de manera que resulte ser un estudio representativo del centro histórico. De esta forma, ha sido extraído una variedad de muestras de cada edificación a estudiar de cada barrio, no sólo de su propia fachada sino de elementos que se componen y distribuyen formalmente la edificación.

## **Metodología**

Para llevar a cabo la caracterización de los materiales se han aplicado una serie de técnicas de análisis que requieren la extracción y cata de muestra del paramento murario. La cantidad de muestras extraídas de un mismo monumento depende de la complejidad del mismo, así en aquellos casos en los que se evidencian restos de tratamiento cromático diferenciado en las distintas partes que componen el paramento murario, se ha tomado muestra de cada una de las partes susceptibles de ser estudiadas de manera diferenciada.

La extracción de la cata se realiza con adecuada instrumentación, en los lugares localizados más resguardados del edificio donde sensiblemente el color se ha mantenido en su estado más puro.

Para la posterior caracterización del mortero de las muestras extraídas del paramento ha sido utilizada la Difracción de Rayos X (DX), identificándose en este caso las especies minerales presentes en el mismo.

Para la aplicación del resto de técnicas, las muestras han sido preparadas en forma de sección de corte transversal para facilitar el estudio de la misma, manteniendo la cohesión de la muestra y evitando su descomposición. Las muestras así obtenidas, son observadas y fotografiadas utilizando la técnica de Microscopía Óptica (MO) a bajos y grandes aumentos con luz reflejada, realizando el análisis del material y también su observación por Microscopía Electrónica de Barrido.

A partir de la Microscopía Electrónica de Barrido combinada con microanálisis por dispersión de energías de rayos X (MEB/EDX) se obtiene la composición inorgánica de los distintos estratos de la muestra, identificándose los elementos de los compuestos presentes en cada estrato.

La distribución de estos elementos en la zona analizada puede observarse realizando el mapa de distribución de elementos o mapping. Junto con esta técnica puede utilizarse la microscopía electrónica de barrido de electrones secundarios, que nos aporta información sobre la morfología superficial o topografía de la muestra, así como la identificación de sales solubles o costras negras que son encontradas en algunas muestras por efectos de agentes contaminantes.

Finalmente ha sido empleada la técnica de ensayos histoquímicos e histológicos, utilizando en nuestro caso la fucsina ácida como colorante orgánico con el fin de detectar la presencia de algún tipo de aglutinante. Como paso previo, se ha llevado a cabo una selección de aquellas muestras que presentan interés para ser estudiadas, para lo cual, las muestras preparadas en sección transversal han sido observadas en el Microscopio Óptico y fotografiadas. A continuación las muestras son teñidas por la disolución de colorante y posteriormente se procede al lavado de la muestra para eliminar el colorante en exceso que se haya filtrado pero no fijado. Finalmente, las muestras teñidas son observadas en el Microscopio Óptico y nuevamente fotografiadas con el fin de comparar las fotografías de una misma muestra antes y después de ser teñida.

## **Resultados y discusión**

Por Difracción de Rayos X han sido identificados los enfoscados de morteros, previos a las capas de pintura, que son mayoritariamente de cal. Ocasionalmente nos hemos encontrado con morteros mixtos (morteros compuestos por cal y yeso) y muy puntualmente con morteros de yeso. También se han identificado morteros de rejuntado, cuyo ejemplo de análisis es el representado en la figura 2 que corresponde a un mortero de cal y sílice como árido.

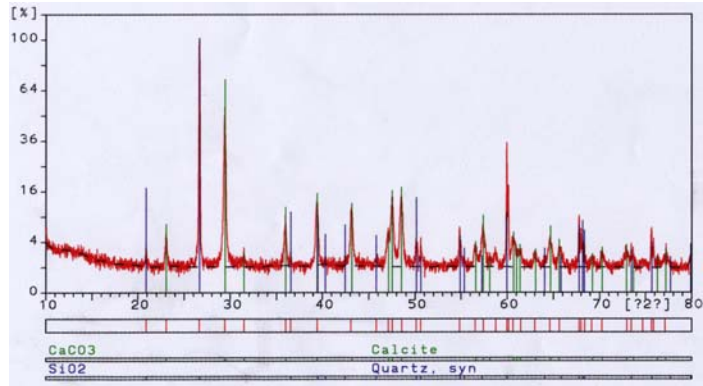


Figura 2. Difractograma de un mortero correspondiente a un rejuntado de sillares.

La estratigrafía o sección transversal observada por medio de Microscopía Óptica nos permite visualizar el conjunto de estratos pudiendo, en principio, determinar el número de capas, su color, en ocasiones la técnica empleada, posteriores intervenciones, capas de contaminación y en definitiva su estado de conservación.

En la estratigrafía presentada en la figura 3, correspondiente a la muestra de un palacio del barrio de Seu Xerea, se aprecian de forma magnificada el mortero y 1 capa de color ocre. En este caso se trata de una capa de revoco coloreado aplicada sobre el enfoscado de mortero.

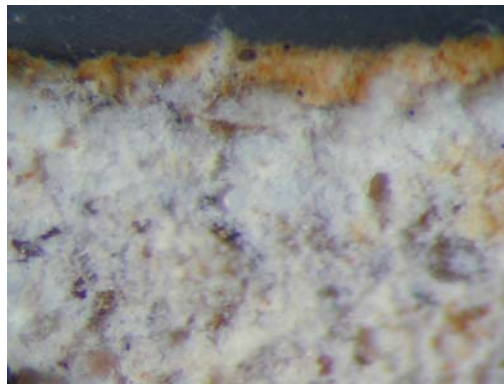


Figura 3: Microfotografía (X63) de sección transversal

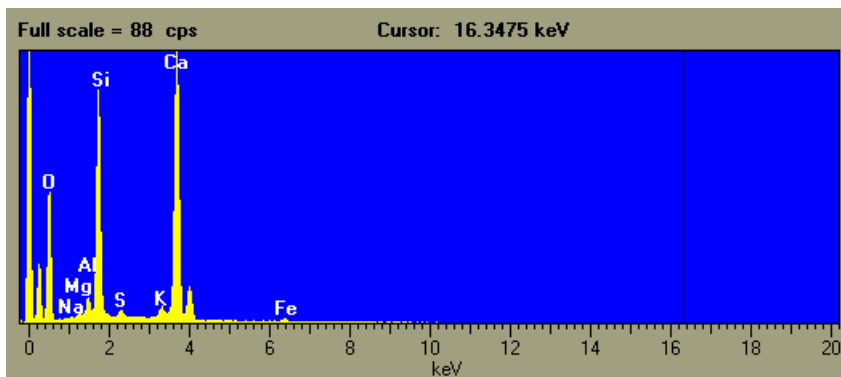


Figura 4. Microanálisis obtenido por MEB/EDX del mortero

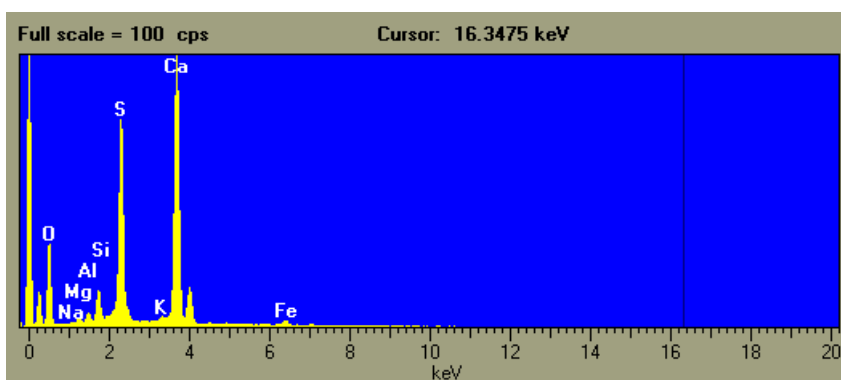


Figura 5. Microanálisis obtenido por MEB/EDX de la capa pictórica

La figura 4 corresponde al espectro de energía de rayos X obtenido por MEB/EDX del mortero. Se identifica como elemento mayoritario el Ca seguido del Si, ambos de similar intensidad, lo cual indica que principalmente se trata de un mortero con árido silíceo y la mezcla de unión está compuesta mayoritariamente de cal. La señal de S es muy pequeña y su presencia puede ser debida a la existencia de sales en la mezcla de unión. De igual forma, las señales de elementos como el Mg, Al, Fe, Na y K son pequeñas y estos elementos pueden estar presentes en forma de silicatos propios del árido.

El espectro de energía de rayos X de la capa original de color es representado en la figura 5 donde se ha realizado el análisis de manera global a la capa de color. Se identifican los elementos propios de minerales de hierro, que son los causantes de la pigmentación ocre. La intensa señal del S junto con la del Ca nos indica la presencia de yeso en la mezcla de pigmentación junto con una parte mínima de cal. La presencia de este yeso puede ser explicada por dos motivos: por una parte puede deberse a la aplicación del mismo yeso en la preparación de la mezcla de pigmentación, cosa inhabitual por tratarse de un mortero de cal, o por otra parte, su presencia puede ser debida a un proceso que sufre la cal cuando se pone en contacto con el ácido sulfúrico del ambiente (que proviene de la contaminación ambiental), formándose yeso.

A través de los ensayos histoquímicos ha podido ser observada una coloración rosa en determinadas zonas de las muestras después de ser teñidas, indicándose de esta forma la presencia de algún tipo de aglutinante de naturaleza proteínica. Ejemplo de ello es el representado en la figura 6 donde puede observarse la presencia de esta coloración en la capa de preparación pictórica de la muestra después de ser teñida.

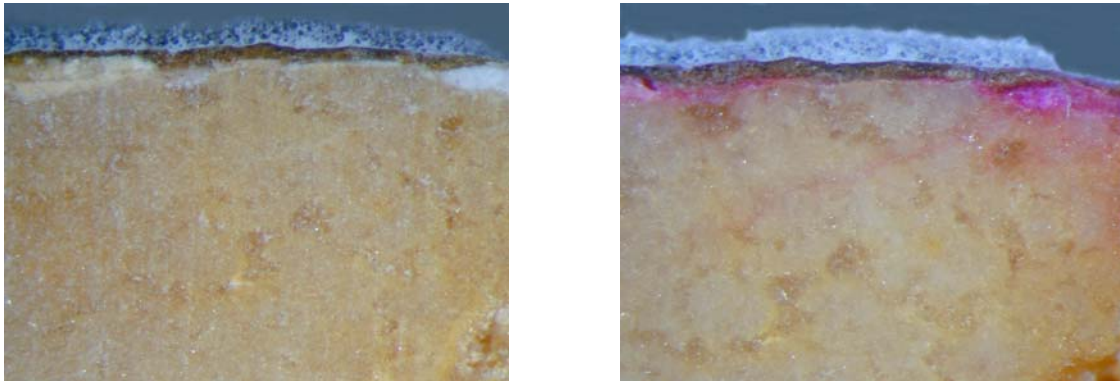


Figura 6. Microfotografías (X50) de la sección transversal de una muestra del barrio del Mercat antes y después de ser teñida.

## Conclusiones

1) En base al estudio realizado, la abundancia de colores por barrios ha sido la siguiente:

Respecto al color de origen encontrado en los paramentos de los edificios que constituyen el primero de los barrios como es el barrio del Carmen, el color predominante es el ocre, seguido del almagra en menor intensidad. Muy puntualmente encontramos el color verde como fondo y el empleo de los azules se relega al dintel o intradós de las ventanas.

Los edificios del barrio de Velluters siguen la misma tendencia de predominancia de la gama de los ocre y almagra propios del barrio citado anteriormente. En el barrio de Velluters, los verdes aparecen principalmente en edificaciones de promoción unitaria y vecinales puntualmente en determinados elementos decorativos. En cuanto a los azules aparecen como en el caso anterior pero minoritariamente y rebajados con el blanco de cal, sin considerarlo color predominante.

En los edificios del barrio del Mercat y barrio de la Seu-Xerea se observa una mayor variación cromática. En dichos barrios la influencia del Clasicismo en primera instancia y del Eclecticismo en segunda es más evidente que en el resto de los barrios. El Clasicismo se refleja en las edificaciones de ambos barrios con la predominancia de la misma gama de

colores ocres y almagras pero de croma menos saturado, lo que se refleja en tonalidades cromáticas menos intensas. Con la llegada del Eclecticismo se introducen los azules y verdes en los fondos de los paramentos de los edificios de forma más general que en el barrio de Velluters.

2) De los análisis a los enfoscados de mortero de los paramentos se concluye que presentan la siguiente composición:

- Árido silíceo y en ocasiones árido calizo.
- Mayoritariamente la mezcla de unión del mortero encontrada está compuesta de cal. En ocasiones, la presencia de yeso hace pensar en un mortero mixto de cal y yeso. Como hecho aislado se ha encontrado yeso en la mezcla de unión del mortero.

3) Respecto al análisis de la capa pictórica original, se identifican los pigmentos como tierras naturales, cuya composición química depende de la coloración, mezclados con cal, yeso o cal y yeso. En ocasiones es también observada la presencia de cargas en la mezcla pictórica y de aglutinante de naturaleza proteínica como medio de unión de los materiales presentes en la capa de preparación pictórica, en la propia capa pictórica o tanto en la capa de preparación como en la capa pictórica.

Con este estudio se ha podido conocer, mediante la aplicación de técnicas de análisis, que tipo de materiales han sido utilizados en los revestimientos de fachadas de distintos tipos de edificios del centro histórico de Valencia en una determinada época. Las técnicas de análisis representan la base de estudio de estos materiales y pueden ir apoyadas de otras futuras que se están utilizando con el fin de poder reproducir los materiales antiguos utilizados en los paramentos de los edificios utilizando materiales actuales que sean compatibles con los materiales de origen, con la finalidad de poder llevar a cabo intervenciones de restauración-rehabilitación que resulten ser satisfactorias.