

La aportación de la investigación científica en el estudio de la policromía del gótico valenciano en el sepulcro de Boil del Convento de Santo Domingo

Livio Ferrazza, David Juanes Barber

Resumen: Los estudios científicos de obras del gótico valenciano presentan una gran relevancia para ampliar la investigación historiográfica y técnica, ya que aún existen dificultades para atribuir obras y diferenciar los talleres que trabajaron en Valencia. Los análisis de caracterización de materiales son muy útiles para aclarar cuestiones de autoría, ya que revelan información clara sobre el proceso de ejecución y permiten un estudio comparativo de obras con características estilísticas y técnicas similares. En el presente trabajo se expone el estudio realizado sobre la policromía en piedra del sepulcro de Boil del Convento de Santo Domingo de Valencia. Mediante microscopía óptica (MO), microscopía electrónica de barrido acoplada a un sistema de microanálisis (SEM-EDX), microscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y cromatografía-espectrometría de masas (GC/MS), ha sido posible estudiar la secuencia estratigráfica de la policromía y determinar los mecanismos de alteración que afectan a los materiales pictóricos.

Palabras clave: piedra policromada, arte gótico valenciano, SEM-EDX, FTIR-ATR, GC/MS, cloruro de plomo

The contribution of scientific analyses to the study of the polychromy of the Valencian gothic Boil family tomb in the Convent of Santo Domingo

Abstract: Scientific studies of works belonging to the Valencian Gothic present an important relevance in order to broaden historiographical and technical research, since there are still difficulties in attributing works and differentiating between the workshops that worked in Valencia. Material characterization analyses are very useful to clarify authorship issues, since they reveal clear information about the execution process and allow for a comparative study of works with similar stylistic characteristics and techniques. In the present work the study carried out on the polychromy in stone of the tomb of Boil of the Convent of Santo Domingo in Valencia is exposed. Using optical microscopy (OM), scanning electron microscopy coupled to a microanalysis system (SEM-EDX), Fourier transform infrared (FTIR) and chromatography-mass spectrometry (GC/MS), it has been possible to study the stratigraphic sequence of polychromy and determine the mechanisms of alteration affect the pictorial materials.

Keywords: stone polychromy, valencian gothic art, SEM-EDX, FTIR-ATR, GC/MS, lead chloride

O contributo dos estudos científicos para o estudo da policromia do gótico valenciano no sepulcro de Boil do Convento de Santo Domingo

Resumo: Os estudos científicos de obras do gótico valenciano apresentam grande relevância para aprofundar a investigação historiográfica e técnica, uma vez que ainda existem dificuldades na atribuição de obras e na distinção dos ateliers que trabalharam em Valência. As análises de caracterização de materiais são muito úteis para esclarecer questões de autoria, pois fornecem informação clara sobre o processo de execução e permitem um estudo comparativo de obras com características estilísticas e técnicas semelhantes. No presente trabalho, expõe-se o estudo realizado sobre a policromia em pedra do sepulcro de Boil do Convento de Santo Domingo de Valência. Através de microscopia ótica (MO), microscopia eletrónica de varrimento acoplada a um sistema de microanálise (SEM-EDX), espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) e cromatografia acoplada à espectrometria de massas (GC/MS), foi possível estudar a sequência estratigráfica da policromia e determinar os mecanismos de alteração que afetam os materiais pictóricos.

Palavras-chave: pedra policromada, arte gótica valenciana, SEM-EDX, FTIR-ATR, GC/MS, cloreto de chumbo

Introducción

Entre los elementos que conforman el conjunto del Real Convento de Santo Domingo de Valencia, lo más notable de su claustro gótico es la Sala Capitular, construida en estilo gótico entre 1310-1320 y costeada por el caballero don Pedro Boil (Benito Goerlich 1989, Aparici Navarro 2009). En ella se reunía la antigua comunidad religiosa para la toma de decisiones o actos de especial relevancia como la toma de hábitos. Esta sala alberga el sepulcro doble de los Boil de mediados del siglo XV [Figura 1], al lado del evangelio, adosado al fondo. Este monumento funerario está dividido en dos urnas, cada cual, con su friso historiado, bajo un arco ojival (Zaragozá Catalán 1995). Su dimensión es de 4,18 m de alto por 1,65 m de ancho y fue esculpido a expensas de Berenguer Vives Boil, señor de Bétera.

El sepulcro consta de urna cineraria, estatua inferior, friso inferior, estatua y friso superiores; todo enmarcado por dos columnas cuadradas, prolongadas en aguja, que sostienen una arquivolta exornada con hojas y semicírculos trilobulados. La estatua yacente superior corresponde a don Ramón Boil III, señor de Bétera y virrey de Nápoles en el reinado de Alfonso V el Magnánimo, mientras que la estatua inferior pertenece a don Ramón Boil II, señor de Bétera (Español 2007).

El friso historiado inferior representa diecisiete figuras humanas en las que se hacen patentes las actitudes y gestos de dolor reflejados con gran maestría y arte por parte del escultor desconocido [detalle de la Figura 2]; en el superior, en el que igualmente se representa una ceremonia fúnebre de carácter religioso, destaca la presencia de un prelado que está bendiciendo los restos mortales y, de nuevo, vemos afirmarse el buen hacer artístico del escultor en el tallado admirable de las figuras, en la expresión de los rostros, en el plegado de los paños y en la gracia de los ademanes.

Esta sala fue restaurada primeramente en 1717, pero cuando surgió la necesidad de trasladar el sepulcro en 1865, se disputó entre el Museo Arqueológico Nacional de Madrid y la Comisión de Monumentos de Valencia, llegando a la solución de dividirlo en dos partes y dar la mitad a cada una de las instituciones (Caruana Reig 1920). Solo en el año 1952 volvieron a integrarse ambas urnas en su estado primitivo, gracias a la labor de restauración emprendida por el capitán general Gustavo Urrutia González (Zaragozá Catalán 2000, Gascó Pelegrí 1975, Catalá Gorges 1983). El sepulcro sería restaurado por el pintor y escultor valenciano Carmelo Pastor Pla (Valencia 1924 - Aquisgrán 1966).

Tras años de deterioro causado principalmente por el paso del tiempo, por los cambios bruscos de los parámetros termo-higrométricos, por la cristalización de sales solubles y por los depósitos de la suciedad procedente del medio ambiente, el sepulcro actualmente ha perdido su antiguo



Figura 1.- Sepulcro doble de los Boil de mediados del siglo XV. Fuente: IVCR+i.



Figura 2.- Detalle del friso historiado inferior. Fuente: IVCR+i.

esplendor. Testigos de esta antigua magnificencia son los restos, que aún se conservan, de una policromía rica y cuidada, con abundante presencia de oro en ropajes, barbas o alas [véanse los detalles de la Figura 3].

Con el intento de aclarecer aspectos relacionados con la evolución técnico-artística de la policromía gótica valenciana de los siglos XV-XVI, se ha planificado una



Figura 3.- Detalle de los elementos escultóricos del sepulcro de Boil. Fuente: IVCR+i.

campaña de estudios científicos mediante extracción de muestras de las capas pictóricas en el sepulcro. Los resultados tendrán la finalidad de relacionar el *modus operandi* presente en diferentes grupos escultóricos en piedra policromada que se conservan en la Comunidad Valenciana del periodo gótico. En esta época es cuando se puede observar cómo la policromía sobre piedra, especialmente de relieve, en la estatuaria ubicada en interiores de iglesias, monasterios, etc., se va perfeccionando y desarrolla toda una gama de posibilidades en técnicas y riquezas de acabados, equiparable a la técnica practicada sobre madera. A este nivel de calidad contribuirá el hecho de que el material lapídeo, correctamente tallado y preparado, ofrece un excelente material de base sobre el que poder ejecutar una cuidada labor de policromado (Barranquero *et al.* 1996, Navarro Gascón *et al.* 1996).

Asimismo, estos estudios son necesarios para determinar las intervenciones realizadas sobre el sepulcro, a través de la caracterización tanto de los materiales históricos, así como de los añadidos en repintes o mediante intervenciones de conservación, y dilucidar los mecanismos de alteración y degradación que afectan a la conservación de las superficies pictóricas.

Generalmente, las policromías de estos monumentos resultan gravemente alteradas u ocultas por diferentes mecanismos tanto naturales como antrópicos, que dificultan a los historiadores del arte el estudio histórico y estilístico de la pintura medieval, de sus colores y significado, el uso de elementos de decoración, etc. Además, una de las características del periodo del gótico internacional es la movilidad de los artistas, los viajes de aprendizaje, las búsquedas de nuevos y lucrativos clientes, que ha hecho especialmente complejo el análisis de este movimiento y sus producciones, por lo cual es importante seguir estas investigaciones que, convenientemente interpretadas, permiten identificar el conjunto de técnicas y procedimientos empleados por parte de los policromadores, que podrían posibilitar la datación de las policromías y establecer las relaciones e incluso, en determinados casos, una aproximación a la autoría de las mismas (Zaragozá Catalán 2010, García Marsilla 1998).

Metodología

Con la necesidad de aportar informaciones sobre la correcta interpretación de los estratos pictóricos originales y añadidos y sobre los mecanismos de alteración y degradación de los materiales constitutivos ha hecho necesaria la extracción de un número seleccionado de fragmentos del soporte pétreo y de un más amplio número de micro-muestras de las capas de policromía.

La metodología seguida es la preparación de las muestras de pintura en sección estratigráfica mediante probetas de metacrilato. A través de la observación microscópica y el microanálisis de pigmentos, se ha determinado la secuencia de las capas pictóricas, la mezcla de pigmentos, su disposición y distribución, como aspectos característicos de la técnica pictórica. Asimismo, el estudio superficial o estratigráfico de las muestras ha sido necesario para determinar los mecanismos de alteración y degradación de los materiales constituyentes, así como para caracterizar pátinas, concreciones salinas o antiguos materiales de intervención.

Las muestras, previamente a su preparación, se observaron con el microscopio digital Leica modelo DVM6A con el que se realizaron microfotografías. Mediante este estudio se realizó un examen general de la muestra y se realizó la selección de fragmentos representativos para su posterior estudio estratigráfico, espectroscópico o cromatográfico. Sobre las muestras preparadas en sección estratigráfica, se realizaron observaciones y microfotografías mediante microscopio óptico Nikon modelo ECLIPSE 80i con cámara Nikon DS-Fi1, provisto de luz reflejada y polarizada e iluminación UV, con aumentos de 50X a 500X. A continuación, se observaron al microscopio electrónico de barrido Hitachi Ltd, (VP-SEM), modelo S–3400N. Se capturaron imágenes en modalidad electrones retrodispersados (BSE) a distintos aumentos, desde 50x hasta 1000x aproximadamente, realizando

un detallado estudio sobre el tamaño y morfología de los granos de pigmentos, espesores de los estratos pictóricos, distribución y localización de los pigmentos en las distintas capas constituyentes.

Para la identificación de los pigmentos, cargas minerales inertes, láminas metálicas y materiales de alteración, se utilizó la técnica de microscopía electrónica de barrido – microanálisis por dispersión de energías de rayos X (SEM-EDX), empleando un equipo de Bruker Corporation XFlash® con un voltaje de aceleración 20 kV.

Las muestras también se analizaron utilizando la espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) en modo reflectancia total atenuada (ATR), en el intervalo 4000-400 cm-1 con una resolución de 4 cm^{-1}, para la identificación de los componentes orgánicos e inorgánicos, empleando un espectrómetro Bruker-Tensor II con el accesorio ATR de cristal de diamante acoplado a la bancada del equipo. La identificación de los aglutinantes se ha realizado mediante análisis de Gas Cromatografía acoplada a Espectrometría de Masas (GC/MS).

Resultados y Discusión

— *Soporte pétreo*

Las estratigrafías han permitido observar y analizar el soporte pétreo mediante SEM-EDX. En general se observa un soporte con un cierto grado de heterogeneidad granular. Los microanálisis EDX [Figura 4] detectan como elementos químicos principales el calcio y magnesio relacionados a la dolomita, mineral compuesto de carbonato de calcio y magnesio ($CaMg(CO_3)_2$). Se observa la presencia esporádica de grandes cristales constituidos únicamente por calcio (calcita). Destaca la presencia de localizadas cristalizaciones de sulfato de calcio ($CaSO_4$), gracias a la presencia de altas cantidades de azufre asociado al calcio. En general, la piedra se presenta con un alto grado de porosidad que provoca una separación granular.

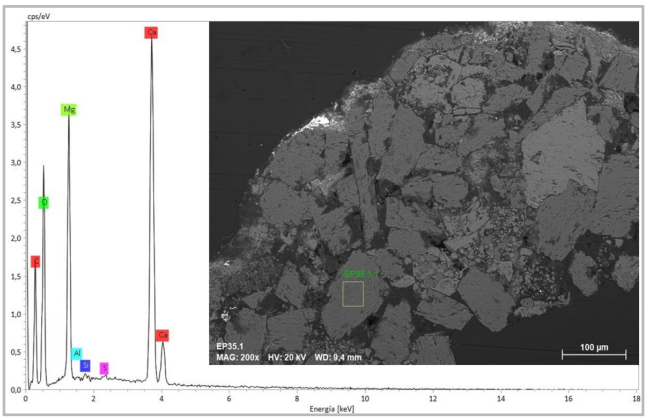


Figura 4.- Imagen SEM en modalidad electrones retrodispersados BSE de la sección estratigráfica y microanálisis EDX de un grano de dolomita. Fuente: IVCR+i.

Estratos pictóricos

Los materiales pictóricos necesarios para lograr los matices de colores son obtenidos mediante pigmentos tradicionalmente en uso en la pintura gótica valenciana entre los siglos XV-XVI. Las secciones transversales de las muestras de pintura han puesto de manifiesto una estructuración interna algo sencilla, generalmente configurada por la superposición de una o dos capas pictóricas aplicadas sobre una imprimación blanca a base de blanco de plomo [imagen de microscopía óptica de la Figura 5 y microanálisis EDX de la Figura 7], a diferencia de la pintura azul, donde la capa pictórica a base de azurita se aplicó sobre una imprimación de tonalidad grisácea elaborada con blanco de plomo con negro carbón vegetal [véase la imagen de la sección estratigráfica de la Figura 6], necesaria como base preparatoria de la policromía.

El uso de preparaciones oscuras bajo la capa pictórica de azurita era una técnica común por razones tanto estéticas como prácticas, en cuanto permite que el pigmento presente su máxima profundidad óptica, densidad y saturación cromática. La azurita presenta una dependencia crítica entre su color y su granulometría. A diferencia de otros pigmentos minerales, su intensidad cromática está intrínsecamente ligada al tamaño de su partícula. Cuando el cristal de azurita es sometido a una molienda excesiva, el aumento de la superficie específica y la fractura de los planos cristalinos provocan un fenómeno de dispersión de luz blanca (scattering) predominante, provocando la pérdida de la saturación, derivando en un tono azul pálido y acromático (Cardell *et al.* 2017). Por ello, su aplicación requiere partículas gruesas que conserven la integridad de la red cristalina para mantener una eficiente absorción selectiva de la luz. Asimismo, la eficacia visual se optimiza mediante la aplicación de fondos cromáticamente absorbentes de tonalidades grises o negras (Gettens *et al.* 1993, Doerner 1998).

Los colores empleados en las policromías se encuentran englobados dentro de la paleta medieval característica, limitada por una gama de pigmentos tales como el blanco de plomo, pigmentos ocres a base de óxido-hidróxido de hierro, minio, bermellón y azurita. En cuanto a la técnica pictórica, es posible que se trate de una pintura al óleo o técnica mixta, ya que los análisis GC-MS detectan ácidos grasos relacionados con la presencia de un aceite secante, tipo linaza, utilizado como aglutinante.

En la muestra de dorado, extraída del ala de una figura del ángel, se ha podido observar la técnica de dorado al mordiente [Figura 8], donde la fina lámina de pan de oro se asienta sobre una preparación anaranjada oleosa

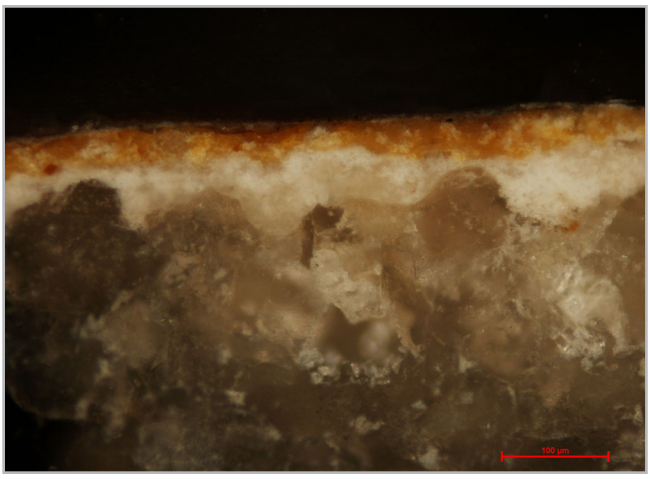


Figura 5.- Imagen de la sección estratigráfica de una muestra de policromía ocre. Microscopía óptica con fuente de luz visible, 200X. Fuente: IVCR+i.

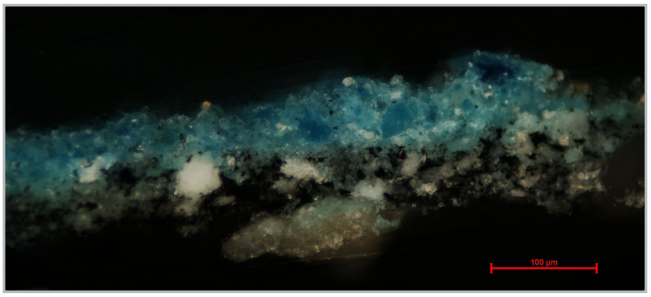


Figura 6.- Imagen de la sección estratigráfica de una muestra de policromía azul. Microscopía óptica con fuente de luz visible, 200X. Fuente: IVCR+i.

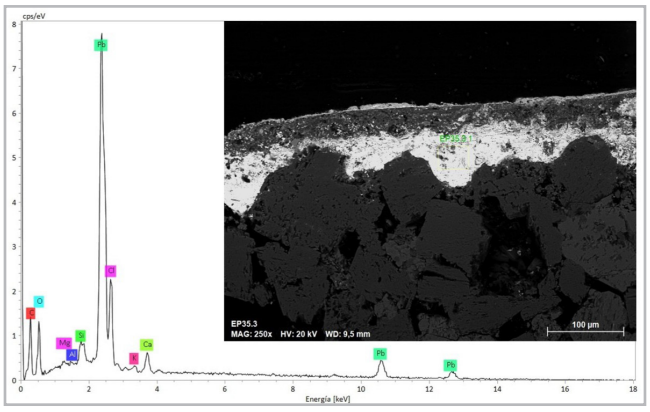


Figura 7.- Imagen SEM en modalidad electrones retrodispersados BSE de la sección estratigráfica y microanálisis EDX de la policromía blanca. Fuente: IVCR+i.

a base de minio y pigmentos ocres (González Alonso 1997). Esta técnica tiene la ventaja de poder ser aplicada en cualquier superficie, como madera, metal o piedra, usando panes de oro de diferentes grosores y calidades, y ofreciendo la posibilidad de poder dorar en exteriores. A nivel estético, el dorado al mordiente tiene un tono más cálido y amarillo y ofrece un juego de irisaciones dependiendo de la incidencia de la luz. En esta técnica, la superficie metálica de la lámina de oro no permite el bruñido, por lo cual no es posible lograr un dorado con aspecto brillante como se obtiene mediante la técnica del dorado al agua (Calvo Manuel 2003, Bruquetas Galán 2002).

La presencia de aceite secante se ha determinado mediante análisis por GC-MS a través de la identificación de los ácidos grasos característicos (cromatograma de la Figura 9).

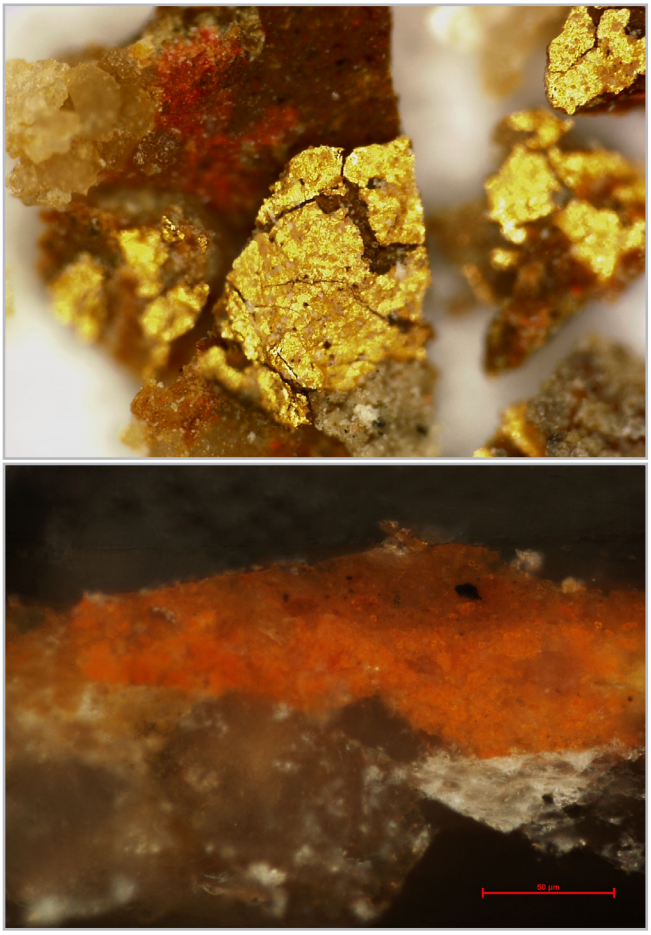


Figura 8.- Imagen de microscopía digital de los fragmentos que componen la muestra de dorado. Imagen de la sección estratigráfica de la muestra de dorado obtenida mediante microscopía óptica con fuente de luz visible, 500X. Fuente: IVCR+i.

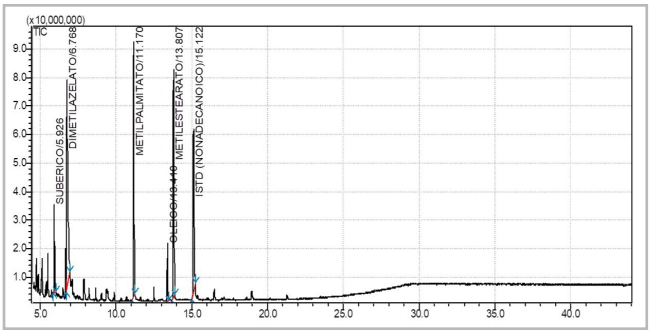


Figura 9.- Cromatograma GC/MS de la muestra de dorado. Fuente: IPCE.

Estratos superficiales

Las pátinas superficiales alteran el cromatismo original de las policromías, presentando generalmente tonalidades grisáceas u oscuras tal y como se aprecia en las imágenes de la Figura 10 relacionadas con observaciones mediante microscopia estereoscópica de las muestras extraídas del sepulcro. Los análisis EDX detectan la presencia de los elementos químicos del calcio, azufre, silicio, aluminio, etc., relacionados con compuestos como el sulfato de calcio con depósitos, en menores concentraciones, de compuestos silicatados (espectros EDX de las Figuras 11 y 12). De manera localizada se detectan cristalizaciones de sales a base de sulfato de potasio o estratos grisáceos constituidos por compuestos de plomo enriquecidos en cloro. De la misma forma, los análisis FTIR-ATR [espectro de la Figura 13], detectan los compuestos mineralógicos del sulfato de calcio con los picos de absorción a 1107, 669 y 596 cm^{-1}, la presencia de los oxalatos de calcio con el pico característico a 1321 cm^{-1} y, en menores cantidades, el carbonato de calcio y los compuestos del silicio.

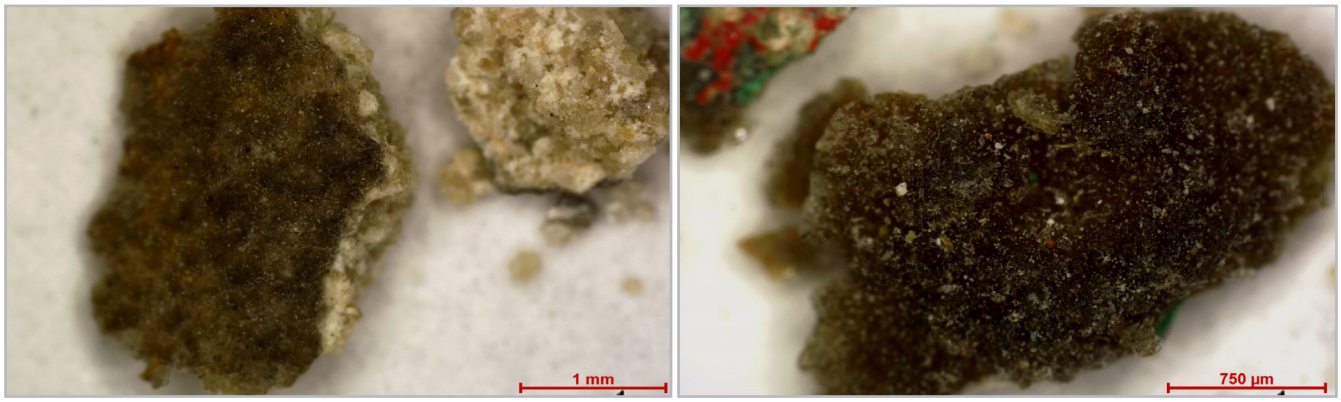


Figura 10.- Fragmentos que componen la muestra EP35.12. Imágenes de microscopía digital. Fuente: IVCR+i.

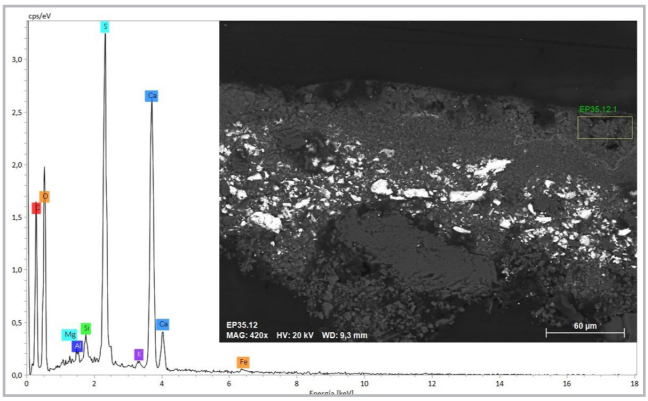


Figura 11.- Imagen SEM en modalidad electrones retrodispersados BSE de la sección estratigráfica y microanálisis EDX de un área de la capa superficial. Fuente: IVCR+i.

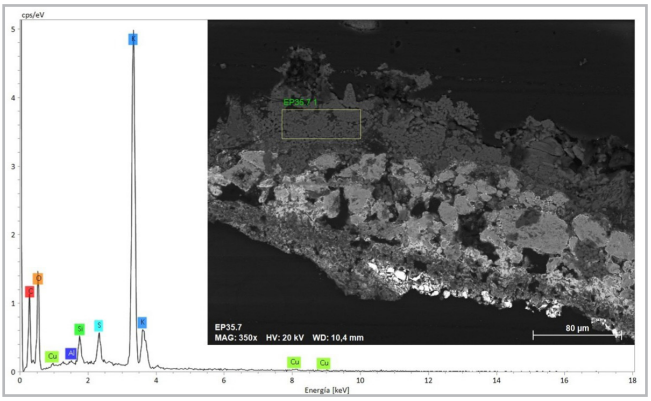


Figura 12.- Imagen SEM en modalidad electrones retrodispersados BSE de la sección estratigráfica y microanálisis EDX de un área de la primera capa de preparación. Fuente: IVCR+i.

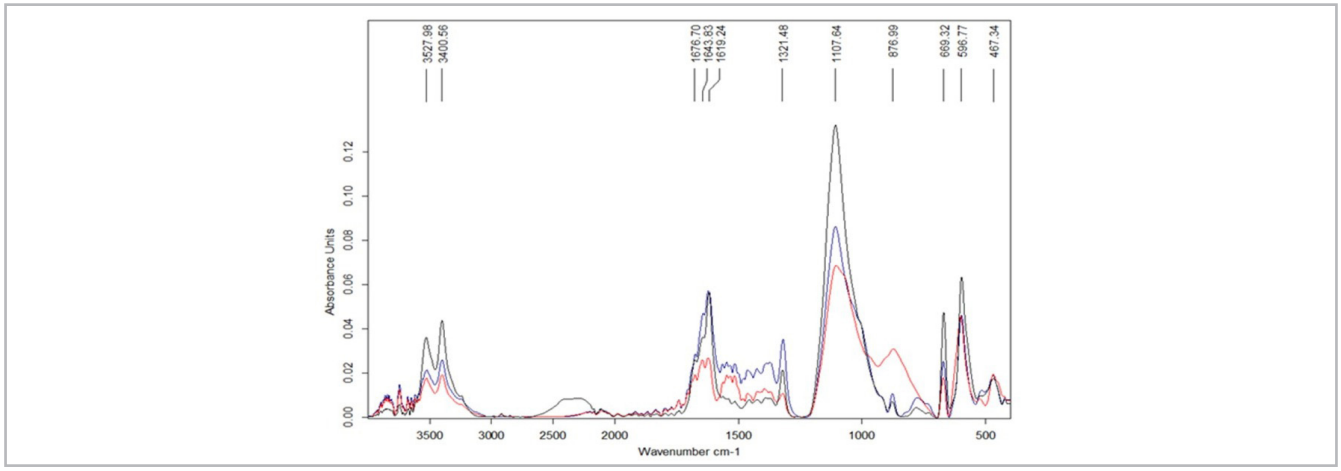


Figura 13. -Espectros FTIR-ATR de los depósitos presentes en superficie. Fuente: IVCR+i.

Estado de conservación

El estado de conservación del sepulcro se puede considerar bastante preocupante, tanto en relación con el soporte pétreo por sus características de porosidad, como en relación con las capas pictóricas. De una manera esquemática se pueden clasificar las alteraciones como un deterioro ligado a las variaciones de las condiciones ambientales, una alteración cromática de las superficies policromadas por depósitos de suciedad procedente del medio ambiente, así como por cristalizaciones de sales, un deterioro ligado a intervenciones de estabilización realizadas en el pasado y, por último, una alteración relacionada con la formación de compuestos enriquecidos en cloro. La alteración de pigmentos se manifiesta sobre todo en las capas de policromía originalmente azules, realizadas con azurita pero que actualmente presentan un tono verdoso. Tal y como se observa en varias muestras [Figura 14], con diferentes grados de alteración del pigmento, se observa en las microfotografías estratigráficas de la Figura 15, que en la capa azul verdosa se detectan granos azules de azurita y granos verdes de un compuesto de cloro y cobre que podría estar relacionado con una alteración de la azurita, con la consiguiente formación de un posible cloruro de cobre verde [espectro del microanálisis EDX de la Figura 16]. Como es sabido, la azurita es un mineral natural formado por carbonato básico de cobre que, como pigmento azul, ha sido empleado en las técnicas artísticas, sobre todo entre los siglos XV-XVII. Es un pigmento bastante estable en condiciones normales, pero con el paso del tiempo y en condiciones adversas (calor, humedad, aportación de sales, etc.) puede adquirir tonos verdosos o, incluso, ennegrecerse (Boularand 2010).

La presencia de compuestos de nueva formación a base de plomo y cloro están relacionados, sobre todo, con la

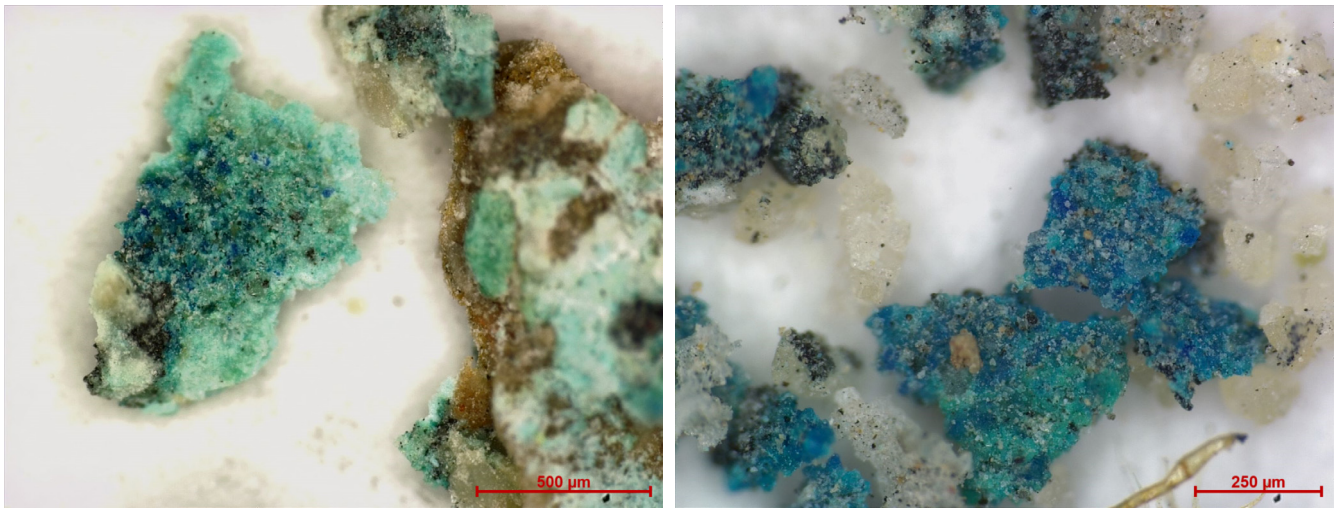


Figura 14.- Fragmentos de muestras con diferentes grados de alteración de la policromía azul. Imágenes de microscopía digital. Fuente: IVCR+i.

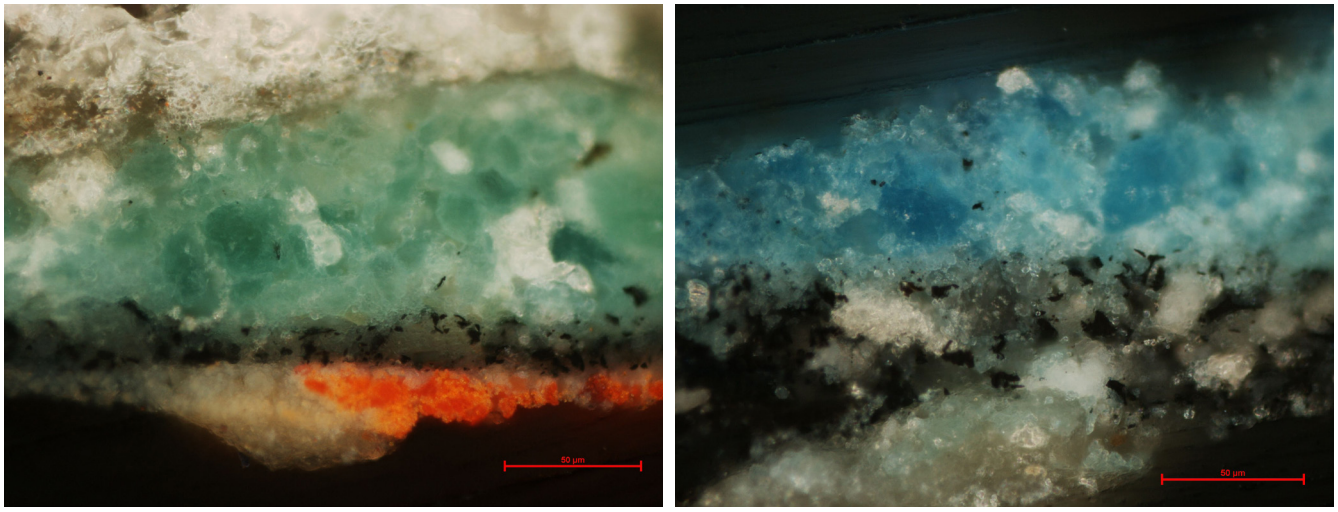


Figura 15.- Imagen de la sección estratigráfica de la muestra EP35.7. Microscopía óptica con fuente de luz visible, 500X. Fuente: IVCR+i.

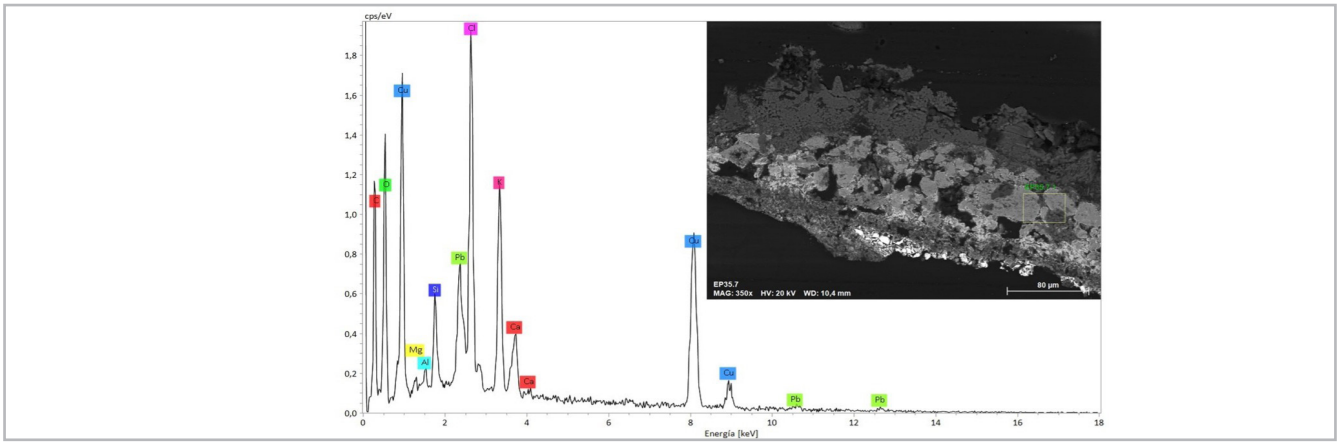


Figura 16.- Imagen SEM en modalidad electrones retrodispersados BSE de la sección estratigráfica y microanálisis EDX de un área de la primera capa de preparación. Fuente: IVCR+i.

policromía de las encarnaciones [imágenes de las figuras 17 y 18], donde resultan ser abundantes y posiblemente problemáticos a fines de conservación, además de producir superficies alteradas cromáticamente ya que presentan tonalidades grisáceas. Las observaciones y análisis efectuados indican a compuestos de alteración enriquecidos en cloro y plomo con distintas características texturales y composicionales [microanálisis EDX de la Figura 19]. La presencia de este tipo de compuestos ha sido ya puesto de manifiesto por anteriores estudios, son ejemplos la policromía de la Portada de Los Apóstoles del siglo XV de la Basílica Arciprestal de Santa María La Mayor de Morella (Castellón) o en el Pórtico de la Gloria, obra del siglo XII, de la Catedral de Santiago de Compostela (Ferrazza *et al.* 2019, García Rodríguez *et al.* 2021).

En las capas de policromía, se identifica una transformación de los compuestos originales a base de blanco de plomo en cloruros de plomo, progresando dicha transformación tanto desde la superficie externa como desde la superficie interna de las capas. Las zonas más degradadas se caracterizan por una mayor porosidad, microfisuración y descohesión. Estudios similares realizados en otras obras, han identificado fosgenita ($Pb_2Cl_2CO_3$), laurionita (PbCl(OH)), paralaurionita (PbCl(OH)) y cotunita ($PbCl_2$) (Pérez García *et al.* 2017). Es evidente que el plomo de estos agregados clorados estaría relacionado con los compuestos originales de plomo (blanco de plomo), sin embargo, la presencia de cloro parece indicar una entrada generalizada de este elemento químico de origen incierto, posiblemente por la aplicación de productos clorados en intervenciones de lavado (jabones o lejías) o de eliminación del biodeterioro mediante productos como el cloruro de benzalconio o biocidas organoclorados.

En cuanto a la presencia de los oxalatos de calcio detectados mediante FTIR-ATR, su origen puede ser relacionado a posibles mecanismos de degradación oxidativa de materiales orgánicos, tales como aceites secantes, ceras, gomas, etc., aplicados en el pasado en determinados tratamientos con fines estéticos o protectores (Rampazzi 2019).



Figura 17.- Punto de extracción de la muestra de carnación y fragmentos que componen la muestra. Imagen de microscopía digital. Fuente: IVCR+i.

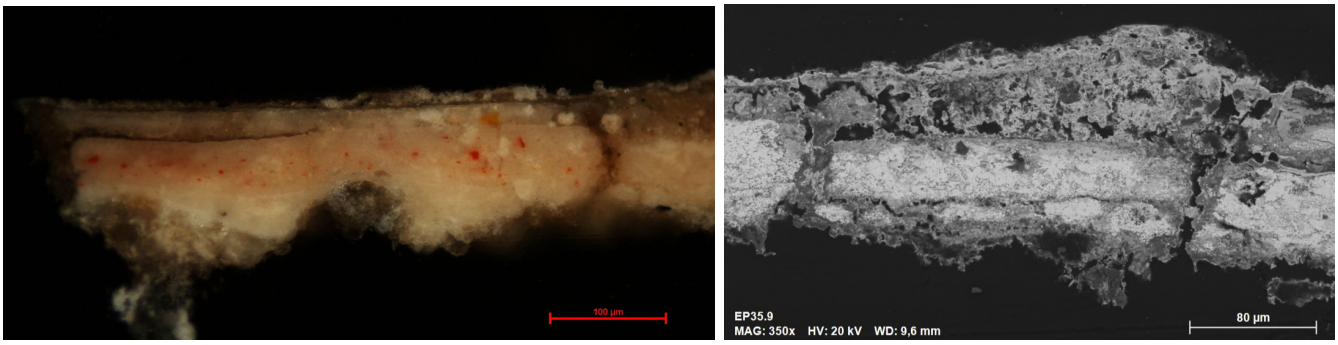


Figura 18.- Imagen de la sección estratigráfica de la muestra de encarnación obtenida con microscopía óptica con fuente de luz visible, 200X y con microscopía electrónica de barrido (SEM) en modalidad electrones retrodispersados (BSE). Fuente: IVCR+i.

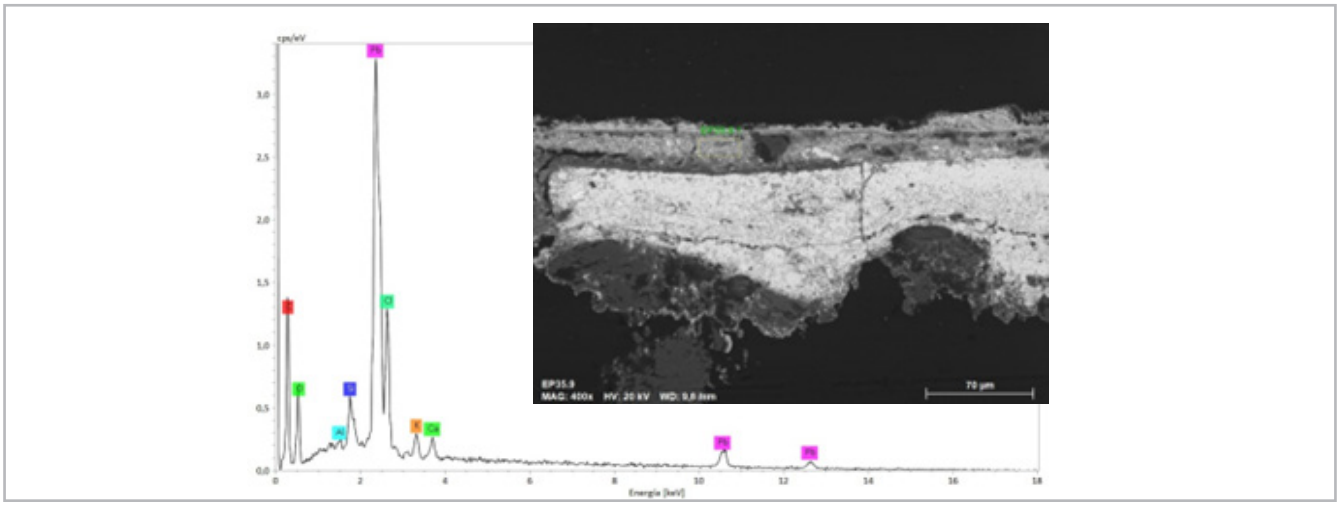


Figura 19.- Imagen SEM en modalidad electrones retrodispersados BSE de la sección estratigráfica y microanálisis EDX de un área de la capa superficial. Fuente: IVCR+i.

Conclusiones

El estudio pormenorizado de los restos de policromía presentes en el sepulcro doble de los Boil ha proporcionado una valiosa información sobre la secuencia de estratos que componen la policromía original y dilucidar la naturaleza y composición de los pigmentos, de las cargas inertes, de las láminas metálicas, así como del aglutinante presente en las policromías. Esta información habrá de ser complementada y contrastada con el conjunto de aportaciones proporcionadas por los historiadores del arte. Igualmente, la investigación realizada sobre el monumento ha sido determinante para esclarecer aspectos relacionados con los mecanismos de alteración y degradación que están afectando la conservación de los materiales pictóricos. En este sentido, el trabajo realizado, conjuntamente con otros agentes involucrados en la salvaguarda del patrimonio, va a ser relevante en la toma de decisiones para las actuaciones futuras de las intervenciones de conservación y restauración de las policromías sobre piedra.

Otro fin de este trabajo de investigación ha sido también el de contribuir, en la medida de nuestras posibilidades, a una mejor comprensión de los aspectos técnicos y artísticos que caracterizan la policromía sobre piedra durante el periodo del gótico valenciano, así como a la recuperación histórica y estética de estas obras, tomando conciencia sobre la importancia del color en esta tipología de obras. Asimismo, los resultados son necesarios para ampliar el conocimiento sobre la estructura de los compuestos de nueva formación enriquecidos con cloro a partir de los pigmentos de plomo empleados. En este sentido, resulta importante seguir la caracterización de la mineralogía de estos compuestos presentes en numerosas obras en piedra policromada estudiadas, valorar la estabilidad y el comportamiento físico-químico de los mismos a largo plazo, con la perspectiva de mejorar los tratamientos de estabilización durante la fase de conservación y restauración.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia e Innovación su apoyo mediante el Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad en I+D+I (PTA2019-002526-C) y a la Capitanía General de Valencia su gran apoyo y colaboración. Agradecemos también la colaboración de Consuelo Imaz Villar del Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE) por la aportación analítica proporcionada en este estudio.

Referencias

APARICI NAVARRO, M. (2009). "Guía del Convento de Santo Domingo. Antigua Capitanía General y sede actual del Cuartel General de la Fuerza de Maniobra". Folleto. Valencia, Fundación Cultural Bancaja.

BOULARAND, S. (2010). "Degradation of azurite in mural paintings: distribution of copper carbonate, chlorides and oxalates by SRFTIR". Applied Physics A, 99, 363–375.

BENITO GOERLICH, D. (1989). "Exconvento de Santo Domingo". Valencia y Murcia, vol. 4, serie La España Gótica. Encuentro ediciones, Madrid, 312-318.

BRUQUETAS GALÁN, R. (2002). "Técnicas y materiales de la pintura española en los siglos de oro". Fundación de Apoyo a la Historia del Arte Hispánico, Madrid.

CALVO MANUEL, A.M. (2003). "Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos. De la A a la Z". Ediciones del Serbal, S.A.

CARDELL, C., HERRERA, A., GUERRA, I., RODRÍGUEZ SIMON, L. Y ELERT, K. (2017). "Pigment-size effect on the physico-chemical behavior of azurite-tempera dosimeters upon natural and accelerated photo aging", Dyes and Pigments, 141, 53-65.

CARUANA REIG, J. (1920). "El doble sepulcro de los Boil que se conserva en el Museo Arqueológico Nacional y en el Provincial de Valencia, no es de los señores de Manises", Centro de Cultura Valenciana, Valencia.

CATALÁ GORGES, M. A. (1983). "Real Convento de santo Domingo Capitanía General". Catálogo Monumental de Valencia, 200–206.
DOERNER, M. (1998). "Los materiales de pintura y su empleo en el arte", Editorial Reverté.

ESPAÑOL, F. (2007). "El Córrer les armes. Un aparte caballeresco en las exequias medievales hispanas". Anuario de Estudios Medievales, 37, 867-905.

FERRAZZA, L., PASTOR VALLS, M.T., CONTRERAS ZAMORANO, G.M., JUANES BARBER, D., RADVAN, R., CHELMUS, A., RATOIU, L., GHERVASE, L., CORTEA, M.I. Y ORTIZ, M.P. (2019). "Multidisciplinary Approach Applied to the Diagnosis of the Facade of the Arciprestal Church of Santa María de Morella (Castellón, Spain)", Scanning, vol. 2019, Article ID 2852804. https://doi.org/10.1155/2019/2852804

GARCÍA MARSILLA, J.V. (1998). "La tumba de un banquero. El sepulcro de Arnau de Valeriola en el Museo de Bellas Artes de Valencia", El Mediterráneo y el Arte Español.

GARCÍA RODRÍGUEZ, M.A., PÉREZ GARCÍA, P., FERRAZZA, L., PASTOR VALLS, M.T., ÍMAZ VILLAR, C. Y YANGUAS, N. (2021). "Estudios analíticos en el Pórtico de la Gloria. Metodología científica aplicada al seguimiento de los tratamientos de restauración", en La restauración del Pórtico de la Gloria, Catedral de Santiago de Compostela. Documentación, estudios y conservación, Ministerio de Cultura y Deporte, 311-334.

GASCÓ PELEGRÍ, V. (1975). "El real monasterio de Santo Domingo. Valencia: Capitanía General", Ministerio de Educación y Ciencia, t. II: 381.

GETTENS, R. J., Y WEST FITZHUGH, E. (1993). "Azurite and Blue Verditer", en A. Roy (Ed.), Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics, Vol. 2, Oxford University Press, 22-35.

GILART BARRANQUERO, N. Y BALAUST CLAVEROL, L. (1996). "Retablo gótico de piedra policromada de Albesa (Lleida)", Actas XI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Diputación Provincial, Castellón de la Plana, 965-970.

GONZÁLEZ-ALONSO MARTÍNEZ, E. (1997). "Tratado del dorado, plateado y su policromía", Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia.

NAVARRO GASCÓN, J.V., GÓMEZ GONZÁLEZ, M.L. Y GAYO GARCÍA, M.D. (1996). "Estudio de la policromía y pátinas de los relieves del claustro del Monasterio de Santo Domingo de Silos (Burgos)", Actas XI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Diputación Provincial, Castellón de la Plana, 589-602.

PÉREZ GARCÍA, P., M.ª GARCÍA RODRÍGUEZ, M.A. Y FERRAZZA, L. (2017). "Aportación de los estudios científicos a la restauración del Pórtico de la Gloria de la Catedral de Santiago de Compostela. Análisis de las alteraciones", en La Ciencia y el arte VI: Ciencias experimentales y conservación del patrimonio, Ministerio de Cultura, 134-151

RAMPAZZI, L. (2019). "Calcium oxalate films on works of art: A review". Journal of Cultural Heritage, Volume 40, 195-214.

ZARAGOZÁ CATALÁN, A. (2010). "El control de la forma en la arquitectura medieval valenciana: dibujo y oficios artísticos durante los siglos XIII y XIV", Historia de la Ciudad IV, Taberner Pastor F. (coord.), Col·legi Territorial d'Arquitectes de València.

ZARAGOZÁ CATALÁN, A. (2000). "Modos de construir en la Valencia Medieval, Bóvedas", Historia de la Ciudad I, Valencia, 76–88.

ZARAGOZÁ CATALÁN, A. (1995). "Antiguo convento de Santo Domingo (Valencia)", en Arquitectura Religiosa, Valencia, ISBN 84-482-1071-0, 114-129.

Autor/es



Livio Ferrazza
livio.ferrazza@ivcri.gva.es
Químico - Conservador científico del Institut Valencià de Conservació, Restauració i Investigació (IVCR+i)
https://orcid.org/0000-0002-4357-2979

Doctor en Química y Diplomado en Ciencias para la conservación de bienes culturales por la Universidad "La Sapienza" de Roma. Desde 2007 trabaja en el Laboratorio de Materiales del Instituto Valenciano de Conservación, Restauración e Investigación (IVCR+i), prestando apoyo en los análisis de muestras de bienes culturales tales como pintura de caballete, pintura sobre tabla, pintura mural, piedra, textil, papel y metal. Ha participado en numerosas líneas de investigación con una destacada trayectoria en la evaluación tratamientos de estabilización y de limpieza de superficies policromadas, soporte pétreo y pinturas murales. Desde

2009 colabora con esta institución en los estudios analíticos y evaluación de los tratamientos de restauración en las pinturas murales de la Casa de Ariadna en Pompeya, en la Portada de Los Apóstoles de la Basílica Arciprestal de Morella (Castellón) o en la caracterización de materiales y evaluación de los tratamientos de limpieza en la pintura gótica valenciana como en el caso de la predela del Centenar de la Ploma del Victoria and Albert Museum de Londres. En 2014 recibe la beca Fundación Andrew W. Mellon colaborando con el Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE) de Madrid en la evaluación de la eficacia y del riesgo asociado a los diferentes sistemas de estabilización y de limpieza de la policromía sobre piedra en el Pórtico de la Gloria de la Catedral de Santiago de Compostela. Ha colaborado en la línea de investigación del proyecto PNIC2015-05: Protocolo de evaluación del riesgo para la intervención en conjuntos escultóricos de piedra policromada, a través del cual se ha desarrollado un protocolo para la evaluación del riesgo y la eficacia en los diferentes tratamientos a emplear (limpieza, desbiotización, fijación, consolidación).

Artículo enviado 21/11/2025
Artículo aceptado el 27/03/2026

CC BY NC ND

https://doi.org/10.37558/gec.v29i1.1469



David Juanes Barber
david.juanes@ivcri.gva.es
Físico - Conservador científico del Institut Valencià de Conservació, Restauració i Investigació (IVCR+i)
https://orcid.org/0000-0002-5673-5853

Su carrera en el área de investigación en conservación del patrimonio cultural se inició en 1998 en la Universidad de Valencia, donde participó en el desarrollo de equipos portátiles de fluorescencia de rayos X para el análisis no invasivos de obras de arte. De 2003 a 2007 se incorporó como autónomo al Instituto del Patrimonio Histórico Español, donde se formó en las diferentes técnicas y metodologías para el estudio y diagnóstico del estado de conservación de las obras de arte, y colaboró en la puesta en marcha de una metodología de el análisis de los objetos del patrimonio histórico-artístico que optimiza el uso de técnicas con y sin muestreo. En 2007 se incorporó al Institut Valencià de Conservació, Restauració i Investigació (IVCR+i) de la Generalitat Generalitat, donde actualmente presta apoyo técnico y científico a los distintos departamentos de conservación y restauración. Ha participado en proyectos de I+D relacionados con la conservación y restauración del patrimonio histórico. Es autor de publicaciones científicas enfocadas en tecnologías aplicadas al estudio y conservación del patrimonio histórico principalmente a través del uso de técnicas no invasivas. Actualmente trabaja en la aplicación de tecnologías 3D en la conservación y restauración del Patrimonio Cultural, ejemplos recientes de esta línea son el estudio de la Fachada de los Apóstoles en Morella, la aplicación de la tomografía computarizada para el estudio de la escultura en madera y la tecnología GIS como herramienta para la gestión de resultados científicos y procesos de conservación en obras de arte.