

ANA I. CALERO-CASTILLO^{1*} 
 ANA COBA PEÑA¹ 
 OLIMPIA LÓPEZ CRUZ¹ 
 ANA GARCÍA BUENO¹ 

1. Departamento de Pintura,
 Facultad de Bellas Artes. Universidad
 de Granada, Granada, España

*anacalero@ugr.es

Análisis de las policromías mudéjares del Patio de las Doncellas. Identificación de las intervenciones realizadas a lo largo de su historia

Análise da policromia mudéjar do *Patio de las Doncellas*. Identificação das intervenções realizadas ao longo da sua história

Analysis of the mudejar polychrome decoration of the *Patio de las Doncellas*. Interventions carried out throughout its history

Resumen

Este trabajo se centra en el estudio de la policromía del Patio de las Doncellas en el Palacio de Pedro I (1356-1366), conjunto situado en el Real Alcázar de Sevilla. La decoración de este espacio ha tenido en su historia numerosas intervenciones, adaptándose a las modas y gustos de sus habitantes, lo que ha provocado un aspecto de las superficies actuales que difiere del original. Con el objetivo de identificar las diferentes policromías y de situarlas cronológicamente, a partir del análisis documental, trabajo de campo y estudio analítico, se ha llevado a cabo una investigación exhaustiva de las yeserías y el alfarje.

Resumo

Este trabalho centra-se no estudo da policromia do *Patio de las Doncellas* no Palácio de Pedro I (1356-1366), um complexo situado no Real Alcázar de Sevilha. A decoração deste espaço sofreu numerosas intervenções ao longo da sua história, adaptando-se à moda e aos gostos dos seus habitantes, o que levou a um aspecto actual das superfícies que difere do aspecto original. Com o objectivo de identificar as diferentes policromias e situá-las cronologicamente, foi realizada uma investigação exaustiva do reboco e do alfarje, com base na análise documental, trabalho de campo e estudo analítico.

Abstract

This work focuses on the study of the polychrome decoration of the *Patio de las Doncellas* in the Palace of Pedro I (1356-1366), part of the Real Alcázar de Sevilla ensemble. The decoration of this space has undergone many interventions throughout its history to adapt to the fashions of the time. Therefore, the current surfaces seen nowadays look nothing alike their original appearance. With the aim of identifying the different polychromies and chronologically dating them, an exhaustive research on the plasterwork and wooden decoration (carved-alfarje and not carved-freeze) has been carried out based on documentary research, fieldwork and analytical studies.

PALAVRAS CLAVE

Restauración
 Conservación
 Color
 Datación
 Yaserías
 Mudéjar

PALAVRAS-CHAVE

Restauro
 Conservação
 Cor
 Datação
 Estucagem
 Mudejar

KEYWORDS

Restoration
 Conservation
 Colour
 Dating
 Plasterwork
 Mudejar



Figura 2. a) planimetría del Real Alcázar de Sevilla en la que se señala (azul) el conjunto del Patio de las Doncellas (Almagro, 2000); b) imagen actual de dicho patio; c) detalle de la decoración en madera; d) detalle de la decoración en yeso; e) identificación de intervenciones sucesivas en el friso de madera; f) cata efectuada en la yesería. Presencia de color debajo de la capa de color gris actual.

Materiales y métodos

Investigación documental

Este análisis era fundamental pues, como defiende Brogiolo [8] la arqueología estratigráfica por sí sola no es suficiente para interpretar el resultado de las diferentes etapas constructivas o campañas de color si no se complementa con el análisis histórico del espacio. Además, como recoge Cano-Cortés [9] uno de los aspectos fundamentales para la conservación del patrimonio mudéjar es la recopilación de las intervenciones

realizadas. La revisión de actuaciones poco afortunadas y las ejecutadas correctamente, permite evaluar en qué medida han afectado a la composición original y como inciden en su apariencia actual y en su conservación

Para ello se ha realizado una consulta bibliográfica amplia de los trabajos efectuados en este conjunto palaciego, tanto de carácter histórico ([10-17] entre otros), arqueométrico ([3, 5, 18-19]) o intervenciones de restauración [20] con el objetivo de recopilar la mayor información disponible de ambos elementos decorativos.

Muestreo

El análisis arqueométrico exigía tanto por sus dimensiones, como por su complejidad, un muestreo significativo de la zona. El principal problema radicaba en las dimensiones de la superficie decorativa objeto de estudio (121,21 m²), 43,25 m² en el caso de las yeserías y 77,96 m² en la decoración de madera. Dichas dimensiones obligaron a realizar una toma de muestras muy amplia que permitiera obtener resultados con garantías.

Con el objetivo de poder efectuar un estudio que aportara resultados muy concluyentes que pudieran ser extrapolados al resto del patio, se escogió la zona del muro sur/este que comprende la puerta de acceso al salón del techo de Carlos V, la ventana occidental, la puerta pequeña o de escape de este muro, así como toda la decoración (yeso y madera) que la circunda (Figura 2). Esta zona se consideró especialmente interesante tanto por la relevancia de las salas a las que da acceso como por los indicios observados sobre la posibilidad de encontrar restos de las diferentes intervenciones.

El muestreo pudo realizarse gracias a la disposición de un andamiaje móvil y una cesta elevadora de mástil vertical con la que se pudo acceder a toda la superficie. Como criterio general, las muestras se tomaron de las zonas más representativas y con mayores restos de color, procurando en todo momento que la cantidad fuese la mínima imprescindible, evitando el posible deterioro estético de la obra.

A cada muestra se le asignó un código alfanumérico identificativo y se realizó una ficha de la misma en la que quedaba recogida toda la información relevante (situación, fecha, fotografías, análisis). Igualmente, cada una de las muestras fue depositada en un contenedor individual, protegidas de la contaminación, daños mecánicos o alteraciones durante su transporte y posterior almacenamiento, tal y como se recoge en la normativa existente [21].

Con estas condiciones se tomaron un total de 288 muestras, 155 del paramento de yesería, y 133 de la decoración en madera (Figura 2).

Técnicas analíticas

Para identificar de forma precisa la existencia de materiales originales debajo de las capas superpuestas, así como la naturaleza de las diferentes intervenciones, es imprescindible establecer una metodología rigurosa fundamentada en el estudio analítico de muestras puntuales mediante técnicas instrumentales. La información que se obtiene de la aplicación de estas técnicas analíticas permite individualizar pigmentos, aglutinantes y determinadas características texturales a través de los cuales se pueden relacionar con periodos artísticos concretos, resolviendo con ello cuestiones arqueológicas [9, 22-23] (Figura 3).

Microscopio estereoscópico

Es el primer análisis que se realiza a las muestras y sirve para seleccionar aquellas que pueden aportar mayor información. No requiere una preparación específica y permite realizar un análisis preliminar en el que pueden identificarse los estratos

existentes, así como sus características (tamaño de grano de algunos pigmentos, capas aislantes, láminas metálicas o la morfología del soporte). En nuestro caso se ha utilizado un microscopio estereoscópico Nikon smz 1000 con cámara incorporada al dispositivo (DS-U3 Digital Camera). Este análisis fue realizado en el laboratorio de investigación del Centro de Restauración de la Universidad de Granada.

Microscopio petrográfico

Para este análisis las muestras recogidas se prepararon en láminas delgado-pulidas, que han permitido su estudio tanto con luz reflejada como transmitida. Dicha preparación se realiza a partir de las secciones transversales de las muestras, adhiriéndolas en un portaobjetos, generalmente de metacrilato donde se pule la superficie hasta obtener una lámina delgada de unas micras de espesor. Esta técnica ha permitido precisar el número de capas y su espesor, así como el tamaño, la forma y el color de los granos de pigmentos. Los microscopios empleados han sido Carl Zeiss- Jena Jenalab y Olympus BX-o, el último de ellos con un sistema de microfotografía DP-20, ambos ubicados en el departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada.

Microscopía electrónica de barrido (SEM-EDX)

Esta técnica es fundamental para conocer la morfología de la muestra y a partir de la obtención de espectros de rayos X, su composición elemental. Las láminas delgadas pulidas, metalizadas con una fina capa de carbono, han sido analizadas en el Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada, empleando los microscopios Leo Gemini 1530 y Leo 1430 VP, ambos con sistemas de microanálisis por dispersión de energía de rayos X Inca 350 versión 17 de Oxford Instrument. En los microanálisis se ha utilizado una corriente de filamento 500 pA, 20 keV de energía del haz y 10 eV/ch de resolución espectral. Los mapas de rayos X se han adquirido con el segundo de los equipos nombrados, usando un 1nA de corriente de filamento y 20 eV/ch de resolución.

Difracción de Rayos X (DRX)

Se ha efectuado a 10 muestras procedentes de las yeserías, con la finalidad de conocer con precisión la composición del mortero original, ya que esta técnica permite estudiar la estructura de las sustancias cristalinas e individualizar los diferentes componentes (fases cristalinas). Para prepararlas, la muestra se muele en un mortero de ágata hasta obtener un polvo muy fino, colocando la cantidad necesaria en el portamuestras de aluminio. El equipo empleado, ubicado en el departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada, ha sido un difractor PANalytical X'Pert Pro con detector lineal de estado sólido X'Celerator. Las condiciones experimentales han sido las siguientes: radiación CuK α 45 Kv de potencial y 40mA de intensidad. Los diagramas de difracción se han realizado usando un barrido continuo entre 3° y 50° de 2 θ , 20 segundos de tiempo de medida en cada paso y una velocidad de barrido de 3° de 2 θ por minuto. Para el procesamiento de



Figura 3. a) planimetría y señalización de muestras estudiadas de yeserías en el paramento sur/este; b) imagen general del alfarje estudiado.

los datos y la identificación de compuestos se ha utilizado el programa X Powder.

Cromatografía de gases con espectrometría de masas (CG/EM)

Las muestras estudiadas por esta técnica han sido examinadas previamente con ensayos microquímicos y de coloración selectiva por microscopía óptica que permiten hacer una primera aproximación a la identificación de aglutinantes,

barnices y adhesivos. Los métodos cromatográficos se utilizaron para separar los productos orgánicos existentes en los materiales artísticos, a pesar de su baja concentración. En este estudio se ha empleado la cromatografía en fase gaseosa con detector de espectrometría de masas (CG/EM), para la identificación directa de aceites secantes, resinas o ceras, o indirecta, vía hidrólisis de proteínas y polisacáridos, mediante la detección de los aminoácidos y monosacáridos resultantes.

Para ello se ha usado un cromatógrafo de gases Agilent 7890 A con detector de masas de monocuadrupolo Agilent 5975C MSD.

Método de análisis de sustancias lipófilas (aceites, resinas naturales, ceras)

Las muestras se trataron con el reactivo de metilación Meth-prep II. Se añadió a la muestra 25 µL de metanol y 15 µL de reactivo hidróxido de trimetilsulfoxonio. La mezcla fue calentada durante 2 horas a 65 °C. El volumen de inyección fue entre 1 y 5 µL. Las condiciones de trabajo fueron: inyector a 275 °C, modo *splitless* 2 min, detector (línea transferencia) a 300 °C, columna SP5 (5 % fenil silicona) de 30 m y 0,25 mm diámetro interno, flujo de helio (He) de 1 ml/min. Se empleó una rampa de temperatura tal como se describe a continuación: temperatura inicial 65 °C (2 min), rampa de 20 °C/min hasta una temperatura final de 300 °C (10 min).

Método de identificación de proteínas

Se llevó a cabo mediante una hidrólisis con HCl 6 M empleando un equipo de microondas y una derivatización con TBDMS-TFA en piridina de los ácidos grasos y aminoácidos resultantes. Para los hidratos de carbono el mismo hidrolizado se derivó con isopropanol-HCl y posteriormente con anhídrido trifluoroacético en acetonitrilo. Las condiciones de trabajo fueron: inyector a 290 °C, modo *splitless* 2 min, detector (línea transferencia) a 300 °C, columna SP5 (5 % fenil silicona) de 30 m y 0,25 mm diámetro interno, flujo de He de 1 ml/min. Se empleó una rampa de temperatura tal como se describe a continuación: temperatura inicial 85 °C (2 min), rampa de 10 °C/min hasta una temperatura final de 300 °C (15 min).

Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)

Esta técnica se empleó en combinación con la anterior para la identificación de moléculas orgánicas a partir de la determinación de la naturaleza química de las bandas y al ser una técnica espectroscópica está basada en la interacción de la radiación electromagnética con la materia [24]. En este caso, el sistema de preparación de muestras empleado ha sido el de la preparación de pastillas de bromuro potásico. Este método consiste en moler unos pocos miligramos de la muestra con bromuro potásico en mortero de ágata. La mezcla obtenida se prensa y se introduce en el compartimiento de muestras para obtener el espectro correspondiente, gracias al cual se puede obtener información acerca de la composición de la misma [25]. En este trabajo los análisis, se han llevado cabo entre 4400 cm⁻¹ y 370 cm⁻¹, en pastillas de KBr o mediante análisis superficial usando la técnica UATR (Universal Attenuated Total Reflectance).

Tanto los análisis de cromatografía de gases como los de espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier fueron realizados en el laboratorio Larco Química y Arte, S. L..

Correlaciones estratigráficas

La identificación de los procesos y materiales empleados en ambas decoraciones no solo ayuda a conocer la naturaleza de

los mismos, sino también a determinar las causas que llevaron a modificar las técnicas y su uso. Así, un estudio muy profundo de los estratos identificados ha permitido vincular entre sí las capas pictóricas de las diferentes muestras, posicionándolas en una cuadrícula definida (Figura 4). Determinados los diferentes niveles de intervención en función de los materiales identificados en los estratos, estos se han relacionado con la información obtenida de la documentación histórica, permitiendo establecer una cronología bastante aproximada de las intervenciones efectuadas a lo largo del tiempo y de los materiales empleados.

Este tipo de estudios resulta muy complejo debido tanto al número de estratos y a la heterogeneidad de materiales presentes, como a la sucesión de intervenciones realizadas, en ocasiones no documentadas. Así, la metodología utilizada, puesta a punto por López Cruz et al [2] ha permitido comprobar en ambos casos que tanto la decoración en madera como la de yeso han sido intervenidas en varios momentos históricos. Así, a pesar de la dificultad, este método ha permitido verificar que en más de 90 muestras se conservan estratos originales ocultos en la actualidad por intervenciones posteriores. Este hecho además se ha podido confirmar con las catas de limpieza efectuadas *in situ* en el monumento, en las que se ha verificado tanto la delicadeza del relieve en el caso de las yeserías, como del color en ambas decoraciones.

Resultados y discusión

Investigación documental

Como residencia real, las intervenciones acometidas en este espacio han sido constantes a lo largo de la historia, realizándose en la mayor parte de los casos, con el objetivo de mantener un buen estado y apariencia del mismo. En general, se puede afirmar que las intervenciones están bien documentadas, como demuestran los archivos conservados en el Real Alcázar, estudiados en profundidad por diversos autores como [1, 13, 16-17, 19, 26], así como en las publicaciones periódicas efectuadas por el Patronato del Real Alcázar de Sevilla desde el año 2000. Sin embargo, hay que añadir que puede haber intervenciones no documentadas, bien por la poca relevancia de la actuación o porque no se considerara oportuno en su momento. En ese sentido hay que recordar que el concepto actual de restauración, en el que este tipo de operaciones se acompañan siempre de un proyecto, una memoria de restauración y se abordan sobre unos criterios internacionales, es relativamente reciente en el tiempo.

Yeserías

Las yeserías se disponen en este espacio alrededor de las ventanas y las puertas de forma similar a las de los conocidos como “*arrabaes*” y fueron realizadas por artesanos sevillanos, granadinos y toledanos en la construcción original del palacio, mandado edificar por Pedro I [26-27]. Como consta en la puerta toledana del Salón de embajadores, las obras del Palacio

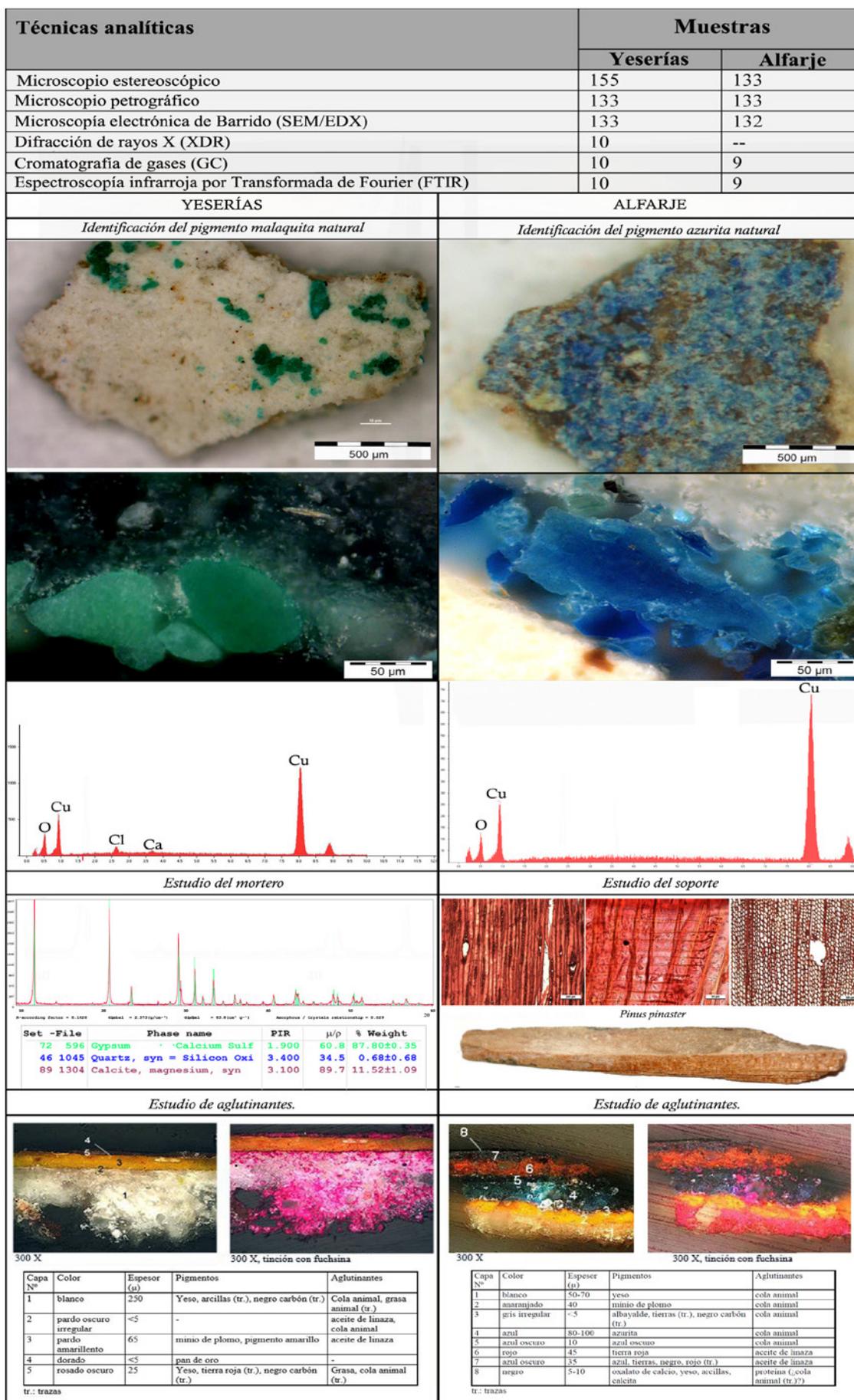


Figura 4. Relación de muestras estudiadas y técnicas empleadas para el estudio. Ejemplo de identificación del pigmento azurita natural en yeserías y madera, análisis del material de base (mortero de yeso y madera) y análisis de aglutinantes en ambas decoraciones.

Mudéjar finalizan en el año 1366 [18]. En periodos posteriores se distinguen obras menores como son las ejecutadas en época de los Reyes Católicos y de su nieto, el emperador Carlos V, en las que se reparan, se doran elementos y se incorporan arrocabes y escudos de manera puntual [1, 28]. Durante el reinado de Felipe II (1556-1598), se construye la galería superior con mármoles italianos y yeserías de carácter clásico, incorporando también yeserías clásicas en las arquerías del patio [29]. También en este periodo se detectan daños puntuales en las yeserías de los paramentos internos, realizándose reparaciones y limpiezas en aquellas zonas que lo precisaban [1].

En años posteriores no se citan actuaciones directas sobre las yeserías hasta los años 1894-1899 donde se realiza una importante intervención sobre las policromías de la fachada del Palacio en las que interviene la Academia de San Fernando marcando ciertas directrices con el objetivo de evitar las desafortunadas intervenciones de épocas precedentes. En este sentido, Chávez González [14], destaca que es muy posible que esta intervención se hubiera realizado también en otras zonas, pero que la importancia de la fachada habría eclipsado documentalmente los datos de cualquier otra tarea que hubiera precisado apoyo económico. En años más recientes, tras la publicación de las primeras *cartas del Restauo* italianas o la *Teoría del Restauo* de Césare Brandi no se encuentra ningún informe de restauración, así como ninguna investigación científica publicada referente al estado de conservación de las decoraciones en yeso de esta zona concreta, de lo que se deduce que no se ha realizado ninguna actuación de restauración del Patrimonio con criterios modernos.

En la actualidad se está revisando el estado de conservación de este patio y se están llevando a cabo las primeras operaciones de consolidación del revestimiento de yeso.

Decoración en madera (Alfarje y friso)

La decoración en madera de las galerías bajas del patio de las Doncellas, al igual que las yeserías descritas anteriormente, fue realizada durante la construcción inicial del palacio de Pedro I (1356-1366), e igualmente de la mano de artesanos sevillanos, granadinos y toledanos [1, 13]. Tras su construcción, el alfarje es intervenido en varias ocasiones, con la finalidad de ser reparado o adaptado al gusto de la época. La primera de las intervenciones posteriores está documentada en 1477, durante el reinado de los Reyes Católicos ya que los monarcas se alojan en el alcázar en diversas ocasiones por los enfrentamientos con el reino de Granada [33]. En una de estas intervenciones, en la que se enfatiza la planta alta del palacio, el alfarje sufre deterioros considerables por lo que se lleva a cabo su reparación, así como la inclusión de escudos representativos de estos reyes en la decoración del alfarje.

La siguiente fase de intervenciones llega con Felipe II en 1570, cuando ocupa el conjunto y se realizan numerosas obras, centradas en concluir las ya iniciadas por su padre y renovar aquellas zonas que se encontraban en peor estado de conservación, tratando de dar cohesión, unidad y un aspecto

moderno al palacio mediante la intercomunicación de los núcleos que lo componen [1, 28]. En lo referente al alfarje, a lo largo del año 1560 se acometió la reparación de éste de la mano del maestro mayor de carpintería Juan de Simancas basada en retoques puntuales en algunos de los elementos decorativos del techo, así como en los emblemas de los Reyes Católicos [1]. Durante el tiempo que duraron las obras en los corredores bajos, el alfarje fue apuntalado para poder efectuar el cambio de columnas y por tanto intervenido igualmente por el mismo maestro mayor de carpintería [1].

No será hasta el siglo XIX cuando se realicen nuevas intervenciones, conocidas a día de hoy gracias a las investigaciones de Chávez González [14]. En lo que respecta al alfarje, se llevan a cabo dos intervenciones generalizadas durante este periodo. La primera de ellas se conoce por los informes redactados en 1848 por parte del restaurador Joaquín Béquer que consideran necesaria la limpieza de sus elementos, realizar algún repinte puntual y restaurar la techumbre que se encontraba mal conservada en algunas partes. Sin embargo, un documento redactado en 1855 describe las obras que se habían realizado hasta el momento en el patio de las Doncellas y no menciona nada en referencia al alfarje, lo que hace pensar que no fue intervenido a pesar de estar recogido de forma tan explícita en los diferentes informes y presupuestos realizados [14].

Finalmente, entre 1854-1857 se acomete un considerable número de intervenciones en el Alcázar, que quedan recogidas en un informe redactado en este último año [14]. En cuanto a techumbres, todas aquellas que componen el palacio, fueron aseguradas y conservadas por su valor y proximidad con el estilo islámico. Para ello se renovaron estructuras, tirantas y herrajes interiores, interviniendo en los aspectos decorativos, rehaciendo casetones desprendidos, frisos y cornisas incompletas [14]. En las reformas de estos años se encontraron numerosos restos orientales, por lo que se toma una actitud basada en el respeto, incluso restaurando a través de la imitación de estos restos para conseguir un conjunto uniforme en cuanto a estilo [14].

Materiales policromados: Yeserías y maderas

Los resultados obtenidos de los análisis efectuados a las 288 muestras han permitido conocer los restos de color y la composición material de la decoración policroma del patio de las Doncellas. Los datos obtenidos permiten afirmar que, en un porcentaje considerable de muestras, se conservan restos de la decoración original. En ambos casos esta decoración está realizada con materiales de especial riqueza como azurita natural, cinabrio o malaquita natural, coincidentes mayoritariamente con los presentes en obras de similar cronología de este palacio como es el caso de la fachada del Palacio de Pedro I [15] o de otros conjuntos como la Alhambra [34-37], el Cuarto Real de Santo Domingo de Granada o el oratorio de la Madraza de Yūsuf I, también en Granada [38-39]. Las intervenciones posteriores, ejecutadas en su mayor parte en el siglo XIX, se caracterizan por el uso de pigmentos

Tabla 1. Resumen de los materiales identificados.

Yeserías	Madera (friso y alfarje)	Técnicas de análisis empleadas para su identificación
Pigmentos		
Rojo óxido de hierro. F_2O_3 Rojo de plomo. Pb_3O_4 Cinabrio/Bermellón. HgS	Rojo óxido de hierro. F_2O_3 Rojo de plomo. Pb_3O_4 Cinabrio/Bermellón. HgS	Microscopio estereoscópico Microscopio petrográfico Microscopio electrónico de barrido
Azurita natural. $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ Azurita sintética. $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ Ultramar artificial $Na_3Ca(Al_3Si_3)O_{12}S$	Azurita natural. $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ Azurita sintética. $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ Azul de Prusia. $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ Ultramar artificial. $Na_3Ca(Al_3Si_3)O_{12}S$	
Malaquita natural. $Cu_2(CO_3)(OH)_2$ Verde esmeralda. $Cu(AsO_2)_2 \cdot Cu(CH_3COO)_2$	Malaquita natural. $Cu_2(CO_3)(OH)_2$ Verde de Cromo Cr_2O_3 (Óxido de cromo anhidro) $Cr_2O_3 \cdot 2H_2O$ (Óxido de cromo hidratado) Verde esmeralda. $Cu(AsO_2)_2 \cdot Cu(CH_3COO)_2$	
Ocre amarillo. F_2O_3 Amarillo de Plomo. Pb_2O_3 Amarillo de Cromo. $PbCrO_4 \cdot PbSO_4$	Ocre amarillo. F_2O_3 Amarillo de Plomo. Pb_2O_3 Oropimente. As_2S_3 Amarillo de Cromo. $PbCrO_4 \cdot PbSO_4$	
Blanco de plomo. $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$ Blanco de zinc. ZnO .	Blanco de plomo. $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$ Blanco de zinc. ZnO . Blanco de Bario. $BaSO_4$	
Negro de hueso. $Ca_3(PO_4)_2$	Negro de hueso. $Ca_3(PO_4)_2$ Negro Carbón. C	
Mortero		
Componente mayoritario de yeso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) que en el caso de tres muestras llegó a ser un 100%. Junto a este componente se identifica cal-cita y tierras de diversa procedencia en proporción minoritaria.	<i>Pinus pinaster</i> correspondiente a la familia de Pinaceae	MORTERO: Técnica fundamental: difracción de rayos X. Técnicas complementarias: Microscopio estereoscópico, microscopio petrográfico y microscopio electrónico de barrido.
MADERA: Análisis antracológico Microscopio estereoscópico Microscopio óptico con luz transmitida y reflejada.		
Aglutinantes		
Cola animal Aceite, resina	Cola animal Aceite, resina	Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier. Cromatografía de gases.

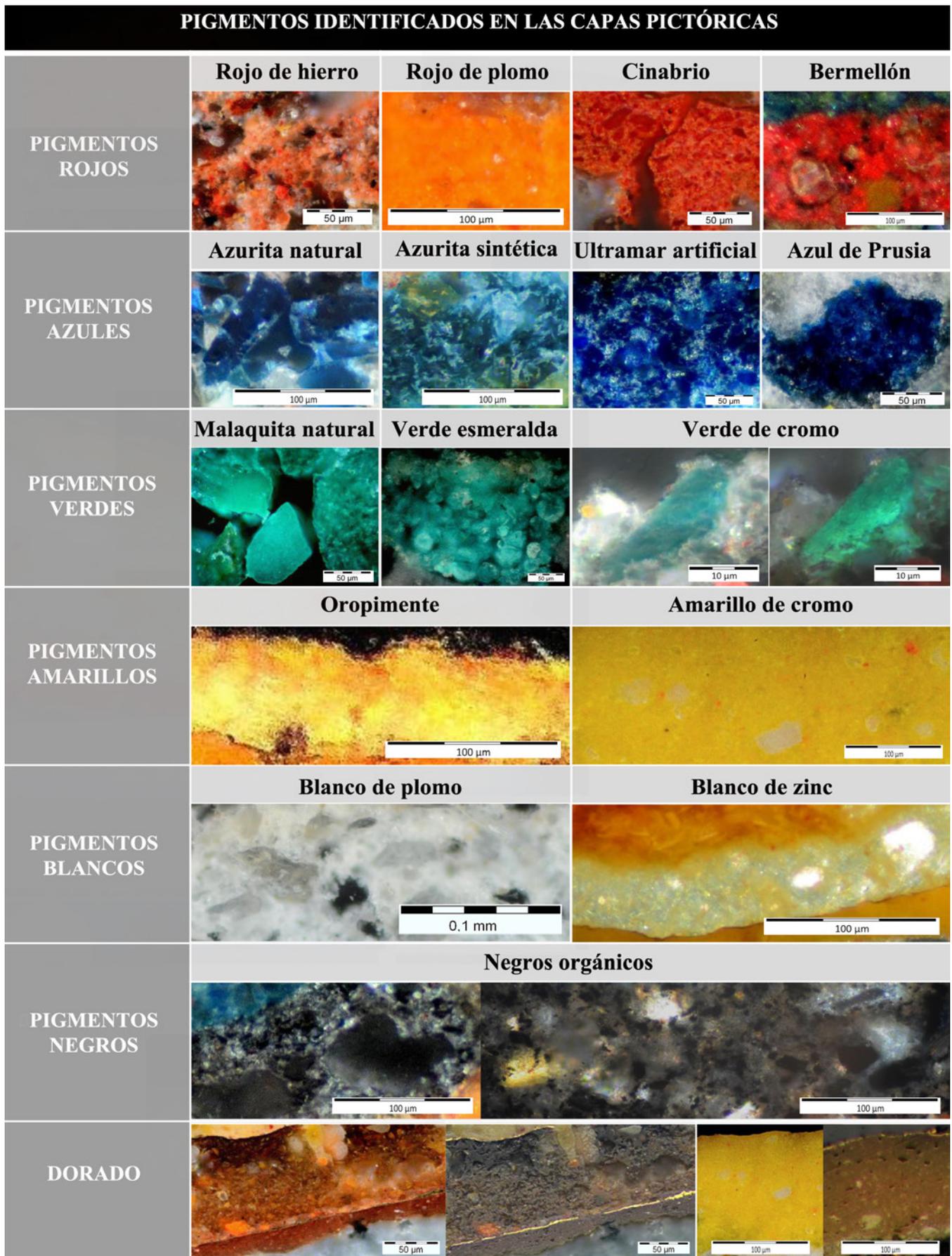


Figura 5. Materiales identificados en la policromía del Patio de las Doncellas (yeserías y decoración en madera).

sintéticos (verde esmeralda, amarillo de cromo o azul de Prusia entre otros), propios de la revolución industrial [40] lo que ha permitido datar estas intervenciones con total fiabilidad (Figura 5 y Tabla 1).

Pigmentos identificados en las capas pictóricas

Rojo óxido de hierro (Fe_2O_3) En yeserías aparece tanto en estratos profundos como superficiales. En las capas internas se identifica en la mayoría de los casos asociado a calcita, silicatos o cuarzo, formando capas de preparación o base para la policromía. En los estratos superficiales aparece solo, o bien mezclado con otros pigmentos para dar cuerpo a la capa pictórica y abaratar costes. En maderas además se emplea mezclado con otros pigmentos en el dorado a la sisa.

Rojo de plomo (Pb_3O_4) Es uno de los pigmentos más empleados tanto en yeserías como sobre maderas, se identifica tanto en las capas profundas como en policromías posteriores, lo que demuestra su uso a través del tiempo. Se utiliza tanto como capas de base de las policromías, como en acabados cromáticos en sí mismos.

Cinnabar/Vermilion (HgS) Este pigmento se identifica tanto en los estratos profundos como en los superficiales de las yeserías y las maderas. Hay que destacar que en los estratos internos es muy probable que se haya utilizado la variedad natural, pues se ha comprobado que el tamaño de grano es bastante heterogéneo y de dimensiones considerables que llegan hasta las 42μ lo que correspondería a la molienda artesanal. En estratos superpuestos se identifica mezclado con otros pigmentos como rojo de plomo o tierra roja.

Azurita natural ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$) Tanto en yeserías como en maderas, se identifica en capas profundas, asociado siempre a estratos originales. Presenta cristales bien diferenciados tanto en el microscopio óptico como en el electrónico con formas angulares e irregulares, y tamaños variables. En casos puntuales el pigmento se observa degradado, tomando una tonalidad verde clara especialmente por los bordes que se corresponde a una transformación de este color en hidroxicloriguro de Cu, tipo atacamita $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ que se atribuye a las condiciones ambientales húmedas, un pH alto y a la presencia de cloro en el ambiente [41].

Azurita sintética ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$) Es un pigmento empleado desde el siglo XVII por lo que su identificación en ambas decoraciones contribuye a establecer la cronología relativa de los estratos en los que se identifica. Aparece solamente en los estratos mas superficiales mezclado con blanco de plomo o azul ultramar sintético, sustituyendo a la azurita natural de la policromía original.

Azul de Prusia ($\text{C}_{18}\text{Fe}_7\text{N}_{18}$) Únicamente se ha identificado en la policromía sobre madera. Fue descubierto en el año 1704 por Diesbach en Berlín, sin embargo, no será hasta 1730 cuando se conozca el procedimiento de fabricación y en 1750 cuando se fabrique y emplee a gran escala [42]. Su uso en la policromía del alfarje, dada su cronología, sitúa las intervenciones correspondientes en el siglo XIX. Su empleo es minoritario y siempre aparece mezclado con otros pigmentos como la azurita

sintética, presentando una granulometría muy pequeña que dificulta su determinación mediante microscopía óptica.

Ultramar artificial $\text{Na}_{10}\text{Si}_6\text{Al}_6\text{O}_{24}\text{S}_2$. Forma parte de los pigmentos industriales, siendo elaborado por primera vez en Francia en 1828 [43] lo que proporciona información muy importante para el análisis cronológico. En yeserías, en todos los casos, se identifica en estratos superficiales solo o mezclado con blanco de plomo, blanco de titanio, azurita artificial o verde esmeralda. Igualmente, en maderas, aparece en los estratos más superficiales mezclado con azul de Prusia, óxidos de hierro o con azurita sintética.

Malaquita ($\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$) En las yeserías se identifica en estratos profundos, principalmente en las zonas de las celosías. Este pigmento es muy característico ya que presenta un tamaño de partícula considerable, distinguiéndose cristales que superan las $100 \mu\text{m}$ en la mayor parte de los casos de color verde claro muy saturado. En los estratos superficiales es sustituido por el pigmento verde esmeralda.

Verde esmeralda ($3\text{Cu}(\text{AsO}_4)_2 \cdot \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) Fabricado por primera vez en el 1814 por Wilhelm Sattler, su empleo se abandona en pocos años debido a su toxicidad, lo que contribuye a aportar una cronología muy precisa a los estratos en los que se identifica. En yeserías aparece en los niveles más externos, asociado en muchos casos a otros pigmentos industriales como el azul ultramar o el blanco de titanio. En maderas tampoco aparece de forma individualizada formando un estrato compacto y homogéneo, sino que se encuentra combinado con otros pigmentos como el amarillo de cromo o el azul de Prusia. La individualización de sus formas cristalinas mediante el microscopio óptico es bastante evidente puesto que se observan cristales con formas esferulíticas de tamaños regulares que oscilan entre los $5\text{-}30\mu\text{m}$ de diámetro aproximado, típicas de este material.

Verde de cromo (Cr_2O_3) Únicamente se identifica en la policromía en madera y siempre en el último estrato. No se suele aplicar de forma exclusiva, sino formando mezclas con otros pigmentos como el amarillo de cromo, el carbonato cálcico, los óxidos de hierro o el sulfato de bario, con el fin de modificar su tonalidad y/o aportarle mayor estabilidad.

Oropimente (As_2S_3) Este pigmento se identifica exclusivamente en la decoración en madera. Por su heterogeneidad en las partículas que lo conforman se puede afirmar que se trata de pigmento natural que se caracteriza en este caso por hallarse en estratos profundos y presentar un color amarillo intenso que vira a tonos naranjas. Se suele identificar mezclado con carbonato cálcico, posiblemente para aportarle una tonalidad más clara.

Litargirio (PbO) En yeserías se identifica mezclado con blanco de plomo como base para la aplicación del oro.

Amarillo de cromo (PbCrO_4) En yeserías siempre se encuentra como base del dorado, mezclado con blanco de plomo y probablemente con litargirio, utilizado este último como secativo del aglutinante oleoso. En maderas se identifica en tres tipos de estratos. Por un lado, aparece mezclado con pigmentos de óxido de hierro ocre y rojos en una baja

proporción con la finalidad de conseguir una tonalidad mas anaranjada. Por otro, mezclado con azul de Prusia con el objetivo de obtener una coloración verde, y finalmente, en capas de preparación a la sisa como base de dorados. En todos los casos se aprecia su morfología característica, presentando agujas con un tamaño equivalente a 1 µm.

Blanco de plomo (Pb₃(CO₃)₂(OH)₂) En ambas decoraciones se identifica tanto en estratos internos como en superficiales. En los internos suele emplearse como una capa de base para la aplicación de la policromía y en los externos para aclarar tonos de pigmentos como el azul ultramar artificial o el verde esmeralda.

Blanco de zinc (ZnO) El blanco de zinc es un óxido de este metal, que se emplea como pigmento en policromías a partir del siglo XVIII. La identificación de este pigmento en la decoración en madera la encontramos limitada a la capa de preparación de

intervenciones recientes en algunas zonas doradas, presentando partículas muy finas y redondeadas, con un tamaño entre 0,25 y 1 µm. Como en el caso de blanco de plomo, en yeserías se utiliza mezclado con otros pigmentos como el azul ultramar o el verde esmeralda.

Negro orgánico (hueso) En yeserías solo se ha identificado en el último nivel, mezclado con otros pigmentos industriales como azul ultramar o verde esmeralda. Las muestras en las que se identifica corresponden a zonas de mayor relieve y se emplea como perfilado de determinados elementos decorativos, generalmente para destacarlos sobre el fondo. En la decoración en madera, el negro de carbón presenta un aspecto homogéneo y compacto y suele emplearse de forma conjunta con otros pigmentos añadidos con el fin de aportarle consistencia y acelerar su secado, constituyendo así una mezcla heterogénea.

Tabla 2. Relación cronológica de las intervenciones identificadas en la decoración arquitectónica (madera y yeserías de los paramentos internos).

Nivel	Actuaciones	Alfarje	Yeserías	Referencias documentales
V	Intervención (1894-1899)	Intervenciones puntuales en ciertas zonas y adición de dorados.	Incorporación sistemática de dorados de gran calidad, realizados sobre una base fundamentalmente de amarillo y cromo.	[1, 14]
IV	Intervención (1843-1858)	En una primera fase intervenciones puntuales en zonas con problemas de conservación, posteriormente reparación y repolicromado del alfarje y el friso.	Se intentan limpiar las yeserías para recuperar la policromía anterior y al no conseguir recuperarla se vuelven a pintar con colores estridentes incorporándose dorados.	[30, 32]
III	Intervención (1805-1816)	No se realiza en la decoración en madera	Intervención ejecutada con la finalidad de ocultar la policromía de las yeserías para adaptar su apariencia a los presupuestos neoclasicistas.	[14, 30-31]
II	Intervención (1477-1572)	Reparación y repolicromado generalizado del alfarje. Inclusión de dos emblemas heráldicos representativos de los Reyes Católicos (1477). En años posteriores se realizan intervenciones puntuales encaminados a solventar problemas de conservación debido a la ejecución de la galería superior (1560-1572)	No se interviene de forma generalizada. Las yeserías de los paramentos internos mantienen el escudo de la banda identificativo del anterior monarca (Pedro I) así como los emblemas heráldicos de Castilla y León, mientras que en las yeserías de las arquerías se incorporan los emblemas de Carlos V. En años posteriores se realizan intervenciones puntuales que en ningún caso suponen una intervención general.	[1, 32]
I	Color original (1356-1366)	Construcción inicial del alfarje. Primeros estratos indicativos de policromía posiblemente original.	Decoración general del paramento decorativo en yeso mediante la técnica del molde. En casos puntuales se identifica la talla. Aplicación de la primera policromía.	[1, 12, 44]

Ejemplo de ello es la adición de óxido de plomo, como litargirio, que actúa de secativo del negro carbón en técnicas al óleo.

Aglutinantes

Aglutinantes de yeserías

Los resultados analíticos de las 12 muestras analizadas han puesto de manifiesto que a lo largo del tiempo se han utilizado los mismos aglutinantes en los sucesivos estratos. De esta forma, se ha comprobado que la cola animal se ha usado, tanto en los estratos de policromía más profundos, entre las que se encuentran las originales, como en las intermedias y superficiales, coincidentes con intervenciones modernas.

En casos puntuales, y siempre asociados a dorados, se han identificado otro tipo de aglutinantes, como aceite de linaza y resina de colofonia, estos materiales se emplearon como adhesivos para fijar las láminas de oro.

Aglutinantes del alfarje

Se analizaron nueve muestras en las que identificaron dos técnicas pictóricas.

En los estratos más profundos se detecta una técnica al temple a base de cola animal. En los más recientes, se emplea una técnica óleo-resinosa, preparada con una mezcla de aceite de linaza y resina de colofonia. En la capa de preparación de las policromías modernas también se identifica cola animal. Asimismo, se emplea una técnica óleo-resinosa como base y adhesivo de los estratos metálicos.

Correlaciones estratigráficas

La metodología aplicada en el trabajo ha permitido establecer un total de 5 niveles de policromía, que en ocasiones incluyen tanto capas pictóricas como de preparación o bases de dorado (Tabla 2).

El **nivel 1 (color original 1356-1366)**, tanto en las yeserías como en el alfarje está constituido por materiales de una gran calidad y constituye la primera policromía efectuada en la decoración del patio, probablemente terminada en torno al año 1366. Mientras que en el alfarje se observan restos de un acabado cromático muy básico con blancos, rojos y plata, en las yeserías se conservan restos de una decoración mas compleja con una gama cromática bastante amplia en la que se detectan pigmentos blancos, rojos, azules, verdes y amarillos propios de la época (Figura 6). En ambos casos, aunque el número de muestras ha sido considerable y su localización se hizo tratando de obtener todas las posibles variantes, no se puede descartar que puedan quedar ocultos, restos mínimos de pigmento desaparecidos, por el tiempo o, por labores de resaneo, antes de acometer nuevas intervenciones, como ocurre en la fachada de este palacio [2].

El **nivel 2 (1477-1572)**, tal y como se muestra en la documentación histórica, se puede relacionar claramente con el reinado de los reyes Católicos y su llegada al Alcázar. Mientras que en las yeserías no se efectúan intervenciones generales de repolicromado, sino pequeñas actuaciones encaminadas a

resolver problemas puntuales de conservación, el caso del alfarje es bien distinto, pues en este momento se realiza un repolicromado generalizado con el objetivo de integrar los emblemas heráldicos representativos de estos monarcas añadidos en el año 1477.

El **nivel 3 (1805-1816)** es una de las intervenciones mas claras y de las que existe una documentación histórica mas abundante. Únicamente se efectúa en las yeserías y consistió en cubrir con un enlucido toda la decoración, con el objetivo de ocultar el deterioro de los colores originales y dotar al edificio de una apariencia mas acorde con los gustos del neoclasicismo imperante [14, 30-31]. Como consecuencia de la misma, el aspecto cromático original de las yeserías se perdería por completo.

El **nivel 4 (1834-1858)**, al igual que la anterior, esta intervención está fuertemente marcada por la actuación en las yeserías. Mientras que en el alfarje se realizan retoques puntuales encaminados a solventar problemas de conservación procedentes de la cubierta, las yeserías vuelven a sufrir una intervención generalizada. Numerosas fuentes documentales [1, 30, 32]; afirman que en este momento se intentan limpiar las yeserías con el objetivo de recuperar los colores originales, ocultos por la capa de cal aplicada entre los años (1805-1816) [14]. Sin embargo, al no poder eliminar la capa de cal se vuelven a pintar con colores estridentes y chillones intentado conseguir la apariencia fantástica que se creía que tenía en el momento de su creación. Estas referencias coinciden con los materiales identificados en este nivel, donde se distinguen azules de ultramar sintético, amarillos de cromo, verdes esmeraldas o dorados sobre base de aceites y barnices. Todos ellos materiales propios de la revolución industrial y por tanto con una cronología muy precisa.

El **nivel 5 (1894-1899)**, es el más superficial y presenta una complejidad mayor que los anteriores. En este nivel no existen referencias documentales precisas que recojan ninguna intervención concreta en el patio de las Doncellas. Sin embargo, por sus características se ha podido relacionar con otras intervenciones efectuadas en el conjunto. Según refiere Chávez González [14], la gran intervención efectuada en la fachada podría haber eclipsado documentalmente otras actuaciones efectuadas en el resto del Palacio. En este sentido, las investigaciones realizadas en la fachada [2, 9] han permitido constatar que los materiales presentes en la policromía de la fachada coinciden con los identificados tanto en el alfarje como en las yeserías. Esta capa se caracteriza por la utilización de pigmentos industriales (verde esmeralda, verde de cromo, amarillo de cromo), pero fundamentalmente por la incorporación sistemática de dorados con el objetivo de dotar de un nuevo esplendor al palacio (Figura 6).

Conclusiones

De este estudio pueden extraerse algunas conclusiones relevantes.

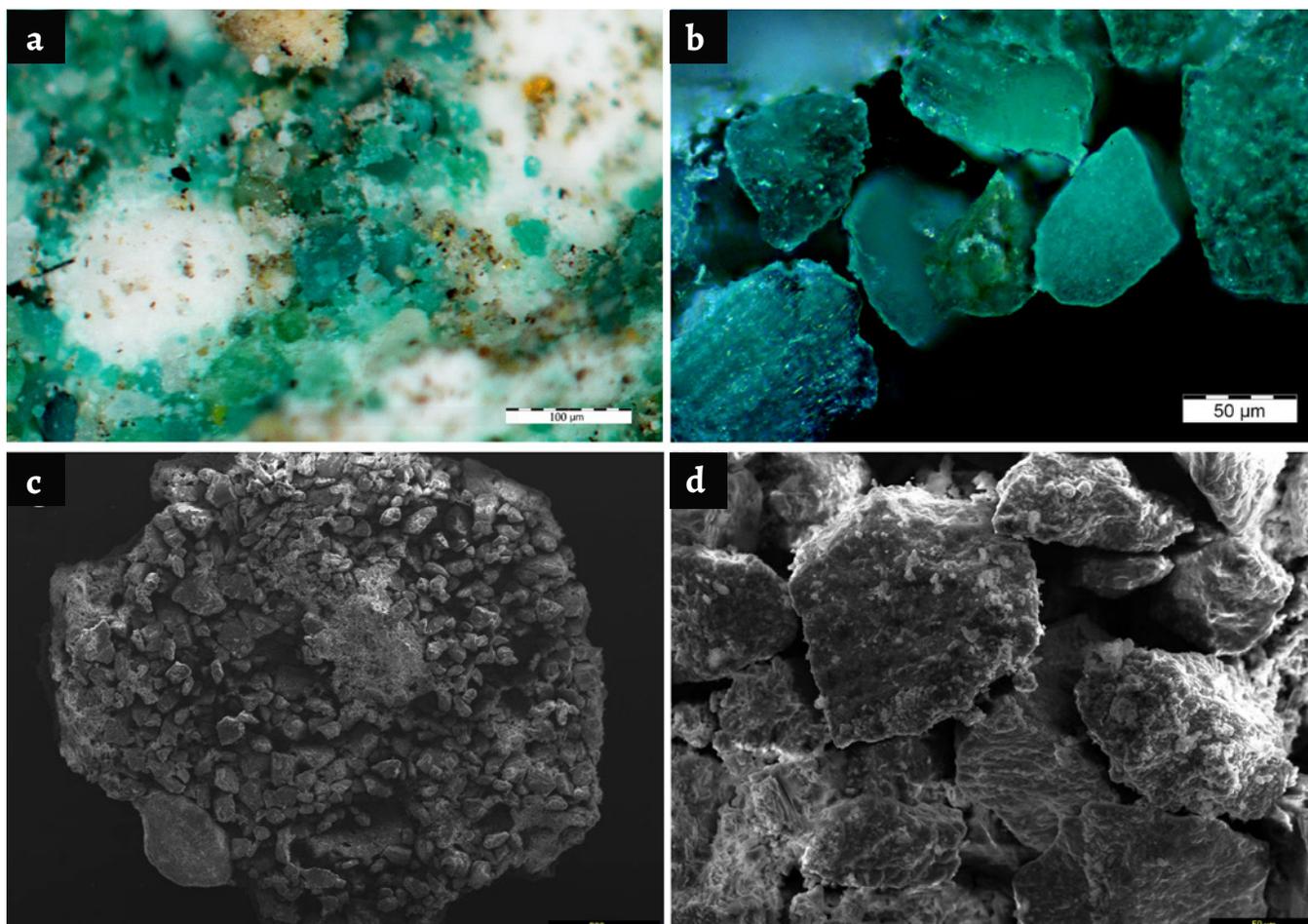


Figura 6. Identificación del pigmento verde malaquita en la muestra PDY30: *a)* imagen de microscopía estereoscópica de la muestra en la que se identifica dicho pigmento; *b)* imagen de microscopía petrográfica de los cristales del pigmento en la muestra preparada en lámina delgada; *c)* imagen de microscopía electrónica de barrido de la muestra sin preparar; *d)* imagen de detalle de los cristales de pigmento identificados.

En primer lugar, los datos recopilados permiten afirmar la existencia de una amplia variedad de materiales empleados en la decoración policroma de este patio. Entre ellos destacan materiales de una considerable calidad y de uso histórico; situado en los estratos más profundos de los que en algunas zonas no se conservan restos; y materiales de época industrial, con calidades propias de este periodo, empleados en las intervenciones realizadas en el siglo XIX que ocultan la policromía original, tanto del alfarje como de las yeserías.

Como se ha expuesto, la puesta a punto de una metodología basada en correlaciones estratigráficas ha permitido establecer un total de cuatro intervenciones posteriores a la decoración original.

Tanto en la decoración en madera como en yeso, la antigüedad cronológica del primer nivel de policromía, su deterioro y las intervenciones posteriores realizadas (limpiezas agresivas, resaneos, repolicromados o problemas en las cubiertas en el caso del alfarje) hacen que sean muy escasos los restos identificados correspondientes a la primera policromía. A pesar de ello, en ambos casos se puede afirmar que se utilizó una pintura al temple de cola con pigmentos de

una gran calidad como el cinabrio, la malaquita natural, la azurita natural o la plata.

Respecto a posibles cambios de color, las correlaciones estratigráficas efectuadas demuestran que en las muestras seleccionadas, generalmente se mantuvo el acabado cromático del paramento, a pesar de que en las intervenciones posteriores se utilizaran materiales diferentes normalmente de menor calidad. En la mayor parte de los casos en los que se detectan cambios de color en una misma estratigrafía (salvo casos puntuales), estos corresponden a contaminaciones adyacentes o a detalles de la decoración. Este hecho es muy significativo pues se corresponde con los resultados obtenidos en la fachada de Pedro I [9], por lo que hay que suponer que fue una de las pautas seguidas en el tratamiento de los revestimientos del palacio. Igualmente, en la última intervención pictórica ejecutada en la decoración arquitectónica del patio (fecha entre 1894-1899), se identifica una incorporación sistemática de dorados, de una gran calidad (en los que el estrato de oro presenta una composición próxima al 100 %) lo que evidencia el interés por la preservación de la decoración y la suntuosidad de los espacios, aún cuando estos

elementos decorativos se encuentran a una considerable altura y por lo tanto muy lejos de la visión del espectador.

Finalmente, consideramos que este estudio permite contribuir al conocimiento y puesta en valor de la decoración arquitectónica hispanomusulmana, aún hoy muy desconocida, además de concienciar sobre la necesidad de preservar y llevar a cabo el mantenimiento de este tipo de decoraciones, tanto de las conservadas en el Real Alcázar de Sevilla como en otros monumentos de similar cronología.

Agradecimientos

Queremos hacer constar nuestro agradecimiento al Patronato del Real Alcázar de Sevilla y a sus directores por permitir la realización del estudio que se presenta, así como a la gestión del Dr. Antonio Almagro Gorbea, de la Escuela de Estudios Árabes (CSIC) de Granada. Asimismo agradecer a todas aquellas personas que han colaborado de una forma u otra en el análisis de muestras, entre ellas a la Dra. Rocío Márquez Crespo del CIC, al Dr. Nicolás Velilla Sánchez del Departamento de Mineralogía de la Universidad de Granada y al del Dr. Enrique Parra Crego de la empresa Larco Química y Arte.

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad y por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) en el marco del Proyecto de Investigación “Estudio científico y tratamientos de conservación de revestimientos arquitectónicos de época romana a medieval” (HAR2015-66139-P) así como por los proyectos del Ministerio de Innovación y Ciencia denominados “Decoración arquitectónica de tradición Islámica. Materiales y técnicas de ejecución” (HAR 2011-27598) y el proyecto I+D+i en el marco de los programas estatales de generación de conocimiento y fortalecimiento científico y tecnológico del sistema de I+D+i y de I+D+i orientada a los retos de la sociedad “Estudio de materiales y técnicas de ejecución, ensayos de tratamientos de conservación-restauración y aplicaciones 3D de revestimientos decorativos del patrimonio (PID2019-105706GB-I00). Igualmente agradecer al IP de estos proyectos, D. Víctor J. Medina Flórez, su asesoramiento y dirección en el trabajo realizado.

REFERENCIAS

- Marín Fidalgo, A. M., *El Alcázar de Sevilla bajo los Austrias*, Guadalquivir, Sevilla (1990).
- López Cruz, O.; García Bueno, A.; Medina Flórez, V.J.; Sánchez Navas, A.; Velilla, N., ‘Pictorial materials used in the polychrome decorations of the façade of the palace of king Pedro I (The Royal Alcázar of Seville, Spain)’, *Materiales de construcción* **65**(318) (2015) e054, <http://10.3989/mc.2015.04314>.
- Blasco-López, F.; Alejandre Sánchez, F., ‘Las yeserías del Patio del Sol del Real Alcázar de Sevilla: Caracterización y cronología’, *Informes de la construcción* **530** (65) (2013) 175-182, <https://doi.org/10.3989/ic.12.014>.
- Alejandre Sánchez, F. J.; Blasco-López, F. J.; Martín del Río, J., ‘Evolución de las yeserías de los Patios del Yeso y del Sol del Real Alcázar de Sevilla a través de las fuentes escritas, reforzadas por ensayos de caracterización’, in *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Instituto Juan de Herrera, Valencia (2009) 201-209.
- Duran, A., Perez-Rodriguez, J. L.; de Haro, M. J.; Franquelo, M. L.; Robador, M. D., ‘Analytical study of Roman and Arabic wall paintings in the Patio De Banderas of Reales Alcázares Palace using non-destructive XRD/XRF and complementary techniques’, *Journal of Archaeological Science* **38**(9) (2011) 2366-2377, <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.04.021>.
- Calero-Castillo, A. I.; García-Bueno, A.; López-Cruz, O.; Medina Flórez, V. J., ‘Las yeserías del Patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla. Avance de resultados de la caracterización de materiales y la técnica’, *Al-Qan ara* **37** (2016) 129-141, <https://doi.org/10.3989/alqantara.2016.006>.
- Calero-Castillo, A. I.; García Bueno, A.; López Cruz, O.; Medina Flórez, V. J., ‘La policromía original de las yeserías del Patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla. Materiales constitutivos y técnicas de ejecución’, *Arqueología y Territorio Medieval* **24** (2017) 255-290, <https://doi.org/10.3989/alqantara.2016.006>.
- Brogiolo, G. P., ‘Arqueología estratigráfica y restauración’, *Informes de la Construcción* **46**(435) (1995) 31-36.
- Cano-Cortés, P., ‘Metodología para la conservación del Patrimonio Mudéjar’, *Boletín de Monumentos Históricos* **26** (2011) 123-134.
- López Cruz, O.; García Bueno, A.; Medina Flórez, V. J., ‘Evolución del color en el alero de la fachada del rey D. Pedro I, Real Alcázar de Sevilla. Aportaciones del estudio de materiales a la identificación de las intervenciones de restauración a lo largo de su historia’, *Arqueología de la Arquitectura* **8** (2011) 163-178, <https://doi.org/10.3989/arqarqt.2011.10016>.
- Fernández-Puertas, A., ‘El fenómeno mudéjar en la decoración de yesería de sus edificios’, *Miscelánea de Estudios árabes y Hebraicos. Sección Árabe Islam* **33** (1984) 189-202.
- De los Ríos, R., *Sevilla pintoresca, ó, descripción de sus más celebres monumentos artísticos*, Francisco Alvarez y Ca, Sevilla (1844).
- Marín Fidalgo, A. M., *Guía de los Reales Alcázares de Sevilla*, Guadalquivir, Sevilla (1990).
- Chávez González, M., *El Alcázar de Sevilla en el siglo XIX*, Patronato del Real Alcázar de Sevilla, Sevilla (2004).
- López Cruz, O., ‘La policromía de la fachada del palacio de Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla’, Tesis doctoral, Universidad de Granada, Granada (2012).
- Cómez, R., *El Alcázar del Rey Don Pedro*, Diputación de Sevilla, Área de cultura y deportes, Sevilla (2006).
- Fernández Aguilera, S., ‘Origen del Palacio de Pedro I en el Alcázar de Sevilla: el mirador hoy llamado de los Reyes Católicos’, *Archivo Español de Arte* **88**(352) (2015) 331-348.
- Tabales Rodríguez, M., ‘El Patio de las Doncellas del palacio de Pedro I de Castilla. Génesis y transformación’, *Apuntes del Alcázar de Sevilla* **6** (2005) 25-29.
- Rodríguez Moreno, C., ‘Reconstrucción virtual del palacio medieval de Pedro I en los Reales Alcázares de Sevilla: “the architects cut”. Virtual reconstruction of the Medieval Palace of Pedro I in the Royal Alcázares of Seville. The Architect’s Cut’, *Virtual Archaeology Review* **9** (2013) 28-34.
- Pérez Ferrer, J. C.; Fernández Aguilera, S., ‘Restauración del techo de la alhanía de la Antigua Capilla del Palacio Mudéjar del Alcázar de Sevilla’, *Apuntes del Alcázar de Sevilla* **17** (2016) 112-133.
- UNE- EN 16085. (Normalización Española) Conservación del patrimonio cultural. Metodología para la toma de muestras de materiales del patrimonio cultural. Reglas generales. Conservation of Cultural Property (2014).

22. Cardell-Fernández, C.; Navarrete-Aguilera, C., 'Pigment and plasterwork analyses of Nasrid polychromed lacework stucco in the Alhambra (Granada). Spain', *Studies in conservation* **3** (51) (2006) 161- 176, <https://doi.org/10.1179/sic.2006.51.3.161>.
23. Sever Tkapin, A.; Ropret, P.; and Bukovec, P., 'Determination of pigments in colours layers on walls of some selected historical buildings using optical and scanning electron microscopy', *Materials Characterization* **58**(11-12) (2007) 1138-1147, <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2007.05.013>.
24. Gómez, M. L., *La restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, Cátedra, Cuadernos de arte, Madrid (2008).
25. Gutiérrez, F., 'Aplicación de la espectrometría infrarroja al análisis químico de los bienes culturales', *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico* **5** (18) (1997) 56-60.
26. Almagro Gorbea, A., 'Los reales alcázares de Sevilla', *Artigrama* **22** (2007) 155-185.
27. Pavón Maldonado, B., *El arte hispanomusulmán en su decoración geométrica. Una teoría para un estilo*, Agencia española de cooperación internacional, Madrid (1989).
28. Zolle Belegón, L., *Los alcázares reales en la época de los Austrias*, Edilupa Ediciones, Madrid (2003).
29. Morales Martínez, A. J., 'El Alcázar del Rey Don Pedro y los palacios mudéjares sevillanos', in *Arte mudéjar en Aragón, León, Castilla, Extremadura y Andalucía*, ed. M. C. Lacarra-Ducay, Institución Fernando el Católico, Diputación de Zaragoza, Zaragoza (2006) 233-260.
30. De los Ríos, R., *Inscripciones árabes de Sevilla*, Imprenta T. Fortanet, Madrid (1875)
31. Cañas Palop, C., *El palacio de Don Pedro I y sus armaduras de cubiertas. Una mirada hacia lo más alto*, Universidad de Sevilla, Fundación Focus Abengoa, Sevilla (2010).
32. Gestoso Pérez, J., *Sevilla monumental y artística*, Escuela tipográfica salesiana, Sevilla (1889).
33. Lleo Cañal, V., *El Real Alcázar de Sevilla*, Lunwerg editores, Madrid (2002).
34. Arjonilla, P.; Domínguez-Vidal, A.; Correa-Gómez, E.; Rubio-Domene, R.; Lluveras-Tenorio, Amma.; Áyora-Cañada, M.J.; Colombini, M.P., 'Characterization of organic materials in the decoration of ornamental ensemble using gas-chromatography/mass spectrometry (CG/MS)', *Microchemical Journal* **40** (2018) 14-23, <https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.03.036>.
35. Rubio, R., *Yeserías de la Alhambra. Historia, técnica y conservación*, Universidad de Granada, Granada (2011).
36. Cardell, C.; Rodríguez-Simon, L.; Guerra, I.; Sánchez-Navas, A., 'Analysis of Nasrid polychrome carpentry at the Hall of the Mexuar Palace, Alhambra complex (Granada, Spain), combining microscopic, chromatographic and spectroscopic methods', *Archaeometry* **51** (4) (2009) 637-657, <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2008.00438.x>.
37. García Bueno, A.; Medina Flórez, V.; Gómez Segura, A., 'La policromía de los fragmentos de yeso almacenados en los depósitos del museo de la Alhambra', in *16th International Meeting on Heritage Conservation. Preprints of the Papers to the Valencia Congress*, UPV, Valencia (2006) 1601-1615.
38. García Bueno, A., Medina Flórez, V.J., González Segura, A., 'La policromía de las yeserías de la Madraza de Yüsuf I, Granada. Primeras aportaciones del estudio de materiales para la localización de zonas originales y añadidos', *Al-Qantara* **31** (2010) 245-256.
39. Ramos Molina, J., 'Estudio de materiales y técnicas constructivas de elementos singulares en el Palacio de la Madraza. Protocolo de actuación', Tesis doctoral, Universidad de Granada, Granada (2016).
40. Kroustallis, S., 'El color de las palabras: problemas terminológicos e identificación de los pigmentos artificiales', in *Fatto d'archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas*, eds. S. Kroustallis y M. del Egidio, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid (2012) 53-68.
41. López Cruz, O. Velilla, N., 'Alteración de Pigmentos Arsenicales en Policromías de Edificios Históricos (Real Alcázar de Sevilla). Influencia del cloro', *Macla. Revista de la sociedad española de mineralogía* **19** (2014).
42. Doerner, M., *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*, Reverte, Madrid (1998).
43. San Andrés Moya, M., 'Química moderna y producción de nuevos pigmentos', in *Fatto d'archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas* eds. S. Kroustallis y M. Del Egidio, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid (2012) 25-53.
44. Pavón Maldonado, B., *El arte hispanomusulmán en su decoración geométrica. Una teoría para un estilo*, Agencia española de cooperación internacional, Madrid (1989).

RECIBIDO: 2020.01.17

REVISTO: 2020.12.17

ACEPTADO: 2020.12.19

ONLINE: 2021.05.04



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons

Atribución NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Para ver una copia de esta licencia, visite

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.