

Ge-conservación

Conservação | Conservation

Año 2021

ISSN: 1989-8568

Dirección Editorial:	Emma García Alonso
Consejo de Redacción:	Ana Bailão, Rocío Bruquetas Galán, Emilio Cano Díaz, Ana Carrassón, António João Cruz, Rafael Fort González, Laura Fuster López, Silvia García Fernández-Villa, Marisa Gómez González, Ana Laborde Marqueze, Alfonso Muñoz Cosme,
Editores Invitados Monográfico:	Toni Colomina, Humberto Farias de Carvalho, Ana Lizeth, Catarina Pereira
Secretaria de Edición:	M ^a Concepción de Frutos Sanz
Maquetación:	M ^a Concepción de Frutos Sanz
Traducción portugués:	Ana Bailão
Imagen portada:	Brocado aplicado continuo. Retablo de San Antón. 1520-25. Parroquia de San Pedro. Zumaia (Gipuzkoa, Euskadi, España). Fotografía de Albayalde

ISSN: 1989-8568



Esta publicación utiliza una licencia Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/).

Se permite compartir, copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra con el reconocimiento expreso de su autoría y procedencia.

No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas.

Esta revista utiliza Open Journal Systems, software libre de gestión y publicación de revistas desarrollando, soportado y libremente distribuido por el Public Knowledge Project bajo Licencia Pública General GNU.



Ge-conservación no se responsabiliza de la información contenida en los artículos ni se identifica necesariamente con ellas.

© La propiedad intelectual de los artículos pertenece a los autores, y los derechos de edición y publicación de este número son de Ge-conservación.

Rogamos que en la difusión libre de los contenidos queden patentes los créditos de los autores y la procedencia.

El Grupo Español de Conservación es una asociación independiente afiliada a *The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works*, inscrita en el Registro Nacional de Asociaciones, Sección 1^a, Nº 160.299. Sede: I.P.C.E. C/Greco, 4 28040 Madrid. Asociación Declarada de Utilidad Pública por Orden del Ministerio del Interior 3404/2009 (BOE 18-12-2009).

Ge-conservación
Conservação|Conservation

www.revista.ge-iic.com

E-mail: revista@ge-iic.org

www.ge-iic.com

E-mail: secretaria@ge-iic.org

Revista indexada en:



Índice

Artículos	Páginas
<i>Estudio de la pintura al temple sobre lienzo del siglo XVI en España a través de las antiguas fuentes documentales: las sargas pintadas en los interiores domésticos</i> Sonia Santos Gómez	7
<i>Inhibición del crecimiento de líquenes y musgos en elementos líticos usados en la construcción de fachadas de iglesias patrimoniales cusqueñas aplicando nanoburbujas de aire</i> Jhonny Wilfredo Valverde Flores, Carlos Guillermo Vargas Febres, Aris Cristobal Achahui Alvarez, Danna Gabriela Rodriguez Salas	20
<i>Metodología para el estudio de morteros arqueológicos de revestimiento</i> Teresa López Martínez, M ^a del Rosario Blanc García, Ana García Bueno	31
<i>Ángel alado del Panteón familiar Pau-Simó (Cementerio General de Valencia). Casuística de deterioro y tratamiento restaurativo</i> Nemesio Canet Company, José R. Albiol-Ibáñez, Xavier Mas-Barber	45
<i>Observando a través de los estratos: fotografía infrarroja transmitida (IRT) aplicada al estudio técnico y documental de pinturas sobre lienzo</i> Miquel Àngel Herrero-Cortell, Paola Artoni, Marta Raïch, Joan Aliaga, Isidro Puig	62
<i>Estudio de métodos de limpieza sobre yeserías medievales</i> Eva Vivar García, Ana Isabel Calero Castillo, Ana Garcia Bueno	74
<i>Propuesta metodológica para el examen, registro y representación gráfica de los brocados aplicados</i> Ana Carrassón López de Letona, Maite Barrio, Ion Berasain, Kyra Borst, Laura Ceballos, Mercedes Cortázar, Isabel Cubillas, Ana Laborde, Ingrid Geelen, Teresa Gómez, María José González, Agnès Le Gac, Camino Roberto, Emilio Ruiz de Arcaute, Erica Sartori, M ^a Dolores Sanz, Delphine Steyaert	90
<i>Diseño, realización y evaluación de un sistema de articulación para una escultura bimodal para procesionar: el caso del Cristo de la Vera Cruz de Guillena</i> Benjamín Domínguez Gómez	103
<i>La conservación del vidrio de ventana romano: perspectivas de actuación tras su estudio arqueométrico</i> Almudena Velo Gala, Manuel García Heras	113
<i>Establecimiento del grado de alteración en muros de edificios históricos de San Francisco de Campeche, México, empleando análisis de imágenes y el sistema de estadificación UAS</i> Isabel Silva León, Javier Reyes Trujeque, Claudia Escalante Díaz	126
<i>Recuperación y salvaguarda del patrimonio industrial. La ex-fábrica de gas San Borja, Santiago de Chile transformada en el Parque Urbano de los Gasómetros</i> Stefania Pareti Petruccelli, Irene Kraft Gutiérrez, Blanca García-Henche	141
<i>Aproximación al contexto de producción de la obra pictórica “Milagro de la Virgen de Guápulo en su Santuario”, atribuida a Miguel de Santiago (Siglo XVII)</i> Martha Elizabeth Romero, Michelle Carolina Mármol, Carlos Andrés Vásquez, Fernando Edwin Espinoza, Rita del Consuelo Díaz, Edgar Santamaría Robles	153

<i>Principales patologías de degradación y técnicas de restauración de las vidrieras de hormigón</i> Pepe Cubillo	165
<i>Vicente Poleró y Toledo y los métodos de limpieza en el contexto de la restauración de pinturas en el siglo XIX</i> Antoni Colomina Subiela	181
<i>Aportación al mapa del brocado aplicado en el territorio histórico de Gipuzkoa: nuevos casos, filiación entre modelos y evolución estilística</i> Maite Barrio Olano, Ion Berasain Salvarredi, Jesús Muñiz Petralanda, Vera Aldabe Gil, Iratxe Colado García	195
<i>Multianalytical Investigation and Conservation of Unique Copper Model Tools from Ancient Egyptian Dark Age</i> Manal Maher, Yussri Salem	210
<i>Mantenimiento de las portadas de la catedral de Sevilla. Un ejemplo de intervención sostenible</i> Jaime Navarro Casas, Elena García Martínez, Ángel Luis García Pérez	225

Suplemento:

III Congresso Ibero-Americano Investigações em Conservação do Património (iCP)

<i>Foreword/Presentación</i> Ana Bailão	237
<i>Aplicação e análise da ferramenta 'índice comportamental' na gestão de uma obra conceptual de Joseph Kosuth</i> Francisca Sousa	239
<i>Propuesta de una terminología apropiada para las impresiones digitales a partir de la identificación de sus materiales</i> Iraia Anthonisen-Añabeitia	248
<i>Esquecer, para não lembrar: o patrimônio negro invisibilizado no centro legalmente protegido da Laguna, Brasil</i> Danielle Rocha Benício, Ivie Mesquita, Letícia Damazio de Jesus, Maria Laura dos Santos Sebastião	259
<i>Os desafios da conservação da arte pública no âmbito urbano: o caso da Fonte Monumental de São Paulo, Brasil</i> Regina Andrade Tirello, Alice de Almeida Américo	270
<i>Estudio experimental in situ del comportamiento hídrico de un tramo del lienzo oeste de la Muralla de Ávila</i> María-Teresa Gil-Muñoz, Pedro-Pablo Pérez-García	280
<i>Projeto interdisciplinar de estudo e conservação da série "Retirantes" de Candido Portinari no Museu de Arte de São Paulo</i> Sofia Hennen Rodriguez, Aline Assumpção, Pedro Herzilio Ottoni Viviani de Campos, Bianca Gonçalves, Erick Santos de Jesus, Elizabeth Alfredi de Mattos Kajiya, Fábio Luchiani, Márcia de Almeida Rizzutto, Florence White de Vera, Cecilia Winter	292

<i>Proceso de registro y seguimiento de daños morfológicos en metal arqueológico mediante documentación 3D</i> <i>Alba Fuentes Porto, Elisa María Díaz-González, Manuel Drago Díaz-Alemán, Esteban Manuel Amador-García</i>	309
<i>O Turismo Cultural e a Problemática da Capacidade de Carga do Património: Estudo da dimensão social do caso da Catedral do Porto</i> <i>Raquel Sousa Marques</i>	320
<i>El estudio de la significancia y los indicadores de riesgo antrópicos para la preservación de colecciones de la memoria trágica en una exposición temporal</i> <i>Ana Galán-Pérez, Eduarda Vieira</i>	329
<i>Consejos básicos para sobrevivir a la elaboración de un Plan de Protección de Colecciones ante Emergencias: la experiencia práctica del Museo Nacional del Prado</i> <i>Estrella Sanz Domínguez, Marta Hernández Azcuti</i>	339
<i>Describir para planificar: la ficha técnica en la conservación-restauración del patrimonio fotográfico</i> <i>Sara Brancato</i>	350
 Reseñas:	
Libro: <i>Dalla Diagnostica Artistica alla Technical Art History. Nascita di una metodologia di studio della Storia dell'Arte (1874-1938)</i> <i>Miquel Àngel Herrero-Cortell</i>	360
Libro: <i>The Saint-Denis altarpiece in Liège and the question of partial paint practices in the 16th century</i> <i>Ana Carrassón</i>	362

Artículos

Estudio de la pintura al temple sobre lienzo del siglo XVI en España a través de las antiguas fuentes documentales: las sargas pintadas en los interiores domésticos

Sonia Santos Gómez

Resumen: Los temples sobre lienzo han sido utilizados a lo largo de la historia para múltiples funciones, tanto de carácter sacro como profano. Así, se emplearon como cortinas de altar, elementos decorativos en fiestas cortesanas, túmulos, telones de teatros, colgaduras en los muros, etc. El artículo que se presenta estudia uno de estos tipos de temple, en concreto, el denominado en España como “sargas pintadas”. En base al estudio de antigua documentación, especialmente de tratados, ordenanzas de pintores e inventarios de bienes, termina de perfilarse el concepto de este tipo de pintura, objetivo fundamental de este trabajo.

Como puede apreciarse en el artículo, se trata de obras que se emplearon con función decorativa y como elementos aislantes del frío y calor en los interiores de las casas. La investigación revela que las sargas pintadas compartieron esta función con otro tipo de sargas, bordadas, en algunos casos de seda, y también con otros objetos artísticos, como son los tapices y guadamecés, considerados más suntuosos. El estudio efectuado permite además delimitar el discurso temporal de las sargas, acotándolo hasta finales del siglo XVI. Otros tipos de temples sobre lienzo que se dieron en la época, como las cortinas de altar, suelen recibir otras denominaciones en base a su funcionalidad, aunque la técnica pictórica empleada sea también la del temple. Además, el término ya no será empleado en los tratados artísticos posteriores para designar los temples sobre lienzo.

Este tipo de obras que tuvieron función ornamental en los interiores domésticos se encuentran también en otros lugares de Europa, como los Países Bajos e Inglaterra, donde últimamente se han llevado a cabo investigaciones sobre este tema en particular.

Palabras clave: Sarga, pintura al temple, lienzo, ordenanzas de pintores, técnicas pictóricas

Study of tempera painting on canvas in Spain in the XVI century through old documents: painted *sargas* inside houses

Abstract: Tempera painting on canvas were used throughout history for multiple functions, both sacred and profane. So, they were used as altar curtains, decorative elements in courteous parties, tombs, theater scenery paintings, hangings that decorate the walls, etc. The present article study one of these types of temple, in concrete, the one called *sargas pintadas*. On the basis of an old documentation studio, especially of treaties, ordinances of painters and inventories of goods, the concept of this type of painting has been defined, as the main objective of this research.

As can be appreciated in the article, these are works that were implemented with decorative function and as insulating elements for the cold and warmth inside the houses. Also, the study carried out shows that painted *sargas* shared this function with another type of *sargas*, embroidered, in some cases made of silk, and also with other decorative elements such as tapestries and guadamecés, considered more sumptuous. The study carried out allows to delimit the time of the *sargas*, until the end of the 16th century. Other types of tempera paintings on canvas at that time, such as altar curtains, received other designations based on their functionality, though the pictorial technique applied to them is also tempera painting. Furthermore, the term *sargas* will not be used in artistic treatises to designate later temples.

These kind of works that had an ornamental function in domestic interiors are also found in other countries, as Netherlands and England, where lately researches on this particular issue have also been carried out.

Keyword: *Sarga*, tempera painting, canvas, painters ordinances, pictorial techniques

Estudo da pintura a têmpera sobre tela do século XVI em Espanha atr v s das antigas fontes documentais: as sarjas pintadas em interiores domésticos

Resumo: As têmperas sobre tela foram usadas ao longo da história para múltiplas fun es, sagradas e profanas. Assim, foram usadas como cortinas de altar, elementos decorativos em festas cortesãs, túmulos, cortinas de teatro, cortinas que adornam as paredes, etc. O artigo que aqui se apresenta estuda um destes tipos de têmpera, concretamente, as denominadas em Espanha como sarjas pintadas. A partir do estudo de documenta o antiga, especialmente tratados, ordenanças de pintores e inventários de bens, foi delineado o conceito deste tipo de pintura, objetivo fundamental deste trabalho.

Como se poderá verificar no artigo, são obras que foram utilizadas com uma fun o decorativa e como elementos isolantes do frio e do calor no interior das casas. A investiga o revela que as sarjas pintadas compartilhavam essa fun o com outros tipos de sarjas, bordados, em alguns casos de seda, e também com outros objetos artísticos, como tapeçarias e guadamecil, considerados mais sumptuosos. O estudo realizado também permitiu delimitar o discurso temporal das sarjas, limitando-o até ao final do século XVI. Outros tipos de têmperas sobre tela que ocorreram na época, como cortinas de altar, costumam receber outras designa es em fun o da sua funcionalidade, embora a técnica pictórica utilizada também seja a da têmpera. Além disso, o termo não foi mais usado em tratados artísticos posteriores para designar as têmperas sobre tela.

Este tipo de obras que tinham uma fun o ornamental em interiores domésticos também são encontradas em outras partes da Europa, como a Holanda e a Inglaterra, onde recentemente foram realizadas investiga es sobre este tema em particular.

Palavras-chave: Sarja pintada, têmpera, tela, ordenanças de pintores, técnicas de pintura.

Introducción

 O quan dichoso es en este caso el Aldeano! Al qual le abasta una mesa llana [...] un colcha de Bretaña, unos paramentos de sarga (Guevara 1673).

Los  rdenes de la pintura al temple sobre lienzo se desdibujan en el tiempo, pero su empleo se difunde a través la historia de la pintura cumpliendo múltiples funciones en la vida diaria del hombre. Así, se utilizan como elementos decorativos en fiestas cortesanas, entradas triunfales, en túmulos, como telones de teatros, colgaduras para los muros de los interiores domésticos, cortinas de altar, etc. Existieron diversas tipologías de pintura al temple sobre lienzo, tanto en lo que respecta a su función como a la metodología y materiales empleados en su ejecución y, en España, algunas de estas obras eran denominadas "sargas pintadas".

A lo largo de los sucesivos epígrafes se irá configurando el concepto de este tipo de obras, de las sargas, en lo que respecta a tres aspectos: su materialidad, la temporalidad de su empleo y su funcionalidad. Como se verá, el estudio efectuado permite delimitar el discurso temporal de las sargas, acotándolo hasta finales del siglo XVI o comienzos del XVII.

Respecto a su aspecto material (pigmentos, preparaciones, aglutinantes), en este trabajo se aportarán de manera escueta los datos que estudios previos aportan sobre este particular. Se incidirá, sin embargo, en mayor medida, sobre el soporte textil.

Y con referencia a su funcionalidad, la investigación desarrollada se referir  al empleo de estas obras en los

interiores domésticos. Revelar  que las sargas pintadas compartieron esta función con otro tipo de elementos decorativos. Durante siglos, los espacios que configuraban la vida doméstica de la sociedad medieval y renacentista estuvieron habitadas por tapices, guadamec es y tejidos que desempeñaron las funciones, entre otras, de doseles, colchas, cortinas, cojines, reposteros y colgaduras murales que aislaban del frío y del calor y embellec an la cotidianidad de sus moradores ( greda 2018). Entre los lienzos que fueron utilizados para muchos de estos fines se encuentran las sargas, que figuran con cierta frecuencia en los testamentos e inventarios de bienes entre las pertenencias de los finados, muchas veces como doseles de camas. Las sargas aparecen referidas como tejidos de seda, tamb n de lienzo, y como bordadas y pintadas.

Objetivos y metodología

El objetivo general, por tanto, de este estudio es contribuir a construir el concepto del tipo de pintura al temple que en nuestro país es denominada como "sargas pintadas".

Debe tenerse en cuenta que, hoy en día, el sustantivo "sarga" aparece en numerosas ocasiones de manera indiscriminada en todo tipo de textos y páginas web para aludir de manera genérica a la pintura al temple sobre lienzo, independientemente de cuándo se pintaran las obras. A este respecto, ha de decirse, como se verá más adelante, que ya para Francisco Pacheco (*Arte de la pintura* 1649) se trata de una práctica pasada que se dio, sin embargo, abundantemente, en época de su maestro, Luis Fernández (Pacheco 1990). Tratados artísticos coetáneos y posteriores a Pacheco hacen referencia a la práctica del temple, si bien no emplean para designarla el término "sarga".

Seguramente, este vocablo hace referencia también a la funcionalidad de las obras. Como se comprobará, las sargas pintadas se emplearon en los interiores domésticos y comparten utilidad con las bordadas y de seda, por lo que constituyeron sustitutos más económicos de estas últimas. Igualmente, desempeñan funciones similares a los tapices. De estos últimos, más costosos y menos frágiles, se conservan abundantes ejemplos, lo que no ocurre en el caso de las sargas pintadas. Estas, así como las bordadas, aparecen frecuentemente en los inventarios de bienes, en numerosas ocasiones como textiles que configuraban doseles abrigados que se heredaban. Poner de manifiesto esta utilidad de las sargas pintadas es, por tanto, uno de los objetivos específicos de esta investigación. Con los datos aportados en este trabajo, se configurará un concepto más completo de lo que representaron estas obras en el ámbito de la íntima cotidianidad de las estancias particulares.

Otro de los objetivos específicos de la investigación es documentar algunos de los aspectos relacionados con la naturaleza de las sargas pintadas, especialmente en lo que concierne al soporte textil, ya que sobre aglutinantes y pigmentos han sido escritos ya otros trabajos que aportan información exhaustiva al respecto.

Por otra parte, debe indicarse, además, que otro de los objetivos ha sido vincular la existencia de este tipo de pintura en nuestro país con la de otras partes de Europa. Este, sin embargo, es un aspecto sobre el que sencillamente se han aportado algunas pinceladas. El requerimiento de límite máximo de palabras por parte de la revista Ge-conservación hace inabordable este último punto en profundidad.

El desarrollo de esta investigación ha sido posible mediante la consulta de documentación antigua, fundamentalmente ordenanzas de pintores, tratados artísticos e inventarios de bienes.

Descripción general de las sargas desde el punto de vista técnico y material

Sobre la materialidad de las sargas, los estudios llevados a cabo hasta la fecha inciden fundamentalmente en la naturaleza de pigmentos y aglutinantes empleados, de acuerdo a la información que ordenanzas y tratados artísticos ofrecen (Bruquetas 2002; Calvo A., Rodríguez L. y Manso 2002; Santos y San Andrés 2001; Santos y San Andrés 2004; Santos 2017).

Con respecto a la técnica pictórica y pigmentos, puede recordarse, a modo de resumen, que las sargas fueron ejecutadas con la técnica del temple, es decir, con un aglutinante acuoso, cola animal o huevo (Ramírez 1915; Pacheco 1990). La preparación de estas obras sobre el soporte textil puede no existir, estar constituida por cola o por este aglutinante y yeso (Ramírez 1915; Agulló 1978; Pacheco 1990). En muchas ocasiones esta capa

es fina, como también lo es la capa pictórica, cualidad especialmente útil en obras que van a experimentar cierto movimiento, ya que una preparación con cierto grosor y magra depararía en la pérdida de la pintura (Santos y San Andrés 2004). Respecto a los pigmentos empleados, algunos trabajos los describen de manera pormenorizada y, por tanto, no se revisarán en este estudio, aunque someramente puede decirse que las ordenanzas de pintores de Córdoba de 1493 se refieren al albayalde, bermellón, azarcón, azul fino, ocre, prieto y amir (Ramírez 1915). Además, en las ordenanzas citadas se indica que el aspirante a pintor de sargas debe saber «asentar oro», con lo cual se entiende en estas obras también se realizaban dorados, probablemente con mordiente (Ramírez 1915).

Pero ya con referencia al soporte empleado en las sargas, para comenzar, debe indicarse que, el vocablo sarga proviene etimológicamente del latín *serīca* ‘de seda’ (Santos 2018). La seda se usaba en la corte imperial china ya en la edad media, ya que la lana era considerada como material impuro. Cuando este tipo de fibra llega a España, constituirá un material textil ideal para representar a un estatus social alto y, por ello, será empleada para configurar colgaduras y cobertores ricos también con la cultura islámica (Schoebel 2020).

Por otra parte, en nuestro país, con el término, “sarga” es designado un tipo de ligamento textil, es decir, una de las formas con que trama y urdimbre se entrecruzan en un tejido. De acuerdo al estudio realizado por María Teresa Sánchez Trujillano sobre los tejidos medievales del MAN (Sánchez 1986), la sarga es una variante del tafetán largo, que a su vez podría ser definido como “[...] el punto en el que la trama pasa sobre tres o más hilos de urdimbre, cogiendo sólo uno por debajo.” Pero la sarga, específicamente: “[...] sigue un orden y mantiene un ritmo de 3: 1 o 5: 1. Su particularidad consiste en tomar por debajo el hilo de la urdimbre siguiente al de la primera vuelta, de manera que la tela va quedando con un dibujo diagonal [figura 1].

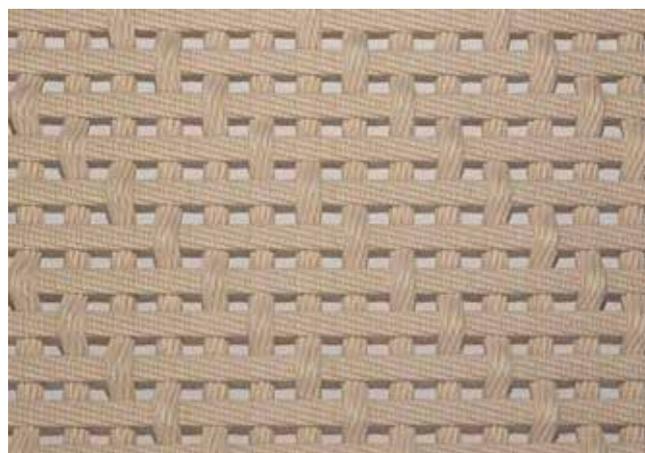


Figura 1.- Ligamento tipo sarga. © Semih Turan Tunca.

El ligamento tipo sarga otorga al tejido, independientemente de la torsión y otras características, cierta resistencia y durabilidad, así como alguna maleabilidad, que se da no en horizontal o vertical, sino en diagonal, ya que hay menos entrecruzamientos de trama y urdimbre. Por ello, se considera este ligamento adecuado para la confección de cortinas y ropa de cama. Puede plantearse como hipótesis que en esos tejidos de seda aludidos, empleados como colgaduras en nuestro país, se utilizara abundantemente el ligamento tipo sarga, con lo que este último pudiera haber adquirido su nombre a partir de la naturaleza de la fibra y, por ende, también la colgadura acabaría recibiendo esta denominación.

Los diccionarios de tejidos y especialistas en este ámbito apuntan hacia la realización de tejidos con ligamento tipo sarga mayoritariamente con dos tipos de fibras textiles, seda y lana (Dávila, Durán y García 2004). Aparece el término "sarga" en el *Diccionario de Autoridades* (1739), donde igualmente figuran tejidos confeccionados con ambas: "Sarga: Tela de seda que hace cordoncillo, con alguna mas seda que el tafetán doble. [...] Se llama también una tela de lana algo mas fina que la sempiterna, la qual sirve regularmente para forro." (Real Academia Española 2002).

De sargas de seda existen bellísimos ejemplos. Miguel Herrero García menciona talleres existentes en Granada y Toledo, en el siglo XVI, así como en Valencia, y la manufactura perdura en estas ciudades también en el siglo XVII. A finales del siglo XVII, también figuran los tejidos de sarga de seda con el nombre de "burato" (Herrero 2014). Una de las acepciones para esta palabra en el *Diccionario histórico de telas y tejidos* es: "Tejido hecho todo de seda, a semejanza del de lana, el cual también era algo áspero al tacto por el cordoncillo con que estaba tejido." (Dávila, Durán y García 2004).

Como ejemplo de esta diversidad de tejidos de sarga, pueden citarse algunas piezas del Museo Nacional de Artes Decorativas, que incluye en su catálogo fragmentos de sargas y también de aquellos tejidos más complejos en cuya configuración se ha empleado este ligamento. Por ejemplo, aparece un tejido de brocado de sarga del siglo XVI^[1], damascos^[2] de sarga de seda del XVII, terciopelos de seda con base sarga bordados, tejidos de damasco de seda donde el ligamento aparece combinado con el raso^[3] (s. XVII), sargas de seda bordadas del siglo XIX y utilizadas como colgaduras murales, etc. (Museo Nacional de Artes Decorativas 2020).

Sargas de lana provinieron también algunos lugares, tanto de Londres (ordenanzas de 1686), como de Francia y también de Flandes (s. XVI) (Herrero 2014; Casado 2008). De la existencia de las múltiples variedades de sarga, con distintos tipos de acabados y colores y configuradas con estos tipos de fibras textiles (seda y lana) existen documentos que llegan a la actualidad (García 1820).

Aunque los textos que se refieren a los tejidos con ligamento de sarga incluyen las fibras textiles citadas, debe decirse que existen ejemplos en los que participa también el lino.

El Museo Nacional de Artes Decorativas conserva tejidos del siglo XVI de sarga que habrían sido realizados con urdimbre de lino y trama de lana. Como ejemplo, puede citarse un fragmento de un tejido cuyo motivo decorativo constituye la representación repetida del árbol de la vida y pájaros afrontados, con referencia CE01145 y datado entre 1501-1600 (Museo Nacional de Artes Decorativas 2020).

Además de los tejidos basados en el ligamento tipo sarga existían, como se ha indicado, las denominadas "sargas pintadas" (denominación de las ordenanzas Sevilla de 1527), también llamadas en las ordenanzas de pintores de Córdoba de 1493 "pyntura e obra de las sargas sobre lienzos" (Ramírez 1915), objeto principal de este estudio. Estas obras tratan de imitar la riqueza decorativa de otras sargas, más ricas, que a veces aparecen en los inventarios como de seda y bordadas. A pesar de la denominación "sarga", es probable que gran parte presentaran ligamento tipo tafetán. Según las investigaciones de Laura Alba, en España no se habrían utilizado de manera extensiva los tejidos de sarga sencilla o terliz ni de espiguilla, ligamento que genera líneas oblicuas alternas como soportes pictóricos (aunque esta autora se refiere al siglo XVII fundamentalmente) (Alba 2018).

Existen, no obstante, algunos ejemplos, escasos, del empleo de esa espiguilla en España. Puede hacerse referencia a las pinturas al temple sobre tejido de lino con este ligamento en el ciclo de la Vida de San Pedro Regalado, del Santuario de la Aguilera de Aranda de Duero (Burgos), aunque esta obra es de la primera mitad del siglo XVIII. Este ligamento de espiguilla presenta base sarga de 5, 4:1 [figuras 2 y 3].



Figura 2.- Detalle del reverso de uno de los temples del ciclo de San Pedro Regalado donde se aprecia el ligamento de espiguilla. © Uffizzi C.R.B.C.



Figura 3.- Temple del ciclo de la vida de San Pedro Regalado, realizado por Diego de Frutos y que lleva por título *Reparte objetos religiosos a niños y madre en pie, reverentes y bien trajeados*. Iglesia del Convento de la Aguilera, Aranda de Duero (Burgos). 2,50 m X 3,20 m aprox. Ligamento de espiguilla apreciable en el anverso. © Uffizzi C.R.B.C.

Además, continuando con el estudio del significado de las palabras que aparecen en las ordenanzas de Córdoba de 1493, “pyntura e obra de las sargas sobre lienzos”, puede definirse el concepto de “lienzo”, de manera precisa, de acuerdo a la versión que aportan diversos diccionarios. Básicamente éstos definen el término como una tela de lino, utilizada en algunos casos para pintar. No se menciona el tipo de ligamento empleado. *El Tesoro de la Lengva* (1611) de Covarrubias define este vocablo como “tela hecha y texida de lino. Lat. Lintheum a lino. [...] Lienços sinifican muchas veces los quadros pintados en lienço” (Covarrubias 1611).

Así pues, la denominación de las ordenanzas alude a las sargas pintadas especialmente sobre textiles de lino. Pero, igualmente, el término “lienzo”, de acuerdo a algunos autores, hace referencia también a un ligamento, el que hoy en día se denomina mayoritariamente como tafetán [figura 4]. Según María Teresa Sánchez Trujillano, esta



Figura 4.- Ligamento tipo lienzo o tafetán. © Semih Turan Tunca.

denominación, “lienzo”, podría ser aplicada además a tejidos de algodón o lana, y es el mismo que es denominado “tafetán corto” en tejidos de seda (Sánchez 1986; Cabrera 1997).

En otros lugares de Europa, como Países Bajos o Gran Bretaña existieron también en el siglo XVI telas pintadas al temple, utilizadas igualmente en entornos domésticos, según consta en ciertos documentos, pero también, como en España, las obras supervivientes al paso del tiempo han sido muy escasas. Con referencia al tipo de soporte empleado en estas obras foráneas, un estudio realizado por Katherine L. French sobre paños pintados en casas londinenses durante el período tardomedieval indica que el tejido utilizado no fue siempre el mismo. Por ejemplo, las cortinas pintadas en la entrada de Robert Amadas, orfebre londinense, eran de color verde, lana fina y con ligamento de sarga, según consta en los documentos. El término “say”, similar al castellano “sarga” se emplea abundantemente en la documentación escrita aportada por la autora e incluida en los inventarios citados en su investigación. Pero French también refiere la utilización de otros términos, como por ejemplo “canvas”, es decir, lienzo, que en este caso quizás alude al lino común con el ligamento más sencillo, aunque no especifica nada al respecto. También incluye el bucarán como otro de los tejidos empleado como soporte de las telas pintadas o teñidas. Aunque la autora no especifica el año del inventario, se trata de un documento londinense anterior a 1540 (Universidad de Murcia, s. f.). De acuerdo a Miguel Herrero García, “bocarán” es un sinónimo de “bocaci”. Y a su vez este último sería una tela de lino, que podía ser de diversos colores, como negro, rojo y verde, no especialmente fino (Herrero 2014). Consta también que en Flandes hubo una intensa producción de pinturas al temple sobre lienzo. Karel Van Mander, refiriéndose a la vida del pintor Rogier de Brujas, señalaba que en su época pintó con temple al huevo o a la cola un gran número de lienzos, de gran tamaño y con figuras de grandes dimensiones, que se colgaban en las habitaciones a modo de tapices (Van Mander 1994: 70-71, 1995: 227; Santos y San Andrés 2004).

Las sargas pintadas y su tiempo

Como se ha indicado con anterioridad, el término “sarga” aparece en la actualidad en todo tipo de textos para aludir de manera genérica a la histórica práctica de la pintura al temple sobre lienzo, incluso para obras que exceden, con mucho, el siglo XVI. Es éste, sin embargo, un sustantivo que alude más bien a colgaduras que decoraron las estancias españolas hasta finales XVI o comienzos del XVII y, específicamente, las sargas pintadas tratarían de imitar las funciones que desempeñaron aquellas sargas más suntuosas.

En España, las ordenanzas de pintores atestiguan la práctica de la pintura de sargas hasta el siglo XVI. Pueden ponerse como ejemplo las de Méjico de 1557, donde

se incluyen el “arte de pintar y dorado”, “imaginario”, “sarguero” y “pintar del fresco”. Sin embargo, en las Nuevas Ordenanzas que se hacen en 1686, los exámenes son para los oficios de pintores y doradores y en el primero no se incluyen referencias a las sargas. Únicamente y, de manera general, figura el “aparejo de lienzos, láminas y tablas y otra cualesquiera materia para su permanencia” (Mues, 2008). Efectivamente, en el siglo XVII son pocas las ordenanzas que incluyen el oficio de sargas. Entre ellas, por ejemplo, las de Málaga de 1611, que repiten lo indicado en las de Córdoba y que se redactan en el primer cuarto del siglo o las de Sevilla de 1632 que son reimposición de las de 1527 (Santos y San Andrés 2001; Santos y San Andrés 2004; Mues 2008)^[4].

Y, por otra parte, los tratadistas españoles del siglo XVII, aunque se refieren a la pintura al temple, ya no mencionan específicamente las sargas. Sólo Francisco Pacheco en su tratado el *Arte de la pintura* (1649) las incluye como una práctica ya en desuso cuando señala que, en tiempo de su maestro, Luis Fernández, que vivió en el siglo XVI, se pintaban profusamente estas obras, como se ha indicado. Y se refiere a esta práctica en pasado. Efectivamente, son numerosos los pintores que se dedican a este menester hasta finales de siglo o hasta comienzos del siglo XVII y algunas referencias literarias por parte de nuestros autores clásicos lo confirman, como la que se incluye en forma de cita al comienzo de este trabajo. Ciertas investigaciones y tratados también ofrecen información al respecto (Pacheco 1990; Santos 2019).

Encontramos otro testimonio fundamental del límite temporal de la utilización y aprecio hacia estas obras en el texto de Pedro Fernández Navarrete que lleva por título *Conservación de monarquías y discursos políticos sobre la gran consulta que el consejo hizo al Señor Rey don Filipe Tercero: dedicada al presidente y Consejo Supremo de Castilla*, (1626). En el discurso XXXV, titulado *Del exceso en los edificios y alhajas se hace referencia a las sargas*, indicando que ya en la época en que se escribió este texto, estas “colgaduras” no contentaban siquiera a los hidalgos, de modo que habían sido sustituidas por telas más ricas de Milán y Florencia y por tapices de Bruselas:

Tampoco se contentan ya los hidalgos particulares con las colgaduras que pocos años ántes adornaban las casas de los Príncipes. Los tafetanes y gudamacies de España, tan celebrados en otras provincias, ya no son de provecho en esta. Las sargas y los arambeles con que se solia contentar la templanza Española, se han convertido en perjudiciales telas rizas de Milan y Florencia, y en costosísimas tapicerías de Bruselas: y para piezas en que no se ponen colgaduras se traen extraordinarias pinturas. (Fernández 1805).

Este texto se encuentra dentro de las leyes suntuarias, que en el siglo XVII son promulgadas por la Corona debido al exceso de los lujos decorativos que ostentaron nobles e hidalgos, que competían en su promoción social. Se trata de evitar el gasto en cosas superfluas e

impedir que el dinero migrara fuera del país hacia otros lugares donde se adquirirían tejidos y objetos ricos (Pérez 1998).

El término “sarga”, mencionado por Navarrete, posiblemente haga referencia aquí, sobre todo, a las sargas realizadas con tejidos de seda, que podían ser bordadas. En cualquier caso, se deduce que, efectivamente, las sargas utilizadas como elementos decorativos, como colgaduras, dejaron de constituir signo de ostentación y poder económico y fueron sustituidas mayoritariamente por brocados y telas más costosas al menos ya desde el siglo XVII, con lo que fueron perdiendo su utilidad en los interiores de las casas, especialmente las pintadas, que dejarían de gustar. Éstas son denostadas en el siglo XVII, seguramente por su uso común incluso en los interiores más modestos y también debido a que llegaron a presentar una calidad verdaderamente escasa. Pueden recordarse las palabras que figuran en la segunda parte del Quijote (1605): “Alojáronse en una sala baja, a quien servían de guadameciles unas sargas viejas pintadas, como se usan en las aldeas. En una dellas estaba pintada de malísima mano el robo de Elena [...]”. (citado en Santos 2019). Precisamente la mala factura de las sargas pintadas junto a su frágil naturaleza devino en su exigua conservación y son muy escasos los temples sobre lienzo que han perdurado y de los que se sepa con certeza que decoraran otrora alguna estancia privada.

Otro motivo importante del menor protagonismo de las colgaduras domésticas, entre las cuales se encuentran las sargas y tapices, donde aparecen personajes representados, es la mayor importancia decorativa que a partir del siglo XVII experimenta el mobiliario, junto al que se incorpora otro tipo de ornamentos, como la pintura al óleo sobre lienzo y, posteriormente, los papeles y frisos pintados, aunque las colgaduras de seda continuarían existiendo (Martínez 2011). Así, el vocablo “sarga” no desaparece totalmente de los inventarios, ya que podrá encontrarse en esta época más tardía de manera ocasional, en algunos casos como sargas de seda.

Por otra parte, una de las funciones fundamentales de las sargas pintadas fue la de conformar doseles de camas, como se verá a continuación en los inventarios de bienes, y esta función fue desapareciendo, con lo que también se perdió el vocablo en los tratados artísticos y otros documentos del siglo XVII en los que no aparece el vocablo a pesar de que se incluya la práctica de la pintura al temple sobre lienzo. La pintura al temple continuará existiendo, pero con otras funciones, como las de los telones de teatro, monumentos, o incluso como pinturas que cubrían grandes extensiones de paredes las de los palacios. Aparecen además otros modos de temple, que se pintan de manera similar, pero no igual a las sargas y serán utilizados para diversos fines, como es la pintura aguazo, aguadas de colores y otro temple similar a las sargas, que será mencionado por Pacheco (Pacheco 1990; Santos 2017).

Las sargas pintadas en su entorno doméstico

Con anterioridad se ha indicado que, en la época de las sargas, también existían otros temples sobre lienzo, como son las cortinas de altar, puertas de retablos, túmulos o decoraciones palaciegas. Estos normalmente no son denominados como sargas. En cualquier caso, a continuación, se hace referencia a estos temples con funcionalidades diversas, profana y religiosa.

—Otras funciones de los temples sobre lienzos

La pintura al temple del siglo XVI ejecutada sobre lienzo que sobrevive y llega a nuestros días presenta en muchos casos temática religiosa y se desconoce si alguna de estas obras ocupó el interior de las casas.

Gran parte de estos temples supervivientes fueron empleados como cortinas de Cuaresma o retablos en las iglesias, son de lino y presentan normalmente ligamento tipo tafetán (también denominado lienzo, como se ha indicado). Las cortinas de altar eran colocadas en época de Cuaresma ocultando los retablos a modo de ayuno para los ojos. Igualmente, las puertas de algunos retablos, realizadas con lienzos pintados al temple, servían para ocultarlos en este período. En nuestro país pueden también hallarse diversos ejemplos, como las del retablo de Damian Forment en la iglesia de San Pablo de Zaragoza.

En los contratos castellanos para ejecutar estas obras suelen figurar los términos que aluden a su función, es decir, el de “cortina”, y “puertas”. Por otra parte, en las ordenanzas de pintores de la zona nororiental de la Península Ibérica, se identifica el término “cortina” con el de “sarga”. Así, las Ordenanzas de Zaragoza de 1517 incluyen al «arte e pintura de cortinas», junto a los otros oficios o artes que aparecen habitualmente en las ordenanzas de pintores, como la pintura de retablos y dorado (Falcón 1997). Muy probablemente, la metodología y materiales empleados tanto en los temples utilizados como colgaduras domésticas como en las cortinas de altar fuera la misma.

Estas cortinas y puertas de altar tienen relación a su vez con los monumentos de Semana Santa. En estos últimos se guarda el Santísimo Sacramento, la segunda hostia consagrada, desde el Jueves Santo hasta el Viernes Santo, momento en que se administra (Echeverría 1990; Calvo y Lozano 2004).

Muchos de estos temples sobre lienzo con temática y funcionalidad religiosa han llegado a nuestros días a pesar de su fragilidad debido a su carácter devocional, que conllevaba también cierta resistencia a eliminarlos una vez habían experimentado algún deterioro. Mucho más rara es la conservación de obras con temática profana.

Otro tipo de obras religiosas realizadas al temple sobre lienzo son algunos retablos, de los cuales quedan algunos ejemplos. El Museo de Zaragoza expone el denominado retablo de San José (ca. 1510), que procede de la iglesia parroquial de Albalate del Arzobispo, temple ejecutado sobre un tejido con ligamento tipo tafetán (Pérez 2016). Se ha hallado una referencia documental donde un retablo es denominado como “de sarga”, aunque esto no es frecuente. Se trata de un inventario de los bienes del Hospital de San Eloy (1587): “Un retablo que está detrás de la imagen (de la Virgen), que son de sarga, pintados con los santos de Sant Elloy e Santo Tomás de Aquino.” (Sanz 1996; Santos 2019).

En algunos inventarios de bienes figura el vocablo “sarga” asociado a los frontales de altar. Así, en el estudio que P. J. García Moratalla realiza sobre las cuentas de fábrica de la iglesia de San Ignacio de Alcaraz (Albacete) se incluye un documento que recoge la visita a la misma de Alonso Rodríguez de Estrada en 1509, visitador del arcedianazgo de Alcaraz, que revisa el inventario de bienes. En este documento se incluye “Vn frontal de sarga negra con letras blancas”. También aparece “Vn frontal de lienço negro con letras pyntadas para la quaresma.” (García 1995). En el texto donde se menciona la visita del Obispo Sancho Dávila a la catedral de Murcia (1592) se indica: “Otro frontal de raso [...] otro frontal de lienço pintado [al temple?], biexo [...]. Otro frontal de tafetán amarillo y tiras [...]. Otro frontal de sarga de seda azul [...]” (García 2003).

Además de la función religiosa de los temples sobre lienzo, éstos también fueron empleados en el ámbito más profano o social, para ornar fiestas cortesanas, teatros y palacios y las entradas o las visitas de monarcas y personajes muy principales en general. Y también en los túmulos que honraban los fallecimientos de los personajes ilustres se utiliza la pintura al temple. Francisco Pacheco, por ejemplo, dice que practica el temple que se utilizaba en la pintura de sargas en el túmulo del rey Felipe II en 1598, aunque también utilizó en esta obra otros tipos de temple (Pacheco 1990). También se emplearon en la decoración de palacios (Pacheco 1990) y como telones de teatros, entre otras funciones.

— Las sargas pintadas en su entorno doméstico: estética y funcionalidad

Pero ya con respecto al empleo de las sargas, pintadas o no, en el ámbito doméstico, puede indicarse que ejercieron las funciones de doseles de camas, antecamas^[5] y antepuertas^[6] y colgaduras en general. En numerosas ocasiones los inventarios se refieren a las sargas utilizadas a modo de cielo (techo) de esas camas.

En general, puede decirse que se les atribuye la misma función que a las sargas de seda e incluso que a los

mucho más costosos tapices, como se ha indicado. Es más sencillo estudiar la funcionalidad de los tapices puesto que de estos se conserva un mayor número de ejemplos, debido a su naturaleza más durable. Éstos constituían conjuntos que combinaban con los doseles de las camas, cojines y cobertores y donde los ciclos iconográficos representados estaban frecuentemente inspirados en la mitología griega a fin de transmitir mensajes sobre escalas de valores o virtudes con las que se relacionaba al comitente. Se trataba de una decoración en sintonía, donde los tapices constituían protagonistas absolutos de las estancias. Las sargas, por tanto, constituyeron una versión mucho más económica de esta función. De la misma manera que los tapices y las sargas, algunos palacios fueron decorados con pinturas murales que imitan las colgaduras como, por ejemplo, los existentes en la sala de los papagayos del Palacio Davanzati de Florencia, s. XIV (Schoebel 2020).

Debe recordarse que, hasta el siglo XVI, la importancia decorativa de los muebles es mínima en las estancias. A partir del s. XVII, los muebles toman un protagonismo mayor y toman el territorio central de las estancias. Antes los muebles estaban pegados a las paredes y solo se ponían en el centro en determinadas ocasiones. Las colgaduras van retrocediendo en cuanto a importancia.

Respecto a las sargas pintadas y utilizadas en interiores domésticos parecerían no existir apenas testimonios físicos. Varios son los motivos que propiciaron esta exigua supervivencia (Castell, Martín, Fuster 2006). Por una parte, se trata de obras que presentan cierta fragilidad material, ya que los temple a la cola se ven afectados por la humedad. También se debe a su funcionalidad, ya que son obras que habitualmente experimentaban cierta movilidad y, aunque las capas pictóricas son finas, también son rígidas y el movimiento también depara en la aparición de craquelados y pérdidas, sobre todo cuando existe alguna capa de preparación, aunque esta sea delgada. Por último, se trata de obras más económicas que las bordadas y, por tanto, se tenían en menor estima, con lo que el empeño en su conservación es menor. Como obra foránea y de temática profana, puede aludirse a dos lienzos que representan los trabajos de Hércules, que alberga la Christchurch Mansion, de Ipswich, anteriores a 1578 y citadas por Nicholas Mander en "The Painted cloths at Owlpen Manor" (Mander 2013), [figura 5].

Las sargas podían presentar diversas coloraciones generales. Las ordenanzas de pintores de Sevilla de 1526 se refieren a las "sargas blancas, de colores y pardillas" (Santos y San Andrés 2004) y las de Córdoba de 1544 incluyen exámenes de "sargas blancas de aguadas negras o de otras colores" (Ramírez 1915). Estas terminologías podrían referirse, tanto al color de lo pintado, puesto que ciertamente algunos paños se pintaron en grisalla mientras que otros se ejecutaron con una mayor variedad de color, como al color del

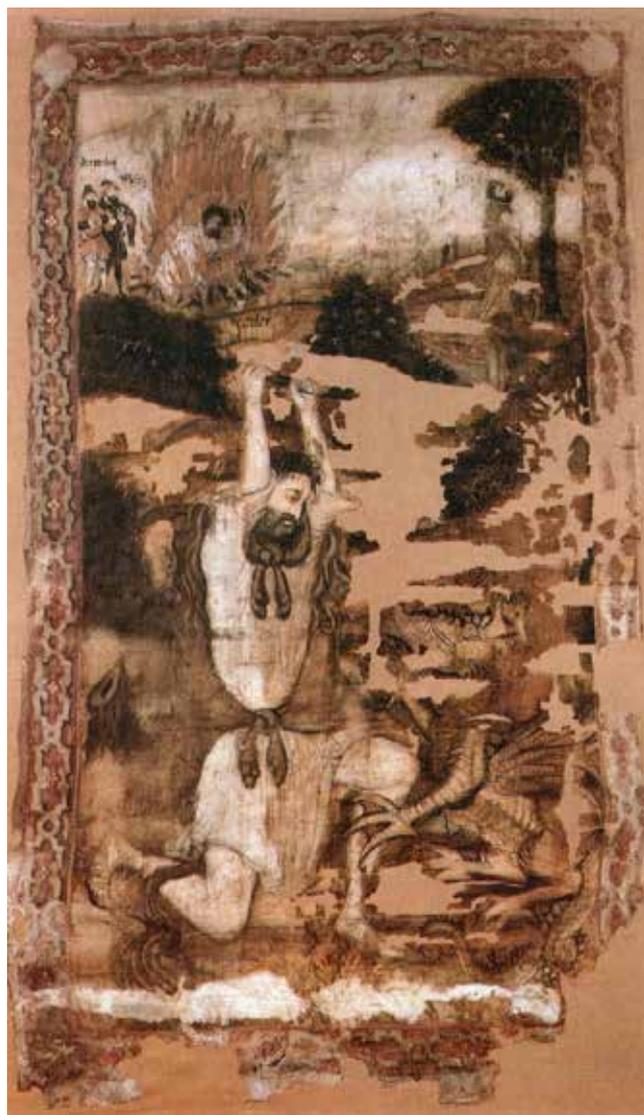


Figura 5.- Hércules mata a la hidra. Pintura al temple sobre lienzo. Obra de alrededor de 1570. La obra se encuentra en un precario estado de conservación, pero constituye una rareza junto a otro ejemplar similar encontrado junto a él. Réplica en The Ancient House. Ipswich. Original en Christchurch Mansion, Ipswich. Se cree podría formar parte del conjunto de obras mencionadas en el testamento de George Copping (1578), que reconstruyó la casa en 1567. © Colchester & Ipswich Museums.

pañó teñido sobre el que se llevaba a cabo la pintura. Las ordenanzas de Méjico de 1557 indican: "Otrosí, ordenamos y mandamos que los pintores que hubieren de pintar sargas sean examinados en una sarga blanca y de colores." (Mues 2008).

En los inventarios es muy común aparezcan mencionadas sargas con los colores rojo y verde, sobre todo, así como amarillas y negras. Este dato queda reflejado en numerosas obras pictóricas donde aparecen representadas camas vestidas con doseles de estos colores [figura 6]. En algunos casos, como se verá en el párrafo siguiente, algunas de estas sargas con coloraciones específicas también presentaban figuras.



Figura 6.- *Nacimiento de san Juan Bautista* (1490-1500). Maestro de Miraflores. Museo Nacional del Prado, Madrid. Pintura al óleo sobre tabla donde se aprecia un dosel de cama de color rojo. © Museo Nacional del Prado.

En el inventario realizado tras la muerte del Duque de Béjar se incluyen los bienes que Sancho de Perero, camarero del duque de Béjar, recibe de Martín Ruíz de Medina, mayordomo del duque, en 1494. En él aparecen “Dos sargas verdes, pintadas de unas figuras de negro, la una de ellas es cielo” (Sáez 1805). Alude esta última referencia a un cielo de cama.

La coincidencia en cuanto al color de este tipo de obras también se da en los inventarios anglosajones. Así lo indica Katherine L. French en *Painted cloths in late Medieval London Houses* (French 2013).

En algunos casos existen referencias a combinaciones de colores en las colgadas, quizás de las camas o de las

paredes. En el inventario de María de Herrera, prestamista, de 1543, se citan:

[...] yten mas ay en una arca blanca tres paramentos de cañamaço teñido morado y mas dos paramentos de sarga verdes y leonados y amarillos y açul viejos y mas un paramento morisco blanco con unas listas coloradas y mas otro paramento morisco pintado a quarterones y mas otro paramento destopa y pintado de açul y pardo. (Rojo 1543. Inventario de María de Herrera, prestamista, s. f.). [figura 7].



Figura 7.- *Nacimiento de la Virgen* (c. 1485-1490). Pedro Berruguete. Ejemplo de cama rica con paramento verde y leonado. © Museu de Montserrat.

Como ejemplo de las coloraciones de las sargas, se aportan los textos de algunos otros documentos. En el Inventario de D. Beltrán de la Cueva (1560) hay una alusión a una sarga, en este caso negra: “Otra cama de campo, de sarga negra, en que hay cielo con sus goteras y flocaduras de seda negra, y cuatro cortinas [...], y su rodapiés y cobertor de la misma sarga, con el dicho fleco.” (Rodríguez 1883).

En el inventario (1501) que presenta Beatriz Galindo ante el licenciado Polanco, donde constan los bienes que poseía con su marido cuando este fallece, se incluyen:

Vn paramento de cama, en que ay cinco sargas de Flandes azules, verdes y coloradas [...] Çinco sargas de Flandes amarillas, verdes y coloradas e seis sargas blancas de lienço

pintadas [...] Cinco sargas de lienço verde pintadas. [...] Cinco colchones de lino con su lana, e vn cabeçal morisco, y tres pedaços de colcha e vna sarga colorada con que estaua cubierto (Arroyal y Palma 2011).

Como ocurre en la cita anterior, otros documentos mencionan las sargas de lienzo pintadas: "Hernando Ortiz, pintor, esposo de Leonor Ortiz, de 24 años vecino de Sevilla en la colación de San Pedro, se obliga a pagar a Juan de Solís [...] veinte y cuatro reales de plata o dos paños de sargas pintados de figuras (cada sarga [...] de tres piezas de buen lienzo." (fechado el 11 de mayo de 1523) (Muro 1935).

En los dormitorios, las camas eran bienes especialmente apreciados que se heredaban. Estas colgaduras podían estar integradas por un gran número de piezas e incluso conformar un conjunto con otros que colgaran en las paredes de la estancia. Muchas veces estos tejidos empleados en las camas son denominados paramentos. Francisco de Morales, pintor "recibe de Martín Rodríguez Farfán, escribano público de Sevilla, dos mil ciento sesenta y seis maravedís [...] de lo que vale la hechura de una cama de paramentos." (Muro 1935).

Sirvan, a modo de ejemplo de camas ricas, las que figuran en el inventario de bienes de la boda de Margarita de Austria con el príncipe don Juan. Algunas fueron traídas por ella misma desde Flandes "una cama de sargas verdes bordados de la estorja de Etor de Troya en que ay tres piezas truxo la princesa nuestra señora". Resulta frecuente la alusión en los textos a las sargas de Flandes, utilizadas como paramentos (Santos y San Andrés 2014) (Checa, 2010). También en el Vocabulario de comercio medieval de Gual Camarena se incluye la siguiente referencia: "1494: una cama de paramentos, de sargas de Flandes, por 3500 mrs." (Universidad de Murcia, s. f.).

Flandes constituyó un gran centro productor de estos temples sobre lienzo. No es propósito de este trabajo incidir sobre este particular, que merecería una más amplia dedicación. Ya se ha incluido una referencia al tratado de Karel Van Mander y ahora podría citarse a Giovanni Battista Armenini en *De veri precetti della pittura* (1586) (Armenini 1988).

En el inventario de Beltrán de la Cueva, tercer Duque de Alburquerque (1560) aparecen también colgaduras que constituían un conjunto con los paramentos de las camas: *Otra cama de asiento, de lienzo de Ruán, pintado de unas figuras de negro y unas pintas doradas, que son diez paños con el cielo, los cinco para cama, y los otros cinco para cámara. Tienen los unos la historia de la Fama, y los otros de los Vicios y Virtudes.* (Rodríguez 1883).

Se trataría en este último caso de un juego de diez paños pintados (no aparecen denominados como sargas), cinco para la cama y otros tantos para el muro. En ellos, la decoración presenta sentido moralizante.

Y en algunas obras se menciona el lienzo "de presilla" en las sargas pintadas. En el encargo que Alonso Rodríguez Cebadero, que trabaja en la catedral de Sevilla entre 1498 y 1513, concierta con el bachiller Juan Rodríguez Madrigal en 1514 se indica: "la pintura de una cama de lienzo de presilla, en la que han de pintar cinco sargas con la historia de Ulises". Un documento posterior indicará:

[...] nos obligamos de vos pintar de figuras una cama de quatro paños de lyenço de presilla [...] cada paño de tres varas e media de alto de colores e blanco e obrado todo de buenas pinturas de figuras a vista de maestros que de ellos sepan dándonos vos, el dicho señor don Mateo Barres todo el lienço e oro que para ello fuere menester. (Escuredo y Japón 2015).

El lienzo "de presilla", difícil de definir, aparece incluido en textos especializados entre aquellos tejidos que no son de lana o seda (Herrero 2014).

También existen referencias al empleo de las sargas como antecamas y antepuertas. Quizás en algunos casos, estas pudieron ser pintadas, aunque por el momento no se han hallado referencias documentales. En 1523 Aldonza Sánchez, viuda del pintor Pedro de Valencia, hace inventario de los bienes de su marido. Entre los enseres citados aparecen "una sarga vieja de antecama [...] y dos sargas viejas pintadas." (Leva 2005). En un inventario ya tardío, el de Teresa de Retes, Marquesa de San Jorge, de 1695, aún aparecen mencionadas las sargas, pero como antepuertas: "Una antepuerta de sarga encarnada con su gotera" y también "dos antepuertas de sarga con caídas y fleco de oro y plata". Se mencionan también en el documento las camas, pero no de sarga, sino de telas más suntuosas, como el raso de la China o el Damasco (Curiel 2000).

Y para finalizar, aún ciertos documentos arrojan datos evocadores sobre los temas representados en las antepuertas. No se indica si fueron pintadas o no, aunque es probable. Así, en el inventario de la vivienda de Mossen Joan de Lanuça, Justicia de Aragon, de 1534, se hace referencia a diversas antepuertas con diferentes representaciones, algunas de ellas profanas, "una antepuerta de un viejo", "dos antepuertas con dos viejos que duermen", "una antepuerta de la ystoria de Paris", "una antepuerta con un árbol y figuras", etc. (Cabezudo 1960).

Conclusiones

Del estudio presentado puede extraerse que las ordenanzas de pintores aportan cierta información sobre los materiales empleados las sargas pintadas pero, básicamente, serán los inventarios de bienes, como los indicados a lo largo del texto de este artículo, los documentos que aporten más datos respecto a las principales utilidades de este tipo de obras así como de otras sargas más ricas, en el ámbito doméstico de la sociedad de los siglos XV y XVI. Así, se emplean como doseles de camas, colgaduras en general.

Las sargas pintadas constituyeron sustitutos más económicos para esas otras más suntuosas, de seda y en algunos casos bordadas. Otros elementos que eran empleados para fines similares eran los guadamecés y los tapices. Muy probablemente, las sargas, como estos, pudieron constituir conjuntos de paramentos de cama y muros, con escenas narrativas y de carácter mitológico que servían para poner de manifiesto las virtudes del comitente.

Básicamente, la época de la pintura de sargas terminaría hacia fines del siglo XVI y comienzos del XVII. Pacheco confirma este término, así como las ordenanzas de pintores y tratados de épocas posteriores, donde no es frecuente que aparezcan. Por otra parte, las leyes suntuarias del siglo XVII indican que las sargas, en general, dejaron de ser apreciadas en esa época, cuando las preferencias hacia otro tipo de tejidos más ostentosos dan lugar a que estas piezas sean cada vez más denostadas. Los muebles también fueron cobrando un mayor protagonismo en las estancias, con lo que las colgaduras, especialmente de carácter narrativo, lo van perdiendo y, por ello, va desapareciendo la mención de la pintura de sargas en tratados artísticos y ordenanzas posteriores diendo.

En la época de las sargas se pintan también otros temples sobre lienzo, que son denominados normalmente haciendo referencia a las otras utilidades que tuvieron. Pueden citarse las cortinas de altar, puertas de retablos, retablos de lienzo y los túmulos, entre otros. Quizás en algún momento aparece la denominación de "sarga" en los documentos para aludirlos, pero esto no es frecuente.

Con este trabajo se contribuye a perfilar de manera más completa el concepto de las sargas pintadas como obras ejecutadas en el período de tiempo mencionado. Se concluye, por tanto, que posiblemente debiera evitarse utilizar el sustantivo "sarga" de manera indiscriminada para aludir de manera genérica a la pintura al temple sobre lienzo, independientemente de cuándo se pintaran las obras. Esta afirmación se basa, entre otras cosas, en que en tratados artísticos coetáneos a Pacheco y posteriores no figura esta denominación, aunque sí aparezca la referencia a la pintura al temple sobre lienzo

Por otra parte, algunos estudios realizados en obra anglosajona en base también a inventarios de bienes y referenciados en el texto también revelan la presencia de obras de coloraciones y funcionalidades similares a las que aparecen en la documentación de nuestro país.

Notas

[1] En los tejidos brocados se emplean hilos de oro y/o plata.

[2] De acuerdo a Miguel Herrero: "[...] raso de seda que presenta su fondo brillante y suavemente vellosa (derecho del raso), sobre el cual desarrolla una decoración de aspecto mate (revés del raso)." (Herrero 2014: 74).

[3] Tafetán largo: es el punto en el que la trama pasa sobre tres o más hilos de urdimbre, cogiendo sólo uno por debajo. [...]. El "raso" es una variante del "tafetán largo" que en lugar de ligar rítmicamente, en cada vuelta cambia el hilo de la urdimbre que toma la trama por debajo, [...]. Este punto produce una superficie aún más uniforme, compacta y brillante que el tafetán largo." (Sánchez 1986: 91).

[4] Cabe destacar la información que, sobre las sargas, aportan las ordenanzas, entre las cuales resultan de gran interés las ordenanzas de Córdoba de 1493 y las de 1543, las de Sevilla de 1527, las de Madrid de 1543, las de Sevilla de 1632, de Granada de 1552 y las de Málaga de 1611 y las de Méjico de 1557 (Santos y San Andrés 2004) (Mues 2008).

[5] Antecama: "Especie de tapete que se pone delante de la cama. En castilla, frontal que va delante de la cama de armazón u obra. En Cáceres, media sábana, solo la parte del embozo. En otros lugares, alfombrilla colocada delante de la cama". (González 1994).

[6] Antepuerta: "Cortina o tapiz que cubre una puerta. También guardapuerta.". (González 1994).

Agradecimientos

Emma Roodhouse, Colchester & Ipswich Museums. Empresa Uffizzi. C.R.B.C. Dir. Gral. de Patrimonio Cultural de la JCyL. Adela Martínez Malo y Cristina Gómez. Carmen Gallego Vázquez (Museo de Zaragoza). UCM. Proyecto Innova-Docencia nº 54. Convocatoria 2020-21. *Elaboración de recursos docentes audiovisuales para la digitalización de la enseñanza de las antiguas variedades de la pintura al temple sobre lienzo descritas en tratados artísticos y ordenanzas de pintores (s. XV-XIX)*. Semih Turan Tunca, creador de los dibujos 3D de los ligamentos: semihtunca@gmail.com.

Referencias

ÁGREDA, A.M. (2018). "De oro y sedas. Aproximación al estudio del arte del bordado en los espacios domésticos y cortesanos (siglo XVI)", *BSAA arte*, 84: 197-217.

AGULLÓ, M. (1978). *Noticias sobre pintores madrileños de los siglos XVI y XVII*, Granada: Departamento de Historia del Arte de las Universidades de Granada y Autónoma de Madrid.

ALBA, L. (2018). El estudio de los soportes textiles a través de la radiografía. Los soportes españoles del siglo XVII, *Kermes*, 111-112: 143-149.

ARMENINI, G. B. (1988). *De veri precetti della pittura* (pref. Enrico Caltelnuovo, ed. de Marina Gorreri, 1ª ed. Rávena, 1586), Turín: Giuli Einaudi Editore.

ARROYAL, P.; PALMA, M. T. (2011). El ajuar doméstico de Beatriz Galindo y Francisco Ramírez de Madrid, secretario de los Reyes

- Católicos RIUMA, *Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga* (2011) <http://hdl.handle.net/10630/4577>
- BRUQUETAS, R. (2002). *Técnicas y materiales de la pintura en los siglos de oro*, Madrid: Arte Hispánico.
- CABEZUDO, J. (1960). La vivienda del justicia en Aragón en 1534, *J. Zurita Cuadernos de Historia*, 10-11: 285-292.
- CABRERA, A. (1997). *Tejidos y alfombras del Museo de la Alhambra*, Granada: Archivos y Publicaciones Scriptorium.
- CALVO, A.; RODRÍGUEZ, L. & MANSO, B. (2002). Nuevas aportaciones a las técnicas de la pintura de sargas. La sarga de Santa Ana de Madarcos de la Sierra (Madrid), en *Actas del I Congreso del GEIIC - Conservación del Patrimonio: Evolución y nuevas perspectivas*, Valencia, 449-454.
- CALVO, J. A.; LOZANO, J. A. (2004). Los monumentos de Semana Santa en Aragón (siglos XVII-XVIII), *Artigrama*, 19: 95-137.
- CASADO, H. (2008). Cultura material y consumo textil en Castilla a fines de la Edad Media e inicios de la Edad Moderna, en *Pautas de consumo y niveles de vida en el mundo rural medieval. Coloquio Internacional*, eds. Furió, A./García-Oliver, F. (eds.) Valencia, en <http://www.uv.es/consum/casado.pdf> (acceso 2020-5-12).
- CASTELL, M.; MARTÍN, S.; FUSTER, L. Sargas o Tüchlein (2006). Particularidades técnicas y alteraciones frecuentes, *Arché*, 1: 79 - 87.
- CHECA, F. (2010). Fiestas, bodas y regalos de matrimonio Del tesoro principesco al inicio del coleccionismo artístico en las cortes habsbúrgicas de la época de Juana de Castilla (1498-1554), en: *Juana I en Tordesillas: su mundo, su entorno*, Valladolid: Zalama, M. A., Ayuntamiento de Tordesillas, 135-162.
- COVARRUBIAS, Sebastián de, (1611). *Tesoro de la Lengva Castellana, o Española*, con privilegio, Madrid: Luis Sanchez, impressor del Rey N. S.
- CURIEL, G. (2000). El efímero caudal de una joven noble. Inventario y aprecio de los bienes de la marquesa Doña Teresa Francisca María de Guadalupe Retes Paz Vera. (Ciudad de México, 1695), *Anales del Museo de América*, 8: 65-101.
- DÁVILA, R. M^a.; DURÁN, M. & GARCÍA, M. (2004). *Diccionario histórico de telas y tejidos*, Salamanca: Junta de Castilla y León.
- ECHEVERRÍA, P. L. (1990). Los monumentos o "perspectivas" en la escenografía del siglo XVIII de las grandes villas de la Ribera estellesa, *Príncipe de Viana*, año nº 51, 190: 517-532.
- ESCUREDO, E.; JAPÓN, R. (2015). Una cama sevillana para el barón de Petrapersia: Obra de los pintores Gonzalo de Flores y Hernando de Alcalá, *Laboratorio de Arte*, 27: 549-558.
- FALCÓN PÉREZ, M.I.: *Ordenanzas y otros documentos relativos a las Corporaciones de Oficio en el reino de Aragón en la Edad Media*, Zaragoza, Institución Fernando el Católico (C.S.I.C.), 1997.
- FERNÁNDEZ NAVARRETE, P. (1805). *Conservación de Monarquias y discursos políticos sobre la gran consulta que el Consejo hizo al señor Rey don Filipe Tercero, al Presidente y Consejo Supremo de Castilla*. Por el Licenciado. (primera ed. Publicado por la Imprenta Real, Madrid, 1626), quinta edición, Madrid: en la imprenta de don Tomás Albán.
- FRENCH, K. L. (2013). Painted cloths in late Medieval London Houses, en *Setting the scene*, eds. Costaras, N.; Young, C., Plymouth: Archetype Publications, 33-42.
- GARCÍA, D. (1820). *Sistema General de las Aduanas de la Monarquía Española en Ambos Emisferios Aprobado por las Córtes Ordinarias del año de 1820*. Madrid: Por don Diego García y Campoy., Hathi Trust Digital Library: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=ucm.5323115847;view=1up;seq=7> (acceso 2020-5-12).
- GARCÍA, F. J. (2003). *Visita del Obispo Sancho Dávila a la catedral de Murcia*. Año 1592, Murcia: Universidad de Murcia.
- GARCÍA, P. J. (1995). Cuentas de Fábrica de la iglesia de San Ignacio de Alcaraz (1494-1515). Estudio Diplomático, *Al-Basit: Revista de estudios albacetenses*, 37: 135-167.
- GONZÁLEZ, M. A. (1994). *Colección Pedagógico Textil de la Universidad Complutense de Madrid. Estudio e inventario*, Madrid: Consejo Social de la Universidad Complutense de Madrid.
- GUEVARA, Fray Antonio de (1673). *Menosprecio de corte y alabanza de aldea*. (Ed. princ. Valladolid, 1539), Madrid: Por la Viuda de Melchor Alegre. A costa de Francisco Serrano de Figueroa.
- HERRERO, M. (2014). *Los tejidos en la España de los Austrias. Fragmentos de un diccionario*, Madrid: Centro de Estudios Europa Hispánica.
- LEVA, J., (2005). Situación socioeconómica de los pintores cordobeses (1460-1550). Aportaciones al estudio del retablo del monasterio de San Agustín, *Ámbitos, Revista de Estudios de Ciencias Sociales y Humanidades*, 14: 21-31.
- MANDER, N. (2013). The Painted cloths at Owlpen Manor, Gloucestershire, en *Setting the scene*, eds. Costaras, N.; Young, C. Plymouth: Archetype Publications, 24-32.
- MARTÍNEZ, E. (2011). Los espacios públicos de las viviendas acomodadas del siglo XVIII a partir de la documentación notarial de Murcia y Madrid, *Atrio*, 17: 91-102.
- MUES, P. (2008). *La libertad del pincel. Los discursos sobre la nobleza de la pintura en Nueva España*, Ciudad de México: Universidad Iberoamericana.
- MURO, A. (1935). *Documentos para la historia del arte en Andalucía. Pintores y doradores*, Sevilla: Universidad de Sevilla, Facultad de Filosofía y Letras, Laboratorio de Arte, 8.

MUSEO NACIONAL DE ARTES DECORATIVAS. En <http://ceres.mcu.es/pages/Main> [consulta: 1/11/2020]

PACHECO, F. (1990). *Arte de la pintura*, (ed. príncipe 1649, ed. actual, introducción y notas de B. Bassegoda i Hugas), Madrid: Cátedra.

PÉREZ, M. (1998). Algunos aspectos del arte textil de ostentación en Murcia: alfombras, colgaduras y tapices de los siglos XVII y XVIII, *Imafronte*, 12-13: 271-292.

PÉREZ, R. (2016). El retablo fingido sobre lienzo en Castilla y León. Uso y difusión de novedades en los diseños de retablos en el siglo XVII, en *O Retábulo no Espaço Ibero-Americano. Forma, função e iconografia*, ed. Celeste, A. volume I, Lisboa: Instituto de Historia da Arte; NOVA, 323-338.

RAMÍREZ, R. (1915). Ordenanzas de pintores, *Academia. Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, 33: 29-46.

RODRÍGUEZ, A. (1883). Inventario del mobiliario alhajas, ropas armería y otros efectos del Excmo. Sr. D. Beltrán de la Cueva: tercer Duque de Albuquerque: hecho en el año 1560, *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos*, 2ª época, T. 1., 13: 3-147.

ROJO, A. (s. f.). 1543. *Patrimonio Nacional. Real Biblioteca de Investigadores. Inventario de María de Herrera, prestamista*, <https://investigadoresrb.patrimonionacional.es/uploads/2013/06/1543-MARIA-HERRERA.pdf> (acceso 2020-5-12).

SÁEZ, L. (1805). *Demostración histórica del verdadero valor de todas las monedas que corrían en Castilla durante el reinado del Señor Don Enrique IV, y de su correspondencia con las del señor D. Carlos IV. Con un apéndice de instrumentos que justifican el valor de las mismas: noticia de los precios de los granos, carnes, pescados, jornales de labradores y artistas en aquel tiempo, y su equivalencia á las monedas actuales; y algunos otros documentos útiles y curiosos.*, Madrid: en la imprenta de Sancha.

SÁNCHEZ, M. T. (1986). Catálogo de los tejidos medievales del M.A.N. II, *Boletín del Museo Arqueológico Nacional*, IV, 1: 91-116.

SANTOS, S.; SAN ANDRÉS, M. (2001). Aportaciones de antiguas ordenanzas al estudio de técnicas pictóricas, *Pátina*, 10 y 11: 266-285.

SANTOS, S.; SAN ANDRÉS, M. (2004). La pintura de sargas, *Archivo Español de Arte*, 305: 59-74.

SANTOS, S. (2017). Las sargas y otros modos de temple: estudio comparativo experimental, *revista PH*, 92: 192-209.

SANTOS, S. (2019). Nuevas aportaciones sobre la temática y utilidad de la pintura de sargas, *Goya*, 369: 294-305.

SCHOEBEL, A. (2020). *Los tapices, una industria colectiva en Europa*, curso en línea, Fundación Amigos Museo del Prado (4-25 nov. 2020).

SANZ, M. J. (1996). *Una hermandad gremial: San Eloy de los plateros*

1341-1914, Salamanca: Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones.

UNIVERSIDAD DE MURCIA (s. f.), *Vocabulario de Comercio Medieval. Legado Gual Camarena*, <https://www.um.es/lexico-comercio-medieval/> (acceso 2020-5-12).

VAN MANDER, K. (1994-1995). *The lives of the Illustrious Netherlandish and German painters*, (tit. orig. *Het Schilder Boek*, *Waer in voor eerst de leerlustighe lueght den Grondt der Edel Vry Schilderconst in verscheiden deelen wort voorghedraghen*, introd. y trad. de H. Miedema de la 1ª ed. del *Schilder-boek de 1603-1604*, precedido de la vida del autor a partir de la 2ª ed. del texto de 1616-1618), 2 t., t. 1: The text, t. 2: Commentary on biography and lives, Doornspijk, Davaco, t. 1 de 1994, t. 2 de 1995.

Autor/es



Sonia Santos Gómez
soniasantos@ucm.es
 Facultad de Bellas Artes de la UCM

Profesora de Universidad (UCM). Ha participado en proyectos de investigación financiados y se ha dedicado al ámbito de los materiales utilizados tradicionalmente en el ámbito artístico, mediante la elaboración, síntesis y estudio de diversos pigmentos y cargas de acuerdo a los antiguos tratados. Miembro del Grupo de Investigación: *Técnicas de Documentación, Conservación y Restauración del Patrimonio*, dirigido por Margarita San Andrés Moya. Ha participado en múltiples congresos y publicado libros, artículos, capítulos de libro, entre los que pueden destacarse: SANTOS GÓMEZ, S. (2017), *La Conservación del Arte Contemporáneo: Criterios y metodologías de actuación en obras configuradas con nuevos materiales*, Oviedo: ed. Trea, SANTOS GÓMEZ, S. (2015). *El yeso: Su elaboración y empleo en la pintura y dorado de retablos*, Almería: Círculo Rojo, SANTOS GÓMEZ, S., SAN ANDRÉS MOYA, M. (2004). "La pintura de sargas" *Archivo Español de Arte*, CSIC, t. LXXVII, nº 305, Enero-Marzo 2004: 59-74, SANTOS, S. (oct. 2017). "Las sargas y otros modos de temple: estudio comparativo experimental", *revista PH*, 92: 192-209, etc. <https://orcid.org/0000-0003-3679-5100>

Artículo enviado el 06/10/2020
 Artículo aceptado el 04/01/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.847>

Inhibición del crecimiento de líquenes y musgos en elementos líticos usados en la construcción de fachadas de iglesias patrimoniales cusqueñas aplicando nanoburbujas de aire

Jhonny Wilfredo Valverde Flores, Carlos Guillermo Vargas Febres, Aris Cristobal Achahui Alvarez, Danna Gabriela Rodriguez Salas

Resumen: La investigación tuvo por objetivo evaluar la inhibición del crecimiento de líquenes y musgos presentes en los elementos líticos empleados en la construcción de fachadas de iglesias patrimoniales cusqueñas aplicando nanoburbujas de aire. Para dicho estudio se tomó una muestra de 20 elementos líticos provenientes de las canteras de origen para evitar experimentar en elementos pétreos de dichas iglesias. La longitud de cada muestra estuvo en el rango de 7 a 10 cm con presencia de agentes bióticos; la aplicación de nanoburbujas de aire se realizó por periodos de 10 minutos. Una vez concluido el experimento, las muestras fueron expuestas durante 04 semanas a factores climatológicos como lluvia, temperatura y presión atmosférica natural. En los resultados cualitativos se observa que las muestras con exposición de más de 10 min. lograron desprendimientos y secado del agente biótico. De las fotografías analizadas se puede concluir que las nanoburbujas de aire siguen surtiendo efecto en periodos prolongados en las muestras analizadas hasta el punto de eliminar la patología mientras que en la muestra control se observa propagación y crecimiento de los mismos.

Palabras clave: nanoburbujas, patologías, elementos líticos, patrimonio, limpieza

Inhibition of lichen and moss growth in lithic elements used in the construction of facades of Cusco heritage churches by applying air nanobubbles

Abstract: The objective of the research was to evaluate the inhibition of lichen and moss growth present in the lithic elements used in the construction of facades of patrimonial Cusco churches by applying air nanobubbles. For this study, a sample of 20 lithic elements from the original quarries was taken to avoid experimenting with stone elements from said churches. The length of each sample was in the range of 7 to 10 cm with the presence of biotic agents; the application of air nanobubbles was carried out for periods of 10 minutes. Once the experiment was over, the samples were exposed for 04 weeks to climatic factors such as rain, temperature, and natural atmospheric pressure. In the qualitative results, it is observed that the samples with exposure of more than 10 min. they achieved detachments and drying of the biotic agent. From the analyzed photographs, it can be concluded that the air nanobubbles continue to affect over long periods in the analyzed samples to the point of eliminating the pathology, while in the control sample their propagation and growth are observed.

Keyword: nanobubbles, pathologies, lithic elements, heritage, cleanliness

Inibição do crescimento de líquenes e musgos em elementos líticos usados na construção de fachadas de igrejas patrimoniais em Cusco pela aplicação de nanobolhas de ar

Resumo: O objetivo da pesquisa foi avaliar a inibição do crescimento de líquenes e musgos presentes nos elementos líticos usados na construção de fachadas de igrejas patrimoniais de Cusco por meio da aplicação de nanobolhas de ar. Para este estudo, foi retirada uma amostra de 20 elementos líticos das pedreiras originais para evitar ensaios nos elementos de pedra das referidas igrejas. Cada amostra tinha entre 7 a 10 cm de comprimento com presença de agentes bióticos; a aplicação de nanobolhas de ar foi realizada por períodos de 10 minutos. Terminada a experiência, as amostras foram expostas por 4 semanas a fatores climáticos como chuva, temperatura e pressão atmosférica natural. Nos resultados qualitativos observou-se que as amostras com exposição superior a 10

minutos apresentavam descolamentos e a secagem do agente biótico. Pelas fotografias analisadas concluiu-se que as nanobolhas de ar continuam a atuar por períodos prolongados nas amostras analisadas a ponto de eliminar a patologia, enquanto, na amostra de controlo, observa-se a propagação e crescimento de líquenes e musgo.

Palavras-chave: nanobolhas, patologias, elementos líticos, património, limpeza

Introducción

El rey Carlos I de España, en 1542, firmó en Barcelona las llamadas “Leyes Nuevas”, conjunto legislativo que dispuso la creación del Virreinato del Perú. Posteriormente la ciudad del Cusco pasaría a ser una de las posesiones más valiosas de la Corona Española y, al mismo tiempo, el lugar donde se presentarían más estallidos revolucionarios en contra del Virreinato de Perú (Haring 1966).

Esta ciudad al ser en el pasado la capital del imperio de los Incas, es que por Real Cédula de Felipe II, se dispone la construcción de iglesias católicas donde se ubiquen templos o centros ceremoniales Incas. Por ello, la actual Plaza de Armas (Huaycaypata) fue elegida como el espacio destinado para la edificación de la más representativa infraestructura religiosa colonial. Una de las características fundamentales de tales iglesias fue la influencia del Manierismo empleando rocas como andesitas, dioritas y basaltos para las fachadas (Samanez 2019).

En 1733, se construye la Iglesia del Triunfo de Nuestra Señora, hoy Basílica Catedral del Cusco, que a lo largo de los años fue modificada hasta su actual imagen. El frontis o fachada de la Basílica Catedral, materia parcial de la presente investigación, fue construida entre los años 1658 y 1669 (Covarrubias 1958). Del mismo modo la iglesia de la Compañía de Jesús fue edificada a partir de 1571 por consentimiento del Virrey Toledo mediante la superposición al palacio del Inca Huayna Cápac. Las piedras con las que se construyó la iglesia, fueron

transportadas de los propios muros del actual resto arqueológico de Sacsayhuamán (Covarrubias 1958). Luego del terremoto de 1650 la orden de los Jesuitas decide reconstruir la iglesia con estilo barroco utilizando la misma cantera de piedras tipo basalto rosado y andesita (Angles 1988).

El Centro Histórico de Cusco es reconocido como Patrimonio Cultural de la Humanidad por UNESCO en 1983, del mismo modo, la Constitución Política del Perú en su artículo 21, protege el patrimonio cultural y dentro de éste, especial consideración al patrimonio arquitectónico. Una de las mayores manifestaciones de dicho patrimonio, son las edificaciones religiosas coloniales, que fueron erigidas de material pétreo que provino de los propios muros Incas extraídos de las canteras de Huacoto, Rumicolca y Sacsayhuaman, siendo de tipo andesitas, calizas y dioritas. Con el pasar de los años, estas piedras comenzaron a manifestar patologías bióticas que afectan al elemento lítico llegando incluso a su destrucción y poniendo en peligro su conservación para las siguientes generaciones.

Patologías del material pétreo

De la revisión de la literatura especializada, se desprende que existen cuatro tipos de patologías (biológicas, químicas, físicas y mecánicas); cabe mencionar que el presente estudio se enfoca solamente a los agentes bióticos (líquenes y musgos) (Cabrera 1979) [tabla1].

Tabla 1.- Clasificación de patologías pétreas. (Broto 2006)

PATOLOGÍAS BIOLÓGICAS				
MICROORGANISMOS	ALGAS Y MUSGOS	LIQUENES	ARBOLES Y PLANTAS SUPERIORES	ANIMALES
Los hongos aparecen en la superficie de las piedras en forma de moho, color verde o gris, la aparición de estos indica humedad	Indican humedad, aparecen en los edificios con problemas de capilaridad	Es una simbiosis entre hongos y alga, son poco resistentes a ambientes contaminados	Este tipo de plantas afectan a la piedra solo con sus raíces. Ya que estas pueden perforar el cuerpo pétreo	Los animales con más impacto son las aves. Estas pueden dañar el cuerpo pétreo con su excremento, ya que este contiene ácidos
				

Cuando una roca se extrae de su cantera y se transforma para esculturas, tallados, pinturas, o construcciones se denomina elemento lítico y se expone a cambios en su estructura, éste incluye el interior y exterior del elemento. Al estar expuesto, es afectado por diferentes factores o elementos que llegan a dañar su estructura. Los más comunes con alto grado de agresividad son: la humedad, sales solubles, organismos vivos, contaminantes atmosféricos. Sin embargo, para efectos de la investigación, se presenta una clasificación general de dichas alteraciones, daños y degradaciones que sufre el elemento lítico en las edificaciones arquitectónicas patrimoniales.

Técnicas de limpieza de patologías pétreas

Instituciones públicas, como el Ministerio de Cultura, a través de la Dirección Desconcentrada de Cultura (DDC), realizan trabajos de mantenimiento, conservación y restauración en las iglesias del centro histórico, utilizando técnicas como el empapetado desarrolladas décadas atrás y que consiste en cubrir el elemento lítico con un engrudo elaborado de papetas remojadas en agua destilada; sin embargo, los resultados de su aplicación no solucionan de manera efectiva y sostenible, sino que en muchos casos, como la limpieza con chorros de agua, terminan afectando irremediablemente al elemento lítico. Dichos trabajos resultan insuficientes ya que en la actualidad se pueden apreciar la existencia de patologías biológicas.

A pesar de contar con múltiples soluciones a las diversas patologías, son pocas y de alto costo en su aplicación. Por lo que plantear un sistema o tecnología alternativo que no ocasione alteraciones secundarias y que sea de fácil acceso económico para el tratamiento de dichas patologías se hace indispensable de investigación. Por lo que, en la presente investigación se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de nanoburbujas mediante un sistema de neblina a elementos líticos extraídos de las mismas canteras empleadas en épocas prehispánicas, con lo que se evita la agresión y manipulación directa del elemento lítico patrimonial. Cabe resaltar que las nanoburbujas se han aplicado en el tratamiento de aguas domésticas e industriales (Abate y Valverde 2006; Valenzuela 2018).

Se establecen tres pasos de intervención de limpieza de patologías pétreas: (a) Pre consolidación, que se refiere a la aplicación de consolidantes comerciales elaborados por esteres etílicos del ácido silícico $(\text{Si}(\text{OEt})_4)_n$, que en reacción con la humedad, desarrolla un gel de sílice que produce una unión química al elemento lítico; (b) Tratamiento de juntas: para eliminar el polvo, hollín, materiales orgánicos ubicados en las juntas y morteros de elementos pétreos, siendo extraídos de manera manual con instrumentos y equipos artesanales; y (c) Limpieza; se aplica agua a baja presión y cepillos no adhesivos eliminando depósitos de polvo y excrementos de aves; luego se procede con la microabrasión de precisión como se aprecia en la siguiente lista (antes de técnicas de nano).

- Micro proyección de partículas: En general, muros de fábrica de sillería y molduras
- Limpieza Laser: Zonas ornamentadas o delicadas
- Limpieza química: Áreas con costra negra
- Tratamiento biocida: Zonas afectadas por colonizaciones biológicas, tales como cornisas, gárgolas y pináculos

Este tipo de soluciones, si bien es cierto ayudan a la conservación del patrimonio artístico y arquitectónico, sin embargo, se ha podido observar a lo largo de los años, que los resultados, solo son temporales; ya que las patologías vuelven a aparecer con el tiempo. Además, resultan en muchos casos destructivos al elemento lítico, ya que, al momento de realizar la limpieza, se llevan consigo no solo la patología, sino también partículas y en algunos casos fragmento del mismo.

De los antecedentes investigativos se analizó que los estados de deterioro pétreo en los elementos constructivos de la edificación militar "El Arsenal" (Arancibia, Romeo y Fernández 2015). La metodología empleada caracterizó la tipología de rocas empleadas, así como sus propiedades. Así mismo se estudiaron las alteraciones y su relación con los agentes medioambientales. En los resultados se encontraron 09 especies de porte arbóreo, arbustivas y herbáceas. Dentro de los signos de alteraciones se encontraron: Para Presencia de organismos vivos: Plantas superiores, algas, musgos, hongos y líquenes, excretas de animales.

En otro estudio, se plantean dos métodos de aplicación de nanopartículas, así el primero de ellos es el "bottom up" que se caracteriza por sintetizar nano partículas a través del depósito y desarrollo de cristales por medio de la aplicación líquida o vapor. El segundo de ellos se denomina "top down" teniendo como ejemplos los métodos de sol-gel o de spray pirolisis. Se propone el empleo del método de láser para la generación de nano partículas utilizadas en tratamientos de conservación. Finalmente concluye que las nano partículas funcionan como bactericidas y germicidas, a través de sustancias químicas que reaccionan con la luz solar o ultra violeta; el óxido de titanio (TiO_2) como material catalítico que, junto con el óxido de zinc, óxido de magnesio y nano partículas de paladio son opciones que se vienen estudiando en la actualidad (Gómez 2008).

Investigadores del grupo de Petrología Aplicada a la Conservación de Patrimonio del Instituto de Geo ciencias (CSIC-UCM) permite apreciar que la nanociencia contribuye a minimizar o reparar el daño en el material pétreo, se describe los tratamientos enfocados en nano partículas de hidróxido de calcio aplicados sobre rocas carbonáticas (dolomías) así como las características de consolidantes de la superficie pétreo. De esta manera, exponen al Nanorestore, producto que se aplica para la consolidación que mejoran las propiedades físicas e hídricas de los materiales tratados. Concluyen que las nano partículas por su tamaño pueden

penetrar de mejor manera que otros productos, evitan la propagación y crecimiento de micrororganismos; además mencionan la eficacia que resulta la aplicación de resonancias magnéticas nuclear, el microdrilling, rugosímetro, tomografía de rayos x computarizada o la microscopia Raman-Confocal son técnicas contemporáneas extraídas de otras ciencias para la conservación del patrimonio arquitectónico y artístico (Gómez 2008).

Las patologías en tres tipos de piedras (areniscas, granito y esquistos), que se ubican en las fachadas exteriores de la Catedral de la Seu Vella de Lleida, Catedral de Santa María d'Urgell y el monasterio de Sant Pere de Rodes fueron estudiados (Gainza 2016). Dentro de los factores analizados en la metodología aplicada fueron la ubicación, orientación, el entorno y el clima; en un segundo paso, se registraron las patologías existentes mediante un mapping determinado por un análisis visual asumiendo las causas de los daños y proponiendo la aplicación de nano formulaciones para su tratamiento. El método de aplicación fue mediante un pulverizador con nano partículas consolidantes e hidrofugantes, aplicados a la superficie de las rocas utilizando sistemas de caudal regulable y sin presión, según la porosidad de la roca. Como resultado al que arriba la investigadora, es la propuesta de aplicación de nano partículas consolidantes e hidrófugos en la superficie de las rocas; sin embargo, deja claro que no se puede realizar la experimentación, debido la falta de acceso legal a los monumentos para su manipulación. Dentro de las conclusiones más sobresalientes, recomienda la investigación experimental para la comprobación de dichos productos.

Metodología

La investigación es aplicada a nivel descripto y explicativo. La población para la primera etapa estuvo conformada por los elementos arquitectónicos que componen la fachada de las iglesias, divididas en tres cuerpos (02 torres laterales y el cuerpo central); mientras que, para la segunda etapa, se considera como población a las rocas extraídas de las canteras donde se encuentran las rocas basalto, andesita, caliza y diorita. La unidad de análisis corresponde a los elementos líticos correspondientes a las fachadas de

la Basílica Catedral y la iglesia de la Compañía de Jesús ubicadas en la plaza de armas de la ciudad de Cusco. El tamaño de la muestra para la primera etapa, el muestreo fue no probabilístico intencional debido a que no es factible la manipulación física de los elementos líticos, por ser considerados patrimonio cultural de la Humanidad por UNESCO. Para la segunda etapa, la muestra se determinó por 20 especímenes que divididas en número de 10 que contengan las dos patologías estudiadas (10 con líquenes, 10 con musgos), dichas muestras fueron extraídas de las canteras de Rumicolca, Huacoto y Sacsayhuman (canteras a las que pertenecen los elementos pétreos originales). Esto permitió la no agresión ni manipulación de elementos líticos originales de las fachadas estudiadas; sin embargo, al pertenecer a la misma cantera, sufre las mismas patologías descritas en el marco teórico.

Etapas de la investigación:

La presente investigación tuvo dos etapas:

1. Caracterización y descripción de las patologías encontradas en las fachadas de las iglesias patrimoniales.
2. Determinación de los efectos producidos por la aplicación de nanoburbujas de aire en cuatro patologías pétreas (líquenes, musgos)

—Primera Etapa: Caracterización y descripción de las patologías encontradas en las fachadas de las iglesias patrimoniales

Se procedió a la caracterización y descripción de las patologías en las fachadas de la Basílica Catedral, así como de la Iglesia de la Compañía de Jesús como unidades de análisis de nuestra investigación.

De los cuatro tipos de rocas analizadas, en promedio son atacadas por el 75% de patologías, y sólo el basalto se exenta de líquenes y la diorita de oxidación. También podemos inferir que las rocas pueden y son atacadas por dos a más patologías al mismo tiempo; la patología tipo liquen se presenta en el 100% de las muestras, con lo cual dichas patologías serán de mayor interés en el análisis de la aplicación de nanoburbujas de aire [tabla 2].

Tabla 2.-Resultados de la investigación de Nano productos, efectos y aplicaciones. (Gómez 2008)

Nano productos	Efecto	Aplicación
Hidróxidos de Ca, Mg	Consolidante	Piedra, pinturas, madera, papel, morteros
Hidróxidos de Sr	Eliminación de sales	Lienzos
Hiero magnético (ferrita)	Limpieza de otros productos	Lienzos
Óxido de Silicio	Consolidante	Morteros y piedra
Nano - óxidos	Hidrofugante	Piedra natural, ladrillos, madera, hormigón
Óxidos de Mg, Zn, Ti, Pd; Plata	Biocida	Diferentes superficies

Se dibujaron las fachadas de ambas iglesias en software de dibujo con sus diferentes elementos arquitectónicos. Luego, utilizando las fichas de observación, se procesó y vaciaron los datos de tal manera que divididos en dos colores (verde y amarillo) diferentes se identificaron el tipo de patología presente en cada elemento arquitectónico de dichas fachadas. El resultado encontrado se presenta a través de un mapa de manchas que determina la ubicación y tipo de patología presente. [figura 1].

De lo observado en la Basílica Catedral, las patologías más frecuentes son las producidas por agentes bióticos y químicos, así se observaron, líquenes, musgos, costras negras, oxidación, eflorescencias y salinidad. De otro lado,

los elementos con mayor daño fueron las partes superiores de los tres cuerpos, los cuales están más expuestos a los factores climatológicos, así lo pináculos y cornisas presentan alteraciones provocadas por líquenes y musgos, mientras que los sistemas de arquerías y muros donde se ubiquen las escorrentías, presentan daños químicos como costras negras, salinidad y oxidación. [figura 2].

Al igual que la fachada de la Basílica Catedral, las patologías presentes son las biológicas, químicas y físico mecánicas, siendo los líquenes, musgos, oxidación, costras negras, salinidad, fractura, disgregación y faltantes las más encontradas. En esta investigación solo se consideraron las patologías biológicas por líquenes y musgos.

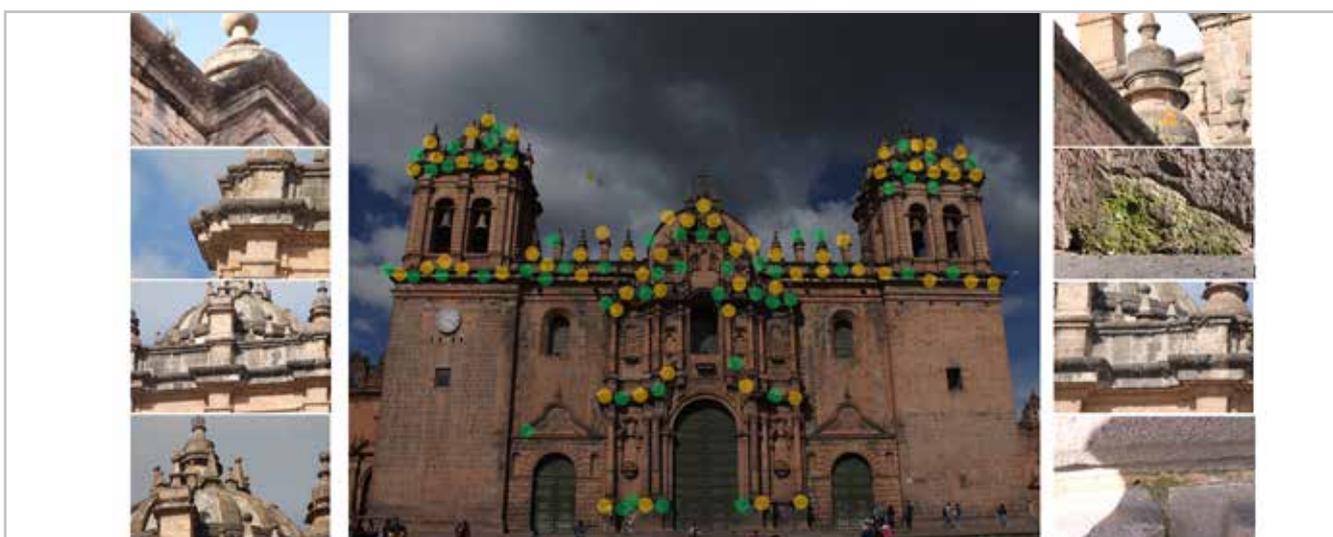


Figura 1.-Estado patológico de la Basílica Catedral de Cusco. Las manchas verdes representan presencia de musgo, y las amarillas de líquenes. Fuente: propia

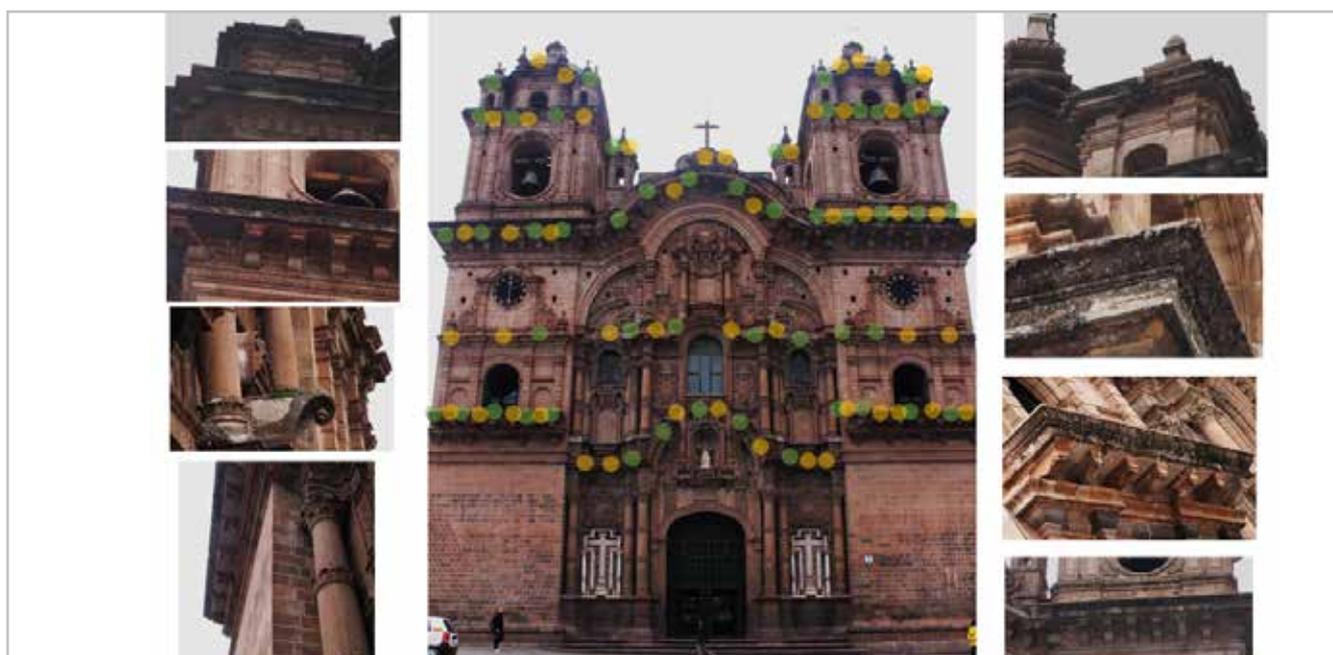


Figura 2.-Estado patológico de la Iglesia de la Compañía de Jesús, Las manchas verdes representan presencia de musgo, y las amarillas de líquenes. Fuente: propia

—Segunda Etapa: Determinación de los efectos producidos por la aplicación de nanoburbujas de aire en dos patologías pétreas (Líquenes y musgos) [figura 3].

Entendida como la fase de experimentación de la investigación, se muestra el procedimiento experimental:

•Procedimiento 1: Recolección de muestras

Se recolectaron muestras en un número de 20 especímenes divididas en dos grupos de 10 que corresponden cada una a las siguientes patologías: Liquen (de LI-01 a LI-10), y Musgos (de MG-01 a MG-10).

•Procedimiento 2: Clasificación de muestras

Las muestras se sub dividen en dos grupos, uno a las cuales se aplicaron las nanoburbujas de aire en tres diferentes tiempos, y el otro grupo control al que no se le aplicaron las nanoburbujas.

•Procedimiento 3: Aplicación de nanoburbujas de aire

Se emplearon nanoburbujas de aire obtenidas del equipo patentado de generación de nano burbujas por el Dr. Jhonny Valverde Flores, de quién se tuvo la autorización respectiva. Como se muestra en la figura 4, dicho equipo se caracteriza por tener un espacio cerrado con un sistema de neblina de nanoburbujas de aire en su interior donde se introducen las diferentes muestras para su tratamiento.



Figura 4.-Equipo de generación de nano burbujas de aire. Fuente: Autorizado por el Dr. Jhonny Valverde

Cada muestra tuvo un tamaño de entre 7 a 10 cm en los tres lados con evidente presencia de patologías. Todas estas muestras estuvieron expuestas dentro del equipo por 10 minutos, 20 minutos y 30 minutos. De este modo se evidenció que cada muestra presentaba diferentes resultados con distintas cantidades de tiempo de aplicación, las que fueron comparadas entre sí.

•Procedimiento 4: Registro de evaluación de resultados inmediatos

Después de la aplicación de nano burbujas de aire, se realizó un registro fotográfico a cada uno de los ejemplares para identificar si surgían cambios instantáneos. Se efectuó también un proceso de observación a estos testigos para poder reconocer la reacción a la aplicación de nano burbujas de aire [figura 5].

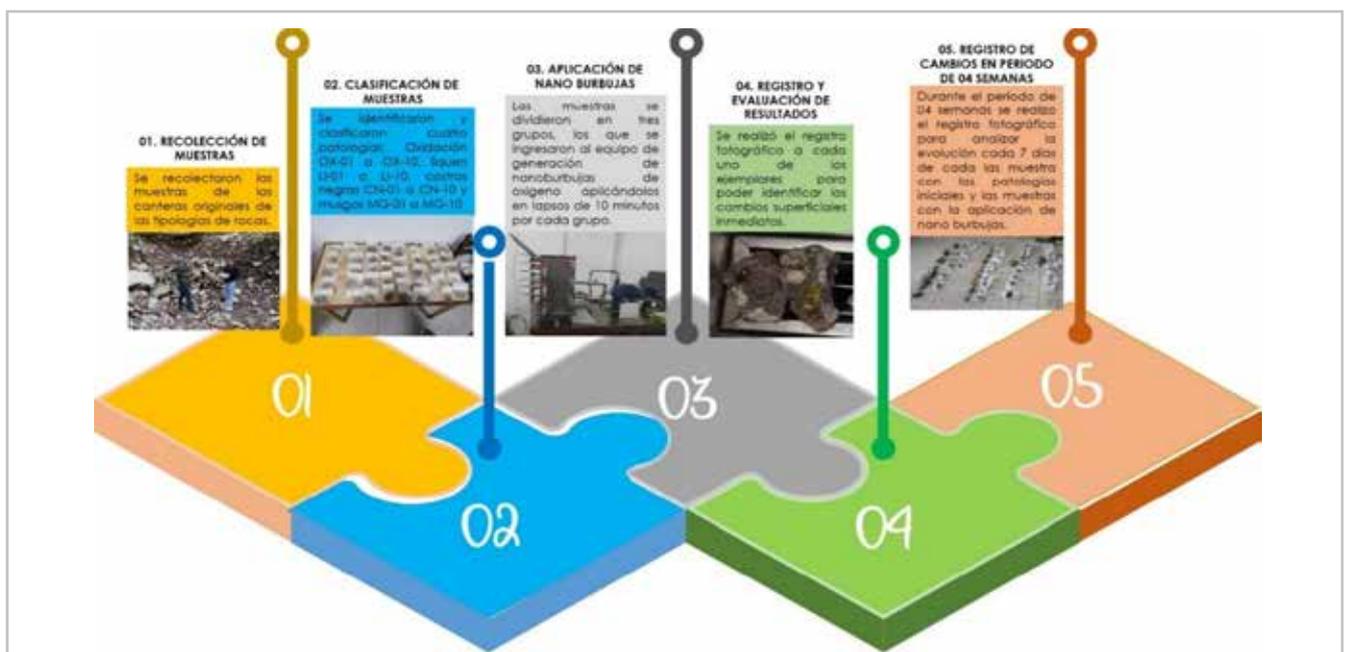


Figura 3.-Procedimiento experimental de aplicación de nanoburbujas de aire. Fuente: propia



Figura 5.-Muestras en el interior del equipo de nanoburbujas antes y durante el procedimiento. Fuente: propia

•Procedimiento 5: Registro de cambios en periodo de 04 semanas

Una vez aplicadas las nanoburbujas de aire, se observaron los cambios en las muestras a lo largo de 4 semanas en las que estuvieron expuestas tanto las muestras iniciales como la muestra control, a los mismos factores climatológicos, contaminantes, humedad, asoleamiento siendo controladas cada 7 días y registrando fotográficamente los cambios en dichas muestras para establecer si existía efectos posteriores al tratamiento con nanoburbujas de aire.

Resultados

Los resultados fueron divididos según cada patología, ya que cada una de ellas respondió de modo diferente a la aplicación de nanoburbujas de aire.

Resultados en los agentes bióticos: líquenes

La aplicación de nanoburbujas de aire para las patologías bióticas arrojan tres resultados diferentes en cada tiempo de exposición, así tenemos que todas las muestras a los diez minutos de aplicación no muestran cambio en sus características superficiales observándose el color aún más verdoso en los líquenes y en las siguientes semanas

de observación se manifiesta crecimiento mayor a la muestra inicial. Sin embargo, en las muestras con exposición de veinte minutos, se observa la reducción inmediata y semanas después la patología manifiesta el secado del liquen y disminución en sus dimensiones. Finalmente, en el caso de las muestras de treinta minutos, los cambios se evidencian a lo largo de las cuatro semanas apreciándose el secado íntegro de la patología, así como su desprendimiento al 100%.

Resultados en los agentes bióticos: musgo

En el caso del agente biótico – musgo, los resultados son muy similares a los del liquen; ya que las muestras expuestas en la primera etapa de aplicación que fue de diez minutos, la patología muestra un reverdecimiento del musgo y mayor crecimiento en las cuatro semanas que se puso en observación. En las exposiciones de veinte y treinta minutos, el agente biótico si manifiesta resultados positivos, que inmediatamente después de la exposición en esos tiempos, el musgo se desprende de la roca sin evidenciar alteraciones en la misma. Dichos resultados, se manifiestan en mayor medida en exposiciones de treinta minutos que pasado siete días de observación, las muestras presentan el 100% de desprendimiento y secado del musgo y que, a los veintidós días no manifiesta reaparición de la patología.

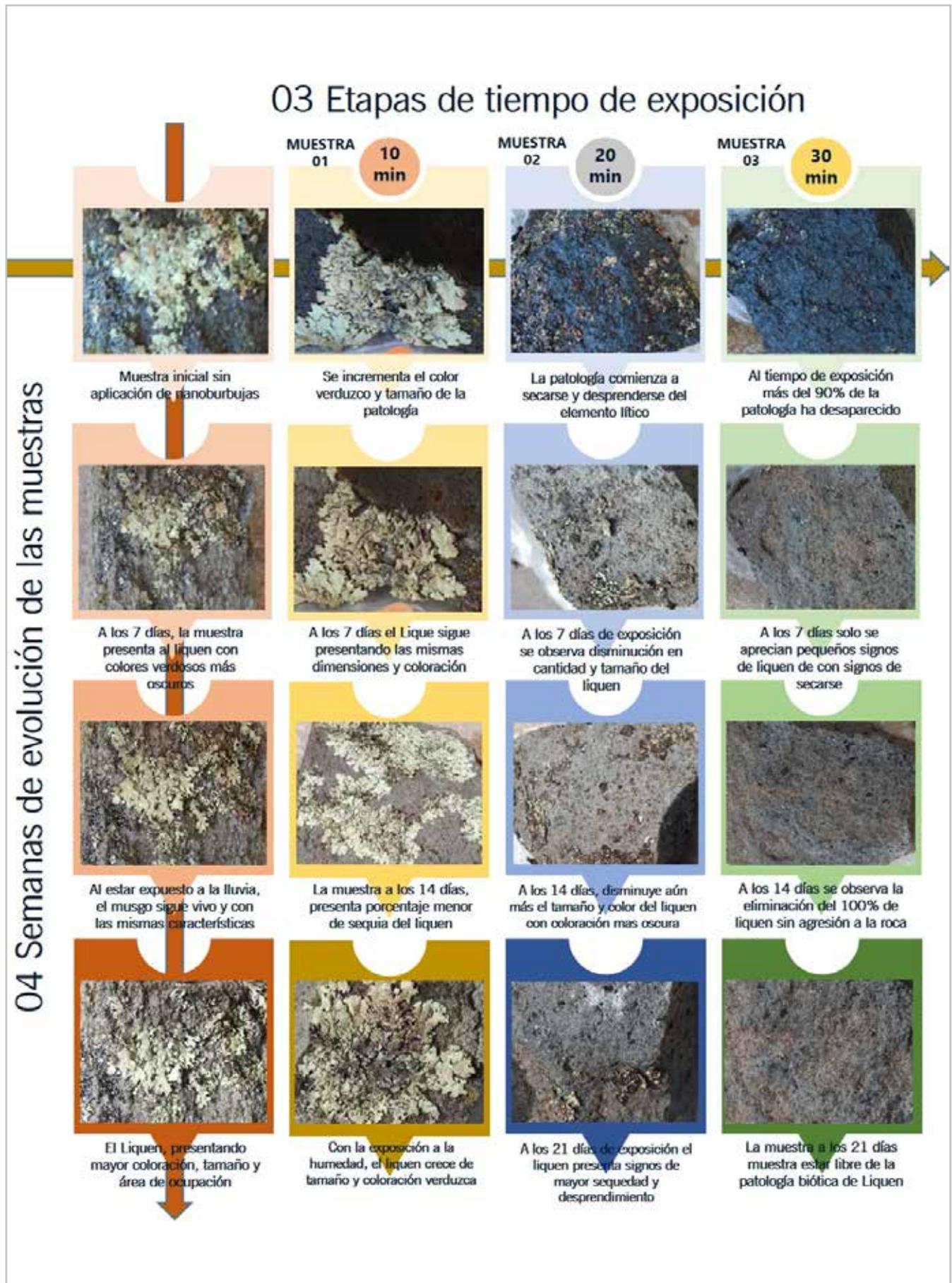


Figura 6.-Resultados de las muestras de patología Líquenes. Fuente: propia

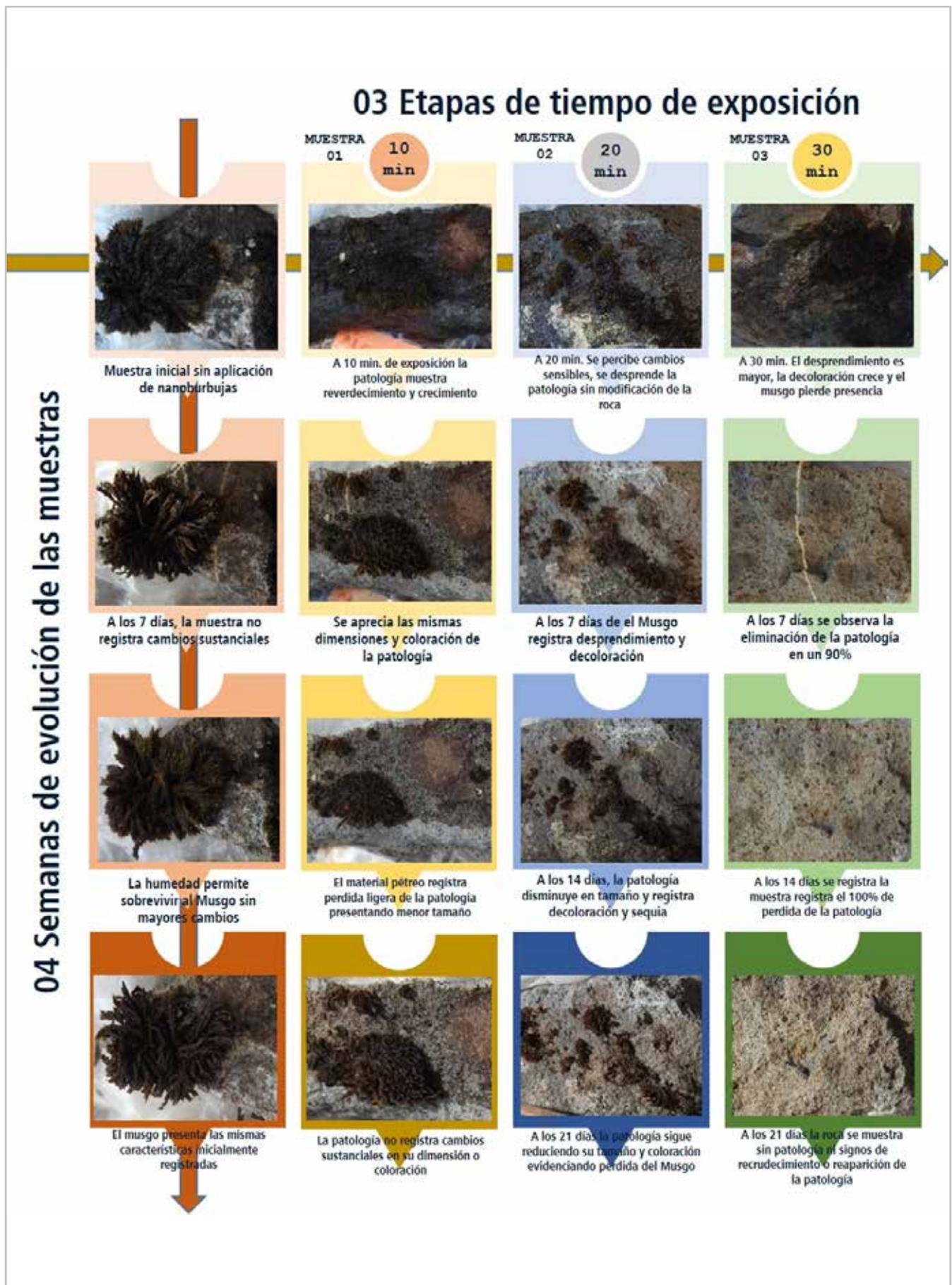


Figura 7.-Resultados de las muestras de patología Musgo. Fuente: propia

Conclusiones

Luego de observar y analizar los resultados obtenidos en la experimentación, se concluye:

- En las dos patologías analizadas, a la exposición de nanoburbujas de aire a un lapso de tiempo de diez minutos, no se produce modificaciones superficiales ni desprendimiento o decoloración, presentándose una coloración verdosa y mayor resistencia a un frotado físico. Por tanto, no es recomendable su aplicación en periodos de tiempo menores a 10 minutos ya que a este tiempo refuerza y revive a la patología.
- Las muestras expuestas a un periodo de veinte minutos, manifiestan diferentes respuestas; así los líquenes y musgos, manifiestan sequedad y desprendimientos de la patología, sin manifestar alteraciones evidentes en la estructura de la roca. Se recomienda este tiempo de aplicación para poder retirar parte de estas patologías.
- Los resultados de las muestras a exposición de treinta minutos, si manifiestan cambios en las patologías, los líquenes y musgos presentan un desprendimiento al 100% evidenciando la limpieza de la patología sin agresión al elemento lítico. Se recomienda este método para la limpieza total del material.
- En conclusión, cantidades en exceso de nanoburbujas de aire desprenden patologías como líquenes y musgos presentes en elementos patrimoniales hechos en piedra. Por lo tanto, es un método económicamente accesible, ecológico y no necesita de mucho tiempo para su aplicación y resultados.

Referencias

- ABATE B., VALVERDE J. (2017). "Reduction of Thermotolerant Coliforms Present in the Sea Water by Means of Micro-Nanobubbles of Air-Ozone of the Beach Los Pavos", Lima, Peru, *Chemical Engineering Transactions* (60) 313-318. <https://doi.org/10.3303/CET1760053>.
- ANGLES VARGAS, V. (1988). "Historia del Cusco Incaico". Lima: Industrialgráfica S.A.
- ARANCIBIA IGLESIAS, S., ROMEO SÁEZ, A., FERNÁNDEZ MUÑOZ, N. (2015). "Formas de deterioro presentes en las fachadas de piedra de "El Arsenal". *Arquitectura y Urbanismo*, 79-91.
- BROTO COMERMA, C. (2006). "Enciclopedia Broto de las Patologías de la Construcción". Links International.
- CABRERA GARRIDO, J. (1979). Causas de alteración y métodos de conservación aplicables a los monumentos hechos con piedra. *Materiales de Construcción*, 5-42.
- COVARRUBIAS POZO, J. M. (1958). *Cuzco Colonial y su Arte*. Cusco: H & G Rozas S. A.

GAINZA LUZEA, M. (2016). "El Deterioro de la piedra en el patrimonio construido y aplicación de nano formulaciones para la conservación de los mismos". Barcelona: universidad politécnica de Cataluña.

GOMEZ VILLALBA, L. S. (2008). "Nanopartículas para la conservación del patrimonio". *La conservación de los geomateriales utilizados en el patrimonio*, 171-180.

HARING, C. H. (1966). "El imperio Hispánico en América". Editorial Solar/Hachette.

SAMANEZ ARGUMEDO, R. (2019). "Plaza de Armas de Cusco". (A. Achahui, Entrevistador). 15 de diciembre de 2019.

VALENZUELA L., VALVERDE FLORES J. (2018). "Reduction of Lead and Silicon in Wastewater from Gas Scrubbing of a Company using Micronanobubbles of Air-Ozone", *Chemical Engineering Transactions* (67) 517-522. <https://doi.org/10.3303/CET1867087>

Autor/es



Jhonny Wilfredo Valverde Flores

jvalverde@lamolina.edu.pe

Investigador invitado de la Universidad Nacional Agraria la Molina Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú

Ingeniero Químico, Maestro en Ingeniería Industrial y Doctor en Ciencias e Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo. Especialista en Proyectos de Investigación, Inversión y de Desarrollo, Especialista en Análisis de Ciclo de Vida, Especialista en Saneamiento ecológico, Especialista en Gestión Ambiental Rentable, Especialista en Gestión de la Innovación y tecnología y Especialista en Nanotecnología ambiental. Actualmente se dedica a investigar la reducción de parámetros físico-químicos y microbiológicos aplicando nanoburbujas, disminución de contaminación de aguas y energías alternativas aplicando grafeno; así como reducción de metales y bacterias aplicando nanopartículas. Cuenta con patentes y artículos publicados en Scopus.

<https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>



Carlos Guillermo Vargas Febres

cvargasfebres@hotmail.com

Escuela Profesional de Arquitectura, Universidad Andina de Cusco, Peru

Arquitecto de profesión, con estudios de Post grado a nivel de maestría y doctorado, consultor especialista en proyectos de inversión pública en educación y salud, así como del sector privado. Investigador y docente en la escuela profesional de Arquitectura de la Universidad Andina de Cusco.

<https://orcid.org/0000-0001-7532-2993>



Aris Cristobal Achahui Alvarez
arisachahuia@outlook.com
Escuela Profesional de Arquitectura,
Universidad Andina de Cusco, Peru

Estudiante de la Escuela Profesional de Arquitectura, Facultad De Ingeniería Y Arquitectura de La Universidad Andina del Cusco , investigador que integra el Centro de Investigación en Arquitectura Tecnología y Urbanismo CIATU -Cusco Perú.
<https://orcid.org/0000-0001-5692-2707>



Danna Gabriela Rodriguez Salas
dannagabrielarosal@gmail.com
Escuela Profesional de Arquitectura,
Universidad Andina de Cusco, Peru

Estudiante de la Escuela Profesional de Arquitectura, Facultad De Ingeniería Y Arquitectura de La Universidad Andina del Cusco , investigador que integra el Centro de Investigación en Arquitectura Tecnología y Urbanismo CIATU -Cusco Perú.
<https://orcid.org/0000-0002-4414-9259>

Artículo enviado el 31/08/2020
Artículo aceptado el 25/01/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i1.812>

Metodología para el estudio de morteros arqueológicos de revestimiento

Teresa López Martínez, M^a del Rosario Blanc García, Ana García Bueno

Resumen: Para el estudio de una pintura mural arqueológica resulta de gran importancia el análisis de su soporte, esto es, del mortero. En este artículo se muestra la metodología seguida para el estudio comparativo de morteros procedentes de diversos ejemplos de pintura mural cuya cronología comprende desde época romana hasta época califal. Para su examen se ha llevado a cabo un análisis visual y una toma de muestra; las muestras seleccionadas han sido estudiadas con diferentes técnicas instrumentales: microscopía estereoscópica, microscopía óptica, microscopía electrónica de barrido (SEM-EDX) y difracción de rayos X. Además, dada la similitud de los resultados obtenidos en estos primeros análisis, se procedió también a la realización de un estudio para establecer la distribución granulométrica y la relación entre aglomerante y árido. Todo ello ha permitido la caracterización de los diferentes estratos de mortero así como establecer diferencias y semejanzas entre los morteros pertenecientes a las distintas cronologías.

Palabras clave: arqueometría, pintura mural, mortero, cal

Methodology for the study of archaeological rendering mortars

Abstract: In the study of an archaeological wall painting, the analyze of its support, the mortar, has a great importance. In this paper, the methodology followed for the comparative study of mortars from various examples of wall painting whose chronology ranges from roman to caliphate times is shown. For the examination of the mortars a visual analysis and a sampling have been carried out; the selected samples have been studied with different instrumental methods: stereoscopic microscopy, optical microscopy, scanning electron microscopy (SEM-EDX) and X-ray diffraction. In addition, because of the similarity of the results obtained in these first analyses, a study was also carried out to establish the distribution of the aggregate and the relationship between binder and aggregate. All this has allowed the characterization of the different layers of mortar as well as establishing differences and similarities between the mortars belonging to the different chronologies.

Keyword: archaeometry, wall painting, mortar, lime

Metodologia para o estudo de argamassas de revestimento arqueológico

Resumo: Para o estudo de uma pintura mural arqueológica é importante a análise do seu suporte, a argamassa. Este artigo dá a conhecer a metodologia seguida para o estudo comparativo de argamassas de vários exemplos de pintura mural, cuja cronologia vai da época romana à época do califado. Foi realizada uma análise visual e recolha de amostras; as amostras selecionadas foram estudadas com diferentes técnicas instrumentais: microscopia estereoscópica, microscopia ótica, microscopia eletrónica de varrimento (SEM-EDX) e difração de raios X. Além disso, dada a similaridade dos resultados obtidos nestas primeiras análises, procedeu-se também à realização de um estudo para estabelecer a distribuição do tamanho das partículas e a relação entre o aglutinante e o agregado. Tudo isto permitiu caracterizar as diferentes camadas de argamassa bem como estabelecer diferenças e semelhanças entre as argamassas pertencentes às diferentes cronologias.

Palavras-chave: arqueometria, pintura mural, argamassa, cal

Introducción

Como indica Abad Casal (2008), la pintura mural ha sido durante mucho tiempo la pariente pobre de la Arqueología; sin embargo el análisis de sus materiales constitutivos resulta de gran importancia tanto para su estudio y difusión como para su conservación y restauración. En este sentido, el estudio específico de los morteros presenta gran relevancia.

Se ha comprobado que según la época a la que pertenecen los revestimientos, el número de estratos de mortero varía, al igual que la naturaleza de su aglomerante o del árido empleado y la adición de materiales que aportan propiedades específicas a la argamasa (Coupry 2001). Si bien en muchas ocasiones dichas características quedan recogidas en los textos clásicos, no siempre se corresponde con lo identificado y documentado en el material arqueológico; notorio es el caso de los textos de Vitruvio quien recomienda la aplicación de siete estratos de mortero, sin embargo, dicho número solo ha sido identificado en dos casos de pintura mural (Olmos Benlloch 2006). Por otro lado, según el revestimiento al que pertenecen, los morteros también presentan modificaciones en la relación entre aglomerante y árido, siendo las más habituales en morteros antiguos 1:1, 1:2 y 1:3, y en la distribución y tamaño del árido empleado (Flores Alés, Guiraúm Pérez y Barrios Sevilla 1997).

Numerosos son los estudios que se han realizado para la caracterización de morteros empleados en revestimientos arquitectónicos de procedencia arqueológica, sobre todo aquellos de época romana (Weber, Prochaska y Zimmermann 2009; Gutman *et al.* 2016; Ergenç *et al.* 2018; Ergenç y Fort 2019); sin embargo, son muy pocos los que analizan, siguiendo la misma metodología, muestras procedentes de distintas épocas y de un entorno geográfico próximo, de manera que sea posible intuir los cambios que se producen en su elaboración a lo largo de las distintas épocas.

En este trabajo se presenta, por lo tanto, la metodología establecida para el estudio de morteros pertenecientes a revestimientos murales procedentes de distintos sitios arqueológicos, localizados en las provincias colindantes de Jaén y Córdoba, y cuya cronología abarca desde época romana hasta época califal. Concretamente, se han analizado dos pinturas murales procedentes del Conjunto Arqueológico de Cástulo (Jaén), una de época romana (CR) y otra de época tardoantigua (TA), y tres revestimientos procedentes de la localidad de Córdoba, correspondientes a una decoración parietal de época romana hallada en la excavación de Parque Infantil de Tráfico (PIT), a unos revestimientos de época emiral hallados en la excavación de Miraflores (MIR) y a unas pinturas murales de época califal pertenecientes a la excavación de Hospital Reina Sofía (HRS).

Metodología

La metodología establecida se ha basado en tres aspectos fundamentales, que a continuación se detallan: un análisis

visual, un estudio arqueométrico y un estudio de la proporción y distribución del árido.

Análisis visual

En primer lugar se ha realizado un examen visual del mortero, gracias al cual ha sido posible diferenciar y establecer el número de estratos de mortero que presenta cada revestimiento, así como características macroscópicas como el color de los distintos estratos, la presencia de improntas dejadas por elementos externos o aditivos como la paja e, incluso, el sistema de agarre entre las distintas capas.

Toma de muestra

Una vez identificados los diversos estratos de mortero, se ha llevado a cabo la toma de muestras; ésta se ha realizado de manera sencilla con la ayuda de un escalpelo. Dado que los distintos estratos de mortero presentan claras diferencias entre sí en cuanto a tonalidad y granulometría se refiere, la individualización de cada uno de ellos se ha podido llevar a cabo gracias al análisis visual, sin requerir el empleo de otras técnicas más complejas.

Al tratarse de material arqueológico, es necesario recordar que debe primar siempre el respeto manifestado a la obra, por lo que no siempre será posible tomar el número y cantidad de muestra idónea para el estudio. Es por ello que, siempre que ha sido posible, se han empleado para el análisis de microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido muestras tomadas para el estudio de la capa pictórica^[1].

Por lo tanto, de cada estrato de mortero identificado se ha tomado un mínimo de tres muestras destinadas al análisis de difracción de rayos X, tres muestras para el estudio de distribución granulométrica y tres muestras para el estudio de la proporción de aglomerante-árido; además, se han analizado tres muestras más en el caso de los dos estratos más superficiales de mortero, ya que son las que se habían preparado como lámina delgada para el estudio de la policromía, permitiendo el estudio del mortero también mediante microscopía petrográfica y microscopía electrónica de barrido [tabla 1].

Por otro lado, para facilitar la identificación de cada muestra se ha utilizado una nomenclatura que presenta varios niveles: en primer lugar una M, que indica que la muestra estudiada pertenece al mortero; en segundo lugar, las iniciales que indican el revestimiento del que proceden (CR, TA, PIT, MIR y HRS); en tercer lugar, un número que indica el estrato de mortero al que pertenece la muestra; finalmente, entre paréntesis, el número de muestra dentro del mismo estrato. Además, las muestras destinadas al análisis de la relación aglomerante-árido han sido señaladas con una doble A.

Tabla 1.- Número de muestras analizadas por cada uno de los estratos de mortero identificados en los revestimientos.

Revestimiento	Estrato de mortero	Nº de muestras				
		DRX	MOP y SEM	Distribución granulométrica	Relación aglomerante - árido	Total
Cástulo – época romana (CR)	2º Estrato	3		3	3	9
	3º Estrato	3	3	3	3	12
	4º Estrato	3	3	3	3	12
Cástulo – época tardoantigua (TA)	1º Estrato	3	3	3	3	12
Córdoba – época romana (PIT)	1º Estrato	3		3	3	9
	2º Estrato	3	3	3	3	12
	3º Estrato	3	3	3	3	12
Córdoba – época emiral (MIR)	1º Estrato	3	3	3	3	12
Córdoba – época califal (HRS)	1º Estrato	3	3	3	3	12

Estudio arqueométrico

Microscopía estereoscópica

El microscopio estereoscópico es un método sencillo muy útil para realizar un primer acercamiento a las muestras; al igual que en el análisis visual, esta técnica permite observar las principales características texturales y morfológicas del mortero con mayor profundidad, observando el color de cada estrato y la granulometría del mismo. Para el trabajo que aquí se presenta se ha empleado un microscopio estereoscópico NIKON SMZ1000 con una cámara incorporada DS-U3 Digital Camera, permitiendo de esta manera la toma de fotografías.

Microscopía óptica polarizada con luz reflejada (MOP)

Resulta una técnica básica para la identificación de fases y aspectos texturales. Para ello las muestras han sido preparadas como láminas delgadas y analizadas mediante un microscopio Carl Zeiss-Jena Jenalab y Olympus BX-60, con sistema de microfotografía DP-20. Gracias a esta técnica ha sido posible analizar el tamaño y la forma del árido presente en el último estrato de mortero, así como efectuar un estudio preliminar de su distribución.

Microscopía electrónica de barrido (SEM)

El microscopio electrónico de barrido con microanálisis puntuales por dispersión de energía de rayos X (SEM-EDX) permite estudios composicionales elementales. Para este análisis se han empleado las láminas delgadas estudiadas mediante microscopía óptica polarizada, siendo metalizadas previamente mediante carbón. En este trabajo se ha utilizado un microscopio electrónico de barrido S-510 de HITACHI, equipado con un espectrómetro de rayos X dispersivo de energía (EDX), Röntec.

Difracción de rayos X (DRX)

Esta técnica permite la identificación de las fases cristalinas constituyentes del mortero, además de la cuantificación de su proporción; debido a la naturaleza manual y artesana de los morteros y al carácter puntual que tiene el análisis de difracción de rayos X, es necesario señalar que la cuantificación que se realiza es aproximativa. Los análisis realizados para este trabajo se han efectuado mediante el método de difracción de polvo con un difractómetro PANalytical X'Pert Pro con detector lineal de estado sólido X'Celerator y con un difractómetro Bruker D8 ADVANCE con detector BRUKER LINSEYE.

Estudio de la proporción y distribución del árido

A pesar de la importancia que recae sobre la caracterización química y mineralógica de los diferentes componentes que constituyen un mortero, ésta ha resultado insuficiente para alcanzar un conocimiento en profundidad de sus características y comportamiento. Es por ello que estos análisis se han completado con estudios acerca de las características físicas del mismo.

Distribución granulométrica del árido

Para el estudio granulométrico se ha empleado una adaptación de la norma UNE-EN 933-1 "Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado"; el objetivo que queda registrado en esta norma es la definición de un método, empleando tamices, para la determinación de la granulometría del árido.

Como se ha mencionado anteriormente, se han analizado

tres muestras de cada uno de los estratos de mortero identificados; éstas han sido preparadas por vía seca y se ha registrado su peso inicial (para todas las medidas registradas en este trabajo se ha utilizado una balanza de precisión Mettler AE163 DQA 16 001, con una sensibilidad de 0,0001). Una vez disgregada la muestra se ha vertido la carga en una columna de tamices normalizados ensamblados en orden decreciente de tamaño de luz de malla; estos tienen un certificado de conformidad con el pedido según UNE-EN 10204 (2.1) y siguen la norma ISO 3310-1:2000; las luces de malla empleadas han sido las siguientes: 2,500, 1,250, 1,000, 0,800, 0,250, 0,125, 0,080 y 0,063 mm. El tamizado se ha llevado a cabo agitando manualmente la columna de tamices durante dos minutos y retirando, tras ello, los tamices uno a uno, comenzando con el de mayor tamaño de luz de malla. En el proceso de retirada, cada tamiz se ha agitado individualmente, comprobando que no se perdía material y utilizando, para ello, una tapa que cubriese el tamiz de menor luz de malla. Tras ello, se ha pesado el material retenido en cada uno de los tamices. Finalmente, los resultados obtenidos han sido representados gráficamente a través de una curva de distribución granulométrica.

Identificación de la relación aglomerante-árido

Para determinar la relación entre aglomerante/árido se ha llevado a cabo el método gravimétrico de precipitación química, para lo que se han tomado como referencia distintos ensayos realizados siguiendo este método en otros ejemplos de morteros históricos (Álvarez, *et al.* 1999; Flores Alés *et al.* 1997).

En primer lugar, al igual que en el caso anterior, se ha realizado una disgregación manual de la muestra y se ha registrado su peso inicial. Tras ello, se ha realizado el ataque de ácido con una disolución de ácido clorhídrico 3M en proporción 1:5. Esta disolución se ha tenido en un baño de arena durante 30 minutos, agitando suavemente con una varilla de vidrio la disolución; en los casos en los que pasados los 30 minutos se continuaba apreciando efervescencia, el vaso de precipitado se ha mantenido en las mismas condiciones hasta que ésta ha finalizado. Una vez concluido el ataque con ácido, y antes de proceder al filtrado de las disoluciones, se han pesado los distintos papeles de filtro; los empleados en este ensayo han sido papeles de filtro para análisis cuantitativo FILTER-LAB de 150 mm de diámetro, de filtración medio-lenta con gramaje de 80 g/m², espesor de 0,170, cenizas <0,01 y de 7-9 µm de poro. Tras filtrar las distintas disoluciones y lavar los papeles de filtro con agua destilada hasta que el pH del agua de lavado fuese neutro, se han metido en una estufa a una temperatura de 105 °C durante 5 horas para su completo secado. Finalmente, se ha pesado cada papel de filtro con los sedimentos resultantes. Como resultado se ha obtenido una gráfica en la que se representa la relación entre aglomerante y árido de cada muestra.

Para constatar la veracidad del ensayo y tener un punto de referencia con las proporciones normalmente empleadas en los morteros tradicionales, se han analizado tres muestras correspondientes a tres probetas de referencia realizadas a tal efecto, elaboradas con árido de sílice y cal en pasta siguiendo las proporciones tradicionalmente empleadas de cal y árido (1:1, 1:2 y 1:3).

Resultados

Como ya se ha indicado, la metodología descrita se ha aplicado al estudio de cinco revestimientos murales de distinta época; para ello se han analizado un total de 102 muestras.

Resultados del análisis visual

La realización de un pormenorizado análisis visual ha permitido identificar los distintos estratos que presentan cada uno de los revestimientos, lo que ha sido fundamental para la posterior toma de muestra. En este sentido, en los revestimientos de época romana (CR y PIT) se reconocen cuatro^[2] y tres estratos de mortero respectivamente, cuyo espesor disminuye en los estratos más superficiales: el estrato más interno presenta un grosor que alcanza los 4 cm; el siguiente estrato, un espesor de 1,4 cm aproximadamente; finalmente, el último estrato o enlucido, oscila entre 1,5 y 2 mm. Por el contrario, el resto de los revestimientos estudiados (TA, MIR y HRS) solo presentan un único estrato, cuyo espesor está en torno a 1,5 cm en el caso de los revestimientos tardoantiguos y a 3 cm en el caso de los emirales y califales [figura 1].

Igualmente, gracias al análisis visual ha sido posible hacer la identificación de paja en algunos de los estratos. En el caso de la adición de paja, se ha registrado en los estratos más internos de las pinturas romanas de *Castulo* (CR) y en el mortero de época califal (HRS). Ésta se ha documentado por la impronta que ha dejado en el mortero, ya que al ser un material orgánico su degradación es mayor; por esta razón, no se han tenido en cuenta en el resto de los análisis realizados.

Asimismo, se ha reconocido una diferencia en el acabado de la superficie de la capa pictórica, esto es, en el tratamiento del último mortero, del enlucido. En el caso de las pinturas murales de época romana y las de época califal éste se presenta espatulado, dando como resultado una capa pictórica mucho más pulida y lisa; por el contrario, en las de época tardoantigua y emiral la superficie no ha sido espatulada, por lo que el árido queda distribuido de una manera más homogénea percibiéndose, en ocasiones, en la capa pictórica. Al presionar y apretar el mortero con el espatulado de la superficie, los finos, el agua y el hidróxido cálcico que hay en el interior del estrato afloran a la superficie,



Figura 1.- Análisis visual realizado a los distintos morteros: a) época romana procedente de Castulo (CR); b) época tardoantigua procedente de Castulo (TA); c) época romana procedente de Parque Infantil de Tráfico (PIT); d) época emiral procedente de Miraflores (MIR); e) época califal procedente de Hospital Reina Sofía (HRS).

dejando una textura más lisa, menos porosa y mejor carbonatada; este aspecto se ha podido corroborar también en las imágenes analizadas mediante microscopía óptica, detectándose que el árido más grueso queda en la franja más interna del estrato y que las irregularidades de la capa pictórica se muestran, también, en la zona interna, en la unión entre ésta y el último estrato de mortero, dejando la superficie completamente lisa.

Resultados del análisis arqueométrico

Microscopía estereoscópica

En primer lugar, el análisis de las muestras mediante microscopía estereoscópica ha permitido apreciar con mayor detalle las diferencias entre los distintos morteros. En el caso de los revestimientos de época romana (CR y PIT), ha sido posible distinguir con claridad los dos últimos estratos de mortero, así como la tonalidad más rosada en uno de ellos debido, probablemente, a la adición de cerámica machacada; por el contrario, en el resto de los revestimientos se corrobora el empleo de un solo estrato de mortero, ya identificado en el análisis visual. En estos revestimientos (TA, MIR y HRS)

se observa una menor proporción de árido conforme avanza la cronología de los mismos. Finalmente, en el caso del revestimiento califal, el análisis mediante microscopía estereoscópica ha vuelto a evidenciar el empleo de paja, documentándose la impronta que ésta ha dejado [figura 2].

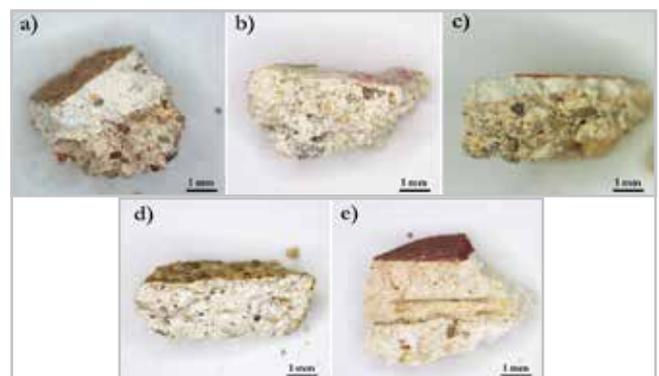


Figura 2.- Muestras analizadas mediante microscopía estereoscópica de los distintos revestimientos: a) revestimiento de época romana de Cástulo (CR); b) revestimiento de época romana de Córdoba (PIT); c) revestimiento de época tardoantigua de Cástulo (TA); d) revestimiento de época emiral de Córdoba (MIR); e) revestimiento de época califal de Córdoba (HRS).

Microscopía óptica polarizada con luz reflejada (MOP)

El estudio de las muestras mediante MOP ha facilitado el análisis de la morfología del árido del último estrato de mortero. En este sentido destacan las pinturas murales tardoantiguas, ya que presentan un árido de mayor tamaño que el presente en el último estrato del resto de los revestimientos y que, además, al no estar espatulado el mortero, sobresale en ocasiones en la capa pictórica. Del mismo modo, estos análisis han permitido corroborar el espatulado del mortero en el caso de las pinturas de época romana y califal [figura 3].

Microscopía electrónica de barrido (SEM-EDX)

A su vez, la microscopía electrónica de barrido con microanálisis por dispersión de energía por rayos X ha permitido la identificación elemental de alguno de los áridos presentes en las muestras preparadas mediante láminas delgadas, así como de la matriz del mortero. En

este sentido, se ha identificado Ca en todos los análisis realizados a la matriz del mortero, así como Si, Al, K, Ca y Na en los granos de áridos, en diferentes combinaciones [figura 4]. Estos análisis se han visto corroborados por los resultados obtenidos a través de difracción de rayos X y han permitido observar que, como anteriormente se indicaba, parte de la calcita identificada en la difracción de rayos X, y en el posterior análisis para establecer la relación entre aglomerante y árido, corresponde al empleo de un árido de naturaleza carbonática [figura 4d, f y g].

Difracción de rayos X (DRX)

Los análisis efectuados mediante difracción de rayos X han permitido caracterizar, en todos los casos, morteros que emplean la cal como aglomerante y un árido de diversa naturaleza compuesto por dolomita, feldespato potásico, plagioclasas, moscovita y cuarzo, a excepción de los morteros de época califal que sólo presentan calcita y cuarzo en su composición [figura 5].

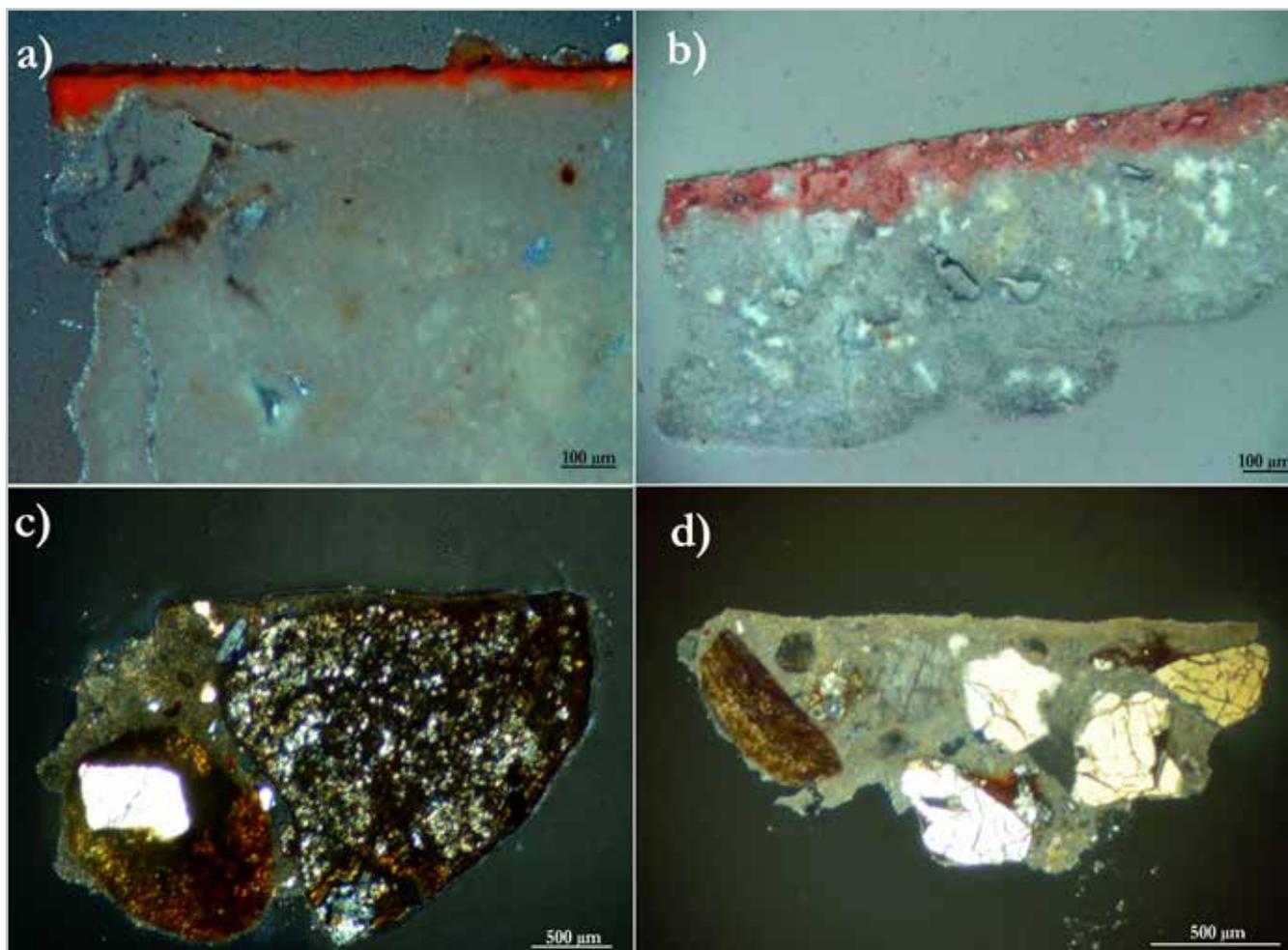


Figura 3.- Muestras analizadas mediante microscopía óptica: a) muestra del revestimiento romano de Cástulo (CR) en la que se aprecia la superficie espatulada; b) muestra procedente del revestimiento califal (HRS) donde se aprecia cómo la superficie está espatulada; c y d) muestras pertenecientes al revestimiento de época tardoantigua (TA) donde se distingue cómo el árido está distribuido de manera más homogénea y la superficie pictórica es más irregular, encontrándose alguno de mayor tamaño muy cerca de la capa pictórica.

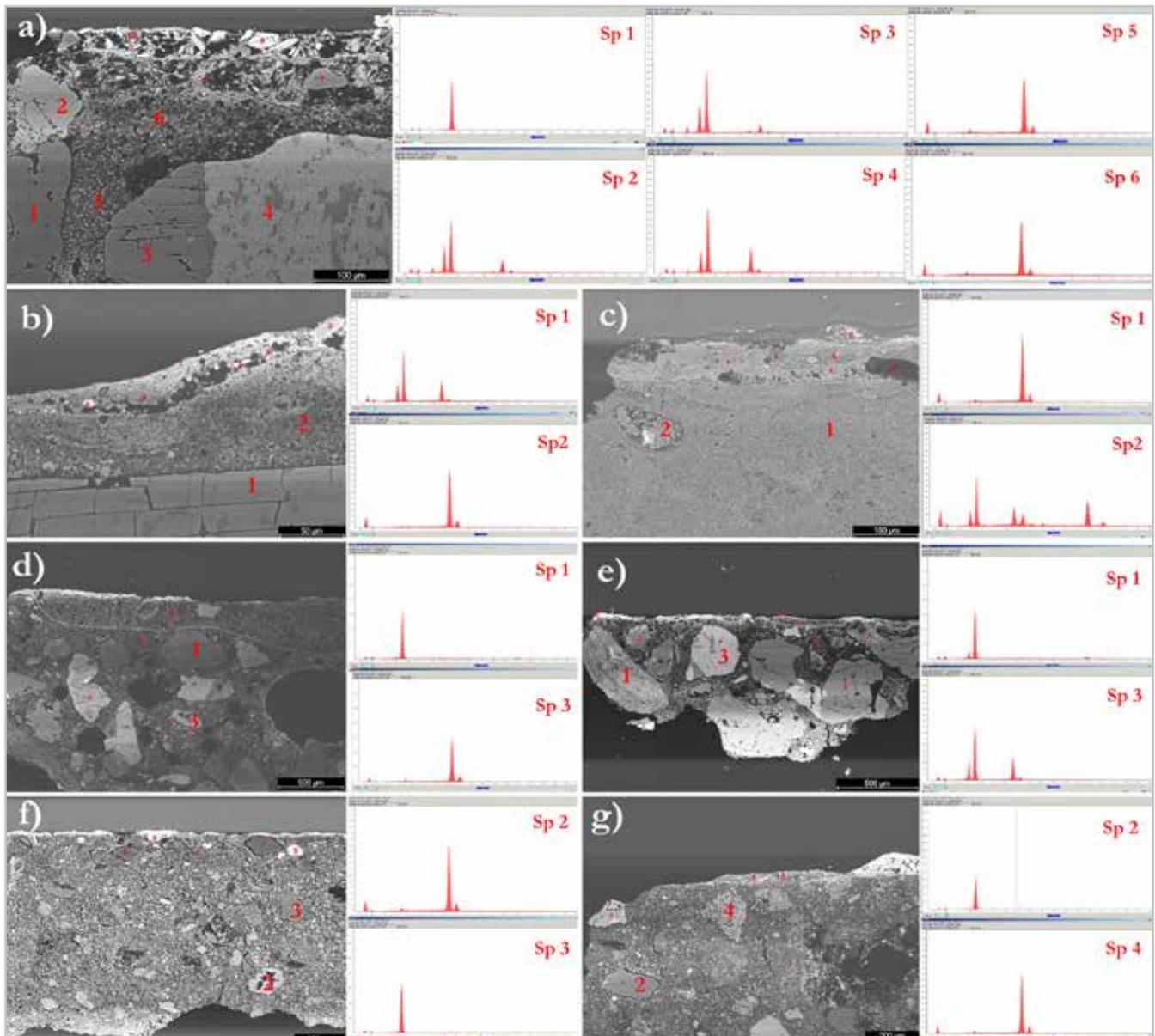
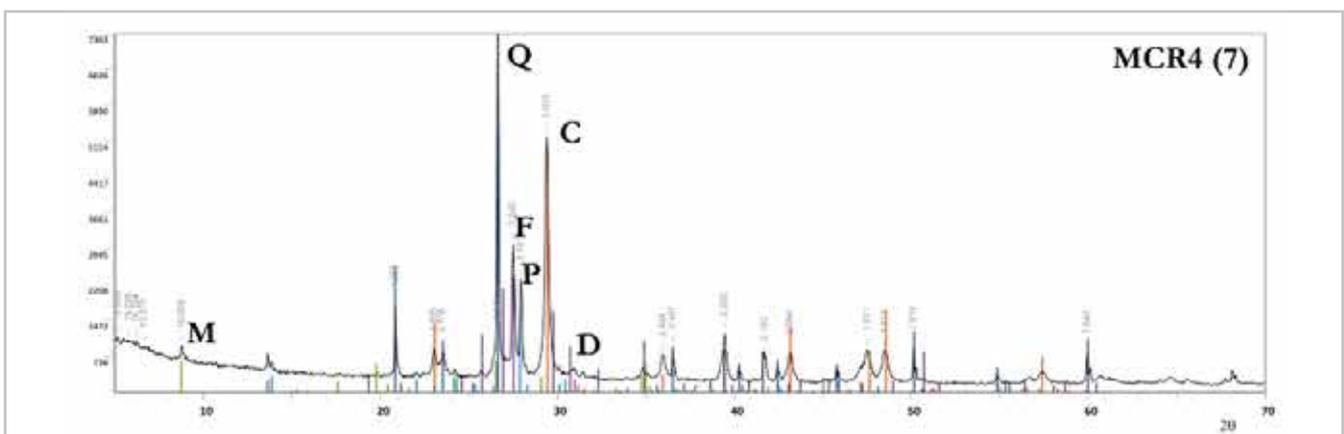


Figura 4.- Figura 4: Análisis elemental mediante SEM-EDX de distintas muestras del último estrato de mortero: a) Muestra procedente de CR (Sp1: Si; Sp2: Si, Al, Na, Ca; Sp3: Ca, Na, Al, Si, K; Sp4: Na, Al, Si, K; Sp5: Ca, Si; Sp6: Ca, Si); b) Muestra procedente de PIT (Sp1:Al, Si, K; Sp2: Ca); c) Muestra procedente de PIT (Sp1:Ca, Si; Sp2: Ca, Fe, Al, Si, K); d) Muestra procedente de TA (Sp1: Al, Si; Sp3: Ca); e) Muestra procedente de TA (Sp1: Al, Si; Sp3: Al, Si); f) Muestra procedente de HRS (Sp2: Ca; Sp3: Si); g) Muestra procedente de HRS (Sp2: Si; Sp4: Ca).



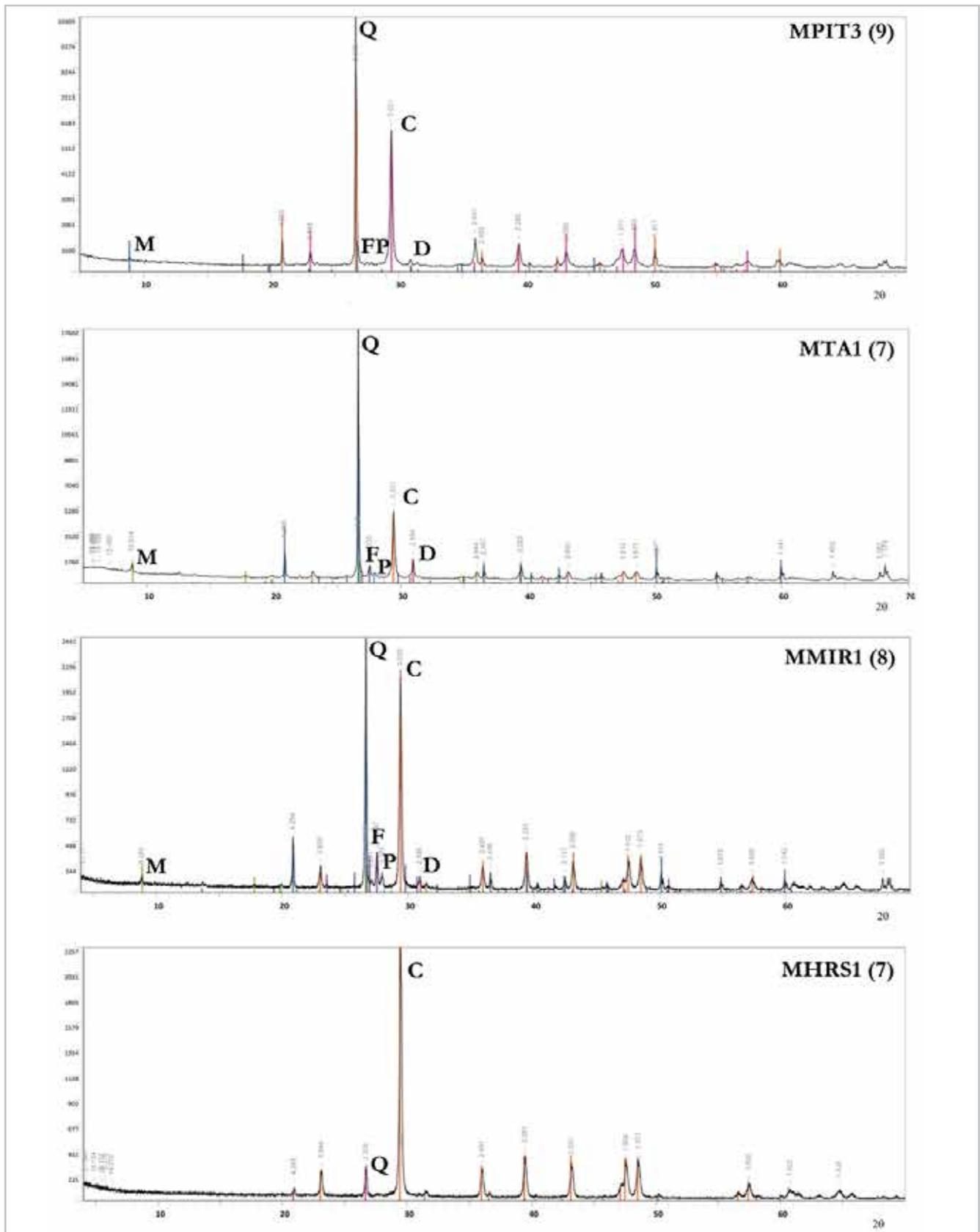


Figura 5.- Difractogramas de muestras tomadas del último estrato de cada uno de los revestimientos. Revestimiento de época romana de Cástulo (MR 4º Estrato): Calcita (C), cuarzo (Q), dolomita (D), feldespato potásico (F), plagioclasas (P) y moscovita (M) ; Revestimiento de época romana de Córdoba (MPIT 3ºEstrato): Calcita (C), cuarzo (Q), dolomita (D), feldespato potásico (F), plagioclasas (P) y moscovita (M); Revestimiento de época tardoantigua de Cástulo (MTA 1ºEstrato): Calcita (C), cuarzo (Q), dolomita (D), feldespato potásico (F), plagioclasas (P) y moscovita (M); Revestimiento de época emiral de Córdoba (MMIR 1º Estrato): Calcita (C), cuarzo (Q), dolomita (D), feldespato potásico (F), plagioclasas (P) y moscovita (M); Revestimiento de época califal de Córdoba (MHRS 1ºEstrato): Calcita (C) y cuarzo (Q).

Tabla 2.- Cuantificación aproximada de las distintas fases cristalinas identificadas en los morteros, media de los resultados obtenidos en el análisis de todas las muestras (++++: presente en un porcentaje mayor a 40%; ++: presente en un porcentaje entre 20% y 40%, +: presente en un porcentaje entre 10% y 20%, tr: presente en un porcentaje menor a 10%).

Revestimiento	Estrato de mortero	Calcita	Cuarzo	Dolomita	Feldespato potásico	Plagioclasas	Moscovita
Cástulo de época romana (CR)	2º Str	++	++	+	+	+	tr
	3º Str	++	++	+	++	+	tr
	4º Str	++++	+	tr	++	tr	tr
Córdoba de época romana (PIT)	1º Str	++++	++	tr	tr	tr	+
	2º Str	++	++	tr	+	tr	+
	3º Str	++++	++	tr			tr
Cástulo de época tardoantigua (TA)	1º Str	++	++++	tr	++	+	+
Córdoba de época emiral (MIR)	1º Str	++++	+	tr	tr	tr	+
Córdoba de época califal (HRS)	1º Str	++++	tr				

Se ha realizado, además, una cuantificación aproximada de las distintas fases cristalinas [tabla 2]. Aunque, como se ha mencionado, los porcentajes obtenidos son orientativos debido al carácter puntual de la toma de muestra para este tipo de análisis, en el caso de los revestimientos romanos se observa un aumento del porcentaje de calcita en el estrato de mortero más superficial (estando en torno al 47% en el caso de las pinturas de *Castulo* y al 58% en el de las procedentes del Parque Infantil de Tráfico de Córdoba). Dicho porcentaje disminuye en los revestimientos tardoantiguos, cuantificándose en torno a un 20% de calcita, y aumenta en los revestimientos hispanomusulmanes, llegando hasta un 94% en el caso de los morteros califales. Asimismo, en la mayor parte de los casos el cuarzo se presenta como el árido mayoritario, oscilando entre el 33% y el 15% (correspondientes al enlucido de las pinturas de época romana de Córdoba y al mortero emiral, respectivamente), salvo en las pinturas califales, donde el cuarzo identificado está en torno al 6%, lo que indica que en ellas el árido, además de cuarzo, está compuesto mayoritariamente por calcita (aspecto que se ha comprobado también en los análisis de SEM-EDX anteriormente descritos).

Resultados del estudio de la proporción y distribución del árido

Para el estudio de distribución granulométrica se ha realizado, por cada muestra, una curva de distribución granulométrica y una gráfica de barras con el porcentaje de peso retenido por cada tamiz [figura 6]. Todo ello ha evidenciado, en primer lugar, que los revestimientos de época romana (CR y PIT), tal y como se indica en los

tratados clásicos (Plinio, XXXV; Vitruvio, II) presentan una disminución de la granulometría del árido conforme el estrato de mortero al que pertenecen se hace más superficial; en segundo lugar, las muestras pertenecientes al estrato más interno de las pinturas romanas del Conjunto Arqueológico de Cástulo (CR) son las únicas que presentan árido de diámetro superior a 2,5 mm; finalmente, que el árido procedente de los revestimientos de época emiral y califal (MIR y HRS) es, por lo general, de un tamaño menor a la media del empleado en los revestimientos de época romana, y que está distribuido de manera más homogénea, encontrándose la misma proporción de árido retenido en cada uno de los tamices empleados.

Por otro lado, el análisis de la relación aglomerante/árido mediante el método gravimétrico de precipitación química tras el ataque de la muestra con ácido, ha permitido corroborar los resultados obtenidos hasta ahora en el resto de los análisis. En primer lugar, ha evidenciado que las muestras procedentes de los revestimientos emirales y califales presentan un porcentaje de calcita mucho mayor al resto de las muestras analizadas [figura 7]. En segundo lugar, que las muestras de época romana reflejan una mayor proporción de calcita conforme el estrato de mortero se acerca más a la superficie, tal y como recomiendan los textos clásicos, a excepción de las muestras pertenecientes al estrato más interno de mortero (MCR2AA y MPIT1AA). Al finalizar los 30 minutos iniciales del baño de arena, las muestras correspondientes a dichos estratos continuaban con efervescencia, lo que, unido a los resultados obtenidos mediante SEM-EDX, confirman el empleo de un árido de naturaleza carbonática en estos estratos (por lo que tampoco se puede descartar que parte de la calcita identificada en el resto de las muestras

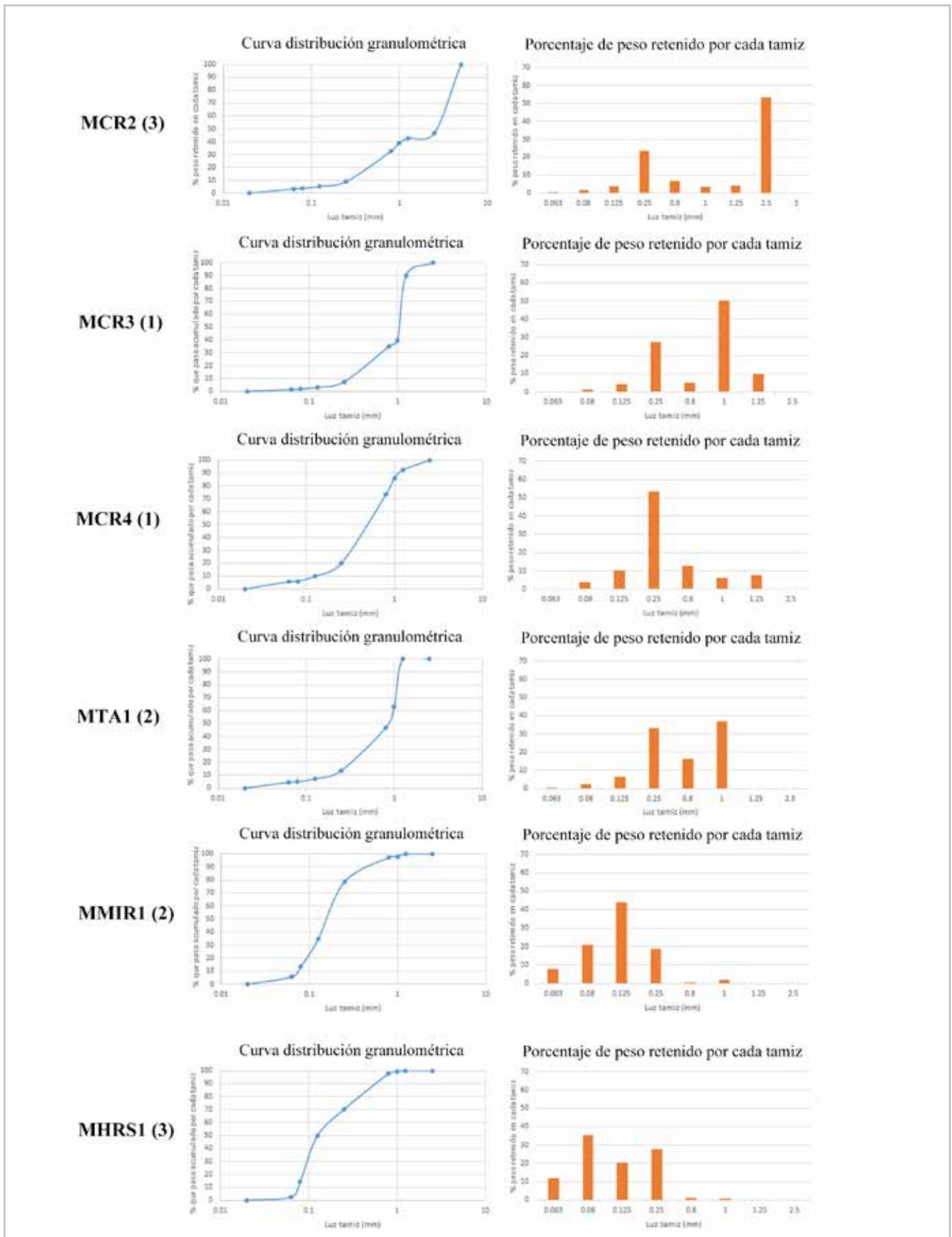


Figura 6.- Curva de distribución granulométrica y gráfica del porcentaje de peso retenido por cada tamiz. MR2, MR3 y MR4: muestras procedentes de época romana de Cástulo del segundo, tercer y cuarto estrato. MTA: muestra procedente del revestimiento de época tardoantigua de Cástulo. Muestra MMIR: muestra procedente del revestimiento de época emiral. MHRS: muestra procedente del revestimiento de época califal.

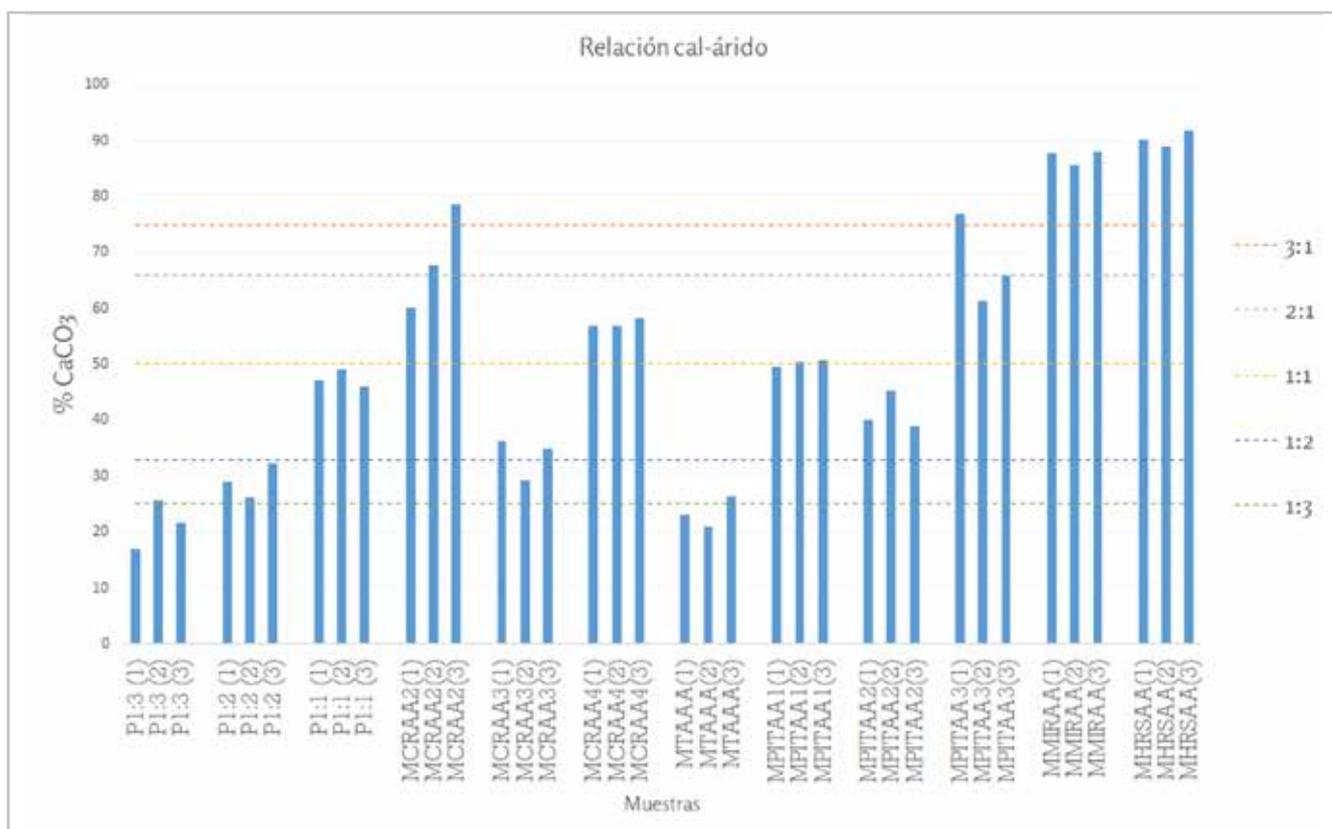


Figura 7.-Proporción de calcita de las distintas muestras analizadas mediante el método gravimétrico de precipitación química tras el ataque con ácido.

corresponda a parte del árido empleado). Finalmente, si se comparan las muestras procedentes de los revestimientos originales con las muestras procedentes de los morteros preparados como patrón (con una relación conocida entre aglomerante y árido) se puede apreciar que, en general, las muestras arqueológicas estudiadas presentan un mayor porcentaje de calcita que el habitualmente recomendado en la bibliografía clásica (Plinio, XXXV; Vitruvio, II); ello puede explicarse, al igual que en el caso del estrato más interno de mortero romano, en el uso de árido preparado a partir de rocas calizas, muy abundantes en el entorno geográfico de los yacimientos.

Conclusiones

Con este trabajo se ha pretendido mostrar la importancia que recae en el análisis de los morteros arqueológicos, sobretudo en el caso concreto del estudio de la pintura mural. Se ha evidenciado, de este modo, la necesidad de abordar dicho análisis de tres maneras distintas: por un lado, un primer análisis visual; por otro, la identificación de los materiales que constituyen el mortero; y, por último, la distribución de dichos materiales y la relación existente entre ellos. Asimismo, ha sido posible constatar el carácter complementario de estos análisis, ya que los datos que se obtienen mediante cada técnica son parciales y, por tanto, su combinación permite obtener resultados más completos y fiables.

En primer lugar, se ha comprobado que las pinturas murales de época romana aquí estudiadas siguen las directrices indicadas por tratadistas clásicos como Plinio y Vitruvio; en este sentido, se ha identificado un soporte compuesto por distintos estratos de mortero, cuyo espesor y la granulometría de su árido disminuyen conforme se acercan a la superficie. Estos estratos están compuestos por calcita y árido de diversa naturaleza (feldespato potásico, plagioclasas, cuarzo, dolomita y moscovita), además de paja como aditivo (en el caso de las pinturas castulonenes); se ha identificado, asimismo, que la calcita está presente como aglomerante y como árido. Gracias al análisis visual y al análisis mediante microscopía óptica realizado se ha comprobado, además, que el último estrato de mortero, el enlucido, ha sido espatulado. Los materiales y la técnica de ejecución caracterizados en estos revestimientos repiten, por lo tanto, los resultados obtenidos en el estudio de otros revestimientos murales de la misma época (López Martínez *et al.* 2016; Mateos *et al.* 2018; Calabria Salvador, Zalbidea Muñoz 2019; Ergenç y Fort 2019; Cerrato *et al.* 2020).

En el caso de las pinturas murales de época tardoantigua, si bien los materiales constitutivos son los mismos que los empleados en época romana, el proceso de ejecución varía ya que, en este caso, el mortero se extiende en un solo estrato, dando como resultado un soporte de menor espesor que el de época romana; además, la superficie no fue espatulada y, como consecuencia, el árido se distribuye

de una manera más homogénea pudiendo observarse, incluso, en la capa pictórica.

El mortero analizado de época emiral se asemeja en ciertos aspectos al de época tardoantigua, tanto en su composición como en el número de estratos; asimismo, ninguno de los dos ha sido espatulado ni presenta paja como aditivo. Sin embargo, el espesor que presenta dicho estrato es mayor que el de época tardoantigua; además, se ha identificado una menor proporción de árido en el mortero y de una granulometría también inferior.

Finalmente, el mortero de época califal es el que presenta más diferencias con el resto de los morteros estudiados en este trabajo. Sin embargo, hay que resaltar que coinciden con los resultados y apariencia de otros morteros califales que han sido analizados en diferentes publicaciones (García Bueno 2000; García Bueno y Medina Flórez 2002). En este sentido, si bien está compuesto por un único estrato y de un grosor similar al de época emiral, su composición se reduce a calcita (que actúa como aglomerante y como árido) y cuarzo. En este caso, al igual que sucede con las pinturas de época romana, presenta paja como aditivo y su superficie vuelve a estar espatulada.

Por todo ello se puede decir que, en general, los morteros de época imperial romana y tardoantiguos presentan un árido predominantemente silíceo, mientras que los califales presentan una composición del árido a base de carbonatos; por esta razón, los morteros medievales estudiados presentan un aspecto más blanco y con una granulometría menos definida. En cuanto al número de estratos, existe una considerable diferencia entre los de época imperial y los posteriores, presentando los primeros, en todos los ejemplos estudiados, al menos tres, mientras que en los posteriores sólo se ha observado uno.

Por otra parte, se puede comprobar que los morteros de época imperial están espatulados, los tardoantiguos y emirales no lo están, volviendo a identificarse este procedimiento en época califal; ello podría ser indicativo de que tras la época romana este proceso deja de emplearse, probablemente por la pérdida de conocimientos técnicos que se produce en la etapa final del Imperio en la península ibérica. Sin embargo, en periodo califal se vuelve a observar este procedimiento, su incorporación al proceso pictórico podría explicarse por influencia oriental, debida a la llegada de artesanos árabes a la península ibérica (Fernández Puertas 1985; Arié 1994; Morales Martínez 1995). Asimismo, hay que decir que la presencia de paja no parece ser representativa de un periodo concreto, ya que se ha encontrado este material en uno de los dos ejemplos de pintura mural romana y también en pinturas califales.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a D. Marcelo Castro, director del Conjunto Arqueológico

de Cástulo, y a D. Juan F. Murillo, director de la Oficina de Arqueología de la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Córdoba. Este trabajo ha sido financiado por la Agencia Estatal de Investigación, en el marco del Proyecto de Investigación de referencia PID2019-105706GB-I00 "Estudios de materiales y técnica de ejecución, ensayos de tratamientos de conservación-restauración y aplicaciones 3D de elementos decorativos del Patrimonio Cultural".

Notas

[1] La metodología que aquí se propone forma parte de un estudio más amplio y completo sobre las pinturas murales procedentes de los distintos yacimientos que se señalan, en el que se han analizado además de los morteros, los pigmentos y la técnica de ejecución de los revestimientos.

[2] Si bien se han reconocido hasta cuatro estratos de mortero en los revestimientos de época romana de Castulo sólo ha sido posible coger muestra de los tres estratos más superficiales.

Referencias

- ABAD CASAL, L. (2008). Prólogo. En *La pintura mural romana de Carthago Noua. Evolución del programa pictórico a través de los estilos, talleres y obras técnicas decorativas*, Fernández Díaz, A. Murcia: Monografías MAM 2: 19-24.
- ÁLVAREZ, J., MARTÍN, A., GARCÍA CASADO, P., NAVARRO, I. y ZORNOZA, A. (1999). Methodology and validation of a hoy hydrochloric acid attack for the characterization of ancient mortars. *Cement and Concrete Research*, 29: 1061-1065.
- ARIÉ, R. (1994). España musulmana (siglos VIII-XV). En *Vol. III de la Historia de España*, Tuñón de Lara, Ed. Labor, 424-444.
- CALABRIA SALVADOR, I., ZALBIDEA MUÑOZ, M.A. (2019). Study of wall paintings from the "Mosaico de los Amores" room of the ibero-roman city of Catulo. *Ge-conservación*, 16: 45-61. <https://doi.org/10.37558/gec.v16i0.663>
- CERRATO, E.J., COSANO, D., ESQUIVEL, D., OTERO, R., JIMÉNEZ-SANCHIDRIÁN, C. y RUIZ, J.R. (2020). A multi-analytical study of a wall painting in the Satyr domus in Córdoba, Spain. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 232: 118141 <https://doi.org/10.1016/j.saa.2020.118148>
- COUPRY, C. (2001). Les matériaux: supports, enduits, pigments, liants. En *La matière picturale: fresque et peinture murale*, Colinart, S. y Menu, M. (eds.). Ravello: Edipuglia, 21-26.
- ERGENÇ, D. y FORT, R. (2019). Multi-technical characterization of Roman mortars from Complutum, Spain. *Measurement*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.106876>
- ERGENÇ, D., LA RUSSA, M.F., RUFFOLO, S.A., FORT, R. y SÁNCHEZ, A.L. (2018). Characterization of the wall paintings in La Casa de los

Grifos of Roman city Complutum. *The European Physical Journal Plus*, 133: 1-13. <https://doi.org/10.1140/epjp/i2018-12223-7>

FERNÁNDEZ PUERTAS, A. (1985). Prólogo. En *Madinat al-Zahra, arquitectura y decoración*, Hernández Giménez, F., Pp. XVI. Patronato de la Alhambra y Generalife.

FLORES ALÉS, V., GUIRAÚM PÉREZ, A. y BARRIOS SEVILLA, J. (1997). Estudio de una selección de morteros de época romana de la provincia de Sevilla. *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio*, 21: 92-97. <https://doi.org/10.33349/1997.21.571>

GARCÍA BUENO, A. (2000). *La pintura mural hispanomusulmana, estudio de los revestimientos murales pintados del Cuarto Real de Santo Domingo de Granada*, Tesis Doctoral, Universidad de Granada.

GARCÍA BUENO, A. y MEDINA FLÓREZ V.J. (2002). Algunos datos sobre el origen de la técnica de la pintura mural hispanomusulmana. *Al-Qantara*, 23: 213-222. <https://doi.org/10.3989/alqantara.2002.v23.i1.207>

GUTMAN, M., LESARK KIKLEJ, M., ZUPANEK, B. y KRAMAR, S. (2016). Wall paintings from the romane mona (Ljubljana, Slovenia): Characterization of mortar layers and pigments. *Archaeometry*, 58(2): 297-314. <https://doi.org/10.1111/arcm.12167>

LÓPEZ MARTÍNEZ, T., LÓPEZ CRUZ, O., GARCÍA BUENO, A., CALERO CASTILLO, A.I., MEDINA FLÓREZ, V.J. (2016). Wall paintings in Catulo. First contributions to the characterization of materials and techniques. *LVCENTVM*, 35: 155-170.

OLMOS BENLLOCH, P. (2006). La preparación de la pintura mural en el mundo romano. *Ex novo: revista d'història i humanitats*, 3: 23-40. <https://raco.cat/index.php/ExNovo/article/view/144713>

MATEOS, L.D., ESQUIVEL, D., COSANO, D., JIMÉNEZ-SÁNCHEZ, C. y RUIZ, J.R. (2018). Micro-Raman analysis of mortars and wallpaintings in the Roman villa of Fuente Alamo (Puente Genil, Spain) and identification of the application technique. *Sensors and Actuators A: Physical*, 281: 15-23. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2018.08.038>

MORALES MARTÍNEZ, A. (1995). A la sombra de Damasco. Arquitectura en al-Andalus hasta la proclamación del califato de Córdoba. *La arquitectura del Islam Occidental*, Barcelona.

PLINIO. *Historia natural de Cayo Plinio Segundo*. XXXV. De la pintura, colores y pintores. Traducida y anotada por F. Hernández y J. de Huerta. Visor. 1998. Madrid.

VITRUVIO POLIÓN, M. *Los diez libros de Arquitectura*. VII. Cicon ediciones. 1999. Cáceres.

WEBER, J., PROCHASKA, W. y ZIMMERMANN, N. (2009). Microscopic techniques to study Roman renders and mural paintings from various sites. *Materials characterization*, 60, 586-593. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2008.12.008>

Autor/es



Teresa López Martínez

tlopez@ugr.es

Facultad de Bellas Artes Alonso Cano.
Universidad de Granada

Graduada en Conservación y Restauración de Bienes Culturales en el año 2014; ha realizado el Máster Interuniversitario en Arqueología en el año 2015 y obtenido un doctorado en Historia y Artes, con la línea de Restauración y Conservación de Bienes Patrimoniales y mención internacional, en el año 2019, todo ello por la Universidad de Granada. Durante su etapa pre-doctoral realizó una estancia en el Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali (actual Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale) perteneciente al Consiglio Nazionale delle Ricerche y con sede en Florencia (Italia), en la cual evaluó distintos consolidantes sobre pintura mural de procedencia arqueológica, y otra estancia en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (Madrid) en la que trabajó en la aplicación de la fotogrametría y la virtualización 3D en el campo de la conservación y restauración. Dichas líneas de investigación se complementan con otras dos orientadas tanto a la caracterización de materiales y técnica de ejecución de revestimientos murales como a la evaluación de tratamientos de limpieza sobre el mismo tipo de obra. Actualmente imparte docencia en el Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Universidad de Granada y forma parte de diversas actividades de difusión y divulgación como la Noche Europea de los Investigadores y el proyecto PIISA. Ha participado en distintos congresos nacionales e internacionales y es coautora de varias publicaciones indexadas en revistas científicas. Asimismo, es miembro del Comité Nacional Español de ICOMOS, colaborando en los grupos de trabajo de Profesionales Emergentes y del Observatorio.

<https://orcid.org/0000-0002-3882-1053>



Mª del Rosario Blanc García

mrbanc@ugr.es

Departamento de Química Analítica.
Facultad de Ciencias. Universidad de Granada

Profesora Titular del Departamento de Química Analítica de la Universidad de Granada desde 2003. Se licenció en Ciencias Químicas en esta misma universidad y defendió su Tesis Doctoral en 1996. Durante su etapa postdoctoral realizó una estancia en Dublin City University (Dublin, Irlanda). Imparte docencia en el Grado de Química y en el Grado de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Es miembro del grupo FQM 338 "Química Analítica y ciencias de la vida" y su labor investigadora está centrada desde 2003 en el desarrollo de nuevas metodologías analíticas para el estudio y determinación de materiales utilizados en la manufactura y restauración de Bienes Culturales, así como en el estudio de los procesos de degradación de dichos Bienes Culturales. Para ello ha empleado

técnicas analíticas de separación como electroforesis capilar, HPLC y UHPLC con diversas detecciones (UV-Vis, fluorescencia y masas), además de técnicas de análisis no invasivas como fluorescencia de rayos X, difracción de rayos X, etc... También ha seguido trabajando en temas puntuales de investigación en las líneas desarrolladas por su grupo de investigación. Ha formado parte del equipo de diversos proyectos de investigación y es colP de dos proyectos de investigación relacionados con la Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Coautora de numerosas publicaciones indexadas en revistas científicas tanto nacionales como internacionales, capítulos de libro y contribuciones a congresos tanto nacionales como internacionales. Ha dirigido numerosos trabajos de investigación (Diplomas de Estudios Avanzados, Tesis doctorales, etc...) y proyectos de innovación docente relacionados con la docencia de Química en el grado de Conservación y Restauración. Ha participado en jornadas científicas relacionadas con el estudio de materiales y la conservación y restauración del Patrimonio Cultural.

Es miembro de diferentes redes científicas relacionadas con la conservación y restauración de los Bienes Culturales.
<https://orcid.org/0000-0002-7820-9133>

Bienes Culturales Muebles (del que fue coordinadora desde su gestación en 2009 hasta el año 2012) y del grado en Historia del Arte. Secretaria del Departamento de Pintura, desde 2011 hasta 2014, y desde esa fecha hasta enero de 2020 directora del mismo. Miembro del Consejo Asesor de Enseñanzas de Posgrado (Escuela Internacional de Posgrado de la Universidad de Granada) en el que es presidente de la Comisión de Arte y Humanidades.
<https://orcid.org/0000-0001-6201-4510>

Artículo enviado el 07/09/2020
Artículo aceptado el 28/12/2020



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i1.814>



Ana García Bueno
anagar@ugr.es
Facultad de Bellas Artes Alonso Cano.
Universidad de Granada

Desde su doctorado la profesora García Bueno ha seguido una línea de investigación relacionada con el estudio de materiales constitutivos, técnicas de ejecución y conservación y restauración de pintura mural. En su tesis doctoral estudió la pintura mural hispanomusulmana y concretamente los revestimientos murales pintados del Cuarto Real de Santo Domingo de Granada (qubba del primer periodo de arte nazarí, antecedente de la Alhambra), los zócalos califales de arrabales de Poniente (Córdoba), los almorávides de Orive (Córdoba) así como los de la Alhambra de Granada. Además, se pueden citar otros estudios como el de las pinturas murales de Qusayr Amra, Jordania (Patrimonio de la Humanidad, siglo VIII); el de las yeserías del Oratorio de la Madraza de Yusuf I (1349); o los del Real Alcázar de Sevilla (también patrimonio de la humanidad) concretamente de la fachada del palacio de Pedro I y del Patio de las Doncellas. Tanto en la Fachada como en el Patio se estudiaron los materiales y técnica de ejecución de la policromía original y de las intervenciones posteriores de aleros, alfarje, yeserías y piedra. Ha participado en contratos de investigación, Proyectos I+D, de convocatorias públicas; dirigido tesis doctorales y realizado numerosas publicaciones en revistas científicas. Actualmente continúa trabajando en el estudio de materiales y técnica de ejecución de pintura mural y elementos decorativos arquitectónicos. Por otra parte, dada la problemática de conservación de la pintura mural arqueológica, mantiene una línea de investigación sobre materiales, procesos y métodos de control de tratamientos en este tipo de obras. Es profesora del Grado en Conservación y Restauración de

Ángel alado del Panteón familiar Pau-Simó (Cementerio General de Valencia). Casuística de deterioro y tratamiento restaurativo

Nemesio Canet Company, José R. Albiol-Ibáñez, Xavier Mas-Barberà

Resumen: El presente trabajo muestra una parte del complejo tratamiento de restauración llevado a cabo en el ilustre Panteón de la familia Pau (1895), situado en el Cementerio General de Valencia. El panteón está atribuido al arquitecto Gerardo Roig i Gimeno y posee unas medidas de 3,90 x 7,85 x 4,2 m. Concretamente, la figura escultórica del ángel alado objeto de esta intervención está tallada en mármol estatuario de Carrara y, del conjunto de daños identificados, la presencia de grietas en la parte trasera representaba el deterioro más destacado, el cual comprometía su estética y estabilidad estructural. Con el fin de dar solución a los daños, se aplicaron una serie de estrategias centradas en, a) desmontaje de las alas; b) limpieza fisicoquímica; c) consolidación; d) tratamiento del volumen, cosidos, sellados, desarrollo de espigas híbridas piedra-fibra de vidrio y montaje de las alas; e) protección; y, f) plan de mantenimiento. El trabajo presentado pone de relieve la operación desarrollada, con un enfoque mínimamente invasivo, lo que permitió recuperar la estabilidad estructural ante el inminente estado de colapso en el que se hallaba la pieza.

Palabras clave: Museo del Silencio, Patrimonio funerario, espigas híbridas piedra-fibra de vidrio, restauración quirúrgica, intervención mínimamente invasiva

Winged angel from the Pantheon of the Pau-Simó family (General Cemetery of Valencia). Casuistry of deterioration and restorative treatment

Abstract: This work shows a part of the complex restoration treatment carried out in the illustrious Pau-Simó Family Pantheon (1895), located in the General Cemetery of Valencia. The pantheon is attributed to the architect Gerardo Roig i Gimeno and measures 3.70 x 7.83 x 4.2 m. Specifically, the sculptural figure of the winged angel, object of this study, is carved in statuary Carrara marble and, from the set of damages identified, the presence of cracks in the back represented the most outstanding deterioration, which compromised its aesthetics and structural stability. In order to solve the damage, a series of strategies were applied focused on, a) disassembly of the wings, b) physicochemical cleaning, c) consolidation, d) volume treatment, sewing and sealing, development of stone-fiberglass hybrid spikes and assembly of the wings, e) protection and f) maintenance plan. The work presented highlights the operation carried out, with a minimally invasive approach, which allowed to recover the structural stability against the advanced state of collapse in which it was found the piece.

Keyword: Museum of Silence, Funeral Heritage, stone-fiberglass hybrid spikes, surgical restoration, minimally invasive intervention

Anjo alado do Panteão da Família Pau-Simó (Cemitério Geral de Valência). Casuística de deterioração e tratamento de restauro

Resumo: O presente trabalho mostra uma parte do complexo tratamento de restauro realizado no ilustre Panteão da família Pau-Simó (1895), situado no Cemitério Geral de Valência. O panteão é atribuído ao arquiteto Gerardo Roig i Gimeno e mede 3,90 x 7,85 x 4,2 m. Especificamente, a figura escultórica do anjo alado, o objeto de estudo desta intervenção, está esculpida em mármore estatuário de Carrara e, do conjunto de danos identificados, a presença de fissuras na parte traseira representava a deterioração mais evidente, o que comprometia a sua estética e estabilidade estrutural. A fim de resolver os danos, foram aplicadas uma série de estratégias centradas em: a) remoção das asas; b) Limpeza físico-química; c) Consolidação; d) Tratamento do volume, costura, selagem, desenvolvimento de espigões híbridos de pedra - fibra de vidro e montagem das asas; e) Proteção;

e, f) Plano de manutenção. O trabalho aqui apresentado destaca a operação desenvolvida, com uma abordagem minimamente invasiva, o que permitiu recuperar a estabilidade estrutural do estado iminente de colapso em que se encontrava a peça.

Palavras-chave: Museu do Silêncio, Património funerário, espigões híbridos pedra-fibra de vidro, restauro cirúrgico, intervenção minimamente invasiva

Introducción

El presente trabajo pone de relieve el tratamiento llevado a cabo en la escultura del ángel alado y ornamentos ubicados en el Panteón familiar Pau-Simó (Cementerio General de València, València).

El conjunto declarado Bien de Relevancia Local se encuentra en la Sección 1ª derecha, parcela nº 91 y, es atribuido al arquitecto Gerardo Roig i Gimeno (Catalá 2007).

La construcción del Cementerio General de Valencia (1807) reconocido como Sitio Histórico de Interés Local se inició, al igual que otros tantos en el ámbito nacional, cuando los viejos cementerios de intramuros fueron trasladados a extramuros con el objetivo de llevar a cabo un nuevo modelo de salubridad urbano fruto de la mentalidad ilustrada de la primera mitad del siglo XIX. Este planteamiento reformador e higienista fue recogido en el Reglamento del Cementerio del Real Sitio de la Granja de San Ildefonso (Madrid), redactado por orden de Carlos III en 1787.

El proyecto del Cementerio General de Valencia es obra de Cristóbal Sales (Rodrigo 2014) en colaboración con el arquitecto Manuel Blasco Vergara, ambos arquitectos municipales y académicos de San Carlos, y alumnos de Antonio Gilabert. Éste último introdujo, junto con Vicente Gascó, el clasicismo barroco de raíz italiana en la arquitectura valenciana de final de siglo XVIII. De igual modo, por influencia de los cementerios parisinos de Père-Lachaise, Montmartre y Montparnasse, considerados prototipos de cementerios urbanos en Europa, se fue renunciando a la presencia del espacio natural en beneficio del arte (Aries 1983). Surgen así verdaderas necrópolis con significativos conjuntos escultóricos de gran valor artístico que mezclan trabajos de destacados escultores, vidrieros, arquitectos, maestros canteros y fundidores activos durante los siglos XIX y XX. Como señala Rafael Solaz (2007), "el origen de los monumentos arquitectónicos y escultóricos en los cementerios contemporáneos parte de la vanidad de una sociedad aristocrática y burguesa que pretende demostrar su gran poder económico y social, haciendo que estas construcciones sobrevivan a la propia vida y, a la vez, se conviertan en espacios para la memoria de los fallecidos."

Por todo ello, los cementerios se han convertido en la actualidad en grandes contenedores de obras de arte al

aire libre con un importante valor histórico y patrimonial (Escrivá 2015) que pone de manifiesto la trascendencia y el valor de las actuaciones conservativas y restaurativas llevadas a cabo en estos espacios (Akoglu et al. 2020). Sin embargo, para el común de la sociedad, los cementerios mantienen ese cariz melancólico, impávido y fugaz de la vida, donde el paso del tiempo se cierne sobre los panteones en un persistente e inflexible proceso de deterioro.

En contraposición a este contexto puramente decadente de los cementerios, son reseñables las iniciativas llevadas a cabo por la Red Iberoamericana de Cementerios Patrimoniales y la Association of Significant Cemeteries in Europe (ASCE) para la puesta en valor del patrimonio funerario, así como las propuestas sociales y culturales promovidas por los cementerios en el ámbito municipal para dinamizar estos espacios. En este sentido, en el Cementerio General de Valencia se crea el Museo del Silencio (2007), proyecto multiplataforma con diferentes recorridos culturales cuya finalidad es acercar su riqueza artística, histórica y patrimonial a la sociedad.

En lo referente al ámbito de la conservación y restauración del Patrimonio Cultural, son escasos los programas científico-técnicos encaminados al estudio y al tratamiento de los monumentos funerarios. En este sentido, son varios los motivos que han propiciado el abandono de los cementerios y la escasez de rigurosos tratamientos; cabría destacar, por un lado, el emplazamiento es para muchos lóbrego y esotérico y, a su vez, es un espacio de propiedad municipal, hecho que genera procesos de tramitación dilatados en el tiempo. Por otro lado, cabría señalar que los monumentos se consideran de pertenencia privada y cuyos propietarios manifiestan escaso interés por acometer las intervenciones y el mantenimiento. Asimismo, y en el supuesto de que se produzcan, el patrimonio es intervenido, en la mayoría de los casos, por oficios con escasa formación en conservación y restauración.

Por tanto, a través de la intervención realizada sobre la escultura del ángel alado se presentan los resultados conseguidos desde una perspectiva estratégica en cuanto a la sistemática e implantación de materiales y procedimientos se refiere. De este modo, se plantea una conservación sostenible que contempla el control y mantenimiento del panteón.

Panteón familiar Pau-Simó (Cementerio General de Valencia, Valencia)

La historia del panteón se remonta a 1895 cuando Francisco Pau Lisart y su mujer Josefa Simó Ramírez piden al arquitecto Gerardo Roig Gimeno el diseño y construcción de lo que sería el panteón funerario familiar [figura 1]. Francisco Pau y su hermano Salvador eran conocidos en Valencia como los hermanos Pau Lisart, unos exitosos fabricantes de guitarras. Actualmente, Vicente Pau Vicent, bisnieto de Francisco Pau, es uno de los propietarios y el encargado del mantenimiento del monumento. Asimismo, no existe información acerca del sistema constructivo o técnico del panteón por lo que, los únicos datos disponibles aparecen esculpidos tanto en la cinta de mármol que se descuelga entre los motivos florales, en la cara frontal del sarcófago, como en la lápida de mármol que, a modo de puerta, da acceso a la cripta. A pesar de ello, Catalá (2007:292) comenta que “el Panteón de la familia Pau-Simó es una copia de un panteón existente en el Cementerio de Barcelona”. Se refiere al Panteón Pere Llibre situado en la Vía de Santa Eulalia en el Cementerio de Montjuic. El arquitecto fue Antoni Rovira Rabassa y el escultor Josep Campeny Santamaría. De este

escultor también es el conocido Monumento Funerario de José Precioso Roche, en la localidad de Hellín, un panteón con características muy similares, como si de una nueva copia se tratara.

El Panteón Pau-Simó fue construido siguiendo la corriente más academicista, con una estética conservadora donde el grupo escultórico sigue unos cánones estilísticos ligados al estilo clásico, en una vertiente naturalista de línea pura y claridad compositiva. En el panteón predominan las superficies totalmente pulidas, monocromas y simples que encarnan la belleza ideal. Se trata de una composición piramidal berniniana, con el sepulcro alzado sobre un basamento escalonado y donde la figura del ángel alado protege y guía la salvación eterna.

En el panteón se diferencian tres partes y/o elementos significativos: a) la figura escultórica del ángel alado y los ornamentos, labrados con mármol de Carrara; b) el sarcófago situado en lo alto de los escalones de acceso y, c) el pretil o barandilla perimetral con solera de losas, todo ello elaborado con mármol de Macael. Los dos jarrones fueron incorporados en una intervención posterior (2002) y son piezas prefabricadas con mortero de cemento [figura 1].



Figura 1 (a-b).- Vista general del Panteón de la familia Pau Simó (1895). a) Pieza principal del Ángel alado y los elementos ornamentales antes de la intervención; b) El conjunto del panteón tras el tratamiento de restauración.

El conjunto del panteón posee unas medidas de 3,90 x 7,85 x 4,2 m, aprox. (alto x ancho x profundo), con una barandilla perimetral de 0,8 x 0,3 x 24 m lineales, y un sarcófago en forma rectangular de 1,2 x 1,8 x 1,3 m (alto x ancho x profundo).

Caso de estudio “El ángel alado”

La figura escultórica del ángel alado es la pieza más destacada no solo por el hecho de ocupar el centro de la composición, sino también por su belleza escultórica y por estar tallada en mármol de Carrara estatuario. Con un tamaño algo superior al natural, la pieza posee una blancura homogénea que le confiere una gran luminosidad. Por otro orden de cualidades, en cuanto a las propiedades del material, cabe señalar que, morfológicamente, posee un tamaño de grano mineral significativamente inferior al presentado por el mármol de Macael y, gracias a ello, se consiguen exquisitos detalles en la labra. Dicha propiedad se aprecia en la corona floral que sujeta la figura principal del ángel.

Por otra parte, se deduce que para llevar a cabo la labra del ángel se debió seguir la técnica sustractiva, basada en el trabajo de la piedra de menor a mayor definición. En la época en la cual fue realizado el panteón, este trabajo requería el uso de instrumentos de medida y de control cuidadosos que afianzaran el proceso adecuado. Tratándose de una pieza de dimensiones 1:1 (no monumentales), se presume que el escultor empleó herramientas como la máquina de puntos y el trépano, ayudado de la escuadra, el compás y la regla que aseguraban un trabajo fino y pulcro como el que proporcionaban los cinceles, las gradinas, las escofinas y los raspadores (Castelnuovo 1992; Scesi *et al.* 2006; IMM 2010). Dado el nivel de degradación que presentaba la superficie de la escultura, apenas se observaban huellas de las propias herramientas de labra. Las únicas marcas superficiales que se identificaron atañen al uso del trépano. Estas marcas se localizaron en algunos de los motivos florales presentes en la cinta donde están inscritos los nombres de los difuntos soterrados, y del mismo modo, en zonas de detalle en la figura del ángel alado.

Estado de conservación y diagnóstico

La ubicación del panteón en un espacio al aire libre determina significativamente su estado de conservación. Del mismo modo, las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de los materiales pétreos son aspectos también definitorios del estado de degradación desarrollado en el panteón (Riegert y Turkington 2003; Weiss *et al.* 2006; Siegesmund y Rüdrieh 2008; Siegesmund *et al.* 2010).

En general, los daños fueron causados, en gran medida, por los deficientes tratamientos previos a los que había

estado sometido el panteón y a la falta de mantenimiento realizado durante décadas por personas no cualificadas. Por otro lado, y a pesar de encontrarse en un cementerio al aire libre y fuera del área urbana, se apreciaban efectos generados por la contaminación ambiental según informes consultados de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica (RVVCCA). De forma más concreta, los datos de la Asociación Valenciana de Meteorología (AVAMET) consultados y relacionados con las condiciones ambientales ponían en evidencia el cruce de factores que actuaban como elementos de deterioro, tales como la intensa insolación y las variaciones de temperatura producidas entre el día y la noche (Siegesmund *et al.* 2000, Koch y Siegesmund 2004). A estos elementos, se añadía la acción del viento que actuaba transportando el polvo del ambiente y arrastrando depósitos de partículas de polución, arcillas y esporas (Grossi *et al.* 2003). La humedad relativa con oscilaciones variables entre el día y la noche y, las precipitaciones incrementaban la acción de deterioro. Estas últimas, aunque escasas pero intensas, suponían cambios drásticos en los ciclos de humedad y de secado de la roca que, combinado con la acción ambiental, originaban reacciones químicas dañinas en el soporte pétreo.

En este sentido, se identificaron diversos daños generalizados en el panteón visibles en los depósitos superficiales arcillosos, costra negra por sulfatación, las acumulaciones de hojarasca, la fragmentación y faltantes de material pétreo, y la presencia de actuaciones de limpieza inadecuadas, entre otros (ICOMOS-ISCS 2008) [figura 2]. Así mismo, era significativa la disgregación sacaroidea [figura 2a] que presentaba la mayor parte de la figura y los ornamentos causada, entre otros factores, por el uso de sustancias de limpieza inadecuadas de origen ácido o similar. Esta superficie rugosa y microfisurada favorecía que el polvo ambiental se depositase, que proliferaran microorganismos biogénicos y se generase costra negra de sulfatación [figura 2b], cuya presencia modificaba las propiedades cromáticas y químicas del sustrato (Guiamet *et al.* 2013).

Sin embargo, el daño más significativo en la figura del ángel alado se correspondía con la presencia de varias grietas en la parte trasera y a la altura de la base de las alas originadas por las presiones que ejercían los vástagos de metal empleados, en origen, para unir las alas a la figura del ángel. Este deterioro comprometía la lectura y la estabilidad estructural del ángel [figura 2c]. También, se apreció un desgaste superficial causado por el uso de herramientas abrasivas y la presencia de materiales inadecuados, tales como morteros varios y manchas de silicona, aplicados en intervenciones previas que afectaban drásticamente el soporte pétreo. La figura 2d muestra la cartografía de deterioros de la totalidad del panteón y pone en evidencia en qué medida el mármol de Carrara representaba un material más susceptible a la degradación respecto al mármol de Macael.

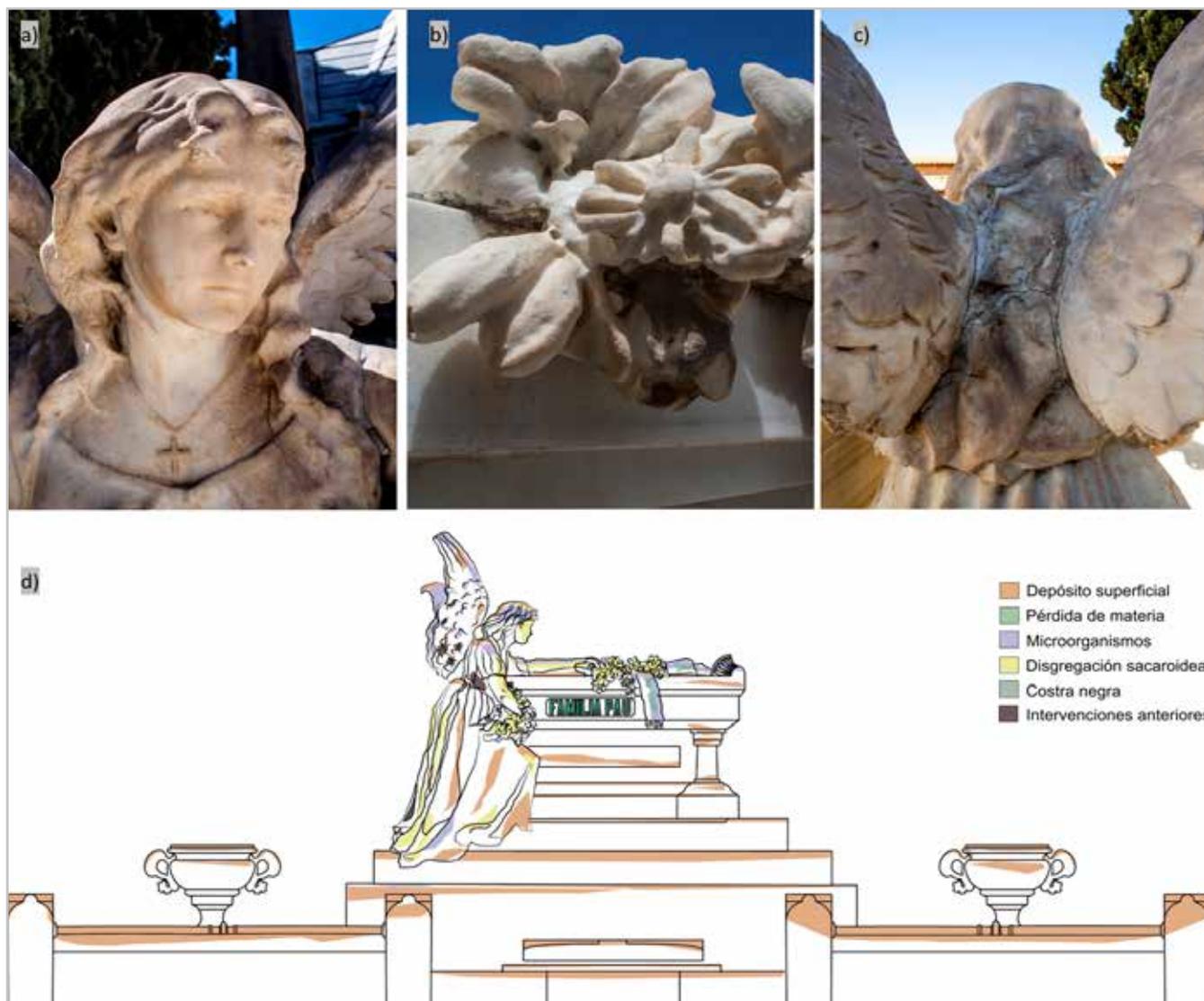


Figura 2 (a-d).- Daños visibles en el Panteón de la familia Pau Simó. a) Depósitos superficiales arcillosos, disgregación sacaroides y escorrentía; b) Costra negra de sulfatación; c) Grietas, fisuras, pátina biológica y depósitos de morteros y, d). Cartografía de deterioros. La mayor parte de los daños quedan recogidos en la figura del Ángel alado de mármol de Carrara, siendo el resto del panteón de mármol Macael y sin apenas daños de considerable importancia.

Tratamiento de estabilización del ángel alado

En el siguiente apartado se exponen las fases del tratamiento llevadas a cabo sobre el soporte pétreo de la figura del ángel alado y de los ornamentos, cuyos objetivos principales fueron minimizar el nivel de deterioro y preservar su estabilidad estructural.

El tratamiento se ajustó a los criterios de intervención en materiales pétreos planteados en el Proyecto COREMANS (2013), así como en las normas nacionales e internacionales referidas al ámbito del Patrimonio Cultural. Del mismo modo, se consideraron los planteamientos y metodologías de actuación reconocidas actualmente en estudios de casos reseñados en revistas de alto impacto en el campo de la conservación y restauración de Patrimonio Cultural.

Aunque el presente texto se centra en el tratamiento de la figura del ángel, es necesario poner de manifiesto que fue un proyecto de intervención complejo e integral. El grupo de trabajo estuvo formado por dos restauradores, un arquitecto y una empresa constructora por lo que las actividades y competencias asignadas a cada uno fueron dispuestas de acuerdo con un planteamiento colaborativo (Carta de Cracovia 2000).

La metodología llevada a cabo en el tratamiento fue guiada por los estudios de campo que recogieron los resultados de los diferentes ensayos y análisis realizados acerca de los materiales en las fases previas y durante la intervención.

Se utilizó la prueba de pelado o peeling test normalizado por Drdácý *et al.* (2012) para evaluar cohesión de

la superficie tras los tratamientos de consolidación. Las mediciones se llevaron a cabo utilizando una cinta adhesiva Tesa de doble cara. Se cortó en tiras de aproximadamente 15 x 50 mm. Se pegó a presión manual sobre la superficie del mármol limpia y seca, en 2 zonas de medida y se repitieron 15 mediciones de pelado exactamente en la misma zona.

A través del ensayo con la pipeta Karsten (UNE EN-16302:2016) y el ensayo de tensión superficial o ángulo de contacto estático (UNE-EN 15802:2010) se establecieron el nivel de absorción de agua y mojado del soporte, así como las respuestas de los materiales en los procesos de limpieza, consolidación, reintegración y protección del material pétreo a intervenir.

El comportamiento de las espigas híbridas piedra-fibra de vidrio diseñadas fue determinado mediante ensayos de resistencia a flexión a tres puntos (luz 100 mm y entalla 36 mm), utilizando como referencia la norma UNE-EN 14651:2007 + A1, en bancada de flexión Ibertest 150 kN.

De igual modo, se realizaron mediciones para evaluar los cambios de color inducidos por los tratamientos de consolidación y protección. Se realizaron antes y después de los tratamientos según el procedimiento descrito en la norma UNE-EN 15886 (2011), eligiendo condiciones de medida el iluminante estándar CIE tipo D65 (luz día, temperatura de color 6500 °K) y observador 10 °. Las coordenadas de color L^* , a^* y b^* se registraron para cada área seleccionada ($\varnothing \sim 8$ mm) con un espectrofotómetro Minolta CM-2600d. Se tomaron tres medidas en cada punto y luego se promediaron, considerándose imperceptible para el ojo humano una diferencia de color total inferior a 5 unidades (Grossi *et al.* 2003; García 2012).

El análisis de la superficie del pétreo, antes y durante las fases de limpieza química, fueron observadas mediante microscopio Digital Dino-Lite TrichoScope Polarizer MEDL4HM.

En definitiva, el tratamiento desarrollado sobre la escultura del ángel y los ornamentos se centró en: a) desmontaje de las alas, b) limpieza fisicoquímica, c) consolidación, d) tratamiento del volumen, cosidos, sellados y montaje de las alas, e) protección, f) mantenimiento y conservación preventiva.

a) Desmontaje de las alas

El conjunto escultórico se sometió a un tratamiento de desmontaje de las alas para recuperar la estabilidad estructural. La actuación consistió en extraer las dos alas de la figura para su tratamiento y refuerzo. Se diseñaron dos estructuras telescópicas y móviles que sujetaban las alas y permitían, a su vez, retirar el mortero de las juntas de manera meticulosa mediante microincisor [figura 3]. Al mismo tiempo, y con ayuda de un detector digital de

metales *Bosch GMS 120*, se advirtió la presencia de varios tipos de metal. Entre las juntas, se apreciaban unas piezas metálicas que unían las alas a los omóplatos a modo de espigas de ensamblaje [figura 3c].

Para ello, se precisó de una sierra de sable eléctrica con hoja de metal para cortarlas. Después de separar las alas, se apreció un avanzado estado de oxidación de las piezas metálicas de hierro, siendo mayor el deterioro en las piezas sujetas a la espalda de la escultura [figura 4a]. El contacto hierro-plomo en presencia de humedad, ésta acumulada en las grandes grietas a lo largo de los años, ha desencadenado el proceso de pila de corrosión (Bard y Faulkner 2001). En este sentido, el metal hierro oxidado ha aumentado de volumen y ha generado tensiones, a modo de cuña, con el consiguiente agrietamiento del material pétreo.

Durante todo el proceso de intervención inicial se dedicó especial atención a la aspiración y limpieza de la suciedad. En las zonas de grietas, se aplicó aire a presión extrayendo el polvo y los restos de óxidos para así facilitar el acceso del material de inyección y rejuntado en la siguiente fase de tratamiento. Las piezas metálicas de hierro oxidadas que quedaban retenidas en el soporte pétreo se retiraron mediante micromotor de corte y pequeñas puntas de diamante hasta la eliminación completa del óxido del interior del material pétreo [figura 4b-e].

b) Limpieza fisicoquímica y biológica

El material pétreo del panteón se sometió a un exhaustivo proceso de limpieza con el fin de recuperar el aspecto visual y estético del conjunto escultórico. Para ello, se realizaron una serie de análisis fisicoquímicos no invasivos tanto antes como después de la intervención (pipeta Karsten, peeling test, medidas de pH y conductividad) con el objetivo de guiar todo el proceso y, al mismo tiempo, evaluar la eficacia y compatibilidad de los materiales empleados con respecto al soporte pétreo. En este sentido, los resultados obtenidos acerca del nivel de desagregación (ensayo peeling test según Drdácý *et al.* 2012) y de la capacidad de absorción de agua en las zonas más dañadas (UNE-EN 16302:2016), exhibieron valores razonablemente bajos, siendo la cantidad de agua absorbida por unidad de tiempo de $0,7 \text{ ml/cm}^2 (\pm 0,2 \text{ ml/cm}^2)$ y valores de desprendimiento superficial de $0,1 \text{ g/cm}^2 (\pm 0,03 \text{ g/cm}^2)$. De igual modo, se realizaron pruebas de detección de sales (UNE-EN 16455:2016) tanto en las zonas que no presentaban daños como en las que se apreciaba desagregación sacaroidea, obteniéndose valores de conductividad mínimos en el conjunto de muestras de entre 56-148 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$; así como, un control de pH (UNE-EN 1262:2004 y tiras papel tornasol STEP Systems) que exhibió unos valores de pH moderadamente ácidos, entre 5 y 6,5 unidades ($21 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$). Dichos resultados se asociaron a lavados continuos y a la deposición de partículas de contaminación ambiental.



Figura 3 (a-c).- Sistema de arriostado de las alas de la figura del Ángel durante la fase de desmontaje. a) Vista trasera de la pieza donde se observa el sistema de sujeción telescópico y móvil, instalado de modo independiente, permitiendo la retirada controlada y selectiva de las alas; b) Grietas de considerable grosor tras la retirada del mortero de rejuntado y, c) Espiga metálica empleada, en origen, como elemento de ensamble de las alas a los omóplatos del Ángel.



Figura 4 (a-e).- Parte de la espalda de la figura del Ángel tras la retirada de las alas. a) Vista general donde se aprecian las espigas metálicas de ensamble originales y gravemente oxidadas; b) Zona resultante tras la retirada de las piezas metálicas y restos de morteros; c) Aspecto final tras la limpieza y retirada de restos de óxidos y morteros; d-e) Vista de los huecos y/o cajas de unión donde se aprecia el nivel de ruptura interna desarrollada por la acción de las espigas metálicas deterioradas, casi llevando a la pieza a su desmembramiento.

Con estos datos iniciales, el tratamiento se llevó a cabo empleando diferentes sistemas de limpieza teniendo en cuenta la presencia de zonas con mayor y menor degradación. En primer lugar, la limpieza en seco se reservó para la eliminación de la suciedad superficial no adherida con la ayuda de pinceles de fibra vegetal y aspiración controlada.

A continuación, y dada la película de polvo arcilloso adherida a la superficie sacaroidea, así como la presencia de una película de microorganismos y zonas de costra negra de sulfatación, se realizaron una serie de pruebas previas que atendieron a los principios de eficacia, no toxicidad y economicidad.

En este sentido, y dada la casuística de deterioro, los resultados previos obtenidos de la observación macroscópica de la superficie del pétreo tras pruebas preparadas mediante apósitos acuosos, sales de bicarbonato y carbónico (3-5%) y tensoactivos no aniónicos (Tween 20, 3%), con tiempos de actuación cortos (30-180 min), determinaron una limpieza química

en dos direcciones. Por un lado, con el objetivo de actuar en la costra negra de sulfatación y en el polvo ambiental depositado, se preparó la *Papeta AB57* modificada a un pH de 7,5 (1000 cc de *agua desionizada*, 30 g de *carbonato de amonio*, 25 g de *EDTA bi*, y 10 cc de *biocida BFA*); y una disolución de *bicarbonato de amonio* con *agua destilada* al 3% (p/v), respectivamente. Todo ello, se aplicó mediante apósitos de pulpa de celulosa Arboce!® BC1000 (CTS) con tiempos de actuación en torno a 60-120 min, con humectación previa y posterior aclarado de la superficie con apósitos humedecidos con agua destilada y cepillado con fibras vegetales evitando la retención de residuos en el sistema poroso [figura 5]. Por otro lado, para la película de origen biológico, se testaron tres tipos de biocidas (*Biotin T* de CTS - sal de amonio cuaternario, al 3% en agua; *Biodocarb* de Kremer Pigmente -3-yodopropargilo n-butilcarbamato, al 0,5% en agua; y, BFA de Remmers - solución acuosa de isotiazolinona) comúnmente usados en el ámbito de la restauración de materiales pétreos (Mas-Barberà *et al.* 2017). Los biocidas fueron aplicados a pincel y mediante apósitos de pulpa de celulosa Arboce! BC100, posterior remoción



Figura 5 (a-e).- Fase de limpieza química de la suciedad ambiental localizada en las piezas de las alas. a) Aplicación de la disolución química mediante apósitos de celulosa; b-c) Remoción de depósitos reblandecidos mediante cepillado y nivel de limpieza obtenido; d) Aclarado de la superficie con apósitos humedecidos con agua destilada, e) Estado final tras la limpieza y secado en el ambiente de la pieza.



Figura 6 (a-c).- Fase de limpieza química de la película biogénica localizada en la parte trasera del ángel. a) Aplicación de la disolución biocida mediante apósitos de celulosa; b) Estado del soporte tras la actuación del producto biocida sobre los microorganismos, remoción de depósitos mediante cepillado y agua destilada; c) Estado final de la zona de los omóplatos de la pieza tras la limpieza y secado en ambiente.

con cepillos de fibras vegetales y agua destilada, y con tiempos de actuación entre 120-180 min. La observación macroscópica de la superficie del soporte pétreo exhibió mejores resultados, en cuanto al grado de eficacia en un menor tiempo de aplicación, pH y permanencia de residuo biocida en superficie, con el empleo del *biocida BFA* [figura 6]. Tras la limpieza integral, la humedad del soporte fue controlada con sonda de superficie *Testo* para así proporcionar la inocuidad óptima de cara a la siguiente fase de consolidación.

c) Consolidación

Esta fase del tratamiento se centró en la aplicación de un producto consolidante en las zonas con disgregación sacaroidea de modo que mejorase la cohesión intergranular con respecto a las zonas sanas del sustrato (Wheeler 2005; Sassoni *et al.* 2015, Sierra-Fernández *et al.* 2017). Concretamente, se prestó mayor atención en la parte media superior de la figura correspondiente a la cabeza y ambos brazos, y a la zona de ornamentación. Los ensayos previos realizados con Tecnadis SOLIDUS de TECNAN, aplicado en seis zonas disgregadas, arrojaron resultados de permeabilidad al agua de lluvia ($0,3 \text{ ml/cm}^2 \pm 0,1$), variación de color total ($\Delta E^* < 3,87$ unidades, $\pm 0,54$ a 28 días) y valores del ensayo de peeling test ($< 0,02 \text{ g/cm}^2 \pm 0,01$) altamente satisfactorios. Se trata de una solución a base de silicato de etilo y disolvente isopropanol. El producto fue aplicado a brocha (una única aplicación) y, mediante apósitos de pulpa de celulosa (24 horas) y, finalmente, se cubrió con un film transparente de polipropileno para minimizar la evaporación, con un período necesario de reposo de 7 días.

d) Tratamiento del volumen. Cosidos y sellados. Montaje de las alas

Esta fase de tratamiento fue la más compleja y delicada de todo el proceso integral de restauración del panteón. Tras la limpieza de la zona de ensamblaje de las alas y la retirada de morteros de rejuntado previos, se percibieron grietas de diversa amplitud (0,1 mm a 25 mm) que cruzaban toda la espalda y se extendían, de modo radial, a zonas del tronco y cuello-pecho, hecho que preocupaba por un posible desmembramiento de la pieza. Para acometer el tratamiento, se plantearon tres fases bien diferenciadas y consecutivas que vienen descritas a continuación: 1) Sellado de grietas, inyección y cosido, 2) Desarrollo de espigas híbridas, 3) Ensamblaje a doble caja y espiga, y montaje.

1) Sellado de grietas, inyección y cosido

Una vez se determinó el alcance de las grietas, se realizó un primer sellado parcial dejando varias zonas de entrada que facilitarían la inyección de la sustancia en el interior de las cavidades (Rahbar *et al.* 2010; Mas-Barberà y Durenz 2011; Ting Tan *et al.* 2011; Chmielewski y Kruszka 2015).

El mortero de sellado se preparó con un conglomerante inorgánico *Ledan C30* de Tecno Edile Toscana. Como carga se empleó un polvo cuyo componente era el carbonato cálcico (tamaño partícula 0-0,3 mm), en una dosificación 1:3 (conglomerante: carga). Este mortero fue coloreado en masa, con un añadido del 0,25% de pigmentos inorgánicos (tierras y óxidos de hierro), consiguiendo así el tono más acorde con la piedra (Kröner *et al.* 2010) [figura 7a].

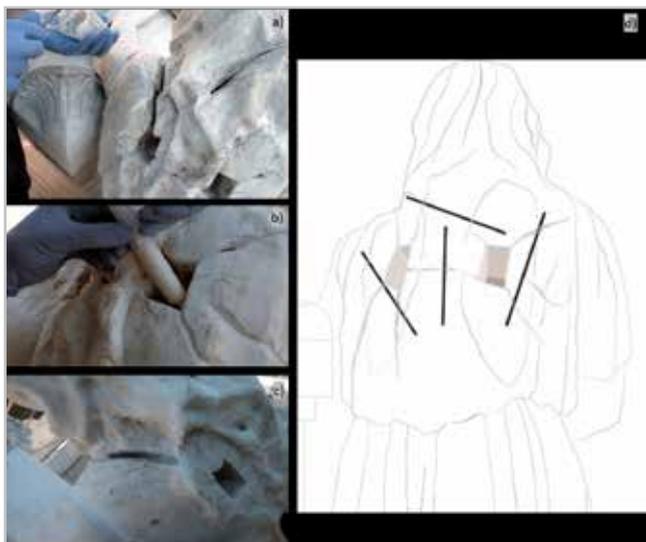


Figura 7 (a-d).- Fase de tratamiento del volumen. a) Primera etapa de sellado de grietas mediante un mortero inorgánico cerrando las aberturas en superficie; b) Inyección del mortero orgánico entre las cavidades de las grietas hasta su total colmatado; c) Zona del omóplato intervenido con mortero inorgánico a nivel de la superficie y, zona superior del hombro, donde se observa el mortero de inyección por debajo del nivel de la superficie (20 mm) a falta de sellar con mortero inorgánico; d) Dibujo donde se representan las zonas de inserción de las espigas de fibra de vidrio para el cosido estructural.

Posteriormente, y previo a la inyección, se dio en las zonas internas y accesibles de las grietas una aplicación de una disolución de *Paraloid B-72* con acetona al 3% (p/v) con el objetivo de evitar la percolación y aparición de manchas en superficie.

Para la sustancia de inyección se eligió una resina termoestable, epoxi *Epo 150* de CTS aditivada con polvo de carbonato cálcico (0-0,15 mm), en una dosificación 1:1 (conglomerante: carga) y aplicada a 20 mm aproximadamente de la superficie [figura 7b]. La preparación y uso de este tipo de mortero de matriz orgánica permitió rellenar y reforzar el pétreo agrietado y, a su vez, desarrollar un sistema de encapsulado de los fragmentos de metal de hierro retenidos entre las profundas grietas de la obra (figura 4). Este tipo de mortero mitiga la aparición de posibles deterioros en presencia de metal y humedad (Roig-Salom *et al.* 2003; Mas-Barberà 2006; Kröner *et al.* 2010). Tras el endurecimiento de este mortero de inyección, se reconstruyó la junta restante hasta la superficie de la pieza mediante el empleo de mortero de matriz inorgánica, descrito anteriormente [figura 7c].

Finalmente, se llevó a cabo un cosido estructural realizado a partir de taladros y varillas de fibra de vidrio (4 unidades, 10 mm diámetro, longitud 30-40 cm) insertadas y embebidas con adhesivo epoxi *Epo 150* de CTS, de modo que el soporte pétreo resultara reforzado en todas sus partes de cara al montaje de las alas [figura 7d]. Este proceso mínimamente invasivo mejoró el comportamiento mecánico y la estabilidad estructural de la pieza.

2) Desarrollo de espigas híbridas piedra-fibra de vidrio

Este proceso se centró en el diseño de un nuevo sistema de espigas que se ajustara a los huecos y/o cajas de ensamblaje localizadas en los omóplatos de la figura y en la base de las alas. Durante el proceso, se barajaron diferentes alternativas de espiga, pero finalmente se decidió usar un sistema que fuera reversible, compatible con el soporte pétreo y fiable mecánicamente (Berge *et al.* 2009; Kourkoulis y Pasiou 2009; Rahbar *et al.* 2010; Ting Tan *et al.* 2011; Mas-Barberà y Duréndez 2011; Kourkoulis *et al.* 2012; Michel *et al.* 2012; Righetti *et al.* 2015; Chmielewski y Kruska 2015; Rosewitz *et al.* 2016; Abdullah y Abdul Kadir 2016). En definitiva, se trataba de plantear una alternativa respecto a los refuerzos convencionales donde se emplean espigas y adhesivos termoestables de un modo permanente.

Para conseguir tal resultado, se desarrolló de modo inédito un sistema de espigas híbrido formado por varillas de fibra de vidrio, corrugadas y embutidas en piedra natural. Previamente y para verificar la viabilidad del sistema, se prepararon en laboratorio 8 probetas de 16 x 4 x 4 cm (imágenes figura 8 y, de acuerdo con la figura 9b-d) que fueron sometidas a ensayo de flexión a tres puntos (luz 100 mm y entalla 3,6 mm), con control por desplazamiento, monitorizando la flecha y la apertura de fisura (Crack Mouth Opening Displacement -CMOD). El sistema se justifica mediante este ensayo dado que el punto de unión de las alas con el cuerpo del ángel está sometido fundamentalmente a momentos flectores originados por el propio peso de las alas (dirección perpendicular de espiga, color azul) y el empuje del viento en la superficie alar (dirección normal de espiga, color rojo). En este sentido, se realizaron 4 ensayos en cada una de las direcciones para dar validez al posicionamiento de las barras de fibras de vidrio dentro de la espiga de unión.

Tal y como se aprecia en la figura 8, ambos posicionamientos de las espigas ensayados son óptimos, alcanzando resistencias máximas similares 14,68 kN (perpendicular) y 18,94 kN (normal). La deformación medida en centro de vano por la flecha es similar 0,78 mm (perpendicular) y 0,82 mm (normal). En referencia a la apertura de fisura (CMOD), es menor en el sentido perpendicular por la inercia de las barras debido a su posicionamiento. Los resultados mecánicos señalan el excelente comportamiento en las dos direcciones frente a los esfuerzos de peso y viento.

A partir de los resultados de laboratorio, fue necesario adaptar el sistema a la forma de la nueva espiga que ocuparía el espacio de ensamblaje. El sistema se resolvió sacando una impronta por apretón de plastilina de las zonas de unión y ensamblaje. Con ello, se lograba reproducir los huecos y extraer la forma de la nueva espiga. Este proceso de prototipado rápido se realizó, por un lado, con ayuda de plastilina para la impronta y el modelo de la espiga; y, por otro lado, con yeso Alamo 70 para el molde [figura 9a]. Posteriormente, y a partir de los dos modelos de

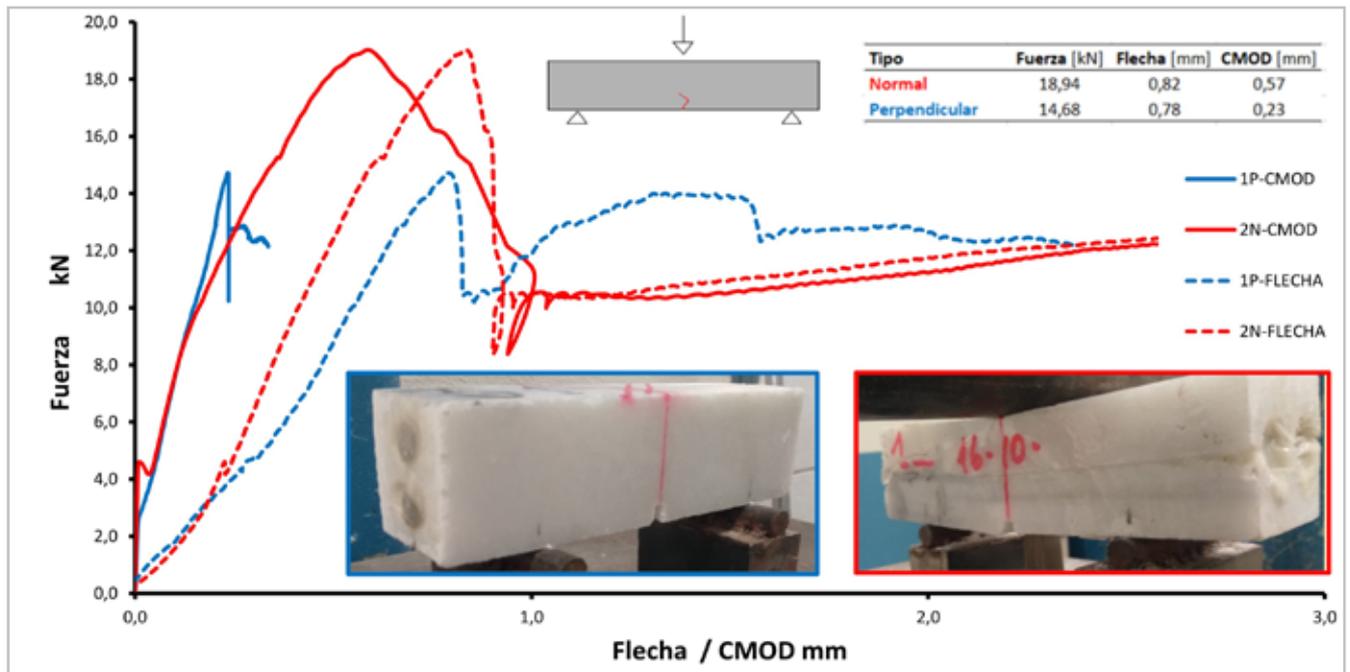


Figura 8.- Gráficas Fuerza – flecha /apertura de fisura (CMOD) en la dirección de las espigas perpendicular y normal, en el ensayo a flexión.

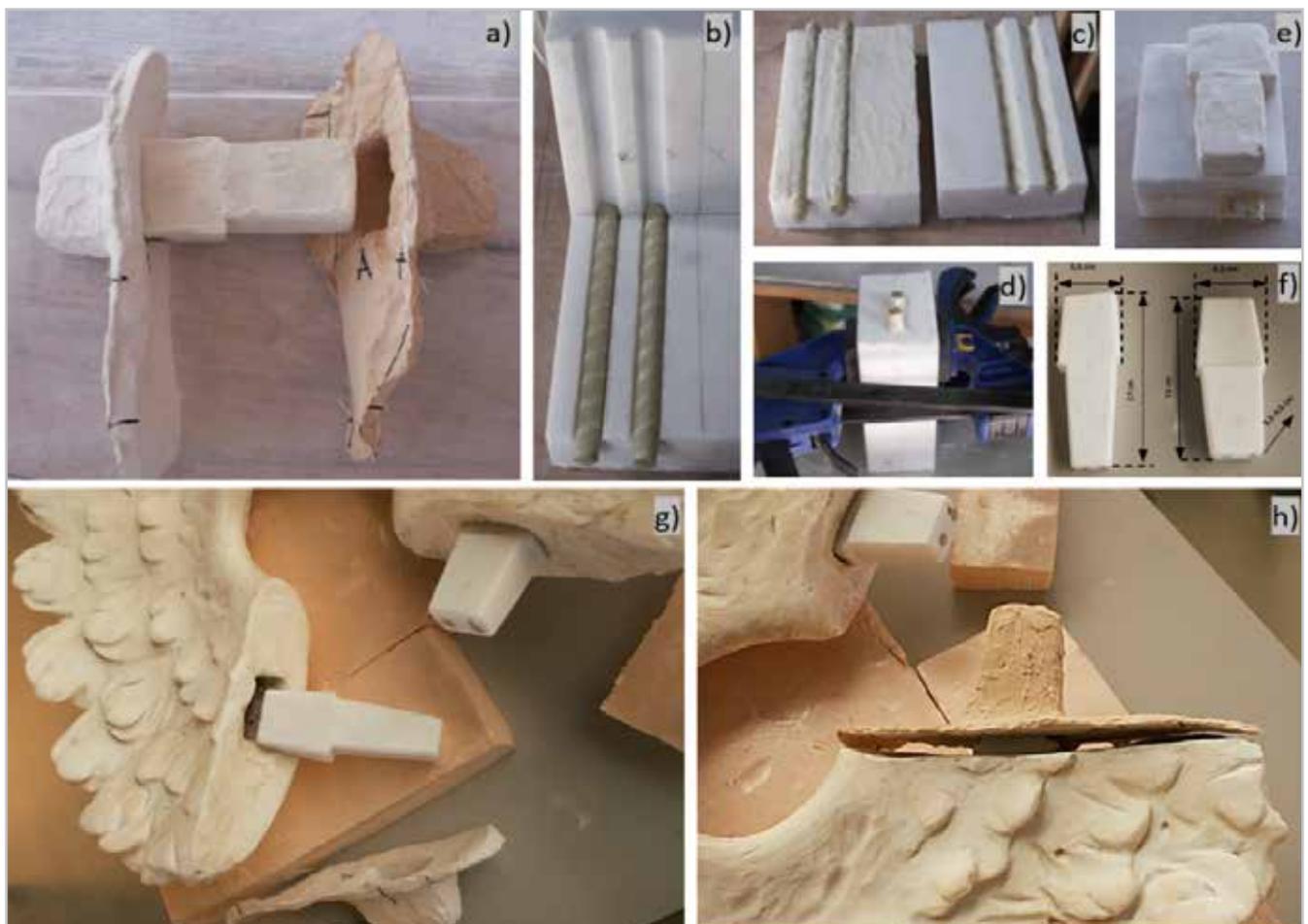


Figura 9 (a-h)- Etapa de desarrollo de las espigas híbridas reforzadas. a) Vista general del modelo de espiga obtenido con plastilina a partir de la caja de ensamblaje omóplato-base del ala, previamente moldeada; b) Losas de mármol de Macael acanaladas y varillas de fibra corrugadas; c) Aplicación de resina epoxi en ambas caras de las losas resultando las espigas embutidas en el seno del pétreo; d) Engatillado de las losas confiriéndose una adhesión óptima; e) Modelo de espiga y bloque de material pétreo con las varillas embutidas preparado para su talla; f) Espigas obtenidas tras el tallado de las piezas de material pétreo; g) Vista general de las alas con sus respectivas espigas híbridas; h) Vista de detalle de la espiga encajada en el ala y el molde de la caja correspondiente a la zona del omóplato del ángel.



Figura 10 (a-e).- Sistema de doble caja y espiga desarrollado en la figura del ángel. a) Detalle de la realización del cajeadado y ajuste de la espiga en la cavidad; b) Sellado de las juntas de las espigas con mortero inorgánico e inserción de cánulas para posterior inyección de mortero orgánico; c) Cavidades donde se alojan las espigas una vez realizado el cajeadado óptimo; d) Detalle de una de las espigas ajustada a la caja de ensamble del ala; e) Montaje definitivo de las alas sin empleo de adhesivos y totalmente reversible.



Figura 11 (a-b).-Vista parcial del Panteón de la familia Pau-Simó una vez finalizada la intervención. a) Vista frontal del ángel tras el proceso de hidrofugación; b) Detalle de la parte trasera del ángel donde se aprecia el tratamiento desarrollado.

espiga dispuestos, se tallaron las formas sobre dos piezas de mármol de Macael en las cuales se les había embutido previamente dos varillas de fibra de vidrio corrugadas de 12 mm de diámetro [figura 9b-f]. Las espigas fueron talladas en forma de pirámide truncada en sus dos extremos de modo que fueran fácilmente reversibles en los huecos del ensamblaje [figura 9g-h].

3) Ensamblaje con sistema de doble caja y espiga híbrida, y montaje

El método de ensamblaje que finalmente se materializó fue el sistema de doble caja y espiga, en el cual las espigas de las alas se alojarían en los huecos y/o cajas de la figura y viceversa. El resultado buscado debía corresponderse con un procedimiento reversible y estable. Para ello, las espigas híbridas se comprobaron in situ uniendo las alas a la figura del ángel.

Primero, se ajustaron las espigas al hueco de la caja de la figura y, posteriormente, se hizo lo mismo con las alas. El proceso consistió en embutir las espigas en los huecos de la figura, embebiéndolas con el mortero de inyección termoestable descrito anteriormente, y protegiéndolas con film de polipropileno para evitar que quedaran pegadas [figura 10a-c]. Tras su endurecimiento, se repitió el mismo proceso de ajuste con las cajas y/o huecos de las alas. El ángulo de inclinación y el ajuste óptimo de las alas a la figura del ángel fue posible gracias a la rigurosa exactitud que proporcionaron los moldes obtenidos en fases previas [figura 9a].

Posteriormente, solo quedó insertar las espigas en los huecos y/o cajas en los omóplatos, colocar las alas y sellar la junta con mortero inorgánico conforme al resto de reconstrucciones. Este procedimiento exento de adhesivos proporcionó una solución segura, estable y reversible [figura 10d-e].

e) Protección

Tratándose de un monumento expuesto a la intemperie y teniendo en cuenta la casuística analizada, la fase de protección se hizo necesaria e imprescindible dados los agentes medioambientales y patógenos del lugar. El tratamiento hidrófugo debía reducir la penetración del agua líquida y la deposición de polvo ambiental en el interior del pétreo y, a su vez, mantener la transpiración a través del sistema poroso (Wheeler 2005; García y Málaga 2012). Con el fin de combinar adecuadamente el tratamiento protector con el proceso de consolidación, se seleccionó el producto *AQUASHIELD Ultimate* de TECNAN, producto basado en nanopartículas con altas prestaciones. Los resultados de las pruebas de permeabilidad al agua de lluvia ($\leq 0,1$ ml/cm²), variación de color total ($\Delta E^* < 2,97$ unidades $\pm 1,06$, a 30 días) y tensión superficial (ángulo de contacto estático $\geq 127^\circ$) demostraron una gran efectividad del producto. Se aplicó con brocha y en una única mano. La figura 11 muestra el estado final tras la intervención del ángel alado y los ornamentos.

f) Mantenimiento y conservación preventiva

Las actuaciones de mantenimiento y conservación preventiva tienen por objeto controlar y frenar los factores extrínsecos e intrínsecos de deterioro, así como mantener la eficacia de los resultados obtenidos tras la intervención. En este sentido y, conforme dictamina la Carta del Restauo de 1987, el proceso requería un «conjunto de actuaciones programáticamente recurrentes, encaminadas a mantener el objeto de interés cultural en condiciones óptimas de integridad y funcionalidad, especialmente después de que hayan sufrido intervenciones de conservación y/o restauración».

Por tanto, la programación y ejecución de ciclos regulares de mantenimiento y de control del estado de conservación del Panteón Pau-Simó eran la única garantía para que la prevención fuera óptima y apropiada. Las actuaciones de mantenimiento que se debían seguir en la figura del ángel y, en el conjunto del panteón, se concretaron en: a) Supervisión semestral durante el primer año y medio con el fin de confirmar la idoneidad del tratamiento de consolidación, morteros e hidrofugación; b) Retirada trimestral y/o semestral de restos vegetales (pinocha, hojas secas y derivados) mediante escoba de cerdas suaves evitando depósitos y humedades en el soporte pétreo. Revisar y evitar la obturación de los tubos de desagüe; c) Limpieza superficial del soporte pétreo (polvo y depósitos varios) mediante aspiración controlada una vez al año; d) Limpieza mediante cepillado con agua destilada en zonas de manchas de origen inorgánico (arcillas) y orgánico (palominos y otros) una vez al año; e) Determinación del nivel de agregación del soporte pétreo cada dos años, y en caso necesario, aplicación de un producto consolidante de manera selectiva; f) Revisión de la calidad de la protección del soporte pétreo mediante pipeta Karsten cada dos años, y aplicación de un producto hidrofugante en caso de valores superiores a 0,3 ml/cm² ($\pm 0,1$ ml/cm²). Estas recomendaciones de mantenimiento fueron planteadas de acuerdo con unos criterios de mínima intervención y respeto por los materiales originales de la obra.

Finalmente, se recomendó que todo el proceso de mantenimiento se llevara a cabo por personal competente y cualificado para ejecutar tareas en el ámbito de la conservación y la restauración de materiales pétreos, y que dicha supervisión quedara recogida en un informe de mantenimiento del propio panteón.

Conclusiones

En la actualidad los cementerios se han convertido en grandes contenedores de obras de arte al aire libre con un importante valor histórico y patrimonial que deben ser conservados con unos principios técnicos y metodológicos de conservación y restauración. En el caso objeto de estudio, el escaso mantenimiento y la falta de medidas de conservación fueron los detonantes para que el

sistema de unión original alas-omóplatos se deteriorase comprometiéndose la estabilidad estructural de la obra.

Las espigas de ensamblaje originales, formadas por pernos de hierro embutidos en plomo y la presencia de humedad acumulada en las grietas durante años, desencadenaron el proceso de pila de corrosión del hierro. Para el desmontaje de las alas, se diseñaron dos estructuras telescópicas y móviles que las sujetaban y permitían su manipulación de manera meticulosa.

Diversos sistemas de limpieza fueron testados de acuerdo con el tipo de deterioro. La limpieza en seco se reservó para la eliminación de la suciedad superficial no adherida mientras que la presencia de la película de microorganismos y costra negra de sulfatación atendió a los principios de eficacia, no toxicidad y economicidad, empleándose para ello la *Papeta AB57* modificada a un pH 7,5 y una disolución de *bicarbonato de amonio* con *agua destilada* al 3% (p/v), mediante apósitos de pulpa de celulosa Arbocel® BC1000. Por otro lado, el producto que mejores resultados exhibió en la retirada de la película de origen biológico fue el *bicida BFA*, dado su amplio espectro de acción, neutralidad y estabilidad.

En el proceso de consolidación se empleó *Tecnadis SOLIDUS*, de manera selectiva, en aquellas zonas que presentaban disgregación sacaroidea. De igual modo, se seleccionó el producto *AQUASHIELD Ultimate* con el propósito de combinar convenientemente el tratamiento protector con el proceso de consolidación. Se aplicó en la totalidad del panteón dada su exposición a la intemperie y ante un ambiente urbano contaminado.

La fase de tratamiento de volumen fue la más compleja de todo el proceso integral de restauración del panteón. En cuanto al sellado de grietas, la inyección y cosido, fueron varios los morteros preparados, tanto de matriz orgánica como inorgánica, de acuerdo con las propiedades del soporte pétreo. Asimismo, se desarrolló un sistema de espigas híbrido piedra-fibra de vidrio que, tras someterlo a ensayo a flexión, se demostró viable y óptimo. La espiga híbrida desarrollada es reversible, mínimamente invasiva y compatible con el soporte pétreo. Con relación al método preparado de ensamblaje a doble caja y espiga, resultó ser un procedimiento estable y una alternativa eficaz frente a los sistemas de unión permanentes.

Finalmente, se reivindica en este tipo de patrimonio funerario una programación de ciclos regulares de mantenimiento y control llevados a cabo por personal cualificado del ámbito de la conservación y la restauración de materiales pétreos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a todas aquellas personas e instituciones que han hecho posible el desarrollo de

este estudio e intervención, especialmente a D. Vicente Pau Vicent por haber confiado plenamente con el equipo de intervención; a D. Francisco Juan Vidal, arquitecto responsable, por compartir momentos emocionantes; a D. Eliseo Puig, responsable de la constructora Artel Restauración de Edificios S.L., por su perseverancia y, finalmente, a D. Fernando Garrigós y D. José Javier Aguado, dirección del Cementerio General de Valencia, por su inestimable gratitud y amabilidad.

Referencias

ABDULLAH, A. H. Y ABDUL KADIR, M. R. (2016). "NSM FRP reinforcement for strengthening reinforced concrete beams-overview", *ZANCO Journal of Pure and Applied Sciences*, The official scientific journal of Salahaddin University-Erbil, ZJPAS 28 (2); s178-200.

AENOR (2016). UNE-EN 16455:2016. *Conservación del patrimonio cultural. Extracción y determinación de sales solubles en la piedra natural y materiales afines utilizados en patrimonio cultural*. Comité técnico AEN/CTN 41. Madrid, España.

AENOR (2016). UNE-EN 16302:2016. *Conservación de patrimonio cultural. Método de ensayo. Medición de la absorción de agua por el método de la pipeta*. Comité técnico AEN/CTN 41. Madrid, España.

AENOR (2011). UNE-EN 15886:2011. *Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Medición del color de superficies*. Madrid, España.

AENOR (2010). UNE-EN 15802:2010. *Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Determinación del ángulo de contacto estático*. Madrid, España.

AENOR (2007). UNE-EN 14651:2007+A1. *Método de ensayo para hormigón con fibras metálicas. Determinación de la resistencia a la tracción por flexión (límite de proporcionalidad -LOP, resistencia residual)*. Comité técnico AEN/CTN 127. Madrid, España.

AENOR (2004). UNE-EN 1262:2004. *Agentes de superficie. Determinación del valor del pH en disoluciones o dispersiones*. Comité técnico AEN/CTN 55B. Madrid, España.

AKOGLU, K. G.; KOTOULA, E.; SIMON, S. (2020). "Combined use of ultrasonic pulse velocity (UPV) testing and digital technologies: A model for long-term condition monitoring memorials in historic Grove Street Cemetery", *New Haven, Journal of Cultural Heritage*, 41:84-95, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.07.015>.

ARIÈS, Ph. (1983). *El hombre ante la muerte*. Madrid: Taurus, 441-445.

BARD, A. J.; FAULKNER, R. F., (2001). *Electrochemical methods: fundamentals and applications*. 2nd ed.; John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ.

- BERGE, B.; BUTTERS, C.; HENLEY, F. (2009). *Chapter 17 - Fixings and connections*, Editor(s): Bjørn Berge, Chris Butters, Filip Henley, *The Ecology of Building Materials* (Second Edition), Architectural Press, 369-380, <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-537-1.00017-2>.
- CASTELNUOVO, E. (1992). *Niveo de Marmore. L'uso artistico del marmo di Carrara dall'XI al XV secolo Edizioni Colombo*, Genova.
- CATALÁ, M.A. (2007). *El Cementerio General de Valencia. Historia, Arte y Arquitectura 1807-2007*. L'Imprenta CG., Valencia.
- CARTA DE CRACOVIA (2000). "Principios para la conservación y restauración del patrimonio construido". https://www.researchgate.net/publication/272563225_CARTA_DE_CRACOVIA_2000_PRINCIPIOS_PARA_LA_CONSERVACION_Y_RESTAURACION_DEL_PATRIMONIO_CONSTRUIDO. [consulta: 01/02/2021].
- CHMIELEWSKI, R. y KRUSZKA, L. (2015). "Application of selected modern technology systems to strengthen the damaged masonry dome of historical St. Anna's Church in Wilanów (Poland)", *Case Studies in Construction Materials*, 3: 92-101, ISSN 2214-5095, <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2015.08.001>.
- DRDÁCKÝ, M., LESÁK, J., y RESCIC, S. et al. (2012). "Standardization of peeling tests for assessing the cohesion and consolidation characteristics of historic stone surfaces", *Mater Struct* 45: 505–520 <https://doi.org/10.1617/s11527-011-9778-x>
- ESCRIVÁ, F. (2015). *Nuevos museos y nuevas tecnologías: una propuesta de musealización para el Cementerio General de Valencia*, 107.
- GARCÍA, O. y MALAGA, K. (2012). "Definition of the procedure to determine the suitability and durability of an anti-graffiti product for application on cultural heritage porous materials", *J. Cult. Herit.*, 13: 77-82.
- GROSSI, C.; ESBERT, R.; DÍAZ-PACHE, F.; ALONSO, F. (2003). "Soiling of building stones in urban environments", *Build. Environ.*, 38: 147-159.
- GUIAMET, P., CRESPO, M.; LAVIN, P.; PONCE, B.; GAYLARDE, C.; GÓMEZ DE SARAVIA, S. (2013). "Biodeterioration of funeral sculptures in La Recoleta Cemetery, Buenos Aires, Argentina: Pre- and post-intervention studies", *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 101: 337-342, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2012.06.025>.
- ICOMOS-ISCS. (2008). *Illustrated Glossary on Stone Deterioration Patterns*.
- IMM (Internazionale marmi e macchine) (2010). *The Tuscan marble identities*, Signa (FI).
- KOCH, A., SIEGSMUND, S. (2004). "The combined effect of moisture and temperature on the anomalous expansion behaviour of marble", *Environ. Geol.*, 46: 350-363.
- KOURKOULIS, S. K. y PASIOU, E. D. (2009). "Epistyles Connected with "I" Connectors Under Pure Shear". *Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics*, 2: 81-99.
- KOURKOULIS, S.; PANAGIOTOPOULOU, V.; GANNIARI-PAPAGEORGIOU, E. (2012). "The role of the fracture plane's inclination in the restoration of marble epistyles". *Journal of Cultural Heritage* 13: 426–436.
- KRÖNER, SU.; MAS BARBERÀ, X.; DOMENECH CARBO, MT. (2010). "Evaluation of the efficiency of resin bound mortars in the ambit of stone restoration". *Arché.* (4-5): 173-178. <http://hdl.handle.net/10251/31802>
- KRÖNER, S. U.; DOMENECH CARBO, MT.; MAS-BARBERÀ, X. (2010). "Hydraulic lime mortar in the ambit of stone restoration: evaluation of applicability". *Arché.* (4-5):181-188. <http://hdl.handle.net/10251/30750>
- MAS BARBERÀ, X. (2006). *Estudio y caracterización de morteros compuestos, para su aplicación en intervenciones de sellados, reposiciones y réplicas, de elementos pétreos escultórico-ornamentales* [Tesis doctoral publicada]. Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/1941>
- MAS-BARBERÀ, X., & DURÉNDEZ HERNÁNDEZ, M. (2011). "La restauración en situaciones límite de pérdida estructural. La imponente pila bautismal renacentista de la Iglesia de Santa María de Ontinyent (Valencia)". *Ge-Conservacion*, 2: 113-128. <https://doi.org/10.37558/gec.v2i2.45>
- MAS-BARBERÀ, X.; KRÖNER, S.U.G.; ALBIOL IBÁÑEZ, JR.; RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, MA. (2017). "Intervención de la escultura de la mare de déu dels deseparats y pedestal del escultor silvestre d'Edeta, la Pobra Llarga (Valencia)". *Arché.* (11 - 12): 119-130. <http://hdl.handle.net/10251/101286>
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE (2013). *Proyecto COREMANS: Criterios de intervención en materiales pétreos* Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Secretaría General Técnica, Subdirección General de Documentación y Publicación. <<https://goo.gl/PWU56f>> [Consulta: 2017-07-26].
- MICHEL, L.; PHI DO, D.; HOXHA, D.; COIGNARD, B.; BRUNETAUD, X.; AL MUKHTAR, M. (2012). "Numerical study of the stability of restoring damaged sculpture". En *12th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone*, Columbia University, New York.
- RAHBAR, N.; JORJANI, M.; RICCARDELLI, C.; WHEELER, G.; YAKUB, I.; TING TAN; SOBOYEJO, W.O. (2010). "Mixed mode fracture of marble/adhesive interfaces", *Materials Science and Engineering: A*, 527: 4939-4946. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2010.04.029>.
- RIEGERT, M. y TURKINGTON, A. (2003). "Setting stone decay in a cultural context: conservation at the African Cemetery No. 2", Lexington, Kentucky, USA, *Building and Environment*, 38: 1105-1111. [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(03\)00087-8](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(03)00087-8).

RIGHETTI, L.; CORRADI, M; BORRI A. (2015). "Basalt FRP spike repairing of wood beams". *Fibers*. 3(3): 323-337. <https://doi.org/10.3390/fb3030323>

RODRIGO, C. (2014). "Monumentos funerarios en Valencia". En: *El mundo de los difuntos: culto, cofradías y tradiciones San Lorenzo del Escorial*, 1: 511-524, Disponible en: <<https://goo.gl/G2ffdr>> [Consulta: 2017-07-26].

ROIG-SALOM, JL., DOMÉNECH-CARBÓ, MT., DE LA CRUZ-CAÑIZARES, J. ET AL. (2003). "SEM/EDX and vis spectroscopy study of the stability of resin-bound mortars used for casting replicas and filling missing parts of historic stone fountains". *Anal Bioanal Chem* 375: 1176-1181 <https://doi.org/10.1007/s00216-003-1826-0>.

ROSEWITZ, J.; MUIR, C.; RICCARDELLI, C.; RAHBAR, N.; WHEELER, G. (2016). "A multimodal study of pinning selection for restoration of a historic statue". *Materials & Design*, 98: 294-304. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2016.03.004>.

SASSONI, E.; GRAZIANI, G.; FRANZONI, E. (2015). "Repair of sugaring marble by ammonium phosphate: Comparison with ethyl silicate and ammonium oxalate and pilot application to historic artifact". *Materials & Design*, 88: 1145-1157. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.09.101>.

SCESI, L.; PAPINI, M.; GATTINONI, P. (2006). *Geologia applicata, il rilevamento geologico-tecnico*, vol. 1, Editrice Ambrosiana, II edizione.

SIEGSMUND, S., ULLEMEYER, K., WEISS, T. ET AL. (2000). "Physical weathering of marbles caused by anisotropic thermal expansion". *Int. Journ Earth Sciences* 89: 170-182. <https://doi.org/10.1007/s005310050324>

SIEGSMUND, S., RÜDRICH, J., KOCH, A. (2008). "Marble bowing: comparative studies of different public building facades". En *Monumental Future: Climate Change, Air Pollution, Stone Decay and Conservation, Environmental Geology*, 56: 473-494.

SIEGSMUND, S.; KRACKE, T.; RUEDRICH, J.; SCHWARZBURG, R. (2010). "Jewish cemetery in Hamburg Altona (Germany): State of marble deterioration and provenance". *Engineering Geology*, 115(3-4): 200-208. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2009.07.008>.

SIERRA-FERNANDEZ, A., GOMEZ-VILLALBA, L. S., RABANAL, M. E. y FORT, R. (2017). "New nanomaterials for applications in conservation and restoration of stony materials: A review". *Materiales de Construcción*, 67(325): e107. <https://doi.org/10.3989/mc.2017.07616>.

SOLAZ, R. (2007). "Museo del Silencio, rutas guiadas por el Cementerio General de Valencia". <https://museodelsilencio.com/> [Consulta: 2017-07-31].

TING TAN; RAHBAR, N.; BUONO, A.; WHEELER, G.; SOBOYEJO, W. (2011). "Sub-critical crack growth in adhesive/marble interfaces",

Materials Science and Engineering: A, 528(10-11): 3697-3704. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2011.01.001>.

WEISS, T., SIEGSMUND, S., FULLER, E. (2003). "Thermal degradation of marbles: Indications from finite element modelling". *Build. Environ.*, 38: 1251-1260.

WHEELER, G. (2005). *Alkoxysilanes and the Consolidation of Stone*. The Getty Conservation Institute, Los Angeles.

Autor/es



Nemesio Canet Company
info@nemecanet.com
Conservador-restaurador/Escultor

Graduado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales, en la especialidad de c+r de Escultura y Arqueología, por la Universitat Politècnica de València, en 2017. Técnico Superior de Artes plásticas y Diseño en Artes Aplicadas a la Escultura por la Escuela de Arte y Superior de Diseño de Valencia y, escultor al que avalan años de experiencia en el sector de la piedra tallada, el mármol y el barro, discípulo del escultor valenciano Evarist Navarro.



Xavier Mas-Barberà
jamasbar@upvnet.upv.es
Facultad de Bellas Artes de la Universitat Politècnica de València (UPV)

Profesor catedrático de Universidad en el Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Facultad de Bellas Artes de la Universitat Politècnica de València (UPV). Investigador miembro del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio (IRP) de la UPV, en el Taller de C+R de Escultura y elementos Ornamentales. Participa en diversos contratos y proyectos de I+D+i y dirige diferentes proyectos de investigación desarrollando nuevas metodologías basadas en la aplicación de materiales y técnicas en los procesos de tratamiento y reproducción de obras de arte. La relevancia de estos trabajos queda patente en diversas publicaciones en revistas nacionales e internacionales, actas de congresos especializados y contribuciones a libros.



José R. Albiol-Ibáñez

joalib1@csa.upv.es

Ingeniería de Edificación de la Universitat
Politécnica de València (UPV)

Profesor Contratado Doctor en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la ETS de Ingeniería de Edificación de la Universitat Politècnica de València (UPV). Investigador miembro del Centro de Investigación de Tecnología de la Edificación (CITE). Participa en diversos contratos y proyectos de I+D+i y dirige diferentes proyectos de investigación desarrollando materiales avanzados en el campo de los hormigones, materiales compuestos, materiales reciclados y tecnologías de la impresión 3D en el sector de la construcción. La relevancia de estos trabajos queda patente en diversas publicaciones en revistas nacionales e internacionales, actas de congresos especializados y contribuciones a libros.

Artículo enviado el 23/06/2020

Artículo aceptado el 24/02/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i1.786>

Observando a través de los estratos: fotografía infrarroja transmitida (IRT) aplicada al estudio técnico y documental de pinturas sobre lienzo

Miquel Àngel Herrero-Cortell, Paola Artoni, Marta Raïch, Joan Aliaga, Isidro Puig

Resumen: El presente artículo versa sobre el uso de la fotografía infrarroja transmitida (IRT), una técnica todavía muy desconocida, pese a que paradójicamente aporta una información fundamental en el estudio y documentación de las pinturas sobre lienzo. A diferencia de la fotografía infrarroja (IR), esta técnica opera por transmisión y no por reflexión, por lo que ofrece imágenes transversales de todos los estratos de la obra. Fundamentalmente arroja evidencias sobre el diseño y la composición, visibilizando sus cambios; el método de ejecución empleado; pesquisas sobre los materiales; y evidencias del estado de conservación, pudiendo considerarse una de las técnicas más ricas de imagen multi-banda; procedimiento que además puede realizarse con escasa inversión. El objetivo de este artículo es darla a conocer para fomentar su uso entre conservadores e investigadores, así como mostrar ejemplos de sus aportaciones, ofreciendo claves de lectura para su correcta interpretación.

Palabras clave: fotografía infrarroja, fotografía infrarroja transmitida, transirradiación, transiluminación, multiband imaging, pintura sobre lienzo

Looking through the layers: infrared transmitted photography (IRT) applied to the technical and documentary study of paintings on canvas

Abstract: This paper deals with the use of transmitted infrared photography (IRT), a technique which is still very unknown. Paradoxically its use provides fundamental information in the study and documentation of the painting. Unlike infrared (IR) photography, which is based on the phenomenon of reflection, IRT uses the transmission one, offering images of the whole layers of the work. Fundamentally, it provides evidence on the underdrawings and composition, showing its changes; as well as the method. This it can be considered one of the richest techniques in multiband imaging, while it is also a procedure that can be performed with little investment. The objective of this paper is to make it known in order to promote its use among conservators and researchers, as well as to show examples of its contributions, offering keys for its correct interpretation too.

Keyword: infrared photography, transmitted infrared photography, trans-irradiation, transillumination, multiband imaging, painting on canvas

Observação através dos estratos: fotografia infravermelha transmitida (IRT) aplicada ao estudo técnico e documental de pinturas sobre tela

Resumo: Este artigo trata da utilização da fotografia infravermelha transmitida (IRT), uma técnica ainda desconhecida, apesar de, paradoxalmente, fornecer informações fundamentais para o estudo e para a documentação de pinturas sobre tela. Ao contrário da fotografia infravermelha (IR), esta técnica atua por transmissão e não por reflexão, e por isso oferece imagens transversais de todas as camadas da obra. Fundamentalmente, fornece evidências sobre o desenho subjacente e a composição, tornando visíveis as possíveis alterações e o método de execução usado; permite pesquisas sobre os materiais e evidências do estado de conservação, podendo ser considerada uma das mais ricas técnicas de imagem multibanda; pode ser um procedimento realizado com pouco investimento. O objetivo deste artigo é dar a conhecer e promover a sua utilização junto de conservadores e investigadores, bem como apresentar exemplos das suas contribuições, oferecendo chaves de leitura para a sua correta interpretação.

Palavras-chave: fotografia de infravermelho, fotografia de infravermelho transmitido, transirradiação, transiluminação, imagem multibanda, pintura em tela

Introducción: imágenes infrarrojas a través de los estratos

La fotografía y la reflectografía infrarrojas son, seguramente, junto con la fotografía de fluorescencia ultravioleta las dos técnicas de análisis por imagen más utilizadas en el estudio no invasivo de las pinturas. Se trata de procedimientos que gozan de gran difusión; no acarrear un alto coste económico; no implican el desplazamiento de la obra; requieren relativamente pocas infraestructuras; permiten una obtención de información casi inmediata; y, sobretodo, arrojan datos sobre múltiples aspectos, conservativos, materiales y procedimentales (Maringer 2000; Matteini y Moles 2001; Poldi y Villa 2006; Daffara *et al.* 2009: 172; Cosentino 2013; Cosentino 2016 a). Sin embargo, tanto en el empleo de la fotografía infrarroja (en longitudes de onda de 700-1100nm) como en el de la reflectografía (1100-2500nm) la mayoría de las veces suele preverse un uso por reflexión, siendo anecdótico su uso por transmisión (Poldi y Villa 2006: 65; Cardinali *et al.* 2002: 131). La principal limitación que condiciona la posibilidad de obtener imágenes infrarrojas por transmisión es que el soporte debe ser translúcido o permitir un cierto paso lumínico, como a menudo sucede con las pinturas sobre tela, no siendo, en cambio, un procedimiento válido para tablas u otros soportes rígidos y opacos, exactamente igual que sucede con la técnica fotográfica de la transiluminación (Vervat *et al.* 2005).

Actualmente las imágenes transmitidas pueden obtenerse tanto con sensores fotográficos digitales (CCD o CMOS) que alcanzan hasta los 1100nm aproximadamente, o con sensores especiales utilizados en la reflectografía (como el Vidicon, el MCT o el InGaAs), que pueden llegar un rango de hasta unos 1700nm. Para los primeros casos hablamos de fotografía infrarroja transmitida (IRT) (Dupont 1977; Cosentino 2016 a: 4); mientras que para los segundos sería más conveniente utilizar el término transirradiación infrarroja (Cucci *et al.* 2012; Daffara *et al.* 2013), o radiación infrarroja transmitida (Kushel 1985); términos genéricos que designan todos los casos. No tiene sentido utilizar el término reflectografía infrarroja transmitida (IRTR), con el que en ocasiones ha sido designada, ya que el fenómeno por el que se produce la imagen es de transmisión y no de reflexión (Poldi y Villa 2006: 65). Tampoco el término transiluminación puede ser aplicable al caso del rango infrarrojo, por ser radiación invisible (Cucci *et al.* 2012: 84).

Ya desde el último tercio del siglo XX se conocían métodos para la obtención de imágenes por transirradiación infrarroja, aunque inicialmente se utilizaban en otras aplicaciones, en ámbitos como la geología (Rhoads; Stanley 1966), si bien también se realizaron por entonces los primeros experimentos en pintura (Riley y Berger 1971; Dupont 1977; Kushel 85), en paralelo al desarrollo de la reflectografía y a una cierta popularización de la fotografía con películas especiales para infrarrojo, como técnicas documentales en obras de arte.

Pero en la época de la fotografía analógica, la puesta a foco en infrarrojo transmitido era un proceso lento (Creagh y Bradley 2000: 47-48), que a veces requería tiempos largos de exposición a la radiación, que redundaban en un obvio calentamiento de la parte posterior de las pinturas, por lo que este tipo de técnicas nunca gozaron de gran popularidad. El problema de la temperatura vino a solucionarse con la fotografía digital (Cucci *et al.* 2012: 84; Herrero-Cortell *et al.* 2020: 80.) y, ciertamente, desde hace una década la transiluminación y la transirradiación infrarroja son algo más habituales, y cada vez cuentan con más adeptos en vista de las múltiples ventajas que ofrecen. Aún con ello, su dispersión es todavía muy limitada y, de hecho, pese a no tratarse de técnicas nuevas ni desconocidas, la literatura al respecto es todavía muy escasa (Moutsatsou *et al.* 2011: 54; Cucci *et al.* 2012: 84). En general, en la mayoría de los manuales más importantes sobre estudio diagnóstico por imagen de obras de arte, como mucho, se encuentra alguna mención a su existencia (Poldi y Villa 2006: 65; Cardinali *et al.* 2002: 131; Maringer 2000: 47) o directamente no aparecen mencionadas. Aún con ello, existen eventuales artículos que recogen su uso sobre casos de estudio concretos, tanto con sensores de fotografía (Gavrilov *et al.* 2008: 25-30; Moutsatsou *et al.* 2011; Cucci *et al.* 2012; Cosentino *et al.* 2014; El-Rifai *et al.* 2013; Cosentino 2016 a; Herrero-Cortell *et al.* 2018); como de reflectografía (Daffara *et al.* 2012; Rossi 2018: 75-76). De cualquier modo, conviene subrayar que se trata de títulos aislados y puntuales en los que, (salvo alguna excepción) tales metodologías aparecen combinadas con otros procedimientos y reciben una atención tangencial. Tampoco se han publicado, hasta el momento, repertorios de casos que demuestren conjuntamente la potencialidad de tales técnicas, ni instrucciones precisas para su adecuada ejecución; como tampoco se han divulgado claves para la correcta lectura e interpretación de las imágenes, tanto en lo alusivo a aspectos conservativos como a cuestiones materiales y procedimentales. Por supuesto no existe literatura en español al respecto; y en su totalidad, los casos de estudio publicados representan un volumen anecdótico, factores que han motivado el presente artículo. Nos centraremos exclusivamente en la fotografía infrarroja digital, por ser de las dos la más popular y económica, y por tanto susceptible de ser utilizada por un mayor volumen de investigadores y una mayor frecuencia.

El objetivo de este artículo es dar a conocer con mayor profundidad las capacidades y limitaciones de la fotografía infrarroja transmitida (IRT), ofrecer algunas pautas de trabajo y ahondar en sus ventajas con respecto a la fotografía infrarroja estándar (IR) y a la transiluminación (TL), mucho más frecuentes. La razón es que consideramos que se trata de un procedimiento que rara vez se ejecuta, –en buena parte por desconocimiento–, cuando, paradójicamente, es una de las técnicas del protocolo de análisis por imagen multi-banda que más

información revela, y aún más si se hace juntamente con las antedichas (Herrero-Cortell *et al.* 2018: 9). Por otra parte, se trata de una técnica muy económica, que precisa de una inversión relativamente pequeña y una infraestructura muy sencilla (Cucci *et al.* 2012: 84). En esencia se realiza exactamente con el mismo equipamiento que la IR, por lo que no requiere mayor inversión, y de hacerse conjuntamente (IR-IRT) garantiza una información transversal muy relevante, aportando información sobre dibujo, ejecución pictórica, estado de conservación y especialmente construcciones subyacentes no visibles, inscripciones y elementos cubiertos, u otras partes ocultas de la obra. Tales datos, en la actualidad, a veces pueden conocerse mediante el uso de otros procedimientos mucho más costosos, complejos y selectivos, que generalmente no están en manos de restauradores o historiadores del arte técnicos, como la espectroscopia de transmitancia (Cosentino 2016b) y otros más novedosos como la radiación de terahercios (Adam *et al.* 2009; Abraham *et al.* 2010; Cosentino 2016c; Fukunaga; Picollo 2012), o la radiación sincrotrón (Dik *et al.* 2008). Aún con ello, la información aportada por estas puede ser muy diversa y no necesariamente más completa que la de la transirradiación y, además, algunas de las mencionadas técnicas implican el traslado de la obra, lo que, por otra parte, no siempre es posible, o acaba incrementando aún más los costos.

Metodología y equipo

Los autores del presente trabajo han podido comprobar la utilidad del *imaging* en infrarrojo en técnicas transmitidas, tanto con sensores de fotografía infrarroja (CCD, y CMOS) como de reflectografía (InGaAs), aunque, como hemos indicado, nos centraremos exclusivamente en la fotografía infrarroja digital. Se trata, en esencia de procedimientos que se inscriben dentro de los métodos de obtención de imágenes en infrarrojo (una aproximación a la metodología y el principio de la fotografía infrarroja en Maringer (2000: 40-41) o Poldi y Villa, (2006: 37-68). Entre otros aparatajes con los que hemos venido trabajando durante la última década y que, aunque no incluiremos en el presente artículo, son perfectamente válidos para la obtención de imágenes por transirradiación, cabe destacar, por ejemplo, la cámara HD Sinarback® eVolution 75h (Dalsa FTF 5066 C), con sensor CCD y una resolución de 33 MP (1100nm) a la que se acopla un filtro infrarrojo Hoya RM100 de 49mm. Igualmente, en longitudes de onda mayores se ha utilizado frecuentemente una cámara OSIRIS® (Opus Instruments) de 16 MP, con sensor InGaAs y un alcance de hasta 2700nm.

Sin embargo, considerando que la antedicha instrumentación es muy cara y específica, se ha optado por centrarse aquí en la fotografía infrarroja digital con cámaras réflex modificadas, que, suponen una alternativa muchísimo más económica y versátil (Verhoeven 2008; Cucci *et al.* 2012: 84; Cosentino 2014; Cosentino 2016 a). En

general puede hacerse con cualquier cámara preparada para infrarrojo o bien con cámaras réflex modificadas, de espectro completo (*full spectrum*). Dicha modificación consiste en la remoción del filtro de corte UV-IR que todas incluyen en su interior, y hay abundantes empresas que, por un precio módico, se encargan de ello. Tal operación permite que, en lugar de usar del rango estándar (400-700nm) típico de la fotografía, se utilice toda la apertura del sensor (300-1100nm), lo que consiente trabajar en los rangos UV e IR próximos al visible. Todos los resultados que se presentan en este artículo han sido obtenidos utilizando exclusivamente dos cámaras réflex digitales: por una parte, una Nikon® D7200 DSLR (24 MP, sensor CMOS), y una Nikon® D800 (36 MP, sensor CMOS), ambas con la modificación de espectro completo.

Especial atención merecen los objetivos, pues no todos son válidos para infrarrojo (Maringer 2000: 43-44) y, en general, es recomendable utilizar una lente fija, al menos si con la misma cámara se pretende hacer otras técnicas. Un típico problema de muchos objetivos es el llamado *hot spot*, una especie de mancha o de halo blanquecino en el centro de la fotografía, que puede llegar a suponer una importante distorsión (Cosentino 2016)^[1]. En nuestro caso, en ambas cámaras se montaron sendos objetivos Nikon® Nikkor 50mm f/1.8D. El enfoque se hizo mediante el *live view*, conectando la cámara a un ordenador desde el que, además, se controlaron los parámetros del disparo (que son variables en función de múltiples factores).

La iluminación es otro aspecto a tener en cuenta, siendo necesario que esta tenga un fuerte componente infrarrojo, como sucede con los halógenos o las lámparas de tungsteno, no siendo válidas, en cambio, otro tipo de fuentes como tubos fluorescentes (Maringer 2000: 42-43). En cambio, sí pueden utilizarse el flash o luces LED infrarrojo, disponibles con diversas longitudes de onda (750, 850, y 940 nm), siendo preferibles las de 940nm (Cosentino 2016 a: 2). En cualquier caso, a diferencia de las técnicas de reflexión en las que suelen utilizarse dos fuentes de luz, en transmisión basta una única fuente, y preferentemente debe utilizarse un difusor de tela. En todos los casos aquí reseñados se utilizaron focos halógenos, Profoto® de 1000W, o bien focos Proxkit® 10 de 1200W. El foco se colocó en la parte posterior del lienzo, a una distancia variable entre 1 y 2m y se utilizó un difusor. Los lienzos se posicionaron a 180° y perfectamente perpendiculares al suelo, con el foco orientado hacia su centro [figura 1]. Habida cuenta que, como ya hemos indicado, las lámparas halógenas desprenden calor, se controló en todos los casos la temperatura del lienzo con la ayuda de un termómetro superficial. La temperatura del lienzo en su parte posterior no rebasó nunca los 30°C y la exposición no duró en ningún caso más de 10 segundos, los necesarios para efectuar el enfoque y el disparo, apagando la luz y repitiendo la operación en caso de que la toma no alcanzase el resultado deseado. Estos mismos preceptos son válidos para la fotografía visible por transiluminación (Cucci *et al.* 2012: 84).



Figura 1.- Esquema de la disposición de la cámara, el lienzo y la fuente de luz para la realización de fotografía infrarroja transmitida (IRT).

Algunos ejemplos y claves de lectura

Tanto la fotografía infrarroja transmitida (IRT) como la transirradiación infrarroja aportan imágenes formalmente muy similares, que suelen revelar con claridad el soporte y la mayoría de trazos y manchas que sobre él se encuentran, que se diferencian en la opacidad o transparencia de los pigmentos en función de la longitud de onda. En cierto modo estos procedimientos están directamente

relacionados con la transiluminación (Cucci *et al.* 2012), pero, comparativamente, en la mayoría de los casos la fotografía IRT supera con creces el volumen de información que puede aportar una transiluminación [figura 2, b y c] aunque, lógicamente también depende de los pigmentos presentes en la obra. En ningún caso substituye a la fotografía IR, sino que más bien la complementa, permitiendo una lectura mucho más profunda sobre el modo en el que se gestó la obra, eventuales datos sobre los materiales y evidencias sobre su estado de conservación, elementos que es necesario saber identificar e interpretar.

Aspectos conservativos

Las técnicas de fotografía infrarroja transmitida pueden revelar información de gran utilidad sobre el estado de conservación de una obra, haciendo perfectamente visibles algunas patologías que, a veces, no pueden apreciarse tan claramente. Aunque muchos de tales aspectos conservativos pueden ser identificados también mediante otras técnicas multi-banda, las imágenes en IRT vienen a corroborarlos y, de hecho, en ocasiones, son capaces de llegar mucho más allá que las otras. Por ejemplo: un repinte puede documentarse mediante fotografía ultravioleta de fluorescencia (UVF), e igualmente puede observarse en IR. En cambio en IRT puede verse objetivamente el faltante o pérdida que lo ha provocado y simultáneamente la mancha del repinte.

Las pérdidas volumétricas de los estratos pictóricos [figura 3a]; las grietas y craquelados generalizados o que afectan a un determinado color [figura 3d-e]; las fisuras transversales



Figura 2.- Jerónimo Jacinto Espinosa, *San Vicente Ferrer*, ca. 1650, Convento de Santo Domingo, Torrent, Valencia; óleo sobre lienzo. a) Fotografía infrarroja (IR). b) Transiluminación (TL). c) Fotografía infrarroja transmitida (IRT). Obsérvese las grandes diferencias de información que aporta cada una de las técnicas. Probablemente la transiluminación es la que menos datos arroja, más allá de las partes en las que la película pictórica es fina y se produce un paso lumínico. En este caso la preparación a base de almagra bloquea la luz en TL, mientras que en IRT no. Por último, las vestiduras negras del santo devienen casi transparentes en IRT, mientras que en IR siguen siendo altamente absorbentes y manifiestamente oscuras. Fotografía: CIMM, (UPV).

de enrollado y tensión [figura 3c]; los diversos repintes [figura 3b]; la presencia de cortes, o desgarraduras por impacto [figura 3g]; de parches en el reverso [figura 3f]; las alteraciones del soporte, su propia morfología, los engrosamientos y nudos en los hilos del tejido [figura 3i]; o incluso las marcas de los bastidores –especialmente cuando han sido substituidos– [figura 3j] son algunas de las patologías que, a menudo, pueden observarse con IRT. La apertura de las costuras de un lienzo, por ejemplo, que aparentemente puede evidenciarse con TL, se documenta incluso mejor en IRT, pues con dicha técnica se aprecian a la vez las partes estucadas y los repintes [figura 4].

Aspectos materiales

Por su idiosincrasia, las técnicas de imagen en infrarrojo por transmisión revelan abundante información sobre el soporte y su naturaleza, y sobre los pigmentos aplicados. En recientes investigaciones se expusieron las diferencias de comportamiento de una selección de 50 pigmentos históricos en técnicas de transiluminación y fotografía infrarroja transmitida (Herrero-Cortell *et al.* 2019; Herrero-Cortell *et al.* 2020). Cuanto mayor sea la cantidad de imágenes multi-banda tomadas sobre la obra, más segura será la aproximación al reconocimiento

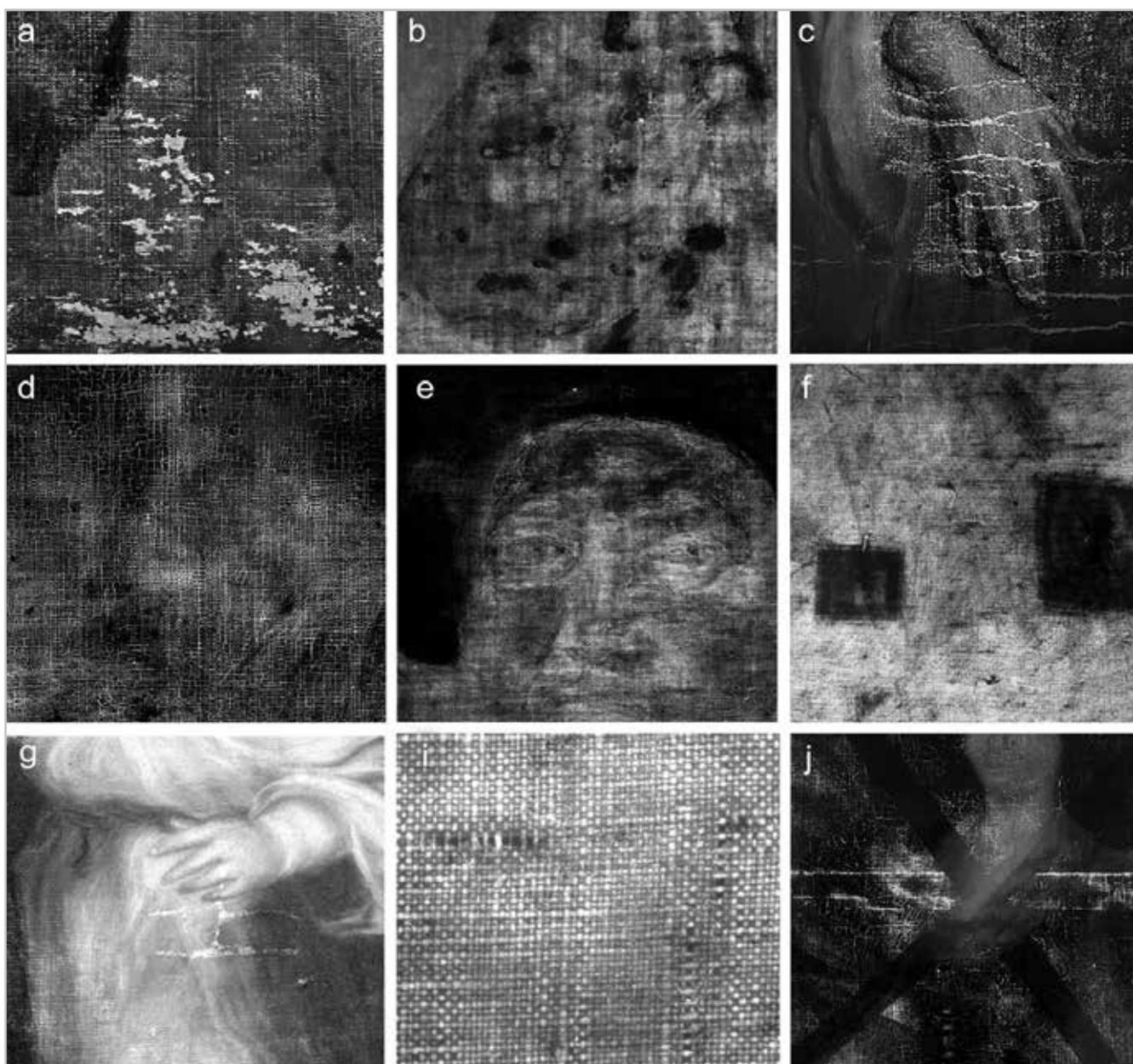


Figura 3.- Diversas patologías documentadas en IRT. a) Pérdidas en la película pictórica y la capa de preparación; b) repintes de diversa naturaleza; c) fisuras transversales (provocadas por un enrollado del lienzo, sumado a un posterior exceso de tensión); d) craqueladuras que afectan a todos los estratos pictóricos; e) craquelado prematuro localizado en un color concreto; f) parches en el reverso (puede observarse el corte que ha motivado su colocación); g) desgarro del lienzo por un impacto; i) apariencia del lienzo con engrosamientos y nudos en los hilos; j) pérdidas provocadas por las aristas de un bastidor transversal substituido por un bastidor en aspa. Fotografías: CAEM, (UDL) y LANIAC, (UNIVR).



Figura 4.- Círculo de Anthon van Dyck, *Crucifixión*, ca. 1630, colección particular. a) Detalle de una costura en fotografía visible. La unión no llega a apreciarse. b) Fotografía IR del mismo detalle. Puede observarse el repinte, provocado por la apertura de la junta. c) Fotografía del mismo detalle en IRT. Se puede observar cómo en algunas partes la costura sigue abierta. Se observan también las partes estucadas y los repintes. Fotografía: CAEM, (UDL).

pigmentario (Cosentino 2014; Cosentino 2015), si bien cualquier identificación en términos analíticos debe efectuarse por otros medios como la espectroscopía, la microscopía SEM-EDX, o la fluorescencia de rayos X, por mencionar algunos, necesarios para una constatación objetiva. Así, las técnicas multi-banda permiten, como mucho, hipotetizar la presencia de determinados pigmentos, en función de su comportamiento, aunque cualquier conclusión al respecto esté siempre sujeta a numerosas variables, como la secuencia de capas cromáticas, o la habitual presencia de mezclas pigmentarias.

En general, los colores blancos, que presentan un gran poder de reflexión, resultan más transparentes en IRT que en IR, por lo que permiten ver mejor cualquier

construcción subyacente a ellos (Cosentino 2016 a: 4). El litopón, el blanco de titanio o el de plomo, constituyen un buen ejemplo de esta premisa (Herrero-Cortell *et al.* 2020: 85-86), mientras que el blanco de zinc resulta igual de transparente, tanto en TL, IR como IRT. Análogamente, algunos pigmentos amarillos, como el rejalgal o el amarillo de Nápoles, son también más transparentes en IRT que en IR. Por su parte el amarillo de cadmio, el de cobalto o del de cromo, presentan comportamientos parecidos tanto en IRT como como en IR y TL (Herrero-Cortell *et al.* 2020: 82). El bermellón y el cinabrio que resultan casi transparentes en longitudes de onda mayores, no lo son tanto en la fotografía IR, mientras que en IRT su transparencia se acentúa notablemente. Algo similar ocurre con muchas tierras rojas, como el ocre rojo, la almagra o la hematites. En TL pueden llegar

a bloquear por completo el paso de luz, devolviendo un tono opaco y oscuro y tan sólo en IRT pueden llegar a apreciarse elementos subyacentes (Herrero-Cortell *et al.* 2020: 82-83). Se trata de pigmentos que, con frecuencia se hallan contenidos en las preparaciones de muchas escuelas europeas, especialmente desde fines del siglo XVI y hasta inicios del siglo XVIII, lo que habitualmente dificulta los estudios con IR (Cardinali *et al.* 2002: 123-124) y TL; en cambio, se muestran mucho menos absorbentes en IRT y permiten un cierto paso lumínico [figura 2]. Algo similar acontece con las tierras sienas y sombras, susceptibles de hallarse igualmente en preparaciones (Herrero-Cortell *et al.* 2020: 85-86). Por su parte otros pigmentos como el rojo cadmio y especialmente los rojos de naturaleza orgánica y el minio, son mucho más transparentes en todas las técnicas. Los colores verdes presentan un comportamiento menos homogéneo. Por ejemplo, un pigmento como el verdigrís, muy transparente tanto en VIS como en TL, es altamente absorbente en IR e IRT, efecto análogo al que experimenta la malaquita. En cambio, el verde de cadmio, la tierra verde y el viridiana son altamente transparentes en IRT (Herrero-Cortell *et al.* 2020: 84-85). Entre los azules, los más claros en las técnicas IR son el esmalte y el índigo que, paradójicamente, es altamente absorbente en TL. Por su parte, la azurita, y particularmente el azul de Prusia son altamente absorbentes. La azurita responde mejor en longitudes de onda más profundas (Herrero-Cortell *et al.* 2020: 83-85). Por último, cabe mencionar simplemente que los pigmentos negros son igualmente absorbentes en el rango IR, aunque en aplicaciones muy sutiles pueden permitir cierto paso lumínico en IRT [figura, 2c].

Por su parte el tejido, o el material que constituya el soporte translúcido, puede ser observado a la perfección bajo los estratos de color, pudiendo documentarse de un modo excepcional [figura 3 i], aunque conviene apuntar que ciertos pigmentos altamente absorbentes en el IR, así como la presencia de determinados reentelados, pueden dificultar tal observación.

Aspectos procedimentales

Probablemente sea en lo alusivo a la ejecución pictórica, donde más aportaciones pueda hacer la técnica de la fotografía IRT. De hecho, en comparación con una fotografía infrarroja estándar (IR), en pinturas sobre lienzo la IRT suele proporcionar mejores resultados en lo relativo al dibujo subyacente, y a la existencia reposicionamientos y arrepentimientos, pues, a diferencia de la IR, hace visibles la totalidad de las capas pictóricas (Kushel 1985).

Las técnicas de imagen en infrarrojo (exceptuando la fluorescencia IRF) se han utilizado particularmente para evidenciar el dibujo subyacente, elemento diferencial en el estudio de cualquier pintura y que

permite, entre otras cosas, una atribución más certera. Por regla general basta una simple fotografía IR para observar el diseño. Sin embargo, en muchas ocasiones no es tan perceptible, bien por el grosor de la película pictórica, o bien por la naturaleza de los pigmentos que la conforman. En cambio, la IRT es especialmente efectiva sobre pigmentos de alto poder de reflexión, como los blancos (Cosentino 2016 a: 4). Así, es habitual que en ciertos casos en los que la predominancia de estos pigmentos, ligados a un cierto espesor de la película pictórica hagan que el dibujo sólo pueda ser completamente revelado mediante IRT (Dafara *et al.* 2013: 215) [figura 5]. Por ello, mayoritariamente, de existir un dibujo subyacente ejecutado con un medio perceptible en IR, el trazado podrá apreciarse mejor en IRT (Kushel 1985), salvo casos puntuales en los que el tejido interfiera excesivamente.



Figura 5.- a) Detalle de un rostro en IR. Se puede apreciar la construcción a lápiz del dibujo subyacente, aunque en algunos puntos el espesor de la película pictórica lo hace menos evidente. b) Detalle del mismo rostro en IRT. Obsérvese cómo el dibujo es mucho más legible mediante esta técnica, al tiempo que aporta información sobre el soporte y sobre la construcción pictórica. El manchón vertical correspondiente al esternocleidomastoideo es debido a una mayor acumulación de pintura. Fotografía: CAEM, (UDL).

A veces, los cambios en el planteamiento compositivo dejan evidencias en IRT, sin acabar de poder descifrarse con claridad en IR (Moutsatsou *et al.* 2011: 56-57; Cucci *et al.* 2012: 85-86). Pueden estar o no relacionados con el dibujo subyacente propiamente dicho, o bien constituir un encaje preliminar a pincel, o un manchado inicial que, a veces, por ser de un tono similar al estrato de color que lo cubre, dificulta mucho su percepción en IR. Algunos pigmentos, en función del grosor de la película pictórica tienden a comportarse de manera que forman manchas más oscuras en los puntos que presentan mayor acumulación [figura 5b], un efecto que se ha definido como un graduado tonal, capaz de escalas de grises dependiendo del espesor (Herrero-Cortell *et al.* 2020: 81). Por ello, ciertas pinceladas son perfectamente visibles mediante IRT. Otras veces la respuesta pigmentaria de los estratos de color que los cubre imposibilita el contraste

necesario para su visión en IR, pudiendo nuevamente ser percibidos en IRT [figura 6].



Figura 6.- Prototipo de la efigie regia de Carlos IV ejecutado por Francisco de Goya. a) Detalle del brazo y parte del torso en IR. b) El mismo detalle en IRT. Se puede apreciar una suerte de encaje diverso para el brazo, mucho más flexionado. La mano, en posición análoga, se encontraba más arriba, el puño más retirado y la casaca más abierta. Localizados estos cambios en IRT es fácil intuirlos en IR. Fotografía: CAEM, (UDL).

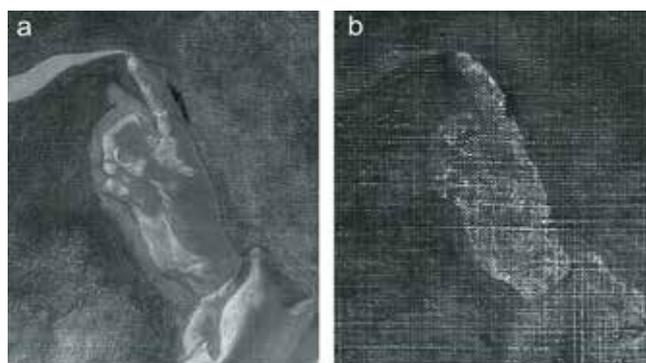


Figura 7.- Detalle de la mano de *San Vicente Ferrer*, obra de Jerónimo Jacinto Espinosa. Se trata de un lienzo con preparación terrosa [figura 2]. a) Obsérvese que en IR el manchado inicial es perceptible, describiendo un contorno ligeramente diferente para la mano. b) En IRT tal manchado es escasamente perceptible. La acumulación de estratos devuelve una tonalidad oscura mientras que las partes con menos pintura (con independencia de su color) se suelen mostrar más claras en IRT al favorecer un mayor paso lumínico. Un buen ejemplo de esta afirmación puede comprobarse en la filacteria, de color blanco. Obsérvese también que las partes de la mano en sombra son precisamente las más claras en IRT, al estar elaboradas aprovechando el tono de la preparación. Fotografía: CIMM, (UPV).

Conviene señalar, no obstante, que existe una minoría de casos en los que ciertos arrepentimientos pueden observarse mejor en IR que IRT. Así sucede, por ejemplo, cuando el encaje inicial se hace con un manchado liviano, y en cambio luego se recorta la figura con un pigmento absorbente en el rango IR [figura 7]. Por ello insistimos en la realización de ambas técnicas por su estrecha complementariedad.

La reutilización de lienzos o el replanteamiento total de la composición o el tema de una pintura son aspectos de sumo interés para los investigadores ya que, en términos de conservación, por ejemplo, pueden afectar al comportamiento de las capas superpuestas, y en términos histórico-artísticos se trata de una información que revela aspectos sobre quién, cuándo y cómo fue creada una obra, permitiendo, una atribución más precisa y una mejor aproximación espacial y temporal. La reutilización de lienzos fue un fenómeno muy común desde el siglo XVII, y se encuentran muy abundantes ejemplos hasta la actualidad, si bien, en ocasiones, tal práctica puede pasar desapercibida. Aunque se suele documentar mucho mejor en IRT, casi siempre basta una simple IR para poder evidenciar una reutilización del soporte, aunque no siempre es así (Moutsatsou *et al.* 2011: 58-59). De hecho, dependiendo de cómo se haya ejecutado tal reutilización, la fotografía IR podría llegar a no dar ninguna pista sobre tal hecho (Cucci *et al.* 2012: 85-85), y sería necesario otra técnica como la radiografía o alguna de las antedichas, para descubrir que una determinada pintura oculta otra bajo su superficie. Así sucede, por ejemplo, cuando sobre la pintura primigenia se incorpora un estrato cubriente de imprimación blanca, y se pinta de nuevo sobre esta.

En un cuadro anónimo de un paisaje de un imitador o seguidor de Van Gogh se realizó una fotografía IR que no reveló ningún dato de interés en lo alusivo al dibujo y que tampoco mostraba cambios compositivos. Sin embargo, al realizar una IRT, con la intención de obtener información sobre el método usado por el pintor en su ejecución, pudo observarse que, bajo el paisaje subyacía un retrato de mujer, identificable como una copia del retrato de la señora Schuffenecker, tomado del retrato familiar homónimo de Gauguin [figura 8]. En tal caso, al reflejar la luz la capa blanca de la segunda imprimación, las técnicas de infrarrojo por reflexión pueden quedarse en ese último estrato, sin revelar la pintura que ocultan, [figura 9], especialmente cuando la segunda imprimación es gruesa y cubriente y sobre ella se superponen estratos matéricos. Una estratigrafía confirmó la segunda capa de imprimación blanca.

Por último, en ocasiones, la IRT permite observar con nitidez algunas partes que han sido alteradas, repintadas o manipuladas como resultado de procesos de falsificación (Gavrilov *et al.* 2008: 26). Precisamente en la detección de inscripciones y firmas ocultas (a veces bajo múltiples estratos) puede ser una técnica de gran



Figura 8.- Imitador/seguidor de Vincent Van Gogh, *Paisaje*, colección particular. a) Fotografía visible. b) Fotografía IR. No se aprecian restos del dibujo ni cambios en la composición. c) Fotografía IRT. Se evidencia la reutilización del lienzo que, originalmente contenía una copia del retrato de la señora Schuffenecker de Gauguin. Obsérvese cómo nada de esa composición primigenia es perceptible en la fotografía IR (b). Fotografía: CAEM, (UDL).

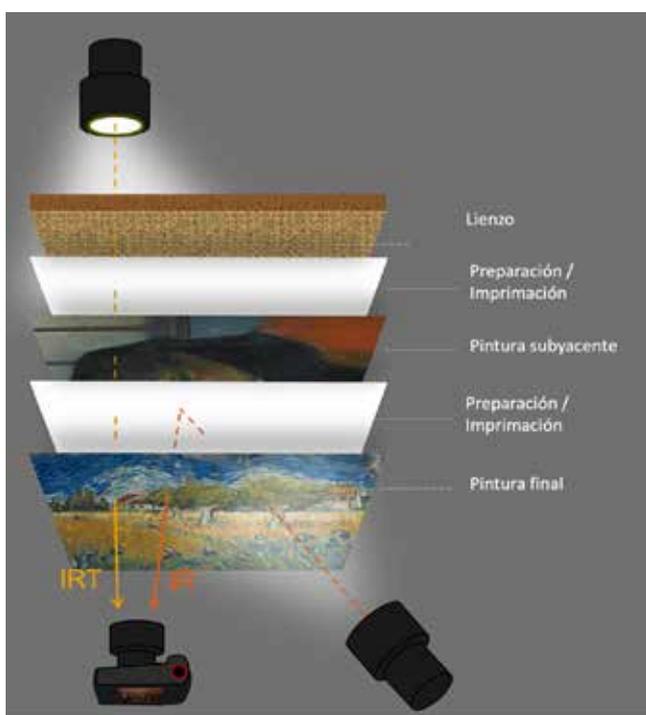


Figura 9.-Esquema que compara la realización de una fotografía IRT con un IR estándar. Como puede observarse, en el caso de la fotografía IRT la radiación infrarroja atraviesa todos los estratos hasta ser captada por la cámara. En el caso de la IR por reflexión se detiene al llegar a la imprimación blanca sobre la pintura original, razón por la que en la imagen [figura 8b] no se aprecia nada.

ayuda, siempre y cuando la naturaleza del pigmento con el que están elaboradas lo permita [figura 10].

Conclusiones

El presente artículo ha pretendido profundizar en una técnica de imagen que, pese a la gran cantidad de información que aporta, es todavía muy desconocida y se aplica en contadas ocasiones, principalmente por desconocimiento. Se trata de un procedimiento no invasivo que puede hacerse cada vez que se realiza fotografía IR, si el soporte lo permite, sin mayor esfuerzo ni inversión que el tiempo de realizar la toma, pues no requiere ulteriores dispositivos. Para realizarla basta una cámara réflex modificada, de espectro completo, una fuente de luz y un filtro IR, pudiéndose realizar con cualquier sensor que trabaje en el rango IR (Moutsatsou *et al.* 2011: 59-60).

Ciertamente la información obtenida por IRT puede ser un complemento de otras técnicas (a menudo mucho más costosas), como la radiación de terahercios, o incluso la radiografía (Cardinali *et al.* 2002: 131). De hecho, ciertos estratos radiopacos pueden evitar la comprensión de aspectos procedimentales e, igualmente, estratos con poca densidad pueden no aportar ninguna información en la imagen radiográfica y, en cambio, arrojar datos interesantes en transirradiación infrarroja.



Figura 10.- Firma oculta (probablemente apócrifa) de Juan Gris. a) Fotografía visible. b) Fotografía infrarroja en la que ya se aprecia, aunque con poco contraste, la firma. c) Fotografía IRT que pone en evidencia el *ductus* de la firma, con mucho mejor contraste y mayor nitidez. Fotografía: CAEM, (UDL).

La fotografía IRT debería convertirse en una técnica documental de cabecera, complementando a la fotografía IR, habida cuenta de sus múltiples usos en el estudio de pinturas sobre lienzo. La razón es que aporta datos fundamentales que permiten una lectura holística sobre el modo en el que se gestó la obra; sobre los materiales que la constituyen; y sobre su estado de conservación. Entre las técnicas de imagen multi-banda es, a buen seguro, la que más datos ofrece y, paradójicamente una sobre las que menos literatura existe.

Agradecimientos

Los autores desean dar las gracias al Dr. Marcello Picollo, del Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"/ CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche (IFAC-CNR) por sus consejos, correcciones y precisiones; y a la Dra. María Antonia Zalbidea, de la Universitat Politècnica de Valencia (UPV), por su colaboración.

Notas:

[1] Existen bases de datos con los objetivos válidos para el infrarrojo, como: <https://chsopensource.org/infrared-photography-lenses-database/>

Referencias

ABRAHAM, E., YOUNUS, A., DELAGENS, J. C., & MOUNAIX, P. (2010). "Non-invasive investigation of art paintings by terahertz imaging", *Applied Physics A*, 100(3): 585-590. <https://doi.org/10.1007/s00339-010-5642-z>

ADAM, A. J., PLANKEN, P. C., MELONI, S., & DIK, J. (2009). "Terahertz imaging of hidden paint layers on canvas", *Optics Express*, 17(5): 3407-3416. <https://doi.org/10.1364/OE.17.003407>

ARTONI, P.; HERRERO-CORTELL, M.; RAICH, M.; BERTELLI, P.; PEDRET, A.; CAFÀ, V. (2018) "On Ars Gemina. Fakes, Forgeries and Copies of Medieval and Renaissance Paintings: Scientific Diagnostics for Art History", *Kunsttexte.de*, 3: 1-27. <https://doi.org/10.18452/19452>

CARDINALI, M., DE RUGGIERI, B., FALCUCCI, C. (2002). *Diagnostica artistica. Tracce materiali per la storia dell'arte e per la conservazione*, Roma: Palombi Editori.

COSENTINO, A. (2015). "Effects of Different Binders on Technical Photography and Infrared Reflectography of 54 Historical Pigments" *International Journal of Conservation Science*, 6 (3): 287-298. <https://chsopensource.org/effects-of-different-binders-on-technical-photography-and-infrared-reflectography-of-54-historical-pigments/>

COSENTINO, A. (2013). "A practical guide to panoramic multispectral imaging", *e-conservation Magazine*, 25: 64-73. https://www.researchgate.net/publication/259468961_A_practical_guide_to_panoramic_multispectral_imaging

COSENTINO, A. (2014). "Identification of pigments by multispectral imaging; a flowchart method". *Heritage Science*, 2 (1), 8: 1-12. <https://doi.org/10.1186/2050-7445-2-8>

COSENTINO, A. (2016a). "Infrared technical photography for art examination". *e-Preservation Science*, 13: 1-6.

COSENTINO, A. (2016b). "Transmittance spectroscopy and transmitted multispectral imaging to map covered paints". *Conservar Património*, 24: 37-45. <https://doi.org/10.14568/cp2015021>

COSENTINO, A. (2016 c). "Type II Super Lattice (T2SL) imaging technology for infrared reflectography of polychrome works of art". *e-conservation Journal*, 5: 1-6. <https://doi.org/10.18236/econs5.201709>

COSENTINO, A., et al. (2014). "Panoramic multispectral imaging: training and case studies". *Belgian Association of conservators Bulletin*, 2nd Trimester, 7-11. <http://www.brk-aproa.org/uploads/bulletins/BULLETIN%202-14%20Kleur.pdf>

CUCCI C.; PICOLLO, M.; VERVAT, M. (2012). "Trans-illumination and trans-irradiation with digital cameras: Potentials and limits of two imaging techniques used for the diagnostic investigation of paintings", *Journal of Cultural Heritage*, 13: 83-88. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2011.07.002>

KUSHEL, D.A (1985). "Applications of Transmitted Infrared Radiation to the Examination of Artifacts", *Studies in Conservation* 30(1): 1-10. <https://doi.org/10.2307/1506127>

DAFFARA, C; FONTANA, R.; PEZZATI. (2009). "Infrared Reflectography", en *Scientific Examination for the Investigation of Paintings. A Handbook for Conservator-restorers*, (D. Pinna, M. Galeotti, R. Mazzeo, eds.), Firenze: Centro Di.

DAFFARA, C.; MONTI, F.; FONTANA, R.; ARTONI, P.; SALVADORI, O. (2013). "Direct, trans-irradiation and multispectral infrared imaging of a Titian canvas", *AIP Conference Proceedings*, 1537, (1): 212-217. <https://doi.org/10.1063/1.4809714>

DIK, J.; JANSSENS, K.; VAN DER SNICKT, G.; VAN DER LOEFF, L.; RICKERS, K.; COTTE M. (2008). "Visualization of a lost painting by Vincent van Gogh using synchrotron radiation based X-ray fluorescence elemental mapping", *Analytical chemistry*, 80 (16): 6436-6442. <https://doi.org/10.1021/ac800965g>

DUPONT, F. (1977). "Correspondence: transmitted infrared photography", *Studies in Conservation*, 22: 42-44.

EL-RIFAI, I.; EZZAT, H.; MAHGHOUB, H.; BEBARS, Y.; IDE-EKTESSABI A. (2013). "Artwork digitization and investigation a case study of the loom weaver oil painting by Hosni el-Bannani", *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 13(2): 21-29. https://www.academia.edu/9097059/ARTWORK_DIGITIZATION_AND_INVESTIGATION_A_CASE_STUDY_OF_THE_LOOM_WEAVER_OIL_PAINTING_BY_HOSNI_EL_BANNANI

FUKUNAGA, K.; PICOLLO, M. (2012). "Characterisation of works of art", *Terahertz Spectroscopy and Imaging*, Berlin: Springer, 2012: 521-538.

GAVRILOV, D.; IBARRA-CASTANEDO; MAEYA, E.; CRUBE, O.; MALDAGUE, X.; MAEY, R. (2008). Infrared Methods in Noninvasive Inspection of Artwork", *Proceedings of Art'08 – 9th International Conference on Non Destructive Investigations and Microanalysis for the Non Destructive Investigations and Micro-analysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage*, Jerusalem, May 2008, 2008, CD-ROM. <https://www.ndt.net/article/art2008/papers/040Gavrilov.pdf>

HERRERO-CORTELL, M.A.; ARTONI, P., RAÏCH, M., PEDRET, A. PIÑOL, A. (2019). "Luce attraverso il colore: il comportamento di alcuni pigmenti storici nei dipinti su tela in luce trasmessa nel visibile e in infrarosso (TL e IRT)", en *Colore e Colorimetria. Contributi multidisciplinari*, vol. XV, (A. Bottoli e V. Marchiafava eds.), 104-111. https://www.academia.edu/41346546/2019_Luce_attraverso_il_colore_il_comportamento_di_alcuni_pigmenti_storici_nei_dipinti_su_tela_in_luce_trasmessa_nel_visibile_e_in_infrarosso_TL_e_IRT_in_Colore_e_Colorimetria_Contributi_multidisciplinari_XVA_a_cura_di_A_Bottoli_e_V_Marchiafava_pp_104_111

HERRERO-CORTELL; M.A.; ARTONI, P.; RAÏCH, M. (2020) "Transmitted light imaging in VIS and IR, in the study of paintings: a brief report on the behavior of the main historical pigments". *Cultura e Scienza del Colore - Color Culture and Science*, 12 (02): 79-88. <https://jcolore.grupodelcolore.it/ojs/index.php/CCSJ/article/view/CCSJ.120210>

HERRERO-CORTELL, M. A.; RAÏCH, M.; ARTONI, P. (2018). "Multi-band technical imaging in the research of the execution of paintings. The case study of the portrait of Carlos IV, by Francisco de Goya," *Ge-conservación*, 14: 5-15. <https://doi.org/10.37558/gec.v14i1.583>

KUSHEL, Dan A. (1985). "Applications of transmitted infrared radiation to the examination of artifacts", *Studies in Conservation*, 30: 1-10. <https://doi.org/10.2307/1506127>

MARINGER F. "The Infrared examination of paintings", en *Radiation in Art and Archeometry* (Creagh, D.C; Bradley, D.A. D, eds.), Elsevier, 2000, 40-55 https://books.google.es/books?id=jhIxNcV6JRQC&pg=PA40&hl=es&source=gbstoc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false

MATTEINI, M; MOLES, A. (2001) *Ciencia y Restauración. Método de Investigación*, Guipúzcoa: Nerea.

MOUTSATSOU, A.; SKAPOULA, D.; DOULGERIDIS, M. (2011). "The contribution of transmitted infrared imaging to non-invasive study of canvas paintings at the National Gallery-Alexandros Soutzos Museum". *e-conservation magazine*, 22: 53-61.

POLDI, G.; VILLA, G. C. (2006). *Dalla conservazione alla storia dell'arte: riflettografia e analisi non invasive per lo studio dei dipinti*. Pisa: Edizioni della Normale.

RHOADS, D.C.; Stanley D.J. (1966). "Transmitted infrared radiation: a simple method for studying sedimentary structures", *Sedimentary petrology*, 36: 1144-1149. <https://doi.org/10.1306/74D71622-2B21-11D7-8648000102C1865D>

RILEY, O. H.; BERGER G. A, (1971). "New developments in the conservation of works of art", *Art Journal*, 31: 37-40. <https://doi.org/10.1080/00043249.1971.10792967>

ROSSI, S. (2018). *Giorgione, Sebastiano del Piombo e Tiziano a Venezia: la diagnostica: conoscere per valorizzare*. Mantova: Universitas Studiorum.

VERHOEVEN, G. (2008). "Imaging the invisible using modified digital still cameras for straightforward and low-cost archaeological near-infrared photograph", *Journal of Archaeological Science*, 35: 3087-3100. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.06.012>

VERVAT, M., VIGNA, A., CUCCHI, C., PICOLLO, M. (2005). "Il restauro del pascolo a Pietramala di Telemaco Signorini: un esempio di diagnostica su dipinti moderni con impiego della ripresa fotografica in transilluminazione", *Lo stato dell'Arte III: Atti di convegno IGIC*, Palermo, Firenze: Nardini, 84-89.

Autor/es



Miquel Àngel Herrero Cortell
mihercor@har.upv.es
Universitat Politècnica de Valencia

Doctor en Historia del Arte; Máster en Producción Artística y Máster en Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Su investigación se liga especialmente a las técnicas, procedimientos y materiales de la pintura y a la diagnosis artística con técnicas de imagen. En la actualidad desempeña su labor docente como profesor de Historia del Arte en la Universitat Politècnica de Valencia.



Paola Artoni
paola.artoni@univr.it
Laboratorio di Analisi non invasiva sulle Opere d'arte Antica, Moderna e Contemporanea (LANIAC). Università degli Studi di Verona

Doctora en Historia del Arte. Ha trabajado durante una década para el Ministerio dei Beni Culturali, y actualmente es funcionaria responsable del Centro Laniac dell'Università di Verona, sede en la que enseña Técnicas de Diagnóstico no invasivo para obras de arte. Su especialidad es el estudio de la pintura mediante técnicas de imagen infrarrojas. es docente de Historia de las Técnicas artísticas en el Grado de Restauración de la Scuola di Restauro di Mantova.

**Marta Raïch**marta.raich@udl.catCentre d'Art d'Època Moderna (CAEM).
Universitat de Lleida

Graduada en Comunicació Audiovisual por la Universitat de Lleida. Especialista en fotografia científica aplicada en obras de arte, especialmente en el análisis multibanda y en postproducción fotográfica, Actualmente desempeña su labor profesional en el CAEM de la Universitat de Lleida.

**Joan Aliaga**jaliaga@har.upv.es

Universitat Politècnica de Valencia

Doctor Historia del Arte y Académico correspondiente de la Real Academia de Bellas Artes de San Carlos de Valencia. Su investigación se centra en el estudio de la pintura medieval y moderna, oscilando entre aspectos vinculados con la documentación, la práctica artística o el dibujo subyacente. Es co-director del Máster Interuniversitario de Gestión Cultural (UV-UPV) y director del Museo de Santa Clara de Gandia.

**Isidro Puig**ipuig@upv.es

Universitat Politècnica de Valencia

Doctor en Historia del Arte. Su trayectoria investigadora se centra en la pintura de los siglos XV y XVI de la antigua Corona de Aragón, con especial interés en aspectos relacionados con el dibujo subyacente. Ha sido coordinador del Centre d'Art d'Època Moderna (CAEM) de la Universitat de Lleida. En la actualidad desempeña su labor docente como profesor de Historia del Arte en la Universitat Politècnica de Valencia.

Artículo enviado el 20/09/2020
Artículo aceptado el 30/01/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i1.840>

Estudio de métodos de limpieza sobre yeserías medievales

Eva Vivar Garcia, Ana Isabel Calero Castillo, Ana Garcia Bueno

Resumen: El yeso ha sido empleado frecuentemente a lo largo de la historia en la elaboración de revestimientos arquitectónicos. Entre estos últimos destacan, por su belleza, las yeserías medievales. Este tipo de decoraciones suelen presentar importantes alteraciones respecto a su estado original, debido a la presencia de repolicromías y/o encalados, que ocultan la policromía original. Esta alteración puede acompañarse de pérdidas de policromía. En la actualidad, a esta problemática de conservación de las yeserías se une la escasez de estudios sobre tratamientos de limpieza específicos para estas obras con esta problemática de conservación. El trabajo que se presenta constituye una revisión de los métodos de limpieza a emplear en este tipo de obras, tanto (físicos como químicos). Se hace referencia al empleo de herramientas como el bisturí, o a la aplicación de empacos y geles elaborados a partir de polisacáridos complejos, ácidos acrílicos o éteres de celulosa y se describen las correspondientes pruebas de tratamientos realizadas sobre probetas. Los resultados obtenidos permiten establecer que el uso de geles, preparados a partir polisacáridos complejos y de éteres de celulosa, aplicados con disolventes como agua desionizada, acetona y alcohol, son eficaces para la limpieza de repolicromías realizadas al temple de cola animal sobre revestimientos de yeso.

Palabras clave: yeserías, repolicromía, conservación, patrimonio medieval, restauración

Study of cleaning methods on medieval plasterwork

Abstract: Gypsum has been used in the elaboration of architectural plaster coatings frequently, among which stand out the medieval plasterwork. This kind of decorations present serious conservation problems such as repolychromed or whitewashed among others. These problems hide and damage the original polychromy causing the final loss of the original color. Currently, this is joined with the scarcity studies on specific cleaning treatments for these kinds of alterations. Therefore, this project presents a revision of treatments as many physicals methods as chemical methods, for instance the use of tools like scalpel, or the application of poultices and gels made of complex polysaccharides, acrylic acids or cellulose ethers, and the corresponding treatment tests on simulated material. The results obtained allow us to establish that the use of gels prepared from complex polysaccharides and cellulose ethers, applied them with solvents such as water, acetone and alcohol, they are effective for cleaning animal glue temper repolychromed plaster coatings.

Keyword: plasterwork, repolychromed, conservation, heritage, medieval, preservation

Estudo de métodos de limpeza em gesso medievais

Resumo: O gesso tem sido usado com frequência ao longo da história no fabrico de revestimentos arquitetónicos. Entre estes, destaca-se o gesso medieval pela sua beleza. Este tipo de decoração costuma apresentar alterações importantes em relação ao seu estado original, devido à presença de repolicromias e/ou caições que escondem a policromia original. Essa alteração pode ser acompanhada pela perda da policromia. Atualmente, esse problema de conservação de gesso é agravado pela escassez de estudos sobre tratamentos de limpeza específicos para essas obras com este problema de conservação. O trabalho que se apresenta constitui uma revisão dos métodos de limpeza a utilizar neste tipo de obras, tanto físicas como químicas. É feita referência ao uso de ferramentas como o bisturi, ou à aplicação de pachos e géis feitos de polissacarídeos complexos, ácidos acrílicos ou éteres de celulose, e são descritos os correspondentes testes de tratamento realizados em tubos de ensaio. Os resultados obtidos permitem estabelecer que o uso de géis, preparados a partir de polissacarídeos complexos e éteres de celulose, aplicados com solventes como água desionizada, acetona e álcool, são eficazes para a limpeza de repolicromias à base de têmpera de cola animal sobre revestimentos de gesso.

Palavras-chave: gesso, repolicromia, conservação, património medieval, restauro

Introducción

Este artículo presenta un estudio sobre tratamientos de limpieza aplicados sobre revestimientos arquitectónicos de yeso. El empleo de este material en decoraciones murales ha sido muy frecuente a lo largo de la historia, hecho que ha estado favorecido, tanto por la presencia de abundantes yacimientos en todo el mundo, como por las características propias de este material (bajo coste, sencilla preparación y uso entre otras cualidades) (Rubio Domene 2010).

Tempranos ejemplos de este empleo se dan en la cultura egipcia y romana. La primera lo ha empleado como mortero de construcción y como soporte de los revestimientos que sirven de decoración de sus monumentos funerarios y templos (Garate Rojas 1999). Cabe mencionar su uso como soporte de pintura mural, donde la técnica pictórica empleada es el temple, elaborada con aglutinantes de goma o gelatina (Mora *et al* 1984; Sark *et al.* 2013). También en época romana es posible encontrar ejemplos de revestimientos arquitectónicos de yeso, empleándose en ocasiones como único material de base en las cornisas, como ocurre en la Península Ibérica. En nuestro país, es posible ese amplio empleo del material debido a la existencia de grandes y numerosos yacimientos de yeso (Villanueva Domínguez 2004; Sanz Arauz & Villanueva Domínguez 2009). Como ejemplos destacados del empleo de este material en relieve se pueden citar las piezas con decoraciones naturales y geométricas en Alicante, en la tumba de los Valerii en Pancrati y en las termas romanas de Bilibilis en Calatayud, Zaragoza (Sanz Arauz y Villanueva Domínguez 2009; Guiral Pelegrin y Martín Bueno 1996).

De entre todos los revestimientos a base de yeso, destacan los elaborados en la Edad Media, denominados como yeserías, y en especial cabe mencionar los realizados durante la ocupación árabe de la Península Ibérica, ya que es cuando se extiende el empleo de estos revestimientos, por influencia clara del imperio Sasánida de Persia e Irán, (Sanz Arauz y Villanueva Domínguez 2009). De esta época encontramos ejemplos como la mezquita de Córdoba, el Alcázar de Sevilla (Calero Castillo *et al.* 2017), el oratorio de la Madraza (García Bueno *et al.* 2010 a y b) o la Alhambra de Granada (Rubio Domene 2010), entre otros, y que se extenderá, tras la Reconquista, por los reinos cristianos como es apreciable en las yeserías de la Sinagoga del Tránsito y de Santa María la Blanca de Toledo, así como en autores como Jerónimo del Corral y Luis Cabello en el siglo XVI (Bruquetas Galán 1994; De Villanueva 2012).

Dada la frecuencia del uso de este tipo de revestimientos en la Península Ibérica, esta investigación se centrará en las yeserías medievales. Este tipo de revestimientos puede presentar una gran complejidad de elementos ajenos a su originalidad que afectan a su conservación como, por ejemplo, aplicación de encalados y/o

repolicromías, efectuados sobre los mismos, manchas de hollín o suciedad acumulada. La aplicación de los mismos puede deberse a la complejidad del mantenimiento de estas superficies debido a que presentan relieves donde se acumula suciedad, y son susceptibles de sufrir golpes que devienen en pérdidas volumétricas, o también debido a la aparición de manchas de oxidación de elementos metálicos. En el caso de los encalados y repolicromías, su eliminación resulta problemática, pues suelen ser realizados con materiales de similar naturaleza a los originales y, en muchos casos, de peor calidad (García Bueno *et al.* 2010 a y b). Estas capas superpuestas conllevan, frecuentemente, un error de interpretación de la datación de la obra (Cantos Martínez y Laborde Marqueze 2003). En ciertos casos se contempla la posibilidad de eliminación de la repolicromía, por lo que se hace necesario plantear el tratamiento de limpieza más adecuado. Sin embargo, retirar una repolicromía o un encalado puede suponer grandes dificultades, pues al eliminar la capa de alteración puede desprenderse, unida a ella, la policromía original, siendo extremadamente difícil eliminar el añadido sin afectar negativamente a la misma.

Así pues, el objetivo de este trabajo es valorar la efectividad de una selección de tratamientos de limpieza, que permitan la eliminación de repolicromías o de repintes elaborados con temple de cola animal sobre revestimientos de yeso policromados. Para ello, se parte de probetas ya elaboradas que simulan tanto los materiales como el proceso de ejecución a las yeserías medievales. Las técnicas de elaboración empleadas en este periodo y en los posteriores son dos: la talla y el molde. La primera de ellas se caracterizaba por la ejecución de la decoración directamente en el muro, lo que exigía una gran destreza y laboriosidad. Esta metodología de trabajo es característica de época taifa, almorávide o almohade, alcanzando en el nazarí su máximo esplendor. Por otra parte, la técnica del molde, considerada más tardía pues se incorpora en época nazarí, continúa en periodos posteriores a la dominación musulmana como el mudéjar. Esta última técnica facilitó en gran medida la decoración de grandes superficies, ya que permite reproducir sistemáticamente los diferentes modelos decorativos. La utilización de una u otra técnica o de ambas combinadas, va a depender entre otros condicionantes de la extensión de la superficie en la que se aplica y el motivo decorativo que figura en el modelo, de manera que cuando el espacio es relativamente reducido se va a emplear la talla y cuando éste es más amplio, frecuentemente se recurrirá al molde. En cuanto a los materiales, la talla se va a distinguir principalmente por el empleo de un yeso oscuro o también denominado, negro con un alto contenido en tierras, granulometría gruesa y textura poco homogénea. Por otra parte, en las yeserías ejecutadas se emplea un yeso más puro y blanco sin apenas presencia de áridos, en las que en ocasiones se detecta una fina capa de color ocre anaranjado, que se ha atribuido a un desmoldeante empleado para evitar que

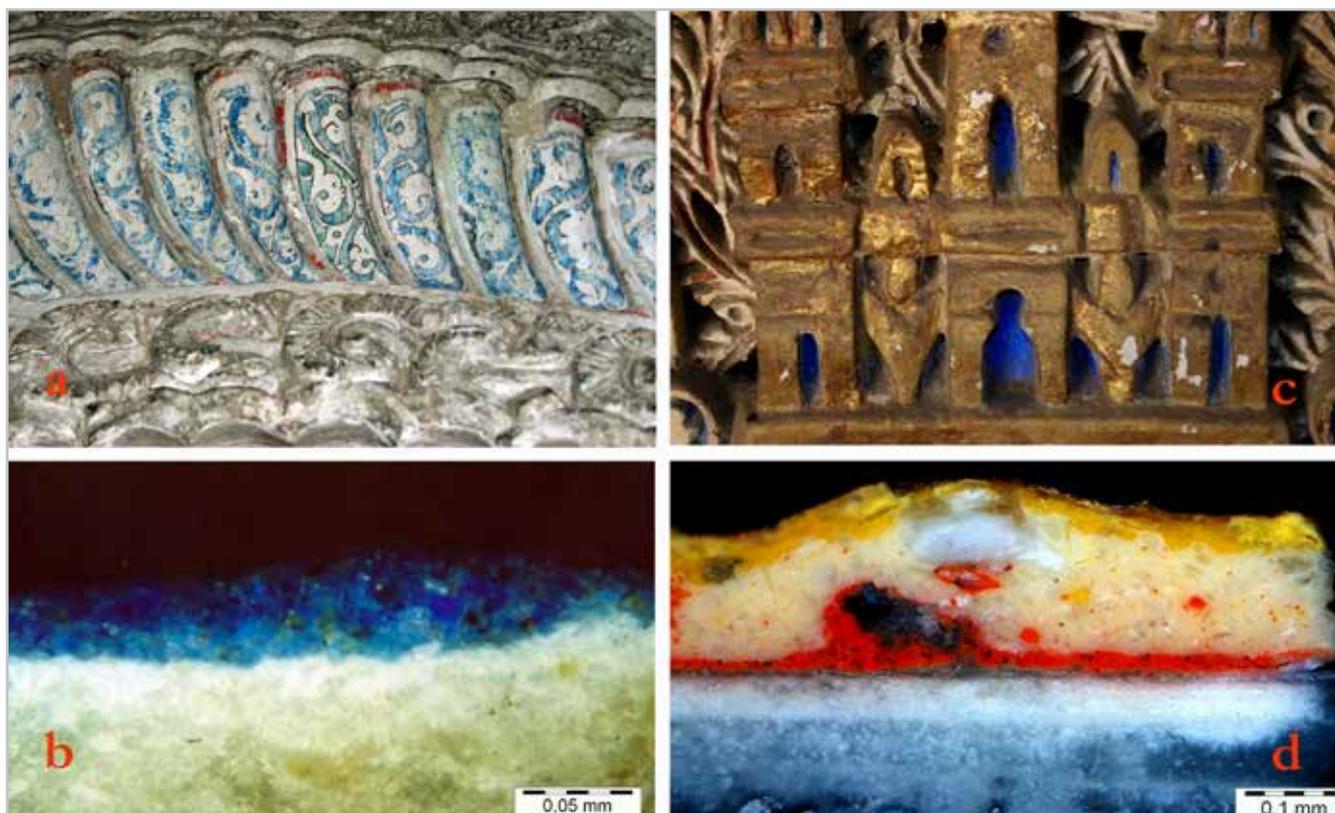


Figura 1. - a) Decoración pintada en azul en las yeserías del Cuarto Real de Santo Domingo. (Granada). b) Estratigrafía de una muestra de azurita natural del Cuarto Real de Santo Domingo (Granada). c) Imagen de una zona de detalle con repolicromías realizadas sobre la policromía original en las yeserías del Patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla. d) Estratigrafía de una muestra tomada de la misma zona donde se observa la sucesión de estratos.

la colada de yeso se pegara al molde. Según Fernández Puertas, una vez se fijaba el módulo del patrón, con su anchura y la amplitud, se configuraba su negativo con un molde. Los estudios efectuados por Ramón Rubio (2010) en los talleres de la Alhambra, han demostrado que estos moldes podrían ser de barro, escayola, cola, azufre o yeso entre otros. Una vez preparada la superficie, esta era decorada habitualmente con una gran riqueza cromática, para lo que se empleaban pigmentos de una gran calidad, entre los que destacan azurita natural y lapislázuli para los azules, tierra roja, cinabrio o bermellón para los rojos, ocre amarillo, oropimente y litargirio para los amarillos, malaquita o verdigrís para los verdes e incluso dorados entre otros. Los aglutinantes más empleados fueron la goma arábiga y la cola animal, aunque también en casos puntuales aparece el huevo (García Bueno *et al.* 2010 a y b; Domínguez Vidal *et al.* 2012).

Con las técnicas anteriormente descritas se realizan probetas de yeserías y se reproducen repolicromías de temple de cola de conejo, presentes en obra real, como en el Patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla o en el oratorio de la Madraza, entre otros, y se realiza una selección de tratamientos de limpieza (Calero Castillo *et al.* 2017) [figura 1].

Con el objetivo de evaluar dichos tratamientos, se establece una metodología que permite delimitar la

superficie a tratar mediante el empleo de un sistema de plantillas de acetato, de modo que se puedan analizar con precisión los cambios producidos en la superficie tratada. Para ello se ha empleado fotografía digital, microscopía estereoscópica, modelos fotogramétricos, elaborados con AutoDesk Recap y comparados con el programa CloudCompare (López Martínez *et al.* 2018).

Materiales y métodos

—Elaboración de probetas

Se realizan cuatro probetas con una base ladrillos de arcilla cocida de fabricación industrial. Las dimensiones de las probetas de yeso son 20,5 cm de longitud a soga, 10 cm de anchura o tizón y 2,7 cm de grueso. En este caso concreto, se tomaron como referencia los resultados obtenidos en 10 muestras analizadas por difracción de Rayos X procedentes de las yeserías del Patio de las Doncellas (Calero Castillo *et al.* 2017), ya que son muy representativos de las yeserías con esta cronología. Así, se empleó como base del soporte yeso blanco 95% ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) certificado por AENOR, al que se añadió un 5% de hidróxido de calcio, en este caso de la empresa CALCINOR, *química natural*, material presente en muestras de obra real analizadas y empleado comúnmente de manera tradicional como

aditivo para retardar el fraguado. Por otra parte, en este caso concreto se descartó la adición de un árido, al estar presente de manera minoritaria (entre un 1-4%) y no en todas las muestras analizadas (Calero Castillo *et al.* 2017). Se realizaron diferentes amasados empleando 500 gramos de sulfato cálcico, 25 gramos de hidróxido cálcico y 1200 ml de agua, utilizando un molde con el que asegurar la repetibilidad de las probetas.

Los pigmentos aplicados sobre la capa de yeso son malaquita natural (K.10300), ocre natural (K.40301), azurita natural (K.10200) y cinabrio (K.42000) de la casa comercial Kremer Pigmente [figura 2]. La elección de estos pigmentos se basa en los estudios llevados a cabo por el equipo en el Real Alcázar de Sevilla (Calero Castillo *et al.* 2017; Calero Castillo *et al.* 2016), el Oratorio de la Madraza de Yüsuf I en Granada (García Bueno *et al.* 2010b) o el Cuarto Real de Santo Domingo (García Bueno y Medina Flórez 2004). La relación pigmento/aglutinante se eligió con el objetivo de producir una capa homogénea y opaca cubriente sobre el soporte de yeso, en la que poder evaluar de manera adecuada los datos obtenidos del ensayo de tratamientos. En el caso de los pigmentos ocre amarillo y cinabrio la proporción fue de 10ml/3g, mientras que en el caso de la malaquita natural y de la azurita, menos cubrientes, la proporción fue 10ml/5 g (Calero Castillo *et al.* 2017). Como aglutinante para estos supuestos se ha escogido la goma arábica de la marca comercial CTS® diluida al 10% en agua ya que, como se ha mencionado con anterioridad, es uno de los aglutinantes más frecuentemente identificados en obras de especial relevancia como el Cuarto real de Santo Domingo (García Bueno y Medina Flórez 2004) o en las yeserías ocultas del Camaranchón del Real alcázar de Sevilla (Calero Castillo 2016). En este punto cabe mencionar que el proyecto de investigación completo también incluirá, en un futuro próximo, los resultados que se obtengan sobre probetas aglutinadas con cola animal, aglutinante que también se empleó muy frecuentemente, como ya se indicó con anterioridad. Los datos obtenidos a este respecto se encuentran en proceso de realización y procesado.

Las probetas empleadas para este trabajo han tenido un tiempo de curación de 6 años. Durante ese período han estado almacenadas en un laboratorio de investigación con condiciones de humedad relativa y temperatura sin variaciones bruscas, con control diario, semanal y mensual mediante un dispositivo portátil de la casa comercial SENSONET. En cuanto al tiempo de curación de las mismas, aun conociendo el empleo de los ensayos de envejecimiento (EEA) en este tipo de trabajos, para esta investigación se ha optado por el sistema de envejecimiento natural en las que se somete a los materiales a unas condiciones más cercanas a la realidad y cuyos efectos positivos para este tipo de trabajos destacan autores como Borgiorli & Cremonesi, (2005). No obstante, se tiene en cuenta que este período de tiempo de curado dista mucho de los cientos de años

que ostentan las antiguas yeserías tomadas como base para realizar las probetas.

—Aplicación de repolicromía al temple de cola animal

Se ha determinado seleccionar para este estudio las repolicromías efectuadas al temple de cola animal. La razón de elegir este tipo de alteración a reproducir sobre las probetas realizadas es la grave problemática que presenta la eliminación de estas repolicromías sobre yeserías, así como la frecuencia con la que aparecen en este tipo de decoraciones ya comentadas.

La repolicromía al temple se realiza con cola de conejo (en placas CTS®) como aglutinante y tierra roja (K.48150) como pigmento, y es aplicado sobre las probetas. Para la preparación del aglutinante se utilizan 10,5g de cola conejo en placas (CTS®) preparados al baño María en 150 ml de agua, previa hidratación de la cola 24 horas antes. Se preparó diluida a esta proporción para evitar que, al secar, la capa de policromía se craquelara. Tras ello, se realiza la mezcla constituida por el aglutinante y el pigmento tierra roja (K.48150), utilizando para ello 50ml de aglutinante, que debe ser previamente calentado al baño María para que la cola funda y 24 gramos de pigmento. Con esta proporción se consigue una mezcla fluida pero cubriente. Así, el temple de cola animal es aplicado mediante una brocha y en dos capas, con el objetivo de simular correctamente las repolicromías que suelen presentar las obras originales y, con ello, cubrir completamente la probeta. Para acelerar el secado de las probetas, se introducen en una estufa, durante 1 hora a 30 °C [figura 2].

Dada la complejidad de las limpiezas a efectuar, fue necesario delimitar y determinar de forma precisa la zona sobre la que se aplicaban los diferentes tratamientos, para de este modo poder extraer datos relevantes. Así, siguiendo la metodología expuesta por el Instituto de Patrimonio Cultural de España (IPCE), dentro del Proyecto Nanorestart - EU Project (Nanomaterials for the Restoration of Works of Art) http://www.nanorestart.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=285&Itemid=764, se decidió diseñar unas plantillas de acetato adaptadas a la superficie de cada una de las probetas evaluadas, con las siguientes dimensiones: longitud: 13,5 cm y Ancho: 12 cm. Cada plantilla presenta nueve huecos de 2x2 cm, sobre los que se realizan las diferentes pruebas de limpieza escogidas para cada probeta. [figura 3].

Tratamientos de limpieza

Para efectuar una selección adecuada de los tratamientos de limpieza, se ha realizado una revisión bibliográfica pormenorizada de los tratamientos generalmente empleados en este tipo de actuaciones, eligiendo aquellos que puedan resultar relevantes para esta problemática. Así se ha realizado la siguiente selección.



Figura 2.- Ilustración del proceso. a. Acabados cromáticos que simulan la policromía original. b. Aplicación de la repolicromía de temple a la cola de conejo sobre los acabados cromáticos originales. c. Composición por estratos de las probetas tras la inducción de las distintas alteraciones.



Figura 3.- Probetas con plantilla de limpieza en su estado inicial y tras inducir las alteraciones. La plantilla de acetato sirve para localizar perfectamente la zona donde se efectúan los diferentes tratamientos, fundamental para la evaluación de los cambios producidos en las distintas superficies.

—Tratamientos de tipo mecánico

De entre ellos se ha seleccionado el bisturí y la fibra de vidrio. Ambos métodos se caracterizan por su eficacia en este tipo de operaciones, además de ser, sobre todo en el caso del bisturí, uno de los métodos más empleados por el restaurador (Mas i Barberá 2010). Estos métodos se han empleado en catas de limpieza de obras como las yeserías del Patio de las Doncellas del Alcázar de Sevilla (Calero Castillo 2016) y en las limpiezas de las yeserías mudéjares del Sagrario de la iglesia de San Pedro de Torremocha de Jarama (Azcárate Luxán *et al.* 2010) (Estremera Linares *et al.* 2014) o del Cuarto Real de Santo Domingo de Granada (García Bueno y Medina Flórez 2004). En todos los casos y, también para este estudio, se utilizan como método complementario a otros procesos de limpieza.

—Tratamientos de tipo químico

Como tratamientos químicos se ha determinado emplear, por un lado, empacos con pulpa de celulosa y algodón

(Del Ordi Castilla *et al.* 2010). Por otra parte, también se utilizan geles elaborados con ácidos poliacrílicos, Carbogel®, polisacáridos complejos, Gellano Kelcogel® y Agarart®, Culminal® MC2000 (metilcelulosa) e Klucel G® (hidroxipropilcelulosa) que se pueden aplicar sobre superficies sensibles al agua como el yeso (Borgioli 2001; Anzami M *et al.* 2008; Gregori 2015). En ambos casos se ha de interponer siempre entre la obra y el material un papel japonés o tissue, para proteger la superficie, evitar el contacto directo, y facilitar su eliminación (Mas i Barberá 2010).

Los disolventes seleccionados para eliminar este tipo de repintes son los disolventes polares, por su afinidad con la superficie a eliminar, en este caso repolicromías a base de temple de cola (Hubbard 1993). El empleo de empacos o geles, permite controlar mejor el grado de actuación y penetración, que es uno de los principales problemas que presenta el uso de disolventes. En este caso se utiliza: agua desionizada, acetona y alcohol etílico de la marca comercial CTS® (Cremonesi 2004). Este tipo de tratamientos se ha empleado en obras tales como las esculturas de yeso de la

Escuela de Artes Plásticas de Costa Rica (Zamora Rodríguez 2014) y sobre la escultura de yeso *Nerón y Séneca* (Museo del Prado 2013) donde se emplearon empacos de pulpa de celulosa y geles elaborados con Agarart® para llevar a cabo los tratamientos de limpieza. Así se ha determinado seleccionar los siguientes.

Las proporciones de las sustancias con las que se han configurado los tratamientos, así como la interposición de papel japonés antes de la aplicación de las mezclas ha evitado la existencia de residuos. Como excepción debe mencionarse la respuesta del gel elaborado a partir de hidroxipropilcelulosa, que ha generado la existencia de restos mínimos eliminados mecánicamente al retirar la repolicromía reblandecida, sin llegar en ningún momento a afectar la policromía original, y sin necesidad de realizar un lavado posterior. En la figura 4 puede observarse la distribución de los tratamientos de limpiezas en las probetas.

—Pruebas de limpieza seleccionadas

La tabla 1 recoge los tratamientos aplicados en cada probeta y el proceso de preparación de los mismos.

Tabla 1.- Distribución de los tratamientos de limpieza y disolventes seleccionados para el estudio, y su distribución por número de pruebas en las diferentes probetas.

Numeración de las pruebas según su ubicación en la plantilla de limpieza	Tratamiento aplicado en cada hueco de la plantilla de limpieza	Número de pruebas realizadas de cada tratamiento	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Probeta 4
			Disolvente Agua	Disolvente : Triple A (Agua + Acetona + Alcohol Etilico)1:1:1	Disolvente : Agua + Acetona (75:25)	Disolvente : Agua + Alcohol Etilico(75:25)
Prueba 1	Empaco de algodón + bisturí	1	Aplicado	Aplicado	Aplicado	Aplicado
Prueba 2	Gel a partir de Culminal® MC2000 (metilcelulosa) + bisturí	1	Aplicado	Aplicado	Aplicado	Aplicado
	Proporciones: 1 gr. Culminal® MC2000 en 12 ml disolvente					
Prueba 3	Empaco de pulpa de celulosa + bisturí	1	Aplicado	Aplicado	Aplicado	Aplicado
Prueba 4	Gel a partir de Carbogel® (ácido poliacrílico) + bisturí	1	Aplicado	Aplicado	Aplicado	Aplicado
	Proporciones: 0,2 gr. Carbogel® en 20 ml disolvente					
Prueba 5	Gel a partir de Gellano Kelcogel® (polisacárido complejo) + bisturí	1	Aplicado	Aplicado	Aplicado	Aplicado
	Proporciones: 1 gr. Gellano Kelcogel® en 40 ml disolvente					
Prueba 6	Hisopo + bisturí	1	Aplicado	Aplicado	Aplicado	Aplicado
Prueba 7	Gel a partir de Agarart® (polisacárido complejo) + bisturí	1	Aplicado	Aplicado	Aplicado	Aplicado
	Proporciones: 2 gr. Agarart® en 12 ml disolvente					
Prueba 8	Gel a partir de Klucel G® (hidroxipropilcelulosa) + bisturí	1	Aplicado	Aplicado	Aplicado	Aplicado
	Proporciones: 2 gr. Klucel G® en 12 ml disolvente					
Prueba 9	Fibra de vidrio + bisturí	1	No aplicado	No aplicado	No aplicado	No aplicado



Figura 4.- Recreación de los tratamientos de limpieza aplicados en las probetas.

Parte experimental

Valorar la eficacia de los tratamientos de limpieza de forma objetiva era fundamental para la obtención de unos resultados que sirvan de base para, en futuro, ampliar el estudio de tratamientos de limpieza adecuados para yeserías. Con este fin se han seleccionado los siguientes métodos de evaluación: fotografía digital, microscopía estereoscópica y fotogrametría

—Fotografía digital

La documentación fotográfica constituye en la actualidad una herramienta fundamental para el restaurador, ya que permite constatar de manera fidedigna y objetiva todas las operaciones efectuadas en las obras de arte, así como documentar uno de los procesos irreversibles como es el de la limpieza. Por ello, era fundamental para este trabajo registrar fotográficamente de manera pormenorizada

la superficie de las probetas sometidas a ensayo antes y después de los procesos de limpieza. Para ello se han obtenido una serie completa de fotografías digitales previa y posteriormente a los tratamientos de limpieza, mediante un equipo Canon EOS 1200D y una fuente de iluminación LED blanca.

—Microscopía estereoscópica

Con el objetivo de evaluar los cambios producidos en la superficie original policromada tras la aplicación de las diferentes pruebas de limpieza efectuadas, se realizó una toma sistemática de imágenes con microscopio estereoscópico, completando el análisis visual directo de las mismas. El microscopio utilizado fue un NIKON SMZ 1000 con haz óptico paralelo y cámara integrada para la realización de microfotografías y un factor de zoom 10x, que permite aumentos de 4x a 480 [figura 5].

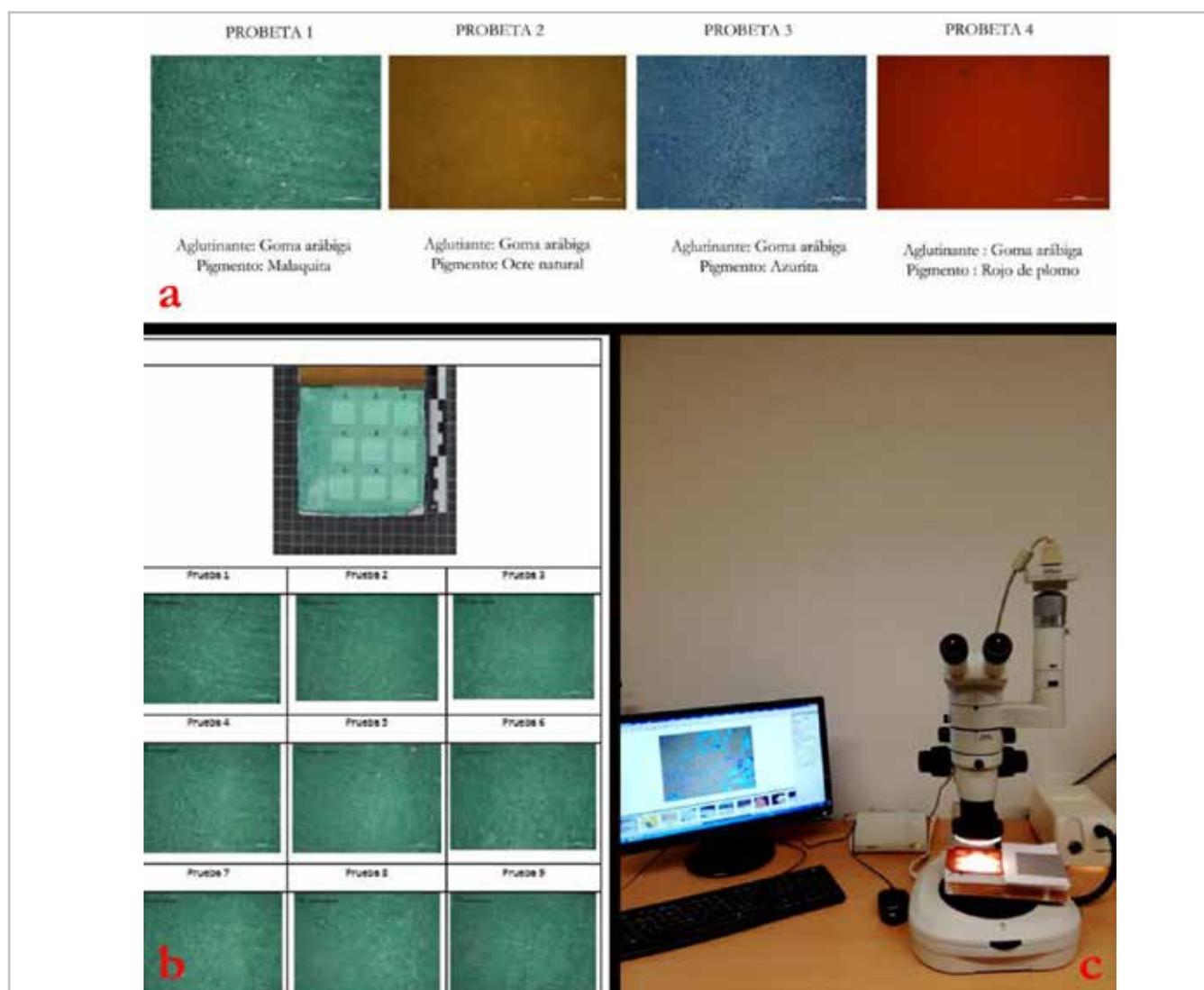


Figura 5.- a) Imágenes de microscopía estereoscópica de la superficie de todos los acabados cromáticos estudiados. b) Ficha de cada probeta. c) Análisis por microscopía estereoscópica tras la realización de las pruebas de limpieza.

—Comparación de modelos fotogramétricos

El desarrollo de software y de obtención de modelos tridimensionales a partir de programas de fotogrametría está aportando en la actualidad nuevas herramientas para los restauradores, aplicables tanto en la conservación como en la restauración de obras de arte. Así, para este trabajo se determinó que podría ser muy interesante la evaluación de los cambios producidos mediante la comparación de modelos fotogramétricos, siguiendo la metodología expuesta por López Martínez *et al.* (2018). El objetivo es estudiar la superficie de la obra antes y después de aplicar el tratamiento de limpieza, para determinar áreas en las que el tratamiento haya sido más efectivo eliminando una mayor cantidad de repolicromía, y por otro, zonas en las que éste no funcionó bien, y su efecto en la superficie original.

Este proceso presenta la ventaja de no ser una técnica invasiva ni destructiva por lo que no solo es aplicable a probetas, sino también a estudios efectuados sobre obra real. El primer paso de esta metodología se basa en la obtención de modelos fotogramétricos de la superficie estudiada a partir de fotografías, empleando el programa AutoDesk Recap.

En la siguiente fase, tras las pruebas de limpieza, se realizan de nuevo los modelos fotogramétricos de las probetas. A partir de éstos, se comparan las mallas obtenidas de cada uno de ellos, empleando en este caso el programa CloudCompare (López Martínez *et al.* 2018). Este programa es un software de procesamiento de nubes de puntos 3D y mallas triangulares gratuito y de libre acceso. En primer lugar, son alineados los modelos fotogramétricos, antes y después de la limpieza, estableciendo el mayor número posible de puntos de referencia, tanto en la capa de policromía como del revestimiento de yeso y en la base de ladrillo industrial [figura 2], para que la alineación de las mallas sea lo más exacta posible, ya que esto es determinante para una correcta comparación. Una vez realizado esto, se procede a la comparación basada en la medición de las distancias entre las mallas de cada modelo. Se toma como referencia la malla del modelo tras aplicar los diferentes tratamientos de limpieza, obteniendo como resultado un mapa de color cuya gama varía del rojo al azul. La gama de colores nos muestra la distancia entre los diferentes puntos de las mallas de los modelos comparados, por lo que en base al color es posible saber si la distancia no ha cambiado, o si por el contrario hay una diferencia entre los mismos puntos de los modelos alineados comparados.

La correcta interpretación de este mapa de color indica la cantidad de material que ha sido retirado en cada uno de los tratamientos de limpieza, lo que ayuda a identificar en qué tratamientos se ha eliminado la repolicromía, la capa de policromía original o incluso parte del soporte de yeso original. La gama de colores se desplaza entre el rojo y el azul, siendo el color rojo el que indica que hay una mayor distancia entre los mismos puntos de ambos modelos a nivel negativo, es decir, pérdida de materia, que en este caso hace

alusión a la pérdida de varias capas de la obra, repolicromía, policromía original e incluso parte de la capa de preparación de yeso. El color azul indica una mayor distancia a nivel positivo, es decir, materia añadida o levantamiento de la materia original. El color verde intenso indica que la distancia no ha cambiado, es decir, aquellas zonas en las que coinciden ambos modelos, y que se corresponde con la capa de repolicromía, son por tanto las zonas donde no ha sido aplicado ningún tratamiento. Finalmente, la gama de color que oscila entre el verde, amarillo, naranja hasta el rojo, muestra que la distancia entre los puntos aumenta respectivamente, es decir, según la profundidad de la materia eliminada, se produce el cambio de color. De este modo el tono verde-amarillento muestran que se ha retirado una capa fina, que coincide con la repolicromía, mientras que los tonos amarillo y amarillo-anaranjado, indican que la capa de materia retirada es mayor, lo que coincide con la eliminación de la repolicromía y la pérdida de parte de la policromía original. Por tanto, los tonos naranjas y rojos revelan que ha sido eliminada una capa más gruesa de materia que los anteriores, es decir, se ha eliminado además de la repolicromía, policromía original e incluso parte de la preparación de yeso.

En el caso del histograma, este representa la cantidad de puntos o valores que han sido comparados entre las mallas de los modelos de las probetas, de antes y de después de la limpieza. Así pues, en el eje de ordenadas se observa la distancia que hay entre esos puntos comparados, de modo que a mayor valor positivo más distancia entre ellos. Mientras que, en el eje de abscisas se muestra la cantidad de dichos puntos comparados que hay por cada nivel de distancia indicada en el eje de ordenadas. Estos puntos se encuentran repartidos siguiendo la misma gama de colores que se aprecia en el mapa de color obtenido de comparar los modelos fotogramétricos. Por tanto, la interpretación de este gráfico es similar a la expuesta anteriormente de este mapa de color. Esto supone que aquellos puntos, que al compararse las mallas de los modelos, están a la misma distancia se presentarán del mismo color en el histograma. Si hay una mayor cantidad de un color es que hay una mayor proporción de puntos a esa distancia. Ahora bien, conforme cambia el color del verde al rojo, el eje de ordenadas indica que la distancia va aumentando respectivamente, y esto implicará que a mayor distancia más cantidad de materia se ha eliminado. Es decir, el histograma nos indica que cantidad de la superficie de la probeta ha experimentado una pérdida de materia, y hasta que profundidad ha sido, y por ende que capas estratigráficas se han visto afectadas.

Resultados

—Fotografía digital y microscopía estereoscópica

En la siguiente tabla [tabla 2] se describen los resultados obtenidos de cada tratamiento aplicado para las diferentes probetas. En la figura 6 puede observarse la comparación del estado de la capa de policromía original antes y

Tabla 2.- Resultados de las diferentes pruebas de limpieza para cada probeta

PROBETA 1			TIEMPO DE ACTUACIÓN	RESULTADO DE LOS TRATAMIENTOS
DISOLVENTE APLICADO	NÚMERO DE LA PRUEBA	TRATAMIENTO APLICADO		
Agua	Prueba 1	Empaño de algodón + bisturi	30 minutos	La repolicromía se reblandece en exceso, perturbando toda la policromía original. La repolicromía se reblandece y favorece su eliminación, se retira parte de la policromía original. La repolicromía se reblandece en exceso, se elimina toda la policromía original. La repolicromía se reblandece y favorece su eliminación, se retira parte de la policromía original. La repolicromía se reblandece y favorece su eliminación, se retira parte de la policromía original, y el gel deja resablos Genera un efecto de brumado, y al insistir se elimina la policromía original.
	Prueba 2	Gel a partir de Calminal MC2000® (metilcelulosa) + bisturi	15 minutos	
	Prueba 3	Empaño de paño de celolosa + bisturi	30 minutos	
	Prueba 4	Gel a partir de Carbogel® (ácido poliacrílico) + bisturi	20 minutos	
	Prueba 5	Gel a partir de Cellulose Kolopak® (polisacárido complejo) + bisturi	20 minutos	
	Prueba 6	Hisopo + bisturi	X	
	Prueba 7	Gel a partir de Agrarant® (polisacárido complejo) + bisturi	30 minutos	
	Prueba 8	Gel a partir de Klacel G® (hidroxipropilcelulosa) + bisturi	30 minutos	
	Prueba 9	Fibra de vidrio y bisturi	X	
PROBETA 2			TIEMPO DE ACTUACIÓN	RESULTADO DE LOS TRATAMIENTOS
DISOLVENTE APLICADO	NÚMERO DE LA PRUEBA	TRATAMIENTO APLICADO		
Tijera A Agua + Alcohol etílico + Acetona (1:1:1)	Prueba 1	Empaño de algodón + bisturi	40 minutos	La repolicromía se reblandece, parte de la policromía original es eliminada. La repolicromía se reblandece en exceso, se elimina casi la totalidad de la policromía original. La repolicromía se reblandece, se elimina parte de la policromía original. La repolicromía se reblandece en exceso y se lleva casi la totalidad de la policromía original. La repolicromía se reblandece, se retira parte de la policromía original. La repolicromía se reblandece en exceso y se lleva casi la totalidad de la policromía original. Se eliminan por completo la policromía original llegando
	Prueba 2	Gel a partir de Calminal MC2000® (metilcelulosa) + bisturi	25 minutos	
	Prueba 3	Empaño de paño de celolosa + bisturi	40 minutos	
	Prueba 4	Gel a partir de Carbogel® (ácido poliacrílico) + bisturi	30 minutos	
	Prueba 5	Gel a partir de Cellulose Kolopak® (polisacárido complejo) + bisturi	30 minutos	
	Prueba 6	Hisopo + bisturi	X	
	Prueba 7	Gel a partir de Agrarant® (polisacárido complejo) + bisturi	40 minutos	
	Prueba 8	Gel a partir de Klacel G® (hidroxipropilcelulosa) + bisturi	40 minutos	
	Prueba 9	Fibra de vidrio y bisturi	X	
PROBETA 3			TIEMPO DE ACTUACIÓN	RESULTADO DE LOS TRATAMIENTOS
DISOLVENTE APLICADO	NÚMERO DE LA PRUEBA	TRATAMIENTO APLICADO		
Agua + Acetona (75:25)	Prueba 1	Empaño de algodón + bisturi	30 minutos	La repolicromía se reblandece y quedan restos, se elimina gran parte la policromía original. La repolicromía se reblandece, se retira casi en su mayoría sin dañar en exceso la policromía original. Elimina por completo la policromía original llegando incluso a la capa de preparación. La repolicromía se reblandece, se elimina gran parte la policromía original, quedando restos de este. La repolicromía se reblandece, se elimina casi en su mayoría sin dañar en exceso la policromía original. Elimina por completo la policromía original llegando en algunas zonas a la capa de preparación. La repolicromía se reblandece, se retira casi en su mayoría sin dañar en exceso la policromía original. Elimina por completo la policromía original llegando incluso a la capa de preparación.
	Prueba 2	Gel a partir de Calminal MC2000® (metilcelulosa) + bisturi	20 minutos	
	Prueba 3	Empaño de paño de celolosa + bisturi	30 minutos	
	Prueba 4	Gel a partir de Carbogel® (ácido poliacrílico) + bisturi	20 minutos	
	Prueba 5	Gel a partir de Cellulose Kolopak® (polisacárido complejo) + bisturi	20 minutos	
	Prueba 6	Hisopo + bisturi	X	
	Prueba 7	Gel a partir de Agrarant® (polisacárido complejo) + bisturi	30 minutos	
	Prueba 8	Gel a partir de Klacel G® (hidroxipropilcelulosa) + bisturi	30 minutos	
	Prueba 9	Fibra de vidrio y bisturi	X	
PROBETA 4			TIEMPO DE ACTUACIÓN	RESULTADO DE LOS TRATAMIENTOS
DISOLVENTE APLICADO	NÚMERO DE LA PRUEBA	TRATAMIENTO APLICADO		
Agua + Alcohol etílico (75:25)	Prueba 1	Empaño de algodón + bisturi	30 minutos	La repolicromía se retira por completo sin apenas dañar la policromía original. La repolicromía se elimina en parte, no se reblandece por igual, se elimina la policromía original. La repolicromía se retira de manera efectiva, la policromía original es dañada muy poco La repolicromía se retira de manera efectiva, la policromía original es dañada muy poco La repolicromía se elimina, pero a la vez también se elimina parte de la policromía original. La repolicromía se retira de manera efectiva, a policromía original se ve dañada muy escasamente La repolicromía se elimina, pero a la vez también se elimina la policromía original.
	Prueba 2	Gel a partir de Calminal MC2000® (metilcelulosa) + bisturi	25 minutos	
	Prueba 3	Empaño de paño de celolosa + bisturi	30 minutos	
	Prueba 4	Gel a partir de Carbogel® (ácido poliacrílico) + bisturi	30 minutos	
	Prueba 5	Gel a partir de Cellulose Kolopak® (polisacárido complejo) + bisturi	30 minutos	
	Prueba 6	Hisopo + bisturi	X	
	Prueba 7	Gel a partir de Agrarant® (polisacárido complejo) + bisturi	30 minutos	
	Prueba 8	Gel a partir de Klacel G® (hidroxipropilcelulosa) + bisturi	30 minutos	
	Prueba 9	Fibra de vidrio y bisturi	X	
PROBETA 5			TIEMPO DE ACTUACIÓN	RESULTADO DE LOS TRATAMIENTOS
DISOLVENTE APLICADO	NÚMERO DE LA PRUEBA	TRATAMIENTO APLICADO		
Ninguno	Prueba 1	Empaño de algodón + bisturi	30 minutos	La repolicromía se reblandece, se retira casi en su mayoría sin dañar en exceso la policromía original. Elimina por completo la policromía original llegando incluso a la capa de preparación. La repolicromía se reblandece, se retira casi en su mayoría sin dañar en exceso la policromía original. Elimina por completo la policromía original llegando incluso a la capa de preparación.
	Prueba 2	Gel a partir de Calminal MC2000® (metilcelulosa) + bisturi	25 minutos	
	Prueba 3	Empaño de paño de celolosa + bisturi	30 minutos	
	Prueba 4	Gel a partir de Carbogel® (ácido poliacrílico) + bisturi	30 minutos	
	Prueba 5	Gel a partir de Cellulose Kolopak® (polisacárido complejo) + bisturi	30 minutos	
	Prueba 6	Hisopo + bisturi	X	
	Prueba 7	Gel a partir de Agrarant® (polisacárido complejo) + bisturi	30 minutos	
	Prueba 8	Gel a partir de Klacel G® (hidroxipropilcelulosa) + bisturi	30 minutos	
	Prueba 9	Fibra de vidrio y bisturi	X	

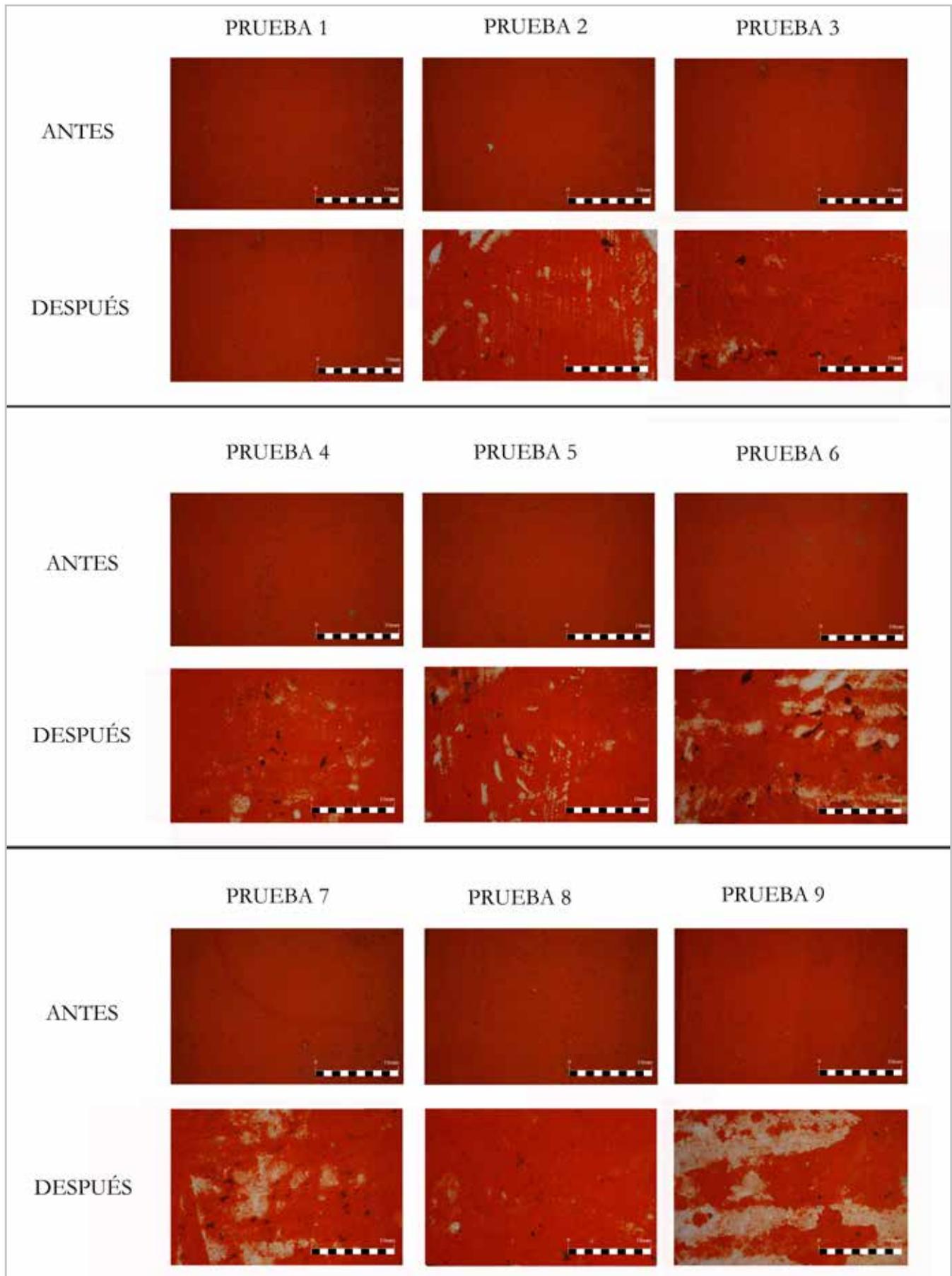


Figura 6.- Comparación de la superficie de policromía original antes y después de aplicar los tratamientos de limpieza, en este caso de la probeta 4. Imágenes tomadas mediante microscopía estereoscópica de la zona de limpieza acotada por la plantilla de limpieza

después de la aplicación de los tratamientos de limpieza, concretamente en la Probeta 4, a partir de las imágenes obtenidas.

—Comparación de los modelos fotogramétricos

En primer lugar, debe indicarse que las zonas donde la repolicromía no ha sido alterada, aquellas zonas fuera de la plantilla donde no se han efectuado tratamientos, se corresponden con el color verde intenso de las imágenes mostradas con fotogrametría. Esto se extiende a todas las probetas.

- Probeta 1: disolvente agua:

En la Probeta 1, en algunas áreas de las pruebas 2 y 9 la repolicromía no ha sido eliminada y por tanto se aprecia

el color verde. En las pruebas 5, 6, 7 y 8 y algunas zonas de la prueba 4 ha sido posible eliminar la repolicromía manteniendo la policromía original. Estas zonas muestran una tonalidad verde-amarillenta. En el caso de las pruebas 1, 3 y 7 y algunas zonas de las pruebas 2, 4 y 9 tanto la repolicromía como parte de la policromía original han sido eliminadas, y por tanto presentan un color amarillo. Es importante destacar que las diferencias son muy sutiles debido a que se trata de estratos de mínimo espesor tal y como puede apreciarse en el histograma, concretamente en el eje de coordenadas, lo cual sucede para todas las probetas [figura 7]. En el caso concreto de esta probeta, el eje de abscisas del histograma muestra que hay una mayor cantidad de color desde el verde claro al amarillo, esto indica que hay una mayor proporción de puntos comparados que se encuentra a la distancia marcada para esos colores en el eje de coordenadas. Por tanto, hay una mayor cantidad de la superficie de

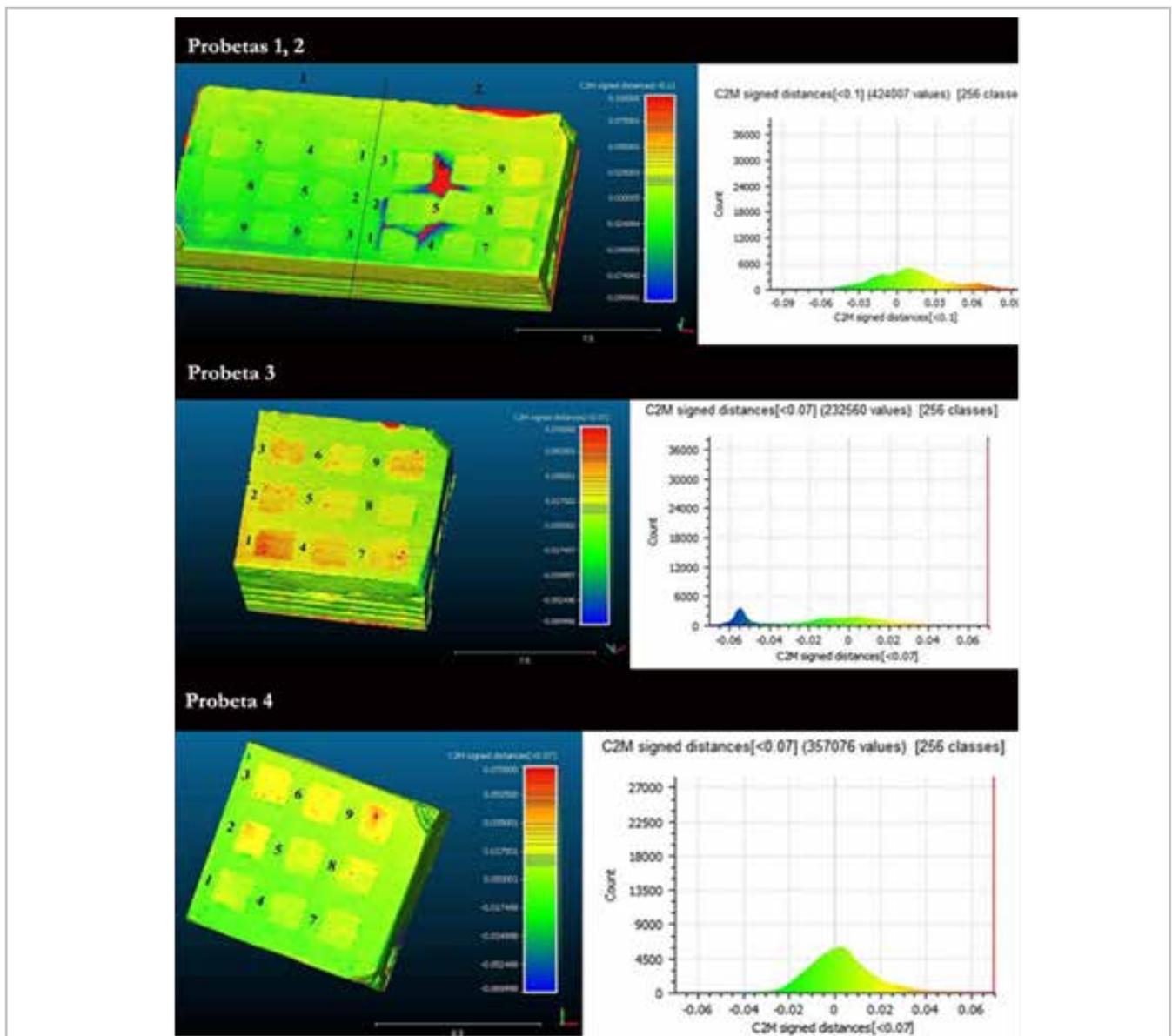


Figura 7.- Comparación con CloudCompare de los modelos fotogramétricos de la probeta 1, 2, 3,4 e histograma de distribución

la probeta que muestra una eliminación de materia hasta llegar a ese nivel de profundidad, es decir, que la mayoría de las pruebas empleadas han alcanzado ese nivel de profundidad en la limpieza, eliminando la capa de repolicromía, pero también la policromía original como en el caso de las pruebas que presentan zonas en amarillo. [figura 7].

- Probeta 2: disolvente triple A (Agua + Acetona + Alcohol Etilico 1:1:1)

En la Probeta 2, sólo las pruebas de limpieza 1, 2, 4, 5 y 7 mantienen restos de restos de policromía original tras las limpiezas. En ellas puede apreciarse una tonalidad verde-amarillenta. En este caso el histograma muestra que efectivamente hay una mayor cantidad de zonas verde-amarillento, es decir, de puntos comparados que se encuentran a esa distancia o profundidad. Esto se traduce en que la mayoría de los tratamientos aplicados en estas pruebas han eliminado materia hasta esa profundidad [figura 7]. En el resto de pruebas, 3, 6, 8, y 9, tanto la repolicromía como parte de la capa de policromía original ha sido eliminada, estas zonas muestran un color amarillo cada vez más intenso al aumentar la cantidad de material que ha sido retirado [figura 7]. El histograma también refleja que hay una gran cantidad de zonas en las que se ha llegado a una profundidad aun mayor, como se indica en el conjunto de puntos comparados representado por el color amarillo, y por tanto esto muestra que se ha eliminado más materia en este tipo de tratamientos, llegando a capas más profundas, concretamente hasta la capa de policromía original. No obstante, también se aprecian una cantidad interesante de puntos de color verde-amarillento, por lo que hay pruebas de limpieza en las que se ha eliminado materia que sólo pertenecía a la repolicromía. [figura 7].

- Probeta 3: disolvente Agua+Acetona (75:25)

En el caso de la Probeta 3, en las pruebas 1, 2, 3 y 9 y algunas zonas de las pruebas 4 y 7, se ha eliminado la repolicromía, pero también parte de la policromía original, estas zonas presentan un color amarillo intenso e incluso amarillo-anaranjado. En las pruebas 1, 2, 3 y algunas áreas de las pruebas 5, 6, 7 y 9, se ha eliminado la repolicromía y la policromía original, llegando al revestimiento de yeso como puede comprobarse en el color naranja y rojo. En las pruebas 5, 6 y 8, y algunas zonas de la prueba 7, se ha eliminado la repolicromía, respetando la policromía original, estas zonas muestran un color verde-amarillento [figura 7]. En este caso el histograma muestra que hay una mayor cantidad de puntos comparados entre las mallas representados por los colores desde el verde al amarillo. Esto supone que hay muchas zonas de la superficie de la probeta donde se han aplicado los tratamientos de limpieza y se ha eliminado materia hasta esa profundidad, eliminando por tanto las capas de repolicromía pero también de algunos casos de policromía original [figura 7].

- Probeta 4: disolvente Agua+Alcohol etílico (75 : 25)

En la Probeta 4, en las pruebas 2, 3, 6 y 9 y algunas zonas de la prueba 8 se ha eliminado la repolicromía, y parte de la policromía original, en ellas observamos un color amarillo. En zonas de estas mismas pruebas 2, 3, 6, 8 y 9 se ha eliminado la repolicromía, pero también la policromía original, llegando al revestimiento de yeso, por tanto presentan una coloración naranja y roja. En las pruebas 1, 4, 5, 7 y parte de la 8 se ha eliminado la repolicromía, pero manteniendo parte de la policromía original, éstas muestran el color verde-amarillento. Teniendo en cuenta el histograma, de nuevo puede apreciarse que existe una mayor cantidad de puntos representados por los colores desde el verde al amarillo. Por tanto, hay una mayor cantidad de superficie de la probeta donde al aplicar los tratamientos se ha eliminado materia hasta profundidad. En este caso es mayor la cantidad de puntos de color verde-amarillento, por lo que hay más pruebas en las que se ha eliminado la capa de repolicromía. Aunque en algunos casos, pero en menor medida, si es cierto que se ha llegado a eliminar hasta la capa de policromía original, serían los puntos vinculados al color amarillo [figura 7].

Discusión de resultados y conclusiones

Los resultados obtenidos a partir de la metodología empleada, basada en una documentación fotográfica, examen por microscopía estereoscópica, elaboración de modelos fotogramétricos, así como su comparación mediante un programa de análisis de mallas, permiten determinar que los tratamientos que posibilitan retirar más cantidad de repolicromía, dañando mínimamente la policromía original de la obra, han sido aquellos basados en la elaboración de geles, como vehículos del disolvente, a partir de polisacáridos complejos, y los elaborados a partir de éteres de celulosa, más exactamente la hidroxipropilcelulosa. Estos geles aplicados con los disolventes agua, agua y acetona (75:25) y agua y alcohol (75:25) han sido los más efectivos [tabla 3].

En menor medida, otros tratamientos también han dado buenos resultados en la eliminación de la repolicromía de temple de cola animal, pero en algunas zonas han afectado a la policromía original. Estos tratamientos han sido los geles elaborados a partir de ácido poliacrílico Carbogel[®], con los disolventes agua, agua y acetona (75:25) y agua y alcohol (75:25), el empaco de algodón aplicado con agua y acetona (75:25) y el gel elaborado con metilcelulosa y el disolvente y agua y alcohol (75:25) [tabla 3].

La efectividad de estos métodos reside en su forma de aplicación. Al aplicarse como geles es posible controlar el grado de penetración y el tiempo de actuación, de esta forma hay un menor riesgo de dañar la obra, el tratamiento puede aplicarse en zonas concretas el tiempo deseado y eliminarse fácilmente sin dejar residuos. Sólo los tratamientos con geles elaborados a partir de hidroxipropilcelulosa

Tabla 3.- Tratamientos aplicados sobre las probetas con mejores resultados en la eliminación de repolicromados de temple de cola, y su composición

TRATAMIENTOS CON MEJORES RESULTADOS		
TRATAMIENTOS APLICADOS	PROBETA EN LA QUE HA SIDO APLICADO	COMPOSICIÓN DE LOS GELES ELABORADOS
Gel elaborado a partir del polisacárido complejo Gellano Kelcogel®	Probeta 1- Prueba 5	1 gramo de Gellano kelcogel® en 40 ml de disolvente Disolvente: : 40 ml agua desionizada.
	Probeta 3- Prueba 5	1 gramo de Gellano kelcogel® en 40 ml de disolvente Agua y Acetona (75:25) Disolvente: 30 ml de agua desionizada y 10 ml de acetona.
	Probeta 4 - Prueba 5	1 gramo de Gellano kelcogel® en 40 ml de disolvente Agua y Alcohol etílico (75:25) Disolvente: 30 ml de agua desionizada y 10 ml de alcohol etílico
Gel elaborado a partir del polisacárido complejo Agarart®	Probeta 1 - Prueba 7	2 gramos de Agarart® en 12 ml de disolvente Disolvente: : 12 ml agua desionizada
	Probeta 3 - Prueba 7	2 gramos de Agarart® en 12 ml de disolvente Agua y Acetona (75:25) Disolvente: 9 ml de agua desionizada y 3 ml de acetona.
	Probeta 4 - Prueba 7	2 gramos de Agarart® en 12 ml de disolvente Agua y Alcohol etílico(75:25) Disolvente: 9 ml de agua desionizada y 3 ml de alcohol etílico
Gel elaborado a partir de hidroxipropilcelulosa Klucel G®	Probeta 1 - Prueba 8	2 gramos hidroxipropilcelulosa Klucel G® en 12 ml de disolvente Disolvente: : 12 ml agua desionizada.
	Probeta 3 - Prueba 8	2 gramos de hidroxipropilcelulosa Klucel G® en 12 ml de disolvente Agua y Acetona (75:25) Disolvente: 9 ml de agua desionizada y 3 ml de acetona.
	Probeta 4 - Prueba 8	2 gramos de hidroxipropilcelulosa Klucel G® en 12 ml de disolvente Agua y Alcohol etílico(75:25) Disolvente: 9 ml de agua desionizada y 3 ml de alcohol etílico
OTROS TRATAMIENTOS CON BUENOS RESULTADOS		
TRATAMIENTOS APLICADOS	PROBETA EN LA QUE HA SIDO APLICADO	COMPOSICIÓN DE LOS GELES ELABORADOS
Gel elaborado a partir ácido poliacrílico Carbolgel®	Probeta 1 - Prueba 4	0,2 gramos de ácido acrílico Carbolgel® en 20 ml de disolvente Disolvente: : 20 ml agua desionizada.
	Probeta 3 - Prueba 4	0,2 gramos de ácido acrílico Carbolgel® en 20 ml de disolvente Agua y Acetona (75:25) Disolvente: 15 ml de agua desionizada y 5 ml de acetona.
	Probeta 4 - Prueba 4	0,2 gramos de ácido acrílico Carbolgel® en 20 ml de disolvente Agua y Alcohol etílico (75:25) Disolvente: 15 ml de agua desionizada y 5 ml de alcohol etílico
Empaco de algodón	Probeta 3 - Prueba 1	Empaco de algodón con la mezcla de disolventes Agua +acetona (75:25)
Gel elaborado a partir de metilcelulosa Culminal® MC2000	Probeta 4 - Prueba 2	1 gramo de metilcelulosa Culminal® MHPC 20000 en 12 ml de disolvente Agua y Alcohol (75:25) Disolvente: 9 ml agua desionizada y 3 ml de alcohol etílico

(Klucel G®) y el gel de metilcelulosa (Culminal® MC2000) pueden presentar ciertos inconvenientes, ya que pueden mostrar cierto carácter adhesivo; de ahí la importancia de la proporción en la que han sido elaborados todos los geles para este trabajo. También destacar la necesidad de interponer un papel japonés para evitar que, si se generan residuos, estos puedan quedar sobre la superficie original. En este estudio sólo se han observado residuos en el caso del gel elaborado a partir de hidroxipropilcelulosa (Klucel G®), independientemente del disolvente usado.

Por otra parte, los tratamientos menos efectivos, independientemente del disolvente empleado, han sido:

- Empaco de pulpa de celulosa
- Empaco de algodón
- Hisopo con bisturí
- Fibra de vidrio y bisturí

Esto se debe en parte a que con los empacos e hisopos es más difícil controlar el grado de penetración, siendo el problema fundamental la impregnación del material de base, en este caso el yeso. Los últimos tratamientos son los

mecánicos, mucho más agresivos y dañinos, sobre todo en superficies tan delicadas como son las capas policromas en yeserías.

Considerando lo anterior, este trabajo ha supuesto un punto de partida para continuar una investigación más completa, que se pretende ampliar tanto con el número de tratamientos como con la aplicación de aquellos que sean más efectivos sobre obra real.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por varios proyectos, entre ellos el de "Estudio científico y tratamientos de conservación de revestimientos arquitectónicos de época romana a medieval" (HAR2015-66139-P), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad y por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), así como el proyecto "Decoración arquitectónica de tradición islámica. materiales y técnicas de ejecución" (HAR 2011-27598) del Ministerio de Innovación y Ciencia.

Referencias

- ANZANI, M., BERZIOLI, M., CAGNA, M., CAMPANI, E., CASOLI, A., CREMONESI, P., FRATELLI, M., RABBOLINI, A. Y RIGGIARDI, D. (2008). *Gel rigidi di Agar per il trattamento di pulitura di manufatti in gesso. Use of Rigid Agar Gels for Cleaning Plaster Objects*. Saonara: Il Prato.
- AZCÁRATE LUXÁN, M., GONZÁLEZ HERNANDO, I., MANZARBEITIA VALLE, S. Y MONGE ZAPATA A. (2010). "Las pinturas murales de la iglesia de San Pedro de Torremocha de Jarama", *Anales de Historia del Arte*, Universidad Complutense de Madrid, Vol Extraordinario: 151-170
- BORGIOLO, L. (2002). "Espesantes para disolventes. Espesantes para soluciones acuosas," en *Materiali tradizionali ed innovativi nella pulitura dei dipinti e delle opere policrome mobile: Atti del primo congresso internazionale Colore e Conservazione*, Piazzola su Brenta (PD), 25-26 ottobre 2002, Padua: Il Prado, 1-7.
- BORGIOLO, L., & CREMONESI, P. (2005). *Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere polichrome*. Padua: Il Prato.
- BRUQUETAS GALÁN, R (1994). "El trabajo de la yesería en España", en *La obra en yeso repolicromado de los Corral de Villalpando*, Gómez Espinosa, T. (Coord.). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 75-83.
- CALERO CASTILLO, A.I. (2016). *Materiales, técnicas y procedimientos en la decoración arquitectónica. Aplicaciones a la conservación y restauración de las yeserías del Patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla*. Granada: Universidad de Granada.
- CALERO CASTILLO, A.I., GARCÍA BUENO, A., LÓPEZ CRUZ, O. Y MEDINA FLÓREZ, V.J. (2016). "Las yeserías del Patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla. Avance de resultados de la caracterización de materiales y la técnica". *Al-Qantara*, 37(1):129-141.
- CALERO-CASTILLO, A.I., GARCÍA-BUENO, A., LÓPEZ-CRUZ, O. Y MEDINA-FLÓREZ, V.J. (2017). "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: 255-290.
- CANTOS MARTÍNEZ, O. Y LABORDE MARQUEZE, A. (2003). "Proyecto de restauración del Retablo Mayor del Monasterio de Santa María del Paular Rascafría", *Bienes culturales: revista del Instituto del Patrimonio Histórico Español*, 2: 137-148.
- CREMONESI, P. (2004). *L'uso dei solventi organici nella pulitura di opere policrome*. Saonara: Il Prato.
- DEVILLANUEVA, L. (2012). "Yeserías españolas: Propuesta de tipología histórica". *Informes de la Construcción*. Madrid: Escuela Técnica Superior Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid, 64: 7-12.
- DEL ORDI CASTILLA, B.; REGIDOR ROS, J.L. Y PASIES OVIEDO, T. (2010). "Revisión de tratamientos de limpieza de pintura mural arqueológica. Eliminación de concreciones carbonáticas". *Arché*, 4 y 5: 73-80.
- DOMINGUEZ VIDAL, A., DE LA TORRE LOPEZ, M. J., RUBIO-DOMENE, R. Y AYORA CAÑADA, M.J. (2012). In situ noninvasive Raman microspectroscopic investigation of polychrome plasterworks in the Alhambra. *Analyst*, 137(24). 5763-5769.
- ESTREMER LINARES M.J., CORREA GÓMEZ E., RUBIO DOMENE R., CARREÑO ROBLES E., GÓMEZ VÍLCHEZ S. Y CARO RODRÍGUEZ E. (2014). *Manual de Buenas Prácticas Restauración de madera, yeso y cerámica*, Granada: Patronato de la Alhambra y Generalife.
- FERNÁNDEZ PUERTAS, A. (1997). *The Alhambra I. From the Ninth century to Yusuf I (1354)*. London: Saqui Books.
- GARATE ROJAS, I. (1999). *Arte de los yesos. Yaserías y estucos*; Madrid: Munilla-Lería.
- GARCÍA BUENO, A., HERNÁNDEZ PABLOS, A., MEDINA FLÓREZ, V.J. (2010a). "Las yeserías del Oratorio de la Madraza de Yusuf, Granada. Aportaciones de la documentación gráfica a la determinación de las zonas originales y añadidos en el estudio preliminar". *Al-Qantara*, 1(31): 257-267.
- GARCÍA BUENO, A., MEDINA FLÓREZ, V.J. Y GONZÁLEZ SEGURA, A. (2010b). "La policromía de yeserías del Oratorio de la Madraza de Yusuf, Granada. Primeras aportaciones del estudio de materiales para la localización de zonas originales y añadidos". *Al-Qantara*, 1 (31): 245-256.
- GARCÍA BUENO, A. Y MEDINA FLOREZ, V.J. (2004). "The Nasrid plasterwork at qubba Dar al-Manjara I-kubra in Granada: characterisation of materials and techniques". *Journal of Cultural Heritage*: 5, 1.1: 75-89.
- GREGORI, GIULIA (2015). "Conservation and restoration of two wall painting fragments by Bernardino Luini." *CeroArt Conservation, exposition, restauration d'objets d'art*. 5. <https://journals.openedition.org/ceroart/4924> [19/10/2019].
- GUIRAL PELEGRÍN, C. Y MARTÍN BUENO, M. (1996). *Bilbilis I. Decoración pictórica y estucos ornamentales*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico.
- HUBBARD, C. (1993). "Alabaster Conservation". *Victoria and Albert Museum*, 7: 1-3.
- NANORESTART-EU PROJECT (Nanomaterials for the Restoration of Works of Art) (2018). http://www.nanorestart.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=285&Itemid=764. 10/12/2018]
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, T, GARCÍA-BUENO, A Y MEDINA-FLÓREZ, V.J (2018). "New methodology for the assessment of cleaning treatments. Applications of photogrammetry for restoration". *Journal of Cultural Heritage*, 30: 117-123.
- MAS I BARBERÁ, X. (2010). *Conservación y restauración de materiales pétreos. Diagnóstico y tratamiento*. Valencia: Universidad politécnica de Valencia.
- MORA, P, MORA L, PHILLIPPOT, P (1984). *Conservation of Wall Paintings*. Scotland: Butterworths.

MUSEO DEL PRADO (2013). "Restauración de Nerón y Séneca". Disponible en: <http://www.museodelprado.es/investigacion/restauraciones/restauracion-de-emneron-y-senecaem-de-eduardo-barron/> [consulta 18/09/2019]

RUBIO DOMENE, R (2010). *Yeserías de la Alhambra. Historia, técnica y conservación*. Granada: Universidad de Granada.

SANZ ARAUZ, D., Y VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, L. (2009). "Evolución de los morteros históricos de yeso al exterior en la España Central". En *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Valencia: Instituto Juan de Herrera, 1329-1336.

SAKR, A. A., GHALY, M. F., ALI, M. F., Y ABDEL-HALIEEM, M. E. F. (2013). "Biodeterioration of binding media in tempera paintings by *Streptomyces* isolated from some ancient Egyptian paintings". *African Journal of Biotechnology*, 12(14): 1644-1656.

VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, L. (2004). "Evolución histórica de la construcción en yeso." *Informes de la construcción. Especial yeso*. Madrid, Insituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 56: 5-11.

ZAMORA RODRÍGUEZ, H. (2014). La conservación y restauración de la gipsoteca de la escuela de artes plásticas de la Universidad de Costa Rica. *Revista Humanidades*, 4:1-11.

Autodesk. RecapPhoto (2019): <https://www.autodesk.es/>

CloudCompare (2018): <https://www.danielgm.net/cc/>

Autor/es



Eva Vicar García
evavivargarcia@gmail.com
Parque Arqueológico del Molinete

Graduada en Conservación y Restauración de Bienes Culturales en la Universidad de Granada en el curso 2014-2019. Realizó prácticas en el Museo Nacional de Arqueología Subacuática (ARQUA) y en el Parque Arqueológico del Molinete, donde actualmente trabaja como técnico de Conservación y Restauración



Ana Isabel Calero Castillo
anacalero@ugr.es
Universidad de Granada

Doctora en Artes, especialidad Técnicas de Restauración y conservación de obras de arte con mención internacional. Actualmente es profesora sustituta interina en el departamento de Pintura de la Universidad de Granada. Ha realizado dos estancias

formativas en Roma (Italia) en los laboratorios de restauración de pintura mural del ISCR, lo que le ha permitido trabajar en la restauración de revestimientos murales de Pompeya, el ciclo pictórico de Sant'Agata que se encuentra en Largo dei mutilati ed invalidi da guerra así como en las estancias de Piranesi de época romana situadas en Villa Massenzio en el Appia Antica entre otras. En la actualidad trabaja en dos proyectos I+D+i, uno de ellos orientado a la creación y evaluación de modelos de durabilidad y conservación preventiva de elementos decorativos a partir de las yeserías históricas del Real Alcázar de Sevilla (Proyecto PGC2018-093470-B-I00) y otro al estudio científico y tratamientos de conservación (limpieza y consolidación fundamentalmente) en revestimientos arquitectónicos de época romana a medieval. (HAR2015-66139-P).



Ana García Bueno

anagar@ugr.es

Directora del Departamento de Pintura de la Universidad de Granada

Profesora Titular del Departamento de Pintura, especialidad de Restauración, actualmente directora del Departamento de Pintura de la UGR. Ha sido miembro investigador en diversos proyectos competitivos de I+D orientados a la recuperación del color en la arquitectura y al estudio de los revestimientos cromáticos, sobre todo en la Arquitectura Islámica. En relación con su actividad profesional, ha participado en diversos proyectos de restauración de pintura mural, entre los que destacan los trabajos llevados a cabo en Qsair 'Amra (Jordania), miembro integrante del asesoramiento facultativo durante la intervención en los elementos decorativos del Cuarto Real de Santo Domingo; los estudios previos de la Madraza y de varios espacios del Real Alcázar de Sevilla como la fachada del palacio de Pedro I o la decoración arquitectónica del patio de las Doncellas, así como los revestimientos romanos de *Cástulo*. Fruto de estas investigaciones se han publicado numerosos artículos en revistas indexadas y ha dirigido varias tesis doctorales.

Artículo enviado el 01/12/2019
Artículo aceptado el 15/03/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i1.719>

Propuesta metodológica para el examen, registro y representación gráfica de los brocados aplicados

Ana Carrassón López de Letona, Maite Barrio, Ion Berasain, Kyra Borst, Laura Ceballos, Mercedes Cortázar, Isabel Cubillas, Ingrid Geelen, Teresa Gómez, María José González, Ana Laborde, Agnès Le Gac, Camino Roberto, Emilio Ruiz de Arcaute, M^a Dolores Sanz, Erica Sartori, Delphine Steyaert

Resumen: La falta de una fórmula común entre los profesionales y estudiosos que trabajan con los brocados aplicados ha llevado al grupo de trabajo europeo de especialistas en escultura policromada a definir un procedimiento para el examen, registro y representación gráfica que permita profundizar en el estudio de esta delicada y frágil técnica a través de una información normalizada. Este trabajo recoge los aspectos del brocado aplicado que han de ser examinados; cómo éstos pueden ser recogidos y registrados atendiendo a las condiciones y estrategias más inocuas para la obra y propone, por último, un procedimiento para su representación gráfica.

Palabras clave: brocado aplicado, metodología de estudio, registro, representación gráfica, conservación-restauración, policromía

Methodological proposal for the examination, registration and graphic representation of the applied brocades

Abstract: The lack of a common formula among professionals and scholars for the study of applied brocades has led the European working group of specialists in polychrome sculpture to define a standardized procedure for examination, registration and graphic representation that allows a deeper understanding of this delicate and fragile technique. This work gathers the aspects of the applied brocade that have to be examined; how these can be collected and registered according to the most harmless conditions and strategies and proposes a procedure for their graphic representation.

Keyword: applied brocade, methodology, registration, graphic representation, conservation-restoration, polychromy

Proposta metodológica para exame, registo e representação gráfica dos brocados aplicados

Resumo: A falta de uma fórmula comum entre os profissionais e estudiosos que trabalham com brocados aplicados levou o grupo de trabalho europeu de especialistas em escultura policromada a definir um procedimento de exame, registo e representação gráfica que permita aprofundar o estudo desta delicada e frágil técnica através de uma informação normalizada. Este trabalho reúne os aspetos do brocado aplicado que devem ser examinados; como estes podem ser recolhidos e registados de acordo com as condições e estratégias mais inocuas para a obra e propõe, por fim, um procedimento para a sua representação gráfica.

Palavras-chave: brocado aplicado, metodologia de estudo, registo, representação gráfica, conservação-restauro, policromia

Introducción

Este artículo es fruto y resultado del interés y de los debates mantenidos por los miembros del Grupo Europeo de Policromía en Relieve (GEPR) durante las dos jornadas celebradas en 2018 y 2019. La mayoría de sus miembros han formado parte de anteriores encuentros de profesionales interesados en el estudio, la conservación y la restauración de la escultura policromada. Proviene de distintas instituciones públicas, universidades, empresas, centros de formación y de conservación y restauración de Europa. Han formado parte del Grupo latino de escultura policromada y participado en numerosas iniciativas de ámbito europeo como el proyecto "RAPHAEL", en torno a la policromía barroca^[1], o el Seminario Internacional sobre Retablos organizado por el Getty Conservation Institute y el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico en 2002^[2]. Sus miembros tienen una larga trayectoria de participación en foros profesionales promovidos por el International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works y en grupos de trabajo del Committee for Conservation (ICOM-CC), así como en numerosas publicaciones especializadas sobre policromía^[3].

El brocado aplicado es una técnica que, aunque se elabora de manera independiente como otras aplicaciones, forma parte del proceso policromo de una obra. Su presencia está documentada especialmente en la escultura de madera y de piedra y en los retablos, sin embargo se encuentran también en menor medida en pintura sobre tabla, muro y mobiliario. Atendiendo a los últimos estudios apuntamos brevemente que, aunque se conocen ejemplos anteriores (Nadolny 2003: 188 n. 93; Geelen & Steyaert 2011: 25-29), el uso generalizado del brocado aplicado se da en un periodo histórico de cronología muy concreta, desde finales del siglo XIV hasta alcanzar su etapa de mayor desarrollo entre mediados del siglo XV y el primer tercio del siglo XVI, coincidiendo con el gótico final y el protorrenacimiento; después de estas fechas, salvo algunas excepciones tardías, desaparece esta técnica policroma definitivamente (González-López 2000: 68; Gómez 2001: 576). En cuanto a su origen geográfico se considera que se creó en Centroeuropa (Gómez y Gómez 2005: 271-272); desde los talleres nórdicos de Flandes se expandió rápidamente a otros países, con especial presencia en la Península Ibérica, donde se localizan en la antigua Corona de Aragón los ejemplos documentados más tardíos (1597) (Roberto 2014: 125, 131).

El término compuesto "brocado aplicado" define una técnica policroma en relieve que imita los tejidos lujosos de moda entre las clases altas. El brocado se efectúa a través de moldes y posteriormente se aplica en la obra durante el proceso policromo. Se realiza a partir de una matriz de madera, metal o piedra, donde se graba el motivo y sobre la que se dispone una lámina de estaño que por presión o por percusión toma su forma. Después se aplica en el reverso un relleno compuesto con distintos productos o mezclas, blandos y traslúcidos, como cera de abejas, cera y resina o bien mezclas duras y opacas de yeso y pigmentos aglutinados con aceite

o cola animal (Frinta 1963: 136-149; González-López 2000: 73; Rodríguez 2009: 207-209; Steyaert, Sanyova, Saverwyns, Geelen y Glaude 2011: 152-159; Roberto 2014: 81-271). Una vez extraído el brocado de la matriz, la cara visible se dora o platea al mordiente, a veces el estaño puede llevar solo color o un barniz (Barrio y Berasain 2006: 40); frecuentemente se acaban con veladuras o colores opacos sobre el oro para resaltar el diseño^[4]. Los brocados se disponen sobre las obras yuxtapuestos o bien aislados, presentando estos últimos diversidad de formas^[5].

Su estudio está condicionado por varios factores, tales como la adaptación de los brocados a los volúmenes de las obras, su frecuente estado de deterioro y la presencia de repintes, barnices y acumulaciones de suciedad. Las dificultades de accesibilidad a las obras y una insuficiente o nula iluminación para poder observarlos, son situaciones asociadas comúnmente a esta técnica y cuya interrelación dificulta sobremanera su examen.

Cabe sumar a estas dificultades la inexistencia de unas referencias gráficas normalizadas de representación del brocado aplicado, tanto de sus características técnicas como del diseño de prototipos, que permita al colectivo de profesionales e investigadores interesados en su conocimiento disponer de suficientes datos de referencia, fiables y medibles, que posibiliten cotejarlos y ayuden a avanzar en sus conclusiones.

La comparación entre modelos es una fuente inestimable de información, ya que nos puede permitir seguir el rastro de un mismo motivo a lo largo de un periodo cronológico amplio (Geelen & Steyaert 2011: 85-103; Barrio y Berasain 2018: 34-36) o de una zona geográfica concreta, agrupar obras por la utilización de los mismos patrones o incluso establecer autorías en torno a un mismo taller o policromador en el caso del uso de la misma matriz (Geelen & Steyaert 2011: 105-117; Roberto 2014: 243-250). Es por ello que proponemos una serie de pautas que faciliten tanto los estudios como el trabajo de campo durante las intervenciones de conservación y restauración, así como un sistema de representación gráfica para poder establecer las relaciones y concordancias entre modelos y en definitiva ampliar el conocimiento que de ellos tenemos.

Qué información se debe recoger

Las dificultades antes mencionadas no han de impedir, incluso en las situaciones más adversas, registrar al menos su presencia en una obra. Las intervenciones de conservación y restauración son el momento propicio tanto para poder acceder a ellos como para analizarlos en profundidad, por lo que estos brocados se han de integrar en las correspondientes fases de estudio del conjunto de la tecnología de cada obra y de sus labores policromas. Durante el trabajo de campo in situ la recogida de datos ha de ser ordenada, completa y sistemática, para luego ser analizados y contrastados, lo que garantiza la fiabilidad del método.

A continuación se describen aquellos aspectos concretos del brocado aplicado que han de ser considerados y registrados en este tipo de estudios y que pueden seguirse en el esquema presentado en la Tabla 1, tabla que se incluye aquí como una guía para crear el formato de ficha que mejor se adapte a las necesidades de cada caso de estudio.

Como regla general cabe primero tomar aquellos datos correspondientes a la filiación de la obra como muestra el punto A. *Obra* de la tabla mencionada.

En el punto B. *Identificación* se indica el código de registro asignado a cada brocado (B.1), tarea especialmente laboriosa

Tabla 1.- Esquema de aspectos concretos del brocado aplicado

A. OBRA			
1.	Denominación	Nombre de la obra (retablo de, escultura de, etc.)	
2.	Ubicación	Inmueble (iglesia, museo, etc.) Municipio País	
3.	Datación	Cronología	
4.	Dimensiones	Alto, ancho y grueso	
5.	Tipología	Retablo, escultura, pintura sobre tabla, pintura mural, artesonado.	
6.	Material	Madera, piedra, etc.	
B. IDENTIFICACIÓN			
1.	Código	Un registro por cada brocado	
2.	Localización	Jerarquizado de lo general a lo particular. Ej.: San Pedro, manto, envés, cenefa. Circuncisión, sacerdote, túnica, envés. Natividad, cortina, cenefa. Natividad, castillo, portada. Arquitectura: 3º cuerpo, calle central, caja, fondo.	
3.	Motivo	Figurativo (vegetal -rosetas, trébol, flor de lis, flor, cactus, piñas-, zoomorfo, antropomorfo). Geométrico	
4.	Técnicas asociadas	Dorado, plateado, campo de color liso, laca o veladura, corla, aplicaciones, estofados, láminas metálicas recortadas, etc.	
5.	Relaciones (en la misma obra)	Ej.: Mismo motivo que H34 y C55.	
6.	Relaciones (con otras obras)	Nombre de la obra (Incluir bibliografía de obras relacionadas).	
C. MORFOLOGÍA			
1.	Tipología	Yuxtapuesto (en hilera, escalonado), aislado, cenefa, otros (describir).	
2.	Forma de placa	Rectangular, cuadrada, romboidal, circular, octogonal, irregular, calado.	
3.	Dimensiones /diámetro	Alto, ancho y grueso, diámetro.	
4.	Relieve	Si/No. Diferentes niveles o planos (describir).	
		Dibujo del motivo Si/No (línea).	
		Contorno de placa y de zonas caladas. Si/No	
		Rayado Si/No	Líneas por cm ² (de cima a cima).
			Altura (mm) variable de máx.-min.
			Grosor (mm) variable de máx.-min.
			Dirección (horizontal, vertical, diagonal) y grado de inclinación.
Puntos Si/No	Grandes, medianos, pequeños		
	Relleno de campos		
1.	Posición brocado/eje obra	Vertical, inclinado, volteado, etc.	
2.	Color	Si/No. Número de colores (nombrarlos).	
		Ubicación (sobre campo liso, relieve, fondo, sobre línea, etc.).	

D. ESTRATIGRAFÍA Y MATERIALES		
1.	Aplicado sobre	Madera, piedra, aparejo, bol, dorado, plateado, color -opaco o veladura-, etc.
2.	Adhesivo	Si/No. Cola animal, huevo, mordiente, otros.
3.	Relleno	Nº de capas de relleno, composición, espesor, color.
4.	Estaño	Puro, aleación (peltre), espesor, color.
5.	Veladura	Si/No. Composición, color.
6.	Sisa (mordiente)	Si/No. Composición, color.
7.	Dorado	Si/No. Aleación, espesor, tamaño pan de oro.
8.	Color	Si/No. Pigmentos, aglutinante.
9.	Retoques originales	Si/No. Ej.: oro para resanar una unión entre placas, fragmentos de brocado completan- do huecos, pinceladas para resanar motivos, etc.

E. ESTADO DE CONSERVACIÓN		
1.	Repolicromía	Si/No/Parcialmente
2.	Repinte	Si/No/Parcialmente
3.	Revestimiento (barniz)	Si/No/Parcialmente
4.	Permite la reconstrucción	Si/No/Parcialmente
5.	Observaciones	

a la hora de crearlos sobre todo en conjuntos retablisticos o portadas donde su presencia puede ser muy numerosa. La descripción de su localización (B.2) se organizará siempre jerárquicamente, de lo general a lo particular; por ejemplo en un retablo se indicaría primero el cuerpo y la calle, encasamento o elementos de la mazonería, para ubicar después imágenes y escenas y los ropajes donde se aplicaron. A continuación (B.3), se describe el motivo, si es figurativo o geométrico.

Luego observaremos las técnicas asociadas al brocado (B.4), pues interesa saber su relación compositiva con el resto de la policromía: dorados, plateados, campos de color liso, lacas, estofados, etc. (Carrassón 2012: 127). En el punto B.5 se toma nota de posibles relaciones entre este brocado y el resto de los existentes en la misma obra y posteriormente esta comparativa se podrá ampliar y completar con brocados de otras obras (B.6).

En el punto C. *Morfología* se especifica la tipología (C.1), si se trata de un brocado yuxtapuesto (en línea, escalonado...), aislado o el de tipo galón que aparece rematando las prendas. A continuación se verifica la forma de la placa de estaño (C.2): rectangular, cuadrada, romboide, circular (Carrassón 2007: 164), octogonal o irregular. Y como parte de su forma y diseño examinamos también si tiene calados, que no deben ser confundidos con lagunas o pérdidas de material.

Después se anotan las medidas (C.3), alto, ancho y grueso, o su diámetro.

Seguidamente atendemos al relieve de la placa de estaño (C.4) describiendo primero si ésta presenta diferentes

niveles o cotas y comprobando después el relieve del motivo, el borde externo de la placa y de sus calados. Nos fijamos ahora en la presencia de estriados –líneas, rayas– y puntos redondos en relieve, registrando en tal caso los siguientes aspectos de cada uno de ellos:

- Señalar en el motivo donde están trazados estrías o puntos.
- Indicar el número de estrías o puntos por cm2. Como norma se cuenta la cresta de la estría (no el surco entre dos estrías).
- Medir la altura y el grosor en mm de las estrías y de los puntos, respecto al plano superior de la placa, siempre que sea posible.
- Verificar la dirección del estriado en cada campo del brocado, si es horizontal, vertical, diagonal, irregular y, llegado el caso, su grado de inclinación respecto al eje del motivo.

Cabe describir también la posición del brocado respecto al eje de la obra, anotando si éste mantiene la verticalidad o se presenta inclinado respecto a la misma (C.5).

Finalmente, en este punto se registra el empleo de color, describiendo los colores usados y dónde se ubica cada uno –en campo liso, sobre las zonas en relieve o perfilando éste, etc.– (C.6).

El punto D. *Estratigrafía y materiales*, se refiere al examen material del brocado. Procediendo del interior al exterior señalamos en qué estrato de la obra se aplicó el brocado

(D.1), por ejemplo: sobre madera, piedra, aparejo, bol, dorado, plateado, pintura, etc. Sondeamos si éste dispone de adhesivo o no y su naturaleza –cola animal, huevo, mordiente, cera, etc.– (D.2). Después nos referiremos al tipo de relleno utilizado en el reverso de la placa verificando su espesor, número de capas y coloración (D.3). Se indica la composición de la placa: estaño o aleación (peltre: 85 a 99% estaño + 1-4% cobre + ocasionalmente pequeña proporción de plomo) y su espesor (D.4). Una eventual presencia de veladuras sobre la placa de estaño vaya, o no, a ser dorada nos llevará a indicar también su color y composición (D.5). Prestamos atención ahora a la composición, espesor y color del mordiente para el dorado (D.6) y a las propiedades del pan de oro, tales como su grado de pureza y tipo de aleación (con plata, cobre o ambos), espesor y dimensiones (D.7). En cuanto al color aplicado sobre el dorado, se analizarán pigmentos y aglutinantes (D.8). Este análisis de la secuencia de estratos se completa con la revisión de posibles retoques originales, tales como resanados en la unión entre placas, utilización o aprovechamiento de fragmentos de brocados para rellenar huecos o repasos mediante pinceladas del motivo del brocado (D.9).

Tras el estudio del conjunto de datos obtenidos en el trabajo de campo se decidirá el tipo y alcance de los análisis de laboratorio necesarios para completar o cotejar las hipótesis planteadas. Previamente se habrá determinado la localización de las muestras a tomar teniendo en cuenta que deben elegirse aquellas que sean significativas para poder obtener conclusiones coherentes^[6].

Con la descripción de deterioros y alteraciones completamos este examen del brocado aplicado (*E. Estado de conservación*). Cualquier observación en este sentido es de interés para estudiar su estabilidad y comportamiento. Corresponde, por tanto, identificar estas alteraciones y deterioros relacionados con sus materiales constitutivos, su manufactura y su propia historia material que por su especificidad y extensión no es posible detallar aquí limitándonos en el presente trabajo a señalar la posible existencia de repolicromías, repintes o revestimientos –barnices– añadidos sobre los brocados (E.1, 2, 3). De su estado conservativo interesa saber si será posible deducir el motivo del brocado y si en tal caso podremos reproducirlo por completo o parcialmente a partir del calco para llevar a cabo su estudio comparativo (E.4), como se verá más adelante.

En cualquier caso, un espacio para las observaciones permite siempre incorporar aquellos datos que no estén contemplados o puedan presentarse de manera excepcional (E.5)^[7].

Cómo tomar los datos

Los diferentes ejemplares de brocado aplicado presentan generalmente una serie de aspectos comunes que

conviene destacar. Como ya se ha dicho, a menudo se disponen sobre superficies curvas que no solo son difíciles de fotografiar sino incluso de visualizar y por ello de documentar. A esto se suma el reducido tamaño de las placas y de sus detalles compositivos. Su estudio se realiza frecuentemente *in situ* lo que obliga a disponer de importantes medios auxiliares para poder acceder a ellos y, como venimos señalando, la toma de datos puede verse condicionada por la inestabilidad de este material y las graves consecuencias que podría tener en su estado de conservación si no se actúa correctamente.

Por todo ello, es preceptivo empezar con un examen de conjunto de la obra para evaluar el tipo y número de brocados que contiene, su estado de conservación general, así como las limitaciones de acceso para disponer del equipo humano, de los materiales y de los medios auxiliares necesarios para estudiar pormenorizadamente sus características técnicas, plásticas, compositivas y su distribución en el conjunto.

A continuación se elabora ex profeso una ficha de campo donde se registran los datos de cada obra, ficha que posteriormente podrá volcarse en una base de datos. La Tabla 1 es una guía para la realización de las fichas de campo porque en ella se relacionan la mayor parte de las particularidades y situaciones que veremos en los brocados por lo que puede servirnos de ayuda para seleccionar los aspectos necesarios en cada caso de estudio. Se determinará el orden a seguir en la toma de datos de acuerdo al tipo y envergadura de la obra, ubicación y número de brocados existentes, estableciendo las claves de identificación que garanticen que cada brocado lleva su correspondiente código respecto al conjunto. Como se observa en la tabla no es suficiente que figure, por ejemplo en un retablo, sólo el nombre de la escultura o escena pues necesitamos saber en qué prenda se dispuso el brocado y si éste se aplicó en el exterior o en el envés de la misma.

En consecuencia, y como norma general, lo conveniente es la utilización de una sola ficha por brocado. Cuando haya varios repetidos en un mismo campo entonces se registran en la misma ficha, anotando si es posible su número.

La ficha de campo se completará con documentación gráfica que ilustre suficientemente las características técnicas y los motivos del brocado. Para ello, los métodos más usuales empleados son la fotografía y el calco directo, o ambos a la vez, recurriendo al dibujo a mano alzada cuando un brocado no sea accesible. El proceso de documentación se completará posteriormente con reproducciones y esquemas gráficos y, llegado el caso, con la reconstrucción de los motivos que permitan reconocer y comprender el brocado, como se verá más adelante.

—Documentación fotográfica

Es el sistema de documentación de menor riesgo para un

brocado. La fotografía se realiza con una doble finalidad; documentarlos con la mayor fidelidad y disponer de datos válidos que nos permitan completar su trazado para estudiarlos; para lo cual se ha de contar con una adecuada iluminación y con una cámara fotográfica digital de calidad equipada con macro que permita aproximarse a la obra.

La toma fotográfica se realiza preferentemente con trípode, con el estabilizador de la cámara activado y con zoom para permitir su acercamiento y obtener los detalles representativos del motivo y de la técnica. Se recomienda usar el diafragma bastante abierto (11-13) y un tiempo de exposición prolongado, así como usar un disparador por control remoto o inalámbrico para evitar que salgan movidas.

En la toma de la imagen de cada uno de los brocados se ha de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Disponer siempre de una escala gráfica que en el caso del tamaño de los brocados es suficiente una de 5-10 cm, a la que se puede añadir un talón con grados en milímetros. Debe ir colocada preferentemente en la parte inferior derecha e ir acompañada si es necesario con una microcarta de colores^[8]. La escala de referencia que necesitamos tiene que estar inmóvil, en el mismo plano del brocado y debe sujetarse a mano para que no resbale ya que los brocados suelen estar generalmente en planos verticales o inclinados. Por razones obvias no se deben utilizar elementos adhesivos que puedan provocar manchas o desprendimientos de la policromía.

Cuando se realiza una fotografía con escala gráfica debe tenerse en cuenta la deformación esférica que provoca la lente, que puede corregirse aumentando la distancia focal del objetivo con ópticas macro y tele macro, y guardando suficiente distancia con el motivo para reducir el efecto.

El área de trabajo se iluminará preferentemente con luz natural para evitar aberraciones cromáticas derivadas de una inadecuada fuente luminosa; cuando esto no sea posible, se empleará iluminación artificial teniendo la precaución de emplear luminarias de tonalidad neutra (4000 K). La cámara se dispondrá frontalmente con respecto al motivo para evitar distorsiones. Por último, se recomienda completar la documentación fotográfica de los brocados con tomas de luz rasante, en ángulo de 45°, así como con iluminación ultravioleta^[9].

Un factor que falsea la percepción de un brocado fotografiado suele ser su presencia en la superficie curva de las esculturas, por lo que la opción, en estos casos, es realizar su restitución en plano a través de ortofotografía. Si tenemos en cuenta que se parte del motivo de la placa de brocado plana que se ha adaptado a la curvatura de la superficie, para corregir la fotografía se tiene que realizar el proceso inverso mediante software especializado^[10].

La fotografía digital permite el posterior tratamiento de

estas imágenes con programas de edición de imagen vectorial, para obtener tanto una reproducción de los brocados como eventuales reconstrucciones en combinación con datos extraídos de los calcos o del dibujo a mano alzada. Esta reproducción, o primer dibujo técnico se convierte además en un documento fundamental que permite su copia, intercambio y crear infografías y gráficos explicativos en cualquiera de sus variedades tanto del brocado como del conjunto de la obra.

—Calco

Entre los métodos considerados, el calco directo es el más idóneo en tanto se obtienen los resultados más fidedignos al representar la escala real 1:1 del brocado y reproducir el relieve con sus particularidades e imperfecciones; aunque, como queda dicho, el motivo calcado se verá condicionado por su estado conservativo^[11].

Los materiales necesarios para su ejecución son básicos y bastante asequibles: plástico, rotuladores indelebles, lápices, goma de borrar, etc. El sistema requiere por un lado, colocar sobre la obra un plástico transparente en el cual vamos a calcar el motivo y por otro, que éste quede en la posición deseada durante todo el proceso. El plástico más apropiado es el de polietileno (o similar) de baja densidad, de 25-50 micras (galga 100-200) por ser más flexible y adaptarse mejor a las formas y volúmenes gracias a su electricidad estática, siendo posible prescindir de adhesivos, reduciendo riesgos para la obra en esta operación.

Dispuesto el plástico, se procede a calcar el motivo siguiendo un método concreto que parte de trazar el perímetro de la placa, el contorno y detalles de los motivos y su correspondiente punteado o estriado en relieve delineando con el rotulador la cima o cresta de las estrías. Se emplean rotuladores permanentes de color negro y punta fina (0,75 - 1mm) que dejan trazos limpios y concretos. El color negro se usa para calcar el contorno y relieves de la placa mientras que recurriremos al tono correspondiente cuando el brocado disponga de colores.

Cuando no sea factible calcar todo el estriado por cuestiones conservativas u operativas, se reproducirá una parte significativa de cada campo, consignando tanto la densidad como la dirección del estriado, para terminar de dibujarlo más adelante. Es preferible completarlo inmediatamente con el brocado delante, pero a menudo se pospone realizándose con las tareas de gabinete, lo que requiere contar con los calcos, las fotografías, los esquemas obtenidos a mano alzada, etc. para reproducirlo.

El tamaño del calco quedará automáticamente registrado al imprimirlo agregando una escala gráfica a tamaño real 1:1, por lo que la reproducción siempre será fiable, puesto que la escala se amplía o reduce junto con el dibujo. En todo caso, cualquier calco que haya de ser escaneado,

copiado manualmente e incluso fotografiado debe disponer siempre de una escala gráfica para que quede registrado su tamaño.

—Mano alzada

Un último sistema al que recurrir, ante las dificultades que entraña obtener un calco o tomar una imagen completa y sin deformaciones del brocado, es el dibujo a mano alzada. Completo o esbozado, es útil para documentar los modelos, ayuda a comprender mejor su diseño y puede ser completado cuando se disponga de otros ejemplos con su mismo trazado. En cualquier caso, el procedimiento implica tomar sus medidas para dibujarlo a escala real, de modo que se corresponda con la mayor exactitud posible al brocado^[12].

Como norma, calcos y dibujos a mano alzada han de conservarse siempre, con sus correspondientes referencias de localización, como parte del proceso seguido y constituyendo en sí mismos un documento significativo de los expedientes de las intervenciones en las obras.

A partir de tales documentos, realizaremos todas aquellas representaciones del brocado que consideremos necesarias con el fin de documentarlos, completar su conocimiento, realizar un estudio comparativo, exponer hipótesis de trabajo o simplemente para su publicación divulgativa. Ahora bien, cualquier tipo de representación gráfica derivada de estos originales, obtenida por cualquier medio, ha de seguir en lo posible una serie de pautas similares a las que se describen a continuación.

Cómo se representan los datos

La representación de los datos ha de seguir un proceso de elaboración estructurado y gradual que mediante determinadas convenciones gráficas nos permita plasmar en un plano las características del brocado –formas, relieve, color...– y realizar las comparaciones objetivas de sus modelos.

Obtenidos calcos y fotografías, este proceso entra en una segunda fase consistente en copiar –pasar a limpio– el calco para obtener un dibujo exacto del brocado en el estado que nos ha llegado. Esta copia a la que tomaremos como primer dibujo técnico estará sujeta a las consideraciones que siguen.

—Dibujo del calco

Es el resultado de reproducir un calco del que obtendremos un dibujo absolutamente fiel al original, sin ningún tipo de interpretación. Dependiendo del estado conservativo del brocado este dibujo será completo, parcial o fragmentario, pero siempre válido. Además, podrá mostrar un brocado

total o parcialmente deformado, por encontrarse en pliegues o superficies irregulares, en cuyo caso lo consideraremos igualmente fidedigno; si bien, en función del grado de deformación que posea, no siempre nos va a dejar confirmar posibles relaciones con brocados de otras obras. Por ello, es importante que el proceso de copia o reproducción del calco, obtenido mediante programas de edición de imágenes o a mano, evite el perfeccionamiento del trazado del motivo y respete las particularidades e imperfecciones de su relieve. Si no fuese así, incumpliría la necesaria fidelidad al original.

La representación de pérdidas y lagunas de la placa de estaño se realiza mediante una línea discontinua [figura 1]. Debido a que el deterioro del brocado es un factor que interfiere a menudo en la comprensión de los motivos, éste sólo se representa en este primer dibujo, el que se ha copiado del calco –o de una foto, en su caso–.



Figura 1.- Dibujo de calco. Escultura de San Miguel procedente de Troncedo, Huesca, actualmente en el Museo Diocesano de Barbastro, finales del s. XV. Brocado aislado situado en el manto, medidas 5,5 x 5,7 cm, estriado 7-8/cm.

Dependiendo de las pérdidas o del estado fragmentario que presenten los brocados, podremos recurrir a reconstruir los distintos modelos a partir de estos primeros dibujos obtenidos de los calcos. Como se ve a continuación, para proseguir con su estudio planteamos dos tipos de reconstrucción en función del grado de fidelidad que cada una guarde con el original.

- Dibujo de reconstrucción: Es aquel que se realiza bien a partir de uno o con la suma de varios dibujos parciales o fragmentarios obtenidos mediante calco u otro sistema, con objeto de completar un mismo motivo. Pueden completarse las partes faltantes, pero siempre sobre evidencias que no den lugar a la especulación [figura 2].
- Dibujo hipotético: Se trata siempre de una propuesta o hipótesis de trabajo. El objetivo es completar por interpretación un modelo, a partir de uno o más dibujos del calco de brocados fragmentarios, sirviéndonos por ejemplo de los ejes de simetría del motivo o copiando los detalles que se repitan en el mismo. Por tanto, en la mayoría de los casos no será válido para confirmar si dos o más brocados salieron de la misma matriz [figura 3].



Figura 2.- Dibujo de reconstrucción. Pórtico de la Gloria, Santiago de Compostela. Brocado aplicado en la decoración del primer tercio del s. XVI, medidas 13 x 8,5 cm, estriado 6-7/cm: 2a. Fotografía de brocado dorado sobre fondo de azurita de la túnica del profeta Moisés. 2b. Fotografía del mismo modelo de brocado dorado, en este caso con campos de laca roja, aplicado sobre la dalmática dorada del apóstol San Pedro. 2c. Dibujo de reconstrucción realizado a partir de los calcos parciales obtenidos de varios brocados iguales.



Figura 3.- Dibujo hipotético. Retablo de San Agustín, La Seo, Zaragoza, c. 1521. Brocado aplicado yuxtapuesto situado en la pared de la caja de la Anunciación del banco del retablo, medidas 11 x 12 cm, estriado 12/cm: 3a. Fotografía del brocado con pérdidas. Presenta estriados, dorado y negro en perfiles y campos lisos. 3b. Dibujo hipotético obtenido por deducción de las partes faltantes.

Por lo que respecta al tratamiento gráfico para la representación de los motivos y características del brocado conviene dividirlo en dos gráficos individualizados como indica su denominación: gráfico de relieve y gráfico de color. De este modo conseguimos una mayor legibilidad de las particularidades del relieve y del color y evitamos la habitual interferencia cuando ambos aspectos se hacen coincidir en un solo gráfico^[13]. Esta doble representación se puede llevar a cabo en cualquiera de los tres tipos de dibujos a que recurramos, el primer dibujo del calco, el de reconstrucción o el hipotético, señalando en cada caso el dibujo del que proceden. Se describen a continuación unas pautas para su representación gráfica.

- Gráfico de relieve: Se trata de representaciones en blanco y negro. La forma de la placa de brocado se representa con un fondo de tono gris muy pálido (Color RGB: 221, 222, 221), por lo que en caso de que el diseño de la placa presente calados éstos quedarán determinados por la falta de dicho color gris. La representación de los relieves de la placa –motivos decorativos, estriados y puntos– se hará con líneas negras continuas, incluido el contorno de la placa cuando su borde esté terminado en relieve [figuras 4 b y 5 c]. La variación del grosor de las líneas del estriado se plasma adelgazando o engrosando el trazo de las mismas. Si la placa de brocado tiene distintos niveles de altura los campos elevados se señalarán con negro.

- Gráfico de color: El habitual dorado de los brocados se representa coloreando el fondo con un ocre amarillo claro (Color RGB: 239, 173, 62). Mientras que el color o colores que completan el motivo se representan con el tono más parecido posible al original^[14]. Sin embargo, si estamos ante el caso excepcional de un brocado plateado o simplemente el estaño está a la vista, sin dorado, se deja en tono gris claro cuando sea intencionado y no consecuencia de su deterioro [figuras 4 c y 5 d].

Siempre que la información lo permita, se pueden superponer los dos gráficos anteriores jugando con la transparencia del color sobre el relieve o viceversa, haciendo posible observar al mismo tiempo relieve y color [figura 5 b]^[15]. Sólo en el caso de brocados sencillos podemos representar todas sus características de relieve y color en un solo gráfico mientras no se interfieran entre ellas.

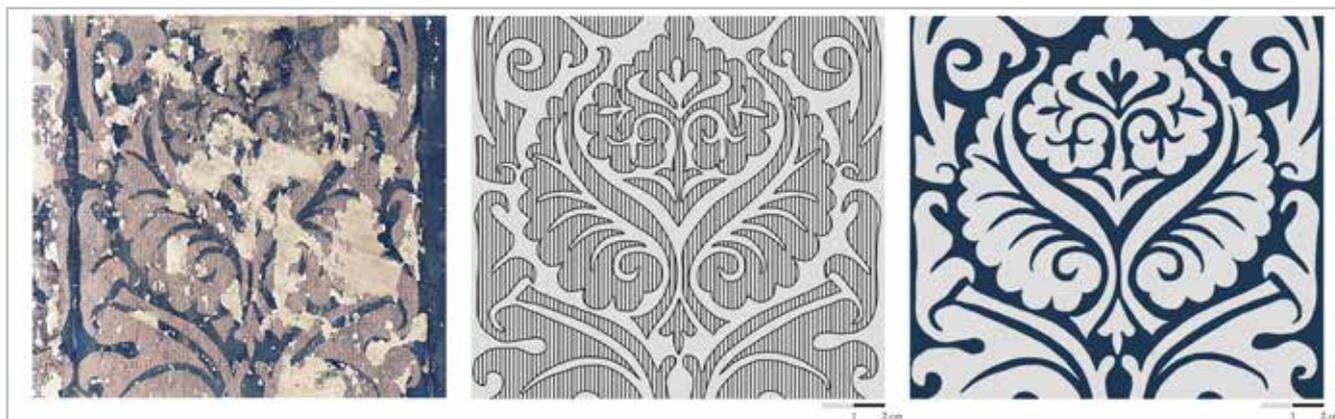


Figura 4.- Ejemplo de gráfico de un dibujo de reconstrucción. Retablo mayor de la parroquia de Nuestra Señora de la Asunción, La Puebla de Arganzón, Burgos, c. 1535. Brocado aplicado yuxtapuesto situado en las cajas del primer piso, medidas 32 x 21 cm, estriado 12-13/cm: 4a. Fotografía de un brocado sin dorado, con el estaño a la vista y ligero recubrimiento no identificado; la tonalidad tostada corresponde a la masa de relleno, visible debido a la pérdida del estaño. 4b. Gráfico de relieve, muestra el contorno de los motivos y los campos con un estriado vertical. 4c. Gráfico de color, muestra el estaño a la vista sin dorado y los campos lisos con azurita.

Cuando resulte necesario, podrán realizarse todos aquellos dibujos y gráficos complementarios que ayuden a comprender las particularidades de los brocados, indicando siempre el dibujo del que procede cada uno. En el caso de los brocados continuos suele ser de interés reflejar el “montaje de yuxtaposición de placas”, cuyo fin es mostrar el efecto general resultante, haciendo visible

su composición. Este tipo de representación se realiza generalmente con cuatro placas idénticas [figura 6].

Si un brocado aislado está conformado mediante la unión de varias placas individuales, el nexo entre ellas se mostrará con una línea continua gruesa de color. Y cuando un brocado haya sido aplicado en diversos fragmentos, para adaptarlo a zonas de pliegues profundos, se pueden señalar sus uniones también con dicha línea gruesa de color.



Figura 5.- Ejemplo de gráfico de un dibujo hipotético. Retablo de los Santos, antigua Colegiata de Covarrubias, Burgos, c. 1455. Brocado yuxtapuesto aplicado en el manto de San Pablo, medidas 16,7/8 x 14,5/6 cm, estriado 12-13/cm: 5a. Fotografía de brocado aplicado yuxtapuesto. 5b. Superposición de los gráficos de relieve y color. Este caso permite superponer ambos gráficos sin perder la información del relieve y del color. 5c. Gráfico de relieve, muestra los campos estriados y lisos y los contornos del dibujo. 5d. Gráfico de color, muestra el dorado y la veladura verde sobre los campos lisos.

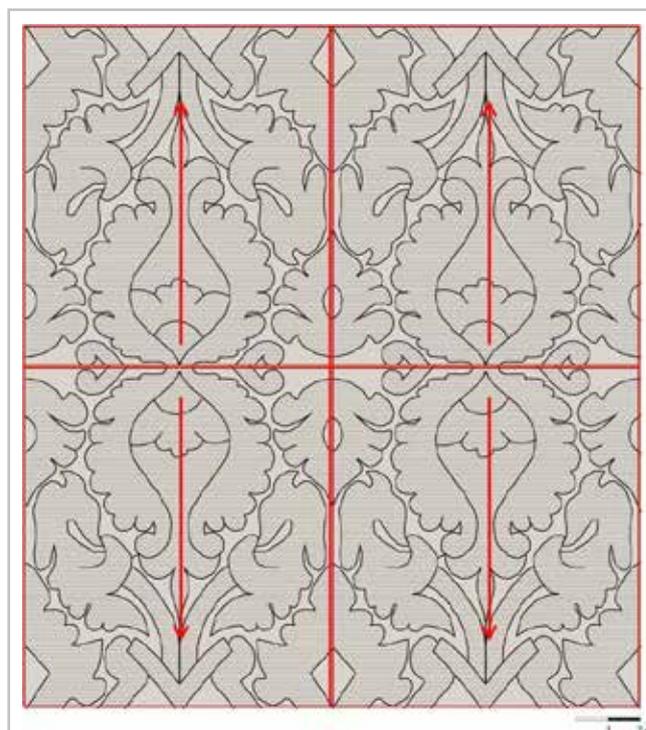


Figura 6.- Gráfico de montaje de yuxtaposición de placas. Retablo de la Visitación, Catedral de Tarazona, Zaragoza, c. 1525. Brocados situados en varias cajas del banco, medidas 10 x 9 cm, estriado 12-14/cm. A partir de un dibujo de reconstrucción y con 4 placas de brocado se muestra su montaje, indicando con la flecha que en este caso las placas se dispusieron contrapuestas dando así continuidad al motivo.

Del mismo modo, suele tener interés mostrar la distribución de los brocados sobre la obra. Esto permite visualizar cómo fueron situados los distintos modelos y observar el efecto creado con sus combinaciones. Se realiza sobre un plano, una fotografía o una ortofotografía de la obra, marcando con colores los tipos de brocado –yuxtapuesto, aislado, orlas o cenefas– o diferenciando cada uno de los motivos. Según los casos, se podrá emplear un trazo grueso rojo marcando el contorno de las placas o bien rellenar con un color cada brocado (si el trazo rojo se confunde con los tonos de la foto, se elige otro) [figura 7]. Si en cualquiera de los gráficos fuera necesario señalar el sentido de las placas se dispone en el interior de cada placa una flecha, mostrando la punta vertical, horizontal, inclinada o volteada [figura 6]. Por último, hay que considerar también la representación de las combinaciones y relaciones plásticas existentes entre el brocado aplicado y las otras técnicas de policromía: dorados, corlas, estofados, otro tipo de relieves aplicados o cualquier otra decoración.

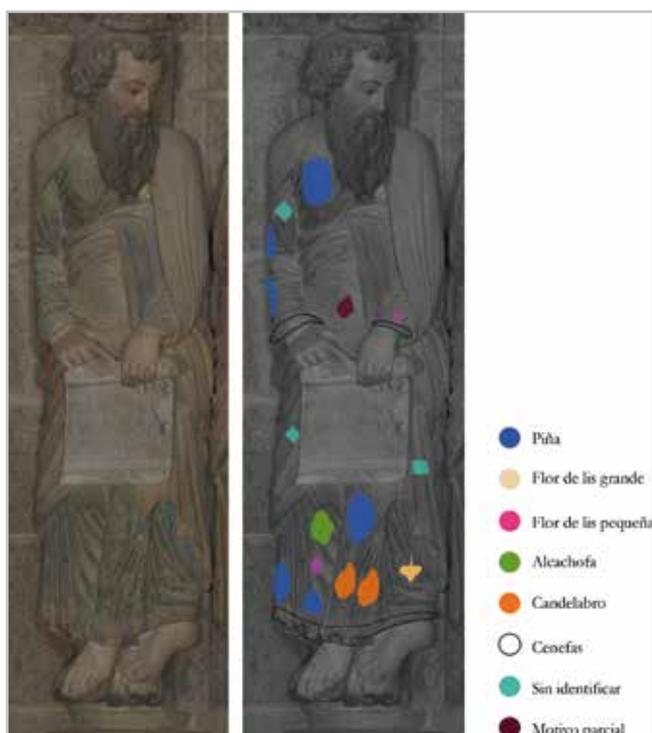


Figura 7.- Gráfico de distribución de los brocados sobre la obra. Pórtico de la Gloria, Santiago de Compostela, decoración del primer tercio del s. XVI. Repertorio de brocados aislados en la escultura del profeta Jeremías. © Imágenes Archivo IPCE. 7a. Fotografía color. 7b. Fotografía en blanco y negro que muestra la distribución de los ocho modelos de brocados utilizados junto con su leyenda.

De forma general, dibujos o composiciones gráficas se ampliarán y adaptarán a su finalidad comparativa o al destino que se les quiera dar. En función del tamaño del brocado, o de un detalle específico que queramos destacar como un estriado o punteado, la escala puede ser mayor de 1, de 5 o de 10 centímetros. Su composición puede obligar a corregir la resolución de los dibujos, adaptar el grosor de la línea representada o a recomponer la

escala, siempre que el conjunto sea proporcional. En tales casos se siguen las convenciones descritas, colocando la escala en horizontal en la parte inferior derecha de las representaciones gráficas del brocado, en la zona donde estamos acostumbrados a ver estos elementos. Lo que resulta imprescindible es no olvidar la leyenda explicativa de la representación, que puede ser sencilla o más compleja en función de sus requerimientos.

El primer dibujo del brocado, realizado a partir del calco, es el documento que se incluye normalmente en los informes y memorias finales de conservación y restauración, a partir de él se realizan las reconstrucciones y representaciones necesarias para profundizar en el estudio de esta técnica del brocado aplicado.

Conclusiones

Esta propuesta metodológica que aquí presentamos siempre podrá ser ampliada o mejorada para adaptarla a la casuística de los brocados aplicados, así como a las nuevas versiones de los programas de diseño y tratamiento digital de imágenes, dado el previsible desarrollo tecnológico que posibilitará a corto o medio plazo disponer de nuevos métodos para lograr un registro aún más fiel de los brocados.

Además de proponer unas pautas para intentar sistematizar la representación de las características de los brocados aplicados –objetivo que dio lugar a la creación de este grupo de trabajo–, se expone un procedimiento describiéndolo en tres apartados: qué información se debe recoger, cómo se toman los datos y cómo se representan gráficamente los motivos y los aspectos técnicos del brocado para registrarlos y documentarlos. El sistema descrito, además de servir en sí mismo como aprendizaje, permite clasificar los brocados e identificar o deducir los procesos de producción y en definitiva poder estudiarlos desde distintos puntos de vista, válidos tanto para restauradores como para historiadores y otros estudiosos interesados. El avance en el estudio de esta técnica policroma, como en el de cualquier otra, aumenta el conocimiento de la misma y fomenta tanto su conservación como las investigaciones históricas acerca de las técnicas de policromía y su evolución.

Agradecimientos

Queremos mostrar nuestro agradecimiento a las instituciones que nos han acogido para la celebración de las dos reuniones, la dirección del centro Gordailua y la del Museo Arqueológico Nacional. Así mismo a las personas de este grupo que coordinaron las jornadas Maite Barrio e Ion Berasain en Gordailua (Irún) 2018 y Ana Carrassón y Teresa Gómez en la celebrada en el MAN (Madrid) 2019. También nuestra gratitud a las coordinadoras del presente artículo: Ana Carrassón y Teresa Gómez.

Notas:

[1] Actas do Congresso Internacional A escultura policromada religiosa dos séculos XVII e XVIII. Estudio comparativo das técnicas, alterações e conservação em Portugal, Espanha e Bélgica. Programa RAPHAEL. Lisboa, outubro de 2002. Edição: Instituto Português de Conservação y Restauo. Lisboa, 2004.

[2] Metodología para la conservación de retablos de madera policromada. Sevilla, mayo de 2002. Edición: Junta de Andalucía - The Getty Conservation Institute, Sevilla, 2006.

[3] El brocado aplicado es objeto de estudio de otros grupos de trabajo, como es el caso de la Universidad de Grenoble Alpes y la Agrupación de Interés profesional de conservación restauración Arc-Nucléart/Cea-tech, que organizaron en 2015 el coloquio Imiter le textile en polychromie. Le cas du brocart appliqué (en curso de publicación); o el proyecto más amplio e interdisciplinar PATRIMALP 2018-2021 que la Université Grenoble Alpes presentó en TECHNART 2019, Brujas, en un poster "3D structural imaging of heterogeneous materials: the study case of the applied brocade".

[4] La casuística técnica de los brocados aplicados puede ser muy amplia encontrándose a veces placas con partes caladas (Geelen & Steyaert 2011: 79), motivos pintados a pincel sobre un estriado uniforme (Geelen & Steyaert 2011: 219; Barrio y Berasain 2017: 110), etc. Sobre la técnica del brocado en general ver los trabajos de Mojmir S. Frinta, 1963, Brigitte Hecht, 1980 y Teresa y Giuseppina Perusini, 1983.

[5] No confundir brocados aplicados con aplicaciones de láminas de estaño pintadas que aparecen sobre la policromía, muy habituales en fechas anteriores.

[6] Como referencia para la toma de muestras en obras del Patrimonio Cultural se puede seguir la norma UNE-EN 16085:2012 de AENOR.

[7] Durante el registro de datos y con objeto de facilitar su comprensión se recomienda señalar en el apartado correspondiente con un guion (-) cuando efectivamente se constate la no existencia de alguno de los puntos examinados, mientras que si no podemos confirmarlo con seguridad utilizaremos el signo de interrogación (?).

[8] Utilizamos la referencia al color del sistema de colores RGB (Red, Green and Blue). Se trata del sistema más habitual en la industria digital, se encuentra en los programas Illustrator © y Photoshop © y en caso de impresión éstos programas de edición permiten su conversión al sistema CMYK (Cyan, Magenta, Yellow and Key) (Eguiluz 2006-2020; MonoGráfica 2017).

[9] En los casos que se emplee otro medio de documentación como fotos o video de teléfonos móviles, cámara de video, macro fotografía, ortofotografía, fotogrametría, etc. éste debe especificarse en la ficha de trabajo.

[10] Actualmente existe software de fotogrametría, tipo

PhotoScan (de Agisoft ©), que puede unir varias imágenes y reconstruir las coordenadas de la superficie y de los motivos, pero dichos programas siempre necesitarán unos puntos de referencia medidos a través de la colocación de la escala.

[11] Aunque los profesionales de este grupo de trabajo han ensayado y evaluado otros sistemas de representación gráfica como macro-ortofotografía, fotogrametría de imagen escalada, capturas de imagen con escáner o pruebas con rayos X hasta el momento no nos han permitido obtener resultados tan rigurosos como los conseguidos con el calco directo.

[12] Se han realizado así mismo puntuales ensayos para obtener el relieve mediante moldeo, un procedimiento que consideramos de alto riesgo, solo realizable por especialistas y que no creemos que sea un método adecuado para la conservación de la policromía.

[13] Estos problemas de legibilidad y otras circunstancias relativas a la representación de los brocados aplicados fueron el desencadenante para la presente normalización; una propuesta de Maite Barrio bien acogida y cuya consecuencia fue la formación de este grupo de trabajo.

[14] Entre los colores más recurrentes en los brocados están las lacas (rojos acarminados traslúcidos), el verde cardenillo, la azurita y en ocasiones el negro y el blanco. Debido a su variabilidad cromática, por composición o su estado conservativo, evitamos dar referencias fijas a utilizar, no obstante apuntamos algunos ejemplos empleados en casos concretos: carmín de laca roja (RGB: 192, 21, 37), azurita (RGB: 52, 101, 170) y verde cardenillo (RGB: 7, 71, 11).

[15] Al superponer los gráficos de relieve y color obviamente no es necesario el color gris claro usado en el primero, este paso es irrelevante trabajando con programas de edición con capas, pero en el caso de trabajos realizados con medios analógicos se puede prescindir del gris claro al superponerse estos gráficos ya que el amarillo que representa el oro a la vez señala la forma de la placa, mientras que cuando el oro no cubra la placa por completo esa parte quedará en gris.

Referencias

BARRIO OLANO, M., BERASAIN SALVARREDI, I., (2017). *Applied Brocade in the altarpiece of the Coronation of the Virgin of Erreterria (Basque Country)*, Polychrome sculpture: Tool Marks, Construction Techniques, Decorative Practice and Artistic Tradition, ICOM-CC: 3: 106-115.

BARRIO OLANO, M., BERASAIN SALVARREDI, I., (2018). *El Retablo de los Santos de la Colegiata de San Cosme y San Damián de Covarrubias (Burgos): estudio de la policromía*. Ge-conservación, [S.l.], 13 (1): 29-40 <https://doi.org/10.37558/gec.v13i0.569>.

BERASAIN, I., BARRIO, M., (2006), "Consideraciones sobre el brocado aplicado en el retablo de la Puebla de Arganzón", *Akobe*, 7: 38-41.

CARRASSÓN, A., (2007). "La Restauración" en *El Retablo Mayor de la Iglesia Parroquial de San Pablo de Zaragoza. Restauración 2006*, Zaragoza: 129-168.

CARRASSÓN, A., (2012). "Los procedimientos técnicos de la policromía del retablo mayor de Santa María de Tauste", *El retablo mayor renacentista de Tauste*, Carmen Morte García y Margarita Castillo Montolar (coords.), Zaragoza: Institución Fernando el Católico (C.S.I.C.), 134-140.

EGUILUZ, J., *Introducción a CSS*, Uniwebsidad, <https://uniwebsidad.com/libros/css/capitulo-3/colores> [Consulta: 12/06/2020].

FRINTA, M., (1963). "The Use of Wax for Appliqué Relief Brocade on Wooden Statuary", *Studies in Conservation*, 8(4):136-149, <https://doi.org/10.1179/sic.1963.021>.

GEELLEN, I., STEYAERT, D., con la contribución de Cécile Glaude, Elisabeth Ravaud, Jana Sanyova, Steven Saverwins & Wivine Wailliez (2011). *Imitation and illusion: Applied Brocade in the Art of the Low Countries in the Fifteenth and Sixteenth Centuries*, Royal Institute for Cultural Heritage, Royal Institute for Cultural Heritage.

GÓMEZ ESPINOSA, T., (2001). "Policromía del Gótico final. El retablo mayor de la Catedral de Toledo y obras burgalesas de Gil Siloe" en *Actas Congreso Internacional sobre Gil Siloe y la Escultura de su época*, Burgos: 573-582.

GÓMEZ ESPINOSA, T., GÓMEZ GONZÁLEZ, M., (2005). "Policromía tardogótica española", *Ao Modo da Flandres, Disponibilidade, inovação e mercado da arte*, Madrid: Fundación Carlos de Amberes: 265-278.

GONZÁLEZ-LÓPEZ, M. J., (2000). "Brocado aplicado: fuentes escritas, materiales y técnicas de ejecución", en *PH Boletín*, nº 31: 67-77 <https://doi.org/10.33349/2000.31.993>.

HECHT, B., (1980). "Betrachtungen über Pressbrokate", *Maltechnik*, 1 Restauro: 22-49.

MONOGRÁFICA, (2017). RGB vs. CMYK: Una guía para diseñadores, <https://monografica.es/rgb-vs-cmyk-una-guia-para-disenadores/> [Consulta: 13/06/2020].

NADOLNY, J., (2003). "The gilded tin-relief backgrounds of the Thornham Parva Retable and the Cluny frontal: technical and stylistic context", *The Thornham Parva Retable. Technique, conservation and context of an English medieval painting*, Cambridge: Hamilton Kerr Institute, 174-188.

PERUSINI, T., PERUSINI, G., (1983). "La tecnica del Pressbrokat nelli altare di Giovanni Martini di Remanzacco" en *Restauro nel Friuli - Venezia Giulia, Belle arti e arti decorative. Manutenzione e riparazione*, Diz.: 22, *Memorie della Scuola Regionale di Restauro*, 1: 28-35.

ROBERTO AMIEVA, C., (2014). *El brocado aplicado en Aragón. Fuentes,*

tipologías y aspectos técnicos. Huesca: Estudios Altoaragoneses.

ROBERTO AMIEVA, C., (en prensa). "Aplicaciones y relieves con láminas metálicas en el Pórtico de la Gloria: el brocado aplicado" en *La restauración del Pórtico de la Gloria*, Ministerio de Cultura y Deporte, Madrid.

RODRÍGUEZ LÓPEZ, A., (2009). *Análisis y clasificación de los brocados aplicados de los retablos de Guipúzcoa*, Tesis doctoral, Universidad del País Vasco.

Autor/es

Maite Barrio

Conservadora-restauradora (Albayalde, San Sebastián)
mbarrio@albayalde.org

Ion Berasain

Conservador-restaurador (Albayalde, San Sebastián)
info@albayalde.org

Kyra Borst

Arquitecta (Petra, S. Coop. Vitoria-Gasteiz)
info@petrarestauracion.com

Ana Carrassón

Conservadora-restauradora (IPCE, Madrid)
ana.carrasson@cultura.gob.es

Laura Ceballos

Conservadora-restauradora (IPCE, Madrid)
laura.cebillos@cultura.gob.es

Mercedes Cortázar

Conservadora-restauradora (Petra, S. Coop. Vitoria-Gasteiz)
mercedescortazar@gmail.com

Isabel Cubillas

Conservadora-restauradora (Petra, S. Coop. Vitoria-Gasteiz)
icubillasq@gmail.com

Ana Laborde

Conservadora-restauradora (IPCE, Madrid)
ana.laborde@cultura.gob.es

Ingrid Geelen

Historiadora del Arte (KIK/IRPA Bruselas)
ingrid.geelen@kikirpa.be

Teresa Gómez

Historiadora del Arte (MAN, Madrid)
titegespinosa@yahoo.es

María José González

Conservadora-restauradora (Universidad de Sevilla)
baglioni@us.es

Agnès Le Gac

Conservadora-restauradora (Univ. Nova Lisboa)
alg@fct.unl.pt / legac.agnes2@gmail.com

Camino Roberto

Conservadora-restauradora (Escuela Superior de Conservación
y Restauración de Bienes Culturales de Aragón, ESCYRA)
croberto@educa.aragon.es / croberto@escyra.es

Emilio Ruiz de Arcaute

Conservador-restaurador (Servicio Restauración, DFA, Vitoria)
eruzdearcaute@gmail.com

Erica Sartori

Conservadora-restauradora (Univ. Ljubljana, Eslovenia)
erica.sartori28@gmail.com

Mª Dolores Sanz

Conservadora-restauradora (Petra, S. Coop. Vitoria-Gasteiz)
mariadolores.sanz@gmail.com

Delphine Steyaert

Historiadora del Arte (Bruselas)
delphine.annie.steyaert@gmail.com

Reunión Madrid (MAN), 2019



Reunión San Sebastián (Gordailua), 2018



Artículo enviado el 28/09/2020
Artículo aceptado el 16/03/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i1.844>

Diseño, realización y evaluación de un sistema de articulación para una escultura bimodal para procesionar: el caso del Cristo de la Vera Cruz de Guillena

Benjamín Domínguez Gómez

Resumen: La imaginería en madera policromada dotada de articulaciones en los brazos es una particular tipología que surge para la representación, cada Viernes Santo, de la Ceremonia del Descendimiento. En este trabajo presentamos los resultados de la intervención efectuada sobre una de estas imágenes articuladas, el Smo. Cristo de la Vera Cruz, titular de la cofradía del mismo nombre de la localidad de Guillena (Sevilla), para la que se diseñó en 2011 un novedoso sistema de articulación, el cual damos a conocer en este artículo, toda vez que su idoneidad ha sido convenientemente evaluada a lo largo de casi una década.

Palabras clave: escultura, madera policromada, factores de alteración, innovación, tratamiento, restauración, Sevilla

Design, realization and evaluation of a joint system for a bimodal sculpture to procession: the case of the Christ of the Vera Cruz de Guillena

Abstract: The imagery in polychrome wood endowed with joints in the arms is a particular typology that arises for the representation, every Good Friday, of the "Ceremony of Descent". In this work we present the results of the intervention carried out on one of these articulated images, the Smo. Cristo de la Vera Cruz, owner of the brotherhood of the same name of the town of Guillena (Seville), for which a novel articulation system was designed in 2011, which we make known in this article, since its suitability has been conveniently evaluated over almost a decade.

Keyword: sculpture, polychrome wood, agents of deterioration, innovation, treatment, restoration, Seville

Concepção, realização e avaliação de um sistema de articulação de uma escultura bimodal para procissão: o caso do Cristo da Verdadeira Cruz de Guillena

Resumo: A imagem em madeira policromada com braços articulados é uma tipologia particular que surge para a representação, todas as Sextas-feiras Santas, da "Cerimónia da Descida da Cruz". Neste trabalho apresentamos os resultados da intervenção realizada sobre uma destas imagens articuladas, Santo Cristo de la Vera Cruz, patrono da irmandade com o mesmo nome na localidade de Guillena (Sevilha), para a qual foi desenhado um novo sistema de articulação em 2011, que apresentamos neste artigo, uma vez que a sua idoneidade foi convenientemente avaliada ao longo de quase uma década.

Palavras-chave: escultura, madeira policromada, fatores de alteração, inovação, tratamento, restauro, Sevilha

Introducción

La correcta aplicación de los criterios de intervención y los tratamientos sobre las esculturas en madera policromada para procesionar siguen siendo un desafío para los conservadores-restauradores responsables de su intervención. Su concepción como imagen destinada al culto les confiere una serie de características particulares que afectan directamente a su conservación, manifestadas fundamentalmente en la práctica procesional, pero también en la colocación de vestimenta, elementos propios de su iconografía (coronas, cetros, potencias...) o su exposición pública a la veneración de los fieles en besamanos, besapiés, etc. (González y Baglioni 2003: 80-84). Una de estas prácticas devocionales es el denominado ritual del *abajamiento*, *desenclavo* o *descendimiento* que tiene lugar en muchas localidades españolas durante la tarde noche del Viernes Santo desde, al menos, el s. XIV. La principal característica de estas imágenes es que las articulaciones de los hombros (y en ocasiones otras partes de su anatomía), poseen la facultad de variar de posición, resultando yacentes o clavados en la cruz de forma indistinta. Son, por lo tanto, esculturas de un marcado carácter funcional que podríamos denominar bimodales.

En este trabajo presentamos los resultados de la intervención efectuada sobre una de estas imágenes articuladas, el Smo. Cristo de la Vera Cruz, titular de la cofradía del mismo nombre de la localidad sevillana de Guillena, efectuada entre los meses de noviembre de 2011 y marzo de 2012. Como se expondrá en su momento, y dado que el sistema de articulación original había sido sustituido por uno que no satisfacía las necesidades que demandaba la obra, tuvimos la oportunidad de dotar a esta imagen de un nuevo sistema de articulación diseñado al efecto, el cual damos a conocer en este artículo, así como los resultados de dicha actuación, toda vez que su idoneidad ha sido convenientemente evaluada a lo largo de casi una década.

Antecedentes y estado de la cuestión

Sobre las imágenes articuladas para ser dispuestas como crucificados y yacentes durante la Ceremonia del Descendimiento, el interesante trabajo realizado por Ruth Fernández González nos ofrece un adecuado estado de la cuestión, sobre todo en lo que a la mitad norte de la península se refiere. En él se nos informa que *"estas representaciones se realizaban casi en su totalidad con actores reales. Se empleaban muy pocas imágenes sagradas, limitándose casi exclusivamente a procesionar la imagen de Cristo en la cruz, propiedad de la cofradía o de la parroquia"* (Fernández 2011:6). Las imágenes articuladas más antiguas -que conocemos- se localizan a partir de mediados del s. XIV, como el cristo crucificado de la Iglesia de San Lorenzo de Kempten (Suabia), fechado en torno a 1350 (Taubert 1978:39-40) o el del monasterio benedictino de Barking,

cerca de Londres, de en torno a 1370 (Fernández 2011: 8). También al s. XIV corresponden las tallas articuladas de cristo muerto localizadas en los antiguos territorios del imperio Romano-Germánico (Fernández 2011:15). En España, el profesor Sánchez Herrero nos indica que en el año 1450 ya se representaba este teatro sacro en tierras leonesas, extendiéndose por toda la península (Sánchez Herrero 2008: 206). No obstante, existen testimonios de imágenes articuladas más antiguas, como la conservada en el Museo Diocesano de Tui (Pontevedra) o el Cristo de la Catedral de Burgos (Fernández 2011: 17), lo que nos lleva a pensar que estas representaciones, en España, pudieran haber empezado incluso antes, como en el resto de Europa.

Pese a todo, la propagación de esta práctica y, en consecuencia, el aumento de la producción de imágenes de esta tipología, se producirá en el s. XVI a raíz de las disposiciones emanadas del Concilio de Trento (1545-1563), en las que se potenciará el uso de las imágenes como elemento doctrinal y catequético. A este período hemos de adscribir, por tanto, el arranque de estos rituales en tierras andaluzas, de donde sabemos que la Hermandad del Santo Entierro de Sevilla realizó la ceremonia del descendimiento a lo largo del último tercio del s. XVI y hasta 1604, en que fue prohibida por el Cardenal Niño de Guevara (Bermejo 2013: 545-546). Con todo, y a tenor de las imágenes conservadas en la actualidad, dicha representación sacra debió de recuperarse en la diócesis hispalense a lo largo del s. XVIII -si no antes- por cuanto son numerosas las imágenes pertenecientes a ese período estilístico que presentan esta doble funcionalidad, contando con sus correspondientes elementos anatómicos móviles (Manzano 2002: 92). Que conozcamos, han llegado hasta nosotros imágenes dotadas de este tipo de articulación en las localidades sevillanas de Alcalá del Río [figura 1], Benacazón, Cantillana, Casariche, Castilblanco de los Arroyos, Fuentes de Andalucía, La Algaba, Lebrija, Mairena del Alcor, Olivares, Peñaflor, Pilas, Pruna y Marchena, a las que hay que sumar las localizables de Alcalá de Guadaíra, Albaida del Aljarafe, Castilleja de la Cuesta, Guadalcanal, Herrera, Los Palacios o Sanlúcar la Mayor que quedaron inmovilizadas al perderlas en posteriores restauraciones^[1].

En relación con las tipologías identificadas, también Fernández González nos hace un interesante análisis, estableciendo seis variantes en función del sistema de articulación (2011: 28-56):

- Goznes metálicos. Suelen acabar en punta para ser clavados en la madera o cuentan con una pequeña pletina para su fijación con clavos o tornillos.
- Articulaciones de galleta. Son las más frecuentes. Existen dos variantes de esta solución: las que parten del hombro y las que parten del brazo.
- Galleta metálica o rótula metálica.



Figura 1.- Sermón del Descendimiento. Hermandad de la Soledad de Alcalá del Río (Sevilla) [A. Rendón].

- Sistema de fosa y bola. Pueden incorporar pernos para su sujeción, muelles, etc.
- Sistema simple de goma interna, que atraviesa la imagen sujetando ambos brazos en común.
- Sistema de bisagras axilares. Aunque generalmente son metálicas, también existen ejemplos realizados en cuero, como es el caso del Cristo de Villabade, en Lugo.

Además, en todos los casos, el mecanismo de abatimiento de los brazos puede estar cubierto por una piel o tejido que aumenta su realismo, siendo esta solución bastante frecuente entre los ejemplos que venimos refiriendo en este trabajo [figura 2]. Sin embargo, como denominador común también hemos advertido como, a pesar de tan variado repertorio de técnicas y materiales, casi ninguno de estos sistemas de articulación consigue dar respuesta, de manera anatómicamente exacta, a la disposición natural de un cuerpo inerte. En todo caso, puede que, al menos en una de las dos posturas, se consiga una disposición natural, generalmente la de crucificado, quedando la otra condenada a no representarse con la exactitud anatómica que le correspondería. Así, a poco que analicemos cualquier escultura articulada de esta tipología nos percataremos que posee unas dimensiones exageradas en los hombros o una longitud en los brazos que no se corresponden con las proporciones de la figura humana, al menos, en términos generales.



Figura 2.- Detalle de la articulación del Cristo Yacente de Ahigal (Cáceres) recubierta de un material textil policromado [Uffizzi CRBC].

Descripción del bien

La Hermandad de la Vera Cruz de Guillena fue fundada en 1560 en la ermita de San Nicolás. Su fin principal era la asistencia a los necesitados y el culto público en memoria de la Pasión, Muerte y Resurrección de Cristo, así como la celebración de otras festividades litúrgicas. Obligados

a abandonar su sede primigenia, la corporación pasó en 1856, junto con sus imágenes y el retablo de la cofradía, a la parroquia de Ntra. Sra. de la Granada, su actual sede. Como otras corporaciones de la misma índole, en el s. XIX sufrió una gran decadencia, intentándose a lo largo de la segunda mitad del s. XX su reactivación en varias ocasiones. Sin embargo, no será hasta el año 1983 cuando alcance la reorganización definitiva, aprobándose nuevas reglas en 1991.

Desde su fundación, la cofradía utilizaba para su procesión un crucificado de tamaño menor que el natural^[2]. Sin embargo, éste fue sustituido por la imagen objeto de este trabajo durante el primer tercio del s. XVIII, puesto que sabemos que en 1728 ya se celebraba la ceremonia del descendimiento con un crucifijo "*de altura de un hombre*" (Silva 2010: 39). Además, a este período pertenece una urna barroca que conserva la hermandad, adaptada perfectamente a las dimensiones del crucificado, donde debió de procesionar hasta el s. XIX.

La imagen del Cristo de la Vera Cruz [figura 3] es una escultura en madera policromada de tamaño natural (155 x 140 cm). Representa a Jesús muerto en la cruz con tres clavos. Su cuerpo desnudo, sólo está cubierto por un paño de pureza con un amplio pliegue, que se ajusta por medio

de una cuerda y se anuda en el lado derecho. La cabeza cae, apoyada la barbilla sobre el pecho, en una composición muy simétrica y equilibrada. Suele lucir corona de espinas y potencias. De autor anónimo, Silva Fernández lo adscribe a la escuela sevillana de imaginería, fechándolo en torno a 1675-1725.

Cada año, la imagen sale en procesión en la tarde noche del Viernes Santo, figurando como crucificado. Además, desde el año 2012, vuelve a procesionar, en este caso dispuesta como yacente, durante la tarde del 2 de noviembre, en la que es trasladada al cementerio de la localidad para, tras la celebración de una eucaristía, regresar a su templo.

Según se desprende de la documentación de archivo, la imagen ha sido sometida a varias intervenciones de restauración a lo largo de su historia, siendo la anterior a la que relatamos la practicada en 1955 por el imaginero Manuel Pineda Calderón (1906-1974). Dicha actuación consistió, *grosso modo*, en repolicromar la imagen en su totalidad, aplicando un fino estrato de preparación intermedio que le sirvió también para colmatar grietas y aberturas entre ensambles, que fueron entelados en la mayoría de los casos, así como en la sustitución del sistema de articulación de los brazos, presumiblemente original, por unas bisagras axilares [figura 4].



Figura 3.- Anónimo (1675-1725). Santísimo Cristo de la Vera Cruz. Guillena (Sevilla) tras la intervención [Fco. Javier Gutiérrez].



Figura 4.- Detalle del sistema de articulación, mediante bisagras, incorporado en 1955.

Propósito y objetivos de la intervención

Alertados por el oscurecimiento que presentaba la imagen y los desajustes de los brazos, los cofrades nos solicitaron un estudio pormenorizado de la obra y una propuesta de intervención adecuada a sus necesidades de culto.

Sometida la imagen a un estudio radiológico completo (RX y T.A.C.), realizado el estudio de correspondencia de policromías y analizadas una serie de muestras extraídas de su encarnadura, pudimos confirmar, en primer lugar, la existencia de una encarnadura bajo la aplicada por Pineda Calderón en la última restauración. Ésta, además, se conservaba en un porcentaje elevado de la superficie de la imagen, por lo que era factible su recuperación. Desde el punto de vista estético, la apariencia y calidad de la obra quedaban bastante mermadas por la actuación del escultor, quien había colmatado muchos de los detalles sutiles de la escultura y ocultado la encarnación anterior, en buen estado de conservación, por otra que presentaba alteraciones, una apariencia oscurecida y carente de interés artístico.

En segundo lugar, pudimos verificar como dicha actuación ocultaba un buen número de alteraciones en el soporte de madera, así como la incorporación de numerosos elementos metálicos, entre los que hay que destacar las ya citadas bisagras. Particularmente, en relación con el tema que nos ocupa, el principal problema de conservación radicaba, además del desajuste que presentaban los brazos en posición de crucificado y el deslucido efecto que provocaban, en que la degradación de estos elementos ferrosos y los tornillos que los fijaban estaban comprometiendo la perdurabilidad de la encarnación en esta zona, con claros signos de deterioro.

En consecuencia, los objetivos que se marcaron en el proyecto de intervención fueron:

- Revertir por medio de un tratamiento de limpieza fisicoquímica la actuación de 1955. El propósito de retirar el amplio repinte quedaba triplemente justificado: Estaba

generando daños, impedía el reconocimiento de la obra y condicionaba la aplicación de otros tratamientos. Liberar a la imagen de este estrato no original y carente de interés artístico era la única opción para poder tratar las importantes alteraciones que sufría la escultura y que no habían sido resueltas, sino tapadas. Por otro lado, estaba comprometiendo tanto la correcta conservación de la imagen como su justa puesta en valor.

- Devolver a la imagen un estado de conservación óptimo, coherente a su uso, por medio de la consolidación de la madera, la reintegración volumétrica y cromática de su encarnadura, así como la correcta incorporación de los anclajes necesarios para la colocación de los atributos iconográficos (potencias, corona de espinas, etc.).

- Recuperar la funcionalidad y uso de la imagen en su doble condición de crucificado y yacente, incorporando un sistema de articulación apropiado, tanto en el aspecto material, como técnico y estético.

Aunque motivos obvios obligan a describir los tratamientos inherentes a los dos primeros objetivos expresados a lo largo del artículo, nos centraremos a continuación en el desarrollo del tercero, objeto principal de esta contribución; en su justificación, metodología y evaluación de resultados.

Justificación y metodología aplicada

Una vez definida la intervención y trasladada la imagen al estudio de restauración, comenzamos el proceso acometiendo la remoción del repinte, tras el que salieron a la luz los numerosos daños identificados en el soporte de la madera a través de las radiografías y la encarnación subyacente que es la que actualmente luce la imagen ^[3]. En la zona de las axilas, una gruesa capa de yeso, reforzada con una tela encolada, ocultaba las oxidadas bisagras axilares. Retiradas éstas y todos los estratos incorporados en 1955 comprobamos que se habían eliminado la preparación y el color en esta zona, a causa del lijado y retallado que se había practicado para su adaptación. Esto generó amplias lagunas en la encarnación de la imagen [figura 5] coincidentes con el final de los brazos y los hombros. Lamentablemente, esta misma alteración la encontramos también en otras zonas intervenidas por problemas en las piernas o el sudario.

Estudiada la obra, así como valorados los diferentes sistemas de articulación, se decidió diseñar y ejecutar exprofeso un nuevo mecanismo, que diera respuesta a las siguientes premisas en relación con el uso dual de la imagen:

- La solución habría de ser coherente con los principios fundamentales de la conservación y la restauración, como son su reversibilidad, mínima intervención, plena justificación, documentación, etc.



Figura 5.- Detalle de las bisagras. Proceso de eliminación de repintes e identificación de lagunas en la encarnación del s. XVIII.

- La posición principal de la obra es la de crucificado. Por tal motivo, la solución debía contemplar que la imagen no se viese anatómicamente afectada.

- Las reintegraciones del volumen de la escultura debían limitarse al mínimo imprescindible, garantizando la completa preservación del original.

- Dado que ya no se celebra la ceremonia del descendimiento, la solución a adoptar para recuperar su posición yacente permitía contemplar la posibilidad de incorporar, retirar o manipular las piezas necesarias a puerta cerrada, esto es, sólo ante un grupo reducido de cofrades, responsables de la correcta disposición de la imagen.

- Los materiales a emplear debían de ser estables y duraderos. Se desestimó el uso de pieles de cubrición por los problemas de conservación que pueden presentar.

La solución ideada fue, finalmente, instalar un nuevo mecanismo, fabricado en acero inoxidable, que se completa con unas prótesis de madera cuando la imagen se expone como yacente [figuras 6 y 7]. Este par de elementos, muy similares e inspirados en los que la imagen poseía antes de esta intervención permite, además, mantener oculto el sistema de articulación.

Concretamente, el sistema diseñado se compone de dos piezas complementarias para cada brazo, con una largura total de 24 cm y un diámetro de 2 cm. Fabricadas en acero, de forma cilíndrica y machihembradas para conseguir un perfecto encaje entre ellas. La pieza A, que se dispone en el torso, es hueca y realizada de una sola pieza. La parte B, montada en el brazo, es maciza y dispone de una articulación mecánica que permite abatir los brazos de la escultura. En ambos segmentos, mediante mecanizado, además se dio forma a una espiga en el extremo de la parte B, realizando el correspondiente cajeado, de 0.5 x 2 cm, en el extremo interno de la pieza A, como se observa en la figura 6. Cuando la imagen se encuentra en posición de crucificado, y por tanto la pieza B está bien acoplada

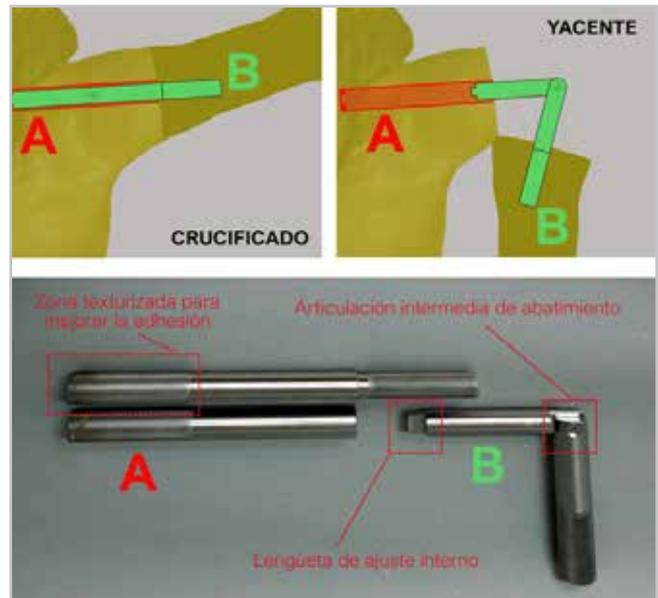


Figura 6.- Esquema de la disposición del mecanismo en la escultura (arriba). Fotografía de las piezas antes de su colocación (abajo).



Figura 7.- Detalle de las prótesis que completan la anatomía del hombro en posición yacente (versión 2020).

en el interior del cilindro A, la articulación mecánica está presa e impide que los brazos se puedan abatir, mientras que tampoco pueden girarse debido al acoplamiento de la espiga en el interior.

Los extremos de ambas piezas, A y B, fueron texturizados mecánicamente con objeto de asegurar su adhesión permanente a la madera, empleando en este caso un adhesivo epoxi de dos componentes en las zonas previstas para ello.

La solución consigue, con un solo mecanismo, presentar el cristo tanto en posición de crucificado como yacente. El hecho de que las piezas sean cilíndricas facilita notablemente el proceso de inserción y extracción de los brazos. Cambiar la posición de la imagen de crucificado a yacente resulta realmente sencillo. Una vez retirados los clavos que unen las manos a la cruz, el proceso consiste en tirar delicadamente de los brazos para extraer la

articulación de la pieza B del interior del cilindro A. Una vez liberada, permite el giro de 90° y seguidamente abatir los brazos, que quedan junto al cuerpo del cristo para presentarlo como yacente [figura 8]. Para esta postura, y dado que la imagen queda dispuesta sobre una mullida superficie horizontal, no es necesario inmovilizar los brazos ni colocar sistema alguno de fijación, ya que las mismas prótesis de los hombros cumplen esta función. Como es fácil entender, volver a la posición de crucificado implica acometer la misma maniobra, solo que a la inversa. Precisamente, para garantizar el ajuste adecuado y exacto de los brazos a la cruz, los clavos incorporados en 1955 fueron sustituidos por unos nuevos, de aspecto similar, en acero inoxidable^[4].

Por otro lado, y en relación con el segundo de los objetivos expuestos, el recurso ideado permite que la imagen, dispuesta como crucificado, no se vea estéticamente afectada, a excepción de la fina línea de unión entre el torso y el brazo que se ajustó milimétricamente. Para conseguirlo, una vez retiradas las pletinas metálicas y los estucos utilizados como relleno en 1955, se procedió a la reconstrucción de esta zona incorporando, sólo para completar el volumen de la escultura, madera de las mismas características que el original adherida con resina epoxi Araldit® HW/SW 427, que fue utilizada también para colmatar las pequeñas irregularidades de la madera durante el proceso de ajuste definitivo. Este producto, por su maleabilidad, dispuesto entre ambas piezas nos proporcionaba además una alta estabilidad y durabilidad en esta zona tan crítica, expuesta a una constante manipulación y rozamiento [figura 9].



Figura 9.- Reintegración volumétrica y proceso de ajuste del brazo izquierdo.

En relación con las prótesis para los hombros indicaremos que, en un primer momento, se realizaron a imitación de las ya existentes siguiendo el modelado anatómico que la imagen presentaba. Se emplearon dos piezas de madera de pino que se unían abrazando la articulación, y se fijaban mediante dos pequeños anclajes en acero inoxidable y machihembrados a rosca, de 0,6 cm de diámetro, que quedaban ocultos [figura 10]. Sin embargo, en el transcurso de estos años, identificamos la posibilidad de mejorar aun más la estética de la imagen en posición de yacente si ésta se disponía levemente incorporada en relación con el plano horizontal sobre el que se sitúa. De esta forma se reducía cierta rigidez en los brazos dando a la escultura un aspecto de mayor relajación anatómica, mucho más coherente con la representación que se persigue. En consecuencia, en



Figura 8.- Secuencia del cambio modal del sistema de articulación incorporado. El brazo, una vez que ha sido desprovisto del clavo que lo une a la cruz en la mano correspondiente, se extrae tirando de él hacia el exterior, lo que permite liberar y abatir la articulación incorporada en la pieza B.



Figura 10.- Prótesis para la disposición de la imagen como yacente y detalle de la articulación en acero inoxidable en su interior (versión 2012).

el año 2020 se nos solicitó ejecutar unas nuevas prótesis que, en este caso y para conseguir un mayor ajuste técnico y estético, se modelaron previamente en Porexpan® y se positivaron en madera de cedro por medio de un escaneado láser 3D del modelo intermedio de producción. Estas nuevas prótesis se diferencian de las anteriores en que se ha reducido notablemente su volumen y, por consiguiente, son estéticamente más acordes a las proporciones de la imagen. Esto se ha conseguido modificando levemente la posición de los brazos gracias, precisamente, a las múltiples posturas que ofrecen las articulaciones descritas a la escultura. Como las realizadas en 2012, fueron estucadas y policromadas siguiendo el cromatismo de la imagen hasta su total integración visual.

El cambio de postura de la imagen se lleva a cabo cada año de manera privada, en el interior del templo, por parte de los cofrades designados para ello. La excesiva manipulación de la imagen era un problema insalvable, si bien, se adoptaron algunas medidas de conservación preventiva para controlar y paliar, en lo posible, los riesgos derivados de dicha circunstancia. En este sentido, se estableció un protocolo de actuación y se dio formación a la persona responsable de su manipulación, con el fin de que el proceso se haga de manera ordenada y sistemática evitando improvisaciones y minimizando riesgos. Por otro lado, la hermandad contrató un servicio anual de revisión y mantenimiento para que el equipo de conservadores-restauradores responsable de su intervención controle y solvante los posibles daños que pudieran derivarse de tan intensa actividad de culto.

Resultados

A tenor de los resultados obtenidos y el seguimiento efectuado durante los años transcurridos desde su

intervención, podemos afirmar que se han alcanzado los objetivos propuestos:

En primer lugar, con el tratamiento de conservación y restauración se han tratado las alteraciones que afectaban a la imagen y que eran susceptibles de corregir. En este sentido, destacaremos la consolidación estructural completa de la obra y la reversión de la actuación acometida en 1955. A pesar de que se ha comprobado que la encarnación que presenta no es la original o más antigua, la intervención ha permitido valorar mejor estilísticamente la imagen estando de acuerdo con Silva Fernández en asignarle un autor de finales del s. XVII o principios del s. XVIII. Éste quizás no sea un maestro escultor de renombre, pero es seguidor de la gubia de Pedro Roldán, y consecuentemente de José de Arce, quienes se ven reflejados, por ejemplo, en la forma de tallar los cabellos o los amplios pliegues que se generan en el sudario.

En segundo lugar, hay que indicar que la imagen está provista de los medios mecánicos necesarios para que sea expuesta a la veneración de los fieles, tanto como crucificado, como bajo la iconografía yacente, siguiendo la antiquísima tradición mantenida por esta hermandad. Además, su condición de imagen articulada no afecta a la visión general de la obra en su posición de crucificado, tal y como la cofradía había demandado.

En relación con el diseño y funcionamiento del sistema de articulación incorporado, hemos de indicar que la evaluación ha sido positiva ya que, desde la culminación de los trabajos en 2012, se ha venido haciendo un seguimiento anual de la imagen, la cual presenta un estado de conservación excelente. Los materiales permanecen estables y la obra no presenta deterioro alguno. Sólo han

tenido que ser subsanadas algunas minúsculas lagunas originadas en los estratos de preparación y color por la inevitable e intensa manipulación que soporta la obra. Aun así, y teniendo en cuenta que la imagen soporta anualmente uno o dos procesos de desenclavado y clavado, se ha reconocido como un sistema adecuado, tanto estética como materialmente, lo que abre la posibilidad de extrapolar dicho procedimiento a otras imágenes de similar problemática. Incluso ha respondido adecuadamente ante el fortuito aguacero al que se vio sometida la imagen durante la procesión del Viernes Santo de 2012 y que nos obligó a personarnos a las pocas horas en el citado templo para su examen y revisión.

Con todo, sigue siendo un problema irresoluble el asunto del aspecto estético de la imagen cuando adopta la disposición de yacente, si bien, en este sentido, las nuevas prótesis ejecutadas en 2020 han mejorado notablemente su apariencia, que ya había sido revisada y mejorada en 2012 con relación a la de 1955.

Por último, hay que destacar que la adecuada conservación que presenta la imagen en la actualidad y el buen comportamiento del sistema incorporado es también fruto del interés que han mostrado, de una forma destacadísima, los cofrades encargados de su manipulación y aderezo a los que agradezco, aprovechando estas líneas, la confianza depositada para intervenir y conservar a su imagen titular. El cumplimiento continuado de las pautas y recomendaciones ofrecidas en su momento, así como la contratación de un servicio de conservación preventiva (seguimiento, asistencia anual y consultoría) han resultado determinantes para su correcta conservación y para evitar el deterioro acelerado de esta escultura bimodal para procesionar.

Notas:

[1] Un amplio trabajo sobre el sermón del descendimiento y su práctica en la Archidiócesis de Sevilla puede consultarse en BARRANCA DAZA, J.M. (2014).

[2] Esta imagen recibe culto en la actualidad en la misma parroquia, si bien bajo la advocación del Smo. Cristo de las Misericordias, también restaurado en 2014. Véase, sobre esta imagen DOMÍNGUEZ, B.; SILVA, J.A. (2014).

[3] Debajo queda, conservada tal y como prescribe la normativa y la deontología de la profesión, una encarnación todavía más antigua, casi con toda seguridad la original de la imagen. Fue desestimado su alcance, entre otros motivos, porque exigía la eliminación de la que luce actualmente.

[4] Hay que advertir, no obstante, que además de los clavos de sujeción a la cruz la imagen dispone de un elemento de sujeción situado en la zona posterior, a la altura del sudario, que es el que soporta realmente su peso y libera los brazos de su natural e histórica función sustentante.

Referencias

BARRANCA DAZA, J.M. (2014). *El Sermón del Descendimiento en la Cofradía de la Soledad de Cantillana* Disponible en <http://soledadcantillana.blogspot.com/2014/03/el-sermon-del-descendimiento.html> [consulta 23/09/2020].

BERMEJO Y CARBALLO, J. (2013). *Glorias religiosas de Sevilla o Noticia histórico descriptiva de todas las cofradías de Penitencia, Sangre y Luz fundadas en esta ciudad*. (Edición comentada JIMÉNEZ SAMPEDRO, coord.) Sevilla: ABEC Editores.

DOMÍNGUEZ, B.; SILVA, J.A. (2014). *El Cristo de las Misericordias: Proceso de investigación, conservación y restauración del Crucificado Renacentista de la Parroquia de Guillena*. Guillena: Iglesia Parroquial de Ntra. Sra. de la Granada.

FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, R. (2011). *Sistemas de articulación en Cristos del Descendimiento (Trabajo de Fin de Máster) Máster en Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en <http://hdl.handle.net/10251/15562>

GONZÁLEZ LÓPEZ, M. J.; BAGLIONI, R. (2003). La Conservación de la Escultura Policromada. En *Artes y Artesanías de la Semana Santa Andaluza* (volumen 3, la Imaginería Procesional). Santander: Ed. Tartessos, 3: 72-98.

I.P.C.E. (2017). *Proyecto COREMANS. Criterios de intervención en retablos y escultura policromada* [en línea], Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, Secretaría General Técnica, Subdirección General de Documentación y Publicación. Disponible en https://sede.educacion.gob.es/publivena/descarga.action?f_codigo_agc=15896C [consulta 2/10/2020].

MANZANO BELTRÁN, P. E. (2002). "Las imágenes articuladas de Cristo Crucificado. Consideraciones sobre los problemas de conservación y restauración que plantean". *Revista de museología*, 23: 90-96.

SÁNCHEZ HERRERO, J. (2008). *Historia de la Iglesia en España e Hispanoamérica: desde sus inicios hasta el siglo XXI*. Madrid: Sílex.

SÁNCHEZ HERRERO, J. (2003). *La Semana Santa de Sevilla*. Madrid: Sílex.

SILVA, J.A. (2010). "La Antigua Hermandad y Cofradía de la Santa Caridad, Misericordia y Vera Cruz de la villa de Guillena: CDL Aniversario Fundacional (1560-2010)". En RODA, J. (coord.) XI Simposio sobre Hermandades de Sevilla y su provincia. Sevilla, Fundación Cruzcampo, 15-50.

TAUBERT, J. (1978). *Farbige Skulpturen. Bedeutung, fassung, restaurierung*. Munich, D.W. Callwey.

Autor/es**Benjamin Dominguez Gomez**

bdgomez@us.es

Universidad de Sevilla

PDI en el grado de conservación-restauración de Bienes Culturales. Departamento de Pintura. Universidad de Sevilla.

Especializado en retablos, escultura y otras obras en madera policromada, hasta su incorporación como docente ha desarrollado su labor profesional fundamentalmente en el entorno de la empresa privada y para la administración pública andaluza. En este sentido, destacar su participación en el "Proyecto de conservación-restauración de los reversos de las pinturas de la Sala de los Reyes de la Alhambra" (2007- 2008), en el programa "Andalucía Barroca" (2007-2009) o sobre el Retablo Mayor de la Iglesia de Santa Ana en Triana (2009-2010) bajo la dirección del I.A.P.H. con quienes ha colaborado en varios proyectos. En 2005 fundó la empresa especializada en conservación y restauración de bienes culturales GESTIONARTE Servicios integrales aplicados a los Bienes Culturales, con sede en Sevilla. Por tal motivo, ha redactado, dirigido y ejecutado numerosos proyectos, destacando los trabajos desarrollados sobre escultura en madera policromada y retablos, así como otros sobre pintura de caballete. En el ámbito académico, y en el marco de la elaboración de su tesis doctoral, ha disfrutado de sendas Estancias de Investigación en el Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro de Roma (I.S.C.R.) y en el área de Conservación preventiva del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (I.A.P.H.) habiendo sido también becario-residente en la Real Academia de España en Roma (R.A.E.R.) durante el curso 2015-2016.

Artículo enviado el 07/10/2020
Artículo aceptado el 29/03/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i1.846>

La conservación del vidrio de ventana romano: perspectivas de actuación tras su estudio arqueométrico

Almudena Velo Gala, Manuel García Heras

Resumen: La arqueometría es una herramienta imprescindible en el estudio del vidrio antiguo, tanto desde una perspectiva arqueológica como en lo que respecta a la conservación de estos materiales. Para entender cómo afectan los procesos postdeposicionales al vidrio arqueológico y los tratamientos aplicados tras su descubrimiento, se seleccionó un conjunto de vidrios de ventana romanos procedentes de varios yacimientos de la Bética para su caracterización químico-física. Las muestras se observaron mediante microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (MEBEC) y se microanalizaron con espectrometría de dispersión de energías de rayos X (EDS). Los resultados revelaron que muchos de los vidrios habían perdido las capas de degradación como consecuencia de los tratamientos de limpieza y los sistemas de almacenamiento. La importante información que aportan las superficies de estos vidrios respecto a las técnicas de elaboración e instalación de los paneles plantea la necesidad de incorporar nuevos protocolos de conservación tras su hallazgo.

Palabras clave: conservación, vidrio arqueológico, vidrio de ventana romano, arqueometría, procesos de alteración

Roman window glass conservation: prospects for action after its archaeometric study

Abstract: Archaeometry is an essential tool in the study of ancient glass, both from an archaeological perspective and with regard to conservation of these materials. To understand how postdepositional processes and the treatments applied affect archaeological glass after its discovery, a set of Roman window glasses from several archaeological sites from the *Baetica* Roman province were selected for chemical-physical characterization. Samples were observed through field emission scanning electron microscopy (FESEM) and micro-analysed with energy dispersive X-ray spectrometry (EDS). The results indicated that many of the glasses had lost their degradation layers as a result of cleaning treatments and storage systems. The important information obtained from the surfaces of these glasses with respect to processing and installation techniques raises the need to incorporate new conservation protocols after their finding.

Keyword: conservation, archaeological glass, roman window glass, archaeometry, alteration processes

A conservação do vidro de janela romana: perspetivas de ação após seu estudo arqueométrico

Resumo: A arqueometria é uma ferramenta essencial no estudo do vidro antigo, tanto do ponto de vista arqueológico como no que diz respeito à conservação destes materiais. Para entender como os processos pós-deposicionais afetam o vidro arqueológico e os tratamentos aplicados após sua descoberta, um conjunto de vidros de janela romanos de vários locais da Baetica foi selecionado para sua caracterização físico-química. As amostras foram observadas por microscopia eletrônica de varrimento por emissão de campo (FESEM) e microanálise por espectrometria de raios X dispersiva de energia (EDS). Os resultados revelaram que muitos dos vidros perderam as camadas de degradação como resultado de tratamentos de limpeza e sistemas de armazenamento. As importantes informações fornecidas pelas superfícies destes vidros, no que diz respeito às técnicas de preparação e instalação dos painéis, levanta a necessidade de incorporar novos protocolos de conservação após a sua descoberta.

Palavras-chave: conservação, vidro arqueológico, vidro de janela romana, arqueometria, processos de alteração

Estado de la cuestión y objetivos

A pesar de que el vidrio fue un material destacado en la Antigüedad para la elaboración de todo tipo de objetos y recipientes, su escasa preservación y un deficiente interés como marcador cronológico en las intervenciones arqueológicas ha causado que los trabajos sobre vidrio sean menos numerosos en comparación con otros materiales. Sin embargo, la aplicación de la Arqueometría en su estudio ha supuesto en las últimas décadas un gran avance en la investigación de los restos de vidrio hallados en los yacimientos, tanto desde una perspectiva histórica como en el ámbito de la conservación.

En el campo de la Arqueología, las técnicas de análisis químico-físico han permitido investigar cuestiones relacionadas con la elaboración de los objetos, el posible origen del vidrio utilizado, su uso, consumo y comercio. Los resultados obtenidos han evidenciado la importancia del vidrio en el progreso económico de determinadas sociedades y en épocas concretas, impulsando la creación de un campo de investigación innovador y esencial para comprender la evolución de la industria del vidrio a lo largo de la Historia. Asimismo, estos análisis han servido para afrontar nuevos procedimientos de conservación-restauración del vidrio arqueológico, que facilitan la comprensión de los procesos de degradación de estos materiales en diferentes contextos medioambientales y la incidencia de los tratamientos aplicados tras su hallazgo.

En lo que respecta a la Península Ibérica, los estudios sobre vidrio arqueológico aún son escasos, destacando algunos trabajos en el ámbito de la conservación, tanto de temas generales (García-Heras y Villegas 2004) como centrados en vidrios romanos (Agua *et al.* 2015; Palomar *et al.* 2012 2013). A pesar de que muchas de estas publicaciones abordan conjuntos de vidrios de diversa tipología, existen algunos, como el vidrio de uso arquitectónico para cierre de vanos, que pasan desapercibidos por su desconocimiento y, solo en casos excepcionales, se procede a su investigación (Velo-Gala *et al.* 2019). No obstante, restos de paneles de vidrio aparecen con relativa frecuencia en las excavaciones, los cuales aportan una información relevante sobre la arquitectura, el comercio y la producción del vidrio del periodo al que se adscriben.

Son numerosos los factores que influyen en el estado de conservación del vidrio de ventana arqueológico en contextos de enterramiento: el uso de estos paneles durante su vida útil, los procesos postdeposicionales, la composición química y las técnicas de elaboración, así como los distintos tratamientos de conservación-restauración y almacenaje aplicados tras su recuperación.

Muchas de las patologías detectadas en el vidrio de ventana son consecuencia de la pérdida de funcionalidad de los edificios donde se instalaron. Tras el abandono de las estructuras algunos de ellos fueron sustraídos, completos o fragmentados intencionadamente, para su reciclado, lo que

ha influido en el registro arqueológico de estos objetos (Velo Gala 2020). Entre los materiales recuperados también se observa un mayor número de fragmentos pertenecientes a los bordes, debido a que estas partes eran más difíciles de sustraer de los bastidores o paramentos, quedando en el entorno de los edificios tras su desplome o cerca del lugar donde se ubicaron las ventanas. Otros fueron arrojados como desechos secundarios a basureros, aunque su valor como objeto reciclable por el abundante material que aportaban, hace que estos hallazgos sean puntuales y escasos en estos contextos. Precisamente, a consecuencia de esta práctica es menos frecuente y excepcional la documentación de paneles completos o de un número abundante de fragmentos en un mismo yacimiento. En cualquiera de estas situaciones, los vidrios sufren una serie de daños principalmente físicos, ocasionando deformaciones en el material, grietas y fisuras, los cuales pueden continuar en el curso de su enterramiento debido a las presiones ejercidas por los estratos de cubrición (Davison 2003: 182).

Uno de los principales factores que determina la durabilidad química del vidrio es su composición, siendo los vidrios de silicato sódico cálcico característicos de época romana los que mayor estabilidad presentan en contextos arqueológicos (Freestone 2001: 619). A pesar de ello, la existencia de agua de forma prolongada durante el largo periodo de enterramiento es un factor determinante para el inicio de alteraciones químicas que, en algunos casos, llega a afectar a toda la pieza y producir su completa disgregación. El agua acaba adsorbiéndose en los grupos silanoles $[\equiv \text{Si} - \text{OH}]$ de la superficie del vidrio a través de enlaces de hidrógeno, provocando una apertura de la red vítrea y la entrada de moléculas de agua hacia capas más internas. Este proceso se conoce como ataque hidrolítico y es el responsable de la capa iridiscente formada por pequeñas y delgadas láminas de sílice hidratada que caracteriza a los vidrios arqueológicos (Cox y Ford 1993: 5641), también conocida como “capa de gel de sílice” (Davison 2003: 175). La superposición laminar produce una difracción de la luz cuando incide sobre la misma y genera el fenómeno de la iridiscencia, llegando a provocar cierta opacidad en vidrios incoloros (Davison 2003: 183). Además, su consistencia es débil y frecuentemente se desprende del vidrio cuando los objetos son manipulados.

La humedad también es un factor determinante para la actuación de las sales solubles e insolubles en los vidrios arqueológicos. En el caso de las sales insolubles forman depósitos superficiales tras su cristalización, mientras que cuando se trata de sales solubles pueden situarse en pequeños orificios de la superficie y provocar daños físicos de mayor envergadura. Otros agentes, como organismos y microorganismos también pueden actuar causando deterioros de carácter físico junto con alteraciones químicas en la superficie del vidrio, como consecuencia de la excreción de determinados ácidos.

Los procesos de degradación anteriormente descritos también se pueden acelerar a causa de las técnicas de fabricación y elaboración de los objetos. En algunos casos,

una adición insuficiente de determinados componentes provoca la disgregación del material, como se ha observado en los primeros vidrios elaborados con natrón (Freestone 2001: 617). Otros, como la presencia de infundidos y burbujas, generados por los sistemas de elaboración, una fusión deficiente de la mezcla vitrificable y un mal afinado, causan zonas susceptibles de fracturas y agrietamientos tras un impacto. Si estas anomalías o defectos se sitúan cerca de la superficie del vidrio se producen grietas con facilidad y una pérdida de material, formando pequeñas cavidades donde la acumulación de humedad desarrolla otro tipo de alteraciones de carácter químico. Este fenómeno también afecta a las irregularidades o improntas en la superficie que, en el caso de los primeros vidrios de ventana, pueden acelerar la degradación en uno de sus lados por la presencia de huellas derivadas del proceso de elaboración.

Es, sin embargo, en el momento de su descubrimiento cuando los materiales experimentan un cambio brusco de aclimatación después de un largo y lento proceso de adaptación y equilibrio con el medio, por lo que los tratamientos aplicados tras su recuperación son decisivos para su conservación. Generalmente, muchos de los vidrios expuestos en los museos se encuentran desprovistos de las capas de degradación ya que, según algunos investigadores, obstaculizan la legibilidad original de los mismos (Koob 2006). Otros autores argumentan que pueden propiciar nuevos ataques químicos debido a su elevada higroscopicidad (Barrio 2003). Actualmente se considera necesaria su conservación para evitar la exposición del vidrio original a nuevas alteraciones y, en el caso del vidrio de ventana, estas capas mantienen algunas huellas y restos imprescindibles para identificar las técnicas de elaboración de los paneles y sus sistemas de instalación.

Para conocer cómo afectan todos los agentes de alteración anteriormente mencionados a una tipología de vidrio poco investigada en la Península Ibérica como es el vidrio de ventana romano, se seleccionó un grupo de fragmentos entre varios yacimientos situados dentro de la delimitación de la antigua provincia romana de la Bética. Estos materiales se estudiaron arqueométricamente mediante la observación y microanálisis de sus superficies y de la masa del vidrio, utilizando técnicas adecuadas para ello como microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (MEBEC) y espectrometría de dispersión de energías de rayos X (EDS). Los objetivos de este trabajo son: (a) conocer los procesos de degradación del vidrio de ventana romano de la Bética; (b) identificar las posibles causas de estas alteraciones; y (c) determinar posibles actuaciones que atenúen un deterioro acelerado y una pérdida de información de las capas superficiales determinante para reconstruir los patrones tecnológicos de esta clase de objetos.

Materiales: un conjunto de vidrios de ventana romanos procedentes de la Bética

Para la ejecución del presente estudio se seleccionó un grupo de 15 fragmentos de vidrio de ventana romano procedentes

de varios yacimientos de la Bética: Torreparedones (Baena, Córdoba), el conjunto termal de Herrera (Sevilla), *Acinipo* (Ronda, Málaga), *Colonia Patricia Corduba* (Córdoba) y *Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva) [figura 1].

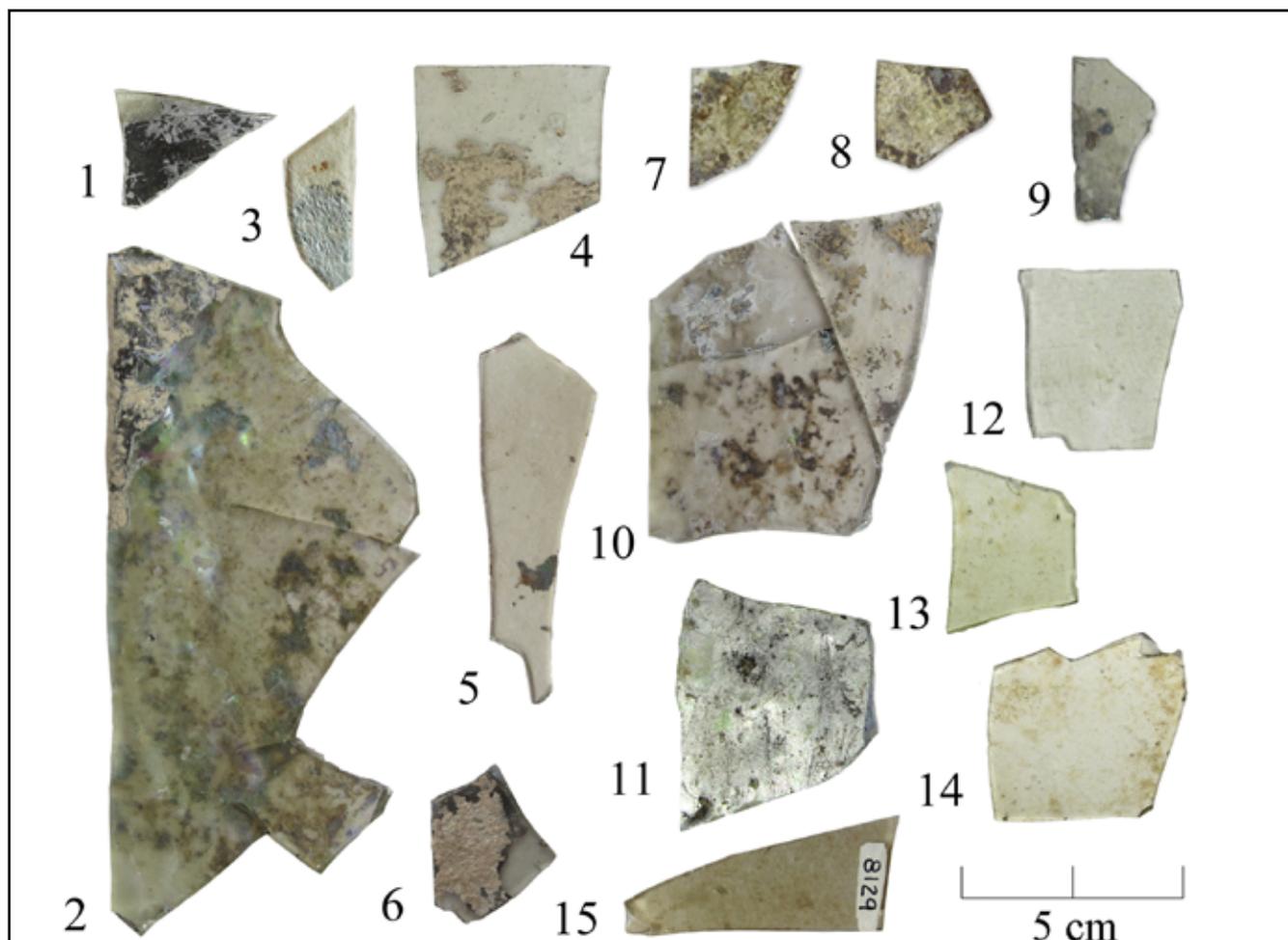
Por su morfología todos los fragmentos se corresponden con vidrios de ventana elaborados mediante la técnica de colada y posterior estirado de la masa sobre una superficie. Este sistema fue, probablemente, el utilizado para la obtención de los primeros vidrios empleados para el cierre de vanos en la arquitectura romana (Kisa 1908: 364-365; Allen 2002). Mediante este proceso se obtenían paneles de gran espesor con dos lados bien diferenciados, uno mate rugoso generado por la transferencia en el vidrio de la impronta de la superficie de trabajo y otro brillante liso debido al proceso de enfriamiento de la masa vítrea y su posterior solidificación, de ahí que sean frecuentemente denominados como vidrios de ventana brillante/mate (Boon 1966; Foy y Fontaine 2008: 409). En este último lado es habitual observar algunas de las marcas de las herramientas empleadas en el proceso de estirado, sobre todo en las zonas más externas del panel (Kisa 1908: 365; Boon 1966: 44; Foy y Fontaine 2008: 409). Todos estos rasgos son imprescindibles para determinar la técnica de elaboración y distinguirla de otras posteriores, como las de soplado en cilindros o manchones y soplado en coronas o cibas. Respecto a la masa, son vidrios translúcidos de color natural verde-azulado, una tonalidad debida a la presencia de impurezas de hierro en las materias primas (Price y Cottam 1998: 15).

Metodología, preparación de las muestras y técnicas de análisis

Para la identificación de los procesos de alteración del conjunto de vidrios de ventana romanos de la Bética se realizó una toma de muestra de cada uno de los fragmentos. Éstos, a su vez, se seleccionaron entre otros ejemplares documentados en los yacimientos tras evaluar el estado de conservación de las capas de degradación de los vidrios, considerando de interés aquéllos que habían sido sometidos claramente a un proceso de limpieza y otros que no.

De cada una de las muestras tomadas se obtuvo una sección mediante corte con disco de diamante. Estas secciones fueron posteriormente embutidas en una resina polimérica en probetas de 3 cm de diámetro y pulidas a espejo con óxido de cerio en suspensión. Una vez obtenidas las probetas se recubrieron con carbono como medio conductor (vaporizadas en un equipo JEOL JEE4b).

Cada uno de los vidrios se observó con microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (MEBEC) y se microanalizó con espectrometría de dispersión



Nº de muestra	Nomenclatura	Yacimiento	Color	Cronología
1	TO_01	Torreparedones (Baena, Córdoba)	verde-azulado	II-III d.C.
2	TO_02			
3	TO_03			
4	HE_01	Termas de Herrera (Sevilla)		II-IV d.C.
5	HE_02			
6	HE_03			
7	AC_01	<i>Acinipo</i> (Ronda, Málaga)		I-V d.C.
8	AC_02			
9	AC_03			
10	CO_01	<i>Villa Santa Rosa</i> (Córdoba)		III-V d.C.
11	CO_02	<i>Cercadilla</i> (Córdoba)		I-VII d.C.
12	CO_03	<i>Paseo Victoria y Tejón y Marín</i> (Córdoba)		Romano
13	CO_04	<i>Ronda del Marrubial</i> (Córdoba)		I-IV d.C.
14	CO_05			I-IV d.C.
15	MR_01			<i>Cortalago</i> (Minas de Riotinto, Huelva)

Figura 1.- Muestras de vidrio de ventana romano procedente de varios yacimientos de la Bética seleccionadas para su observación mediante MEBEC y microanálisis EDS.

de energías de rayos X (EDS). Para ello se utilizó un microscopio de cátodo frío Hitachi modelo S-4800, trabajando con tensiones de aceleración de 15 kV. En algunas de las zonas observadas se realizaron microanálisis mediante espectrometría de dispersión de energías de rayos X (EDS) con un espectrómetro acoplado al microscopio, modelo Oxford X-Max de 20 mm² con resolución de 125 eV (Mn K α). Los resultados semicuantitativos de los microanálisis EDS se obtuvieron mediante el sistema de corrección ZAF y se expresaron en % en peso en óxidos para los siguientes elementos: sodio (Na), magnesio (Mg), aluminio (Al), silicio (Si), fósforo (P), cloro (Cl), potasio (K), calcio (Ca), manganeso (Mn) y hierro (Fe). Las concentraciones de cada uno de los óxidos se corresponden con un área seleccionada en la muestra.

Resultados obtenidos y discusión

En el examen macroscópico de las superficies se pudo apreciar que todos los casos estudiados mostraban el fenómeno de iridiscencia. No obstante, las capas de degradación del vidrio no se habían conservado de la misma manera en el conjunto debido, posiblemente, a diferencias en los tratamientos que recibieron los materiales tras su descubrimiento. La observación microscópica de las muestras confirmó este primer análisis visual. De los 15 fragmentos analizados, solo dos de ellos (muestras 1 y 11) conservaban las características capas de degradación de un vidrio enterrado. Una parte importante del conjunto (muestras 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13

y 14) presentó restos parciales de dichas capas, mientras que las cuatro muestras restantes (muestras 3, 5, 12 y 15) carecían de ellas.

En las muestras donde fue posible visualizar las capas de degradación (muestras 1 y 11), los espesores alcanzaban entre 60 y 140 μ m. En concreto, la capa de gel de sílice tenía aproximadamente 140 μ m en su lado brillante en la muestra 1, mientras que en la muestra 11 en torno a 100 μ m. En ambos casos estas medidas eran muy inferiores a las del vidrio conservado, debido en gran parte al espesor que presentan los vidrios de ventana romanos elaborados por colada. Esta característica, junto con la estabilidad química de su composición ha garantizado la conservación de la gran mayoría de las piezas. Los microanálisis EDS en las zonas exteriores indicaron una reducción considerable del contenido de óxido de sodio (Na₂O) y de calcio (CaO) respecto al cuerpo del vidrio en la muestra 1 [figura 2, análisis A1-A3] (0,9 y 4,1 % en peso, respectivamente, en la capa más externa, frente a 15,5 y 7,5 % en peso, respectivamente, en el cuerpo del vidrio). Por el contrario, se produjo un enriquecimiento relativo de los óxidos de silicio (SiO₂), de aluminio (Al₂O₃) y de hierro (Fe₂O₃) 82,5; 9,1 y 0,4 % en peso, respectivamente, en la capa más externa, frente a 71,2; 2,1 y 0,1 % en peso, respectivamente, en el cuerpo del vidrio. Los datos mostraban, por tanto, un vidrio bastante alterado y con un grado elevado de desalcalinización a nivel superficial, en el que se había formado una "capa de gel de sílice". La muestra 11 proporcionó, en su lado brillante, unos datos muy similares a los obtenidos en la muestra 1 [figura 2, análisis B1-B3].

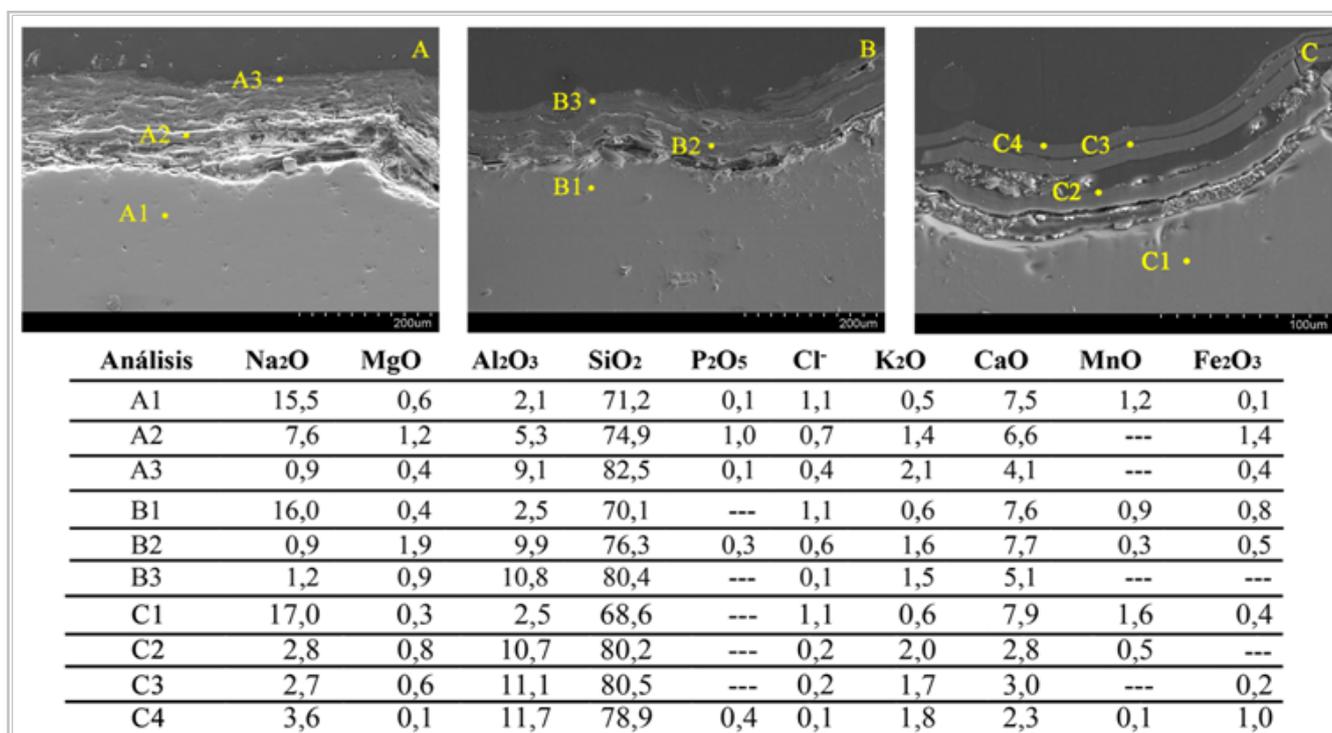


Figura 2.- Imágenes de MEBC de las capas de degradación del lado brillante de los vidrios de las muestras (A) 1 (Torreparedones) y (B) 11 (Cercadilla); y del lado mate de la muestra (C) 11 (Cercadilla). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de cada una de las muestras (--- no determinado).

Estos dos vidrios también conservaban las capas de degradación en el lado mate. En el caso de la muestra 11 alcanzaban alrededor de 60 µm de espesor y en ellas se apreciaron algunos depósitos de suciedad y tierra procedentes de los contextos de enterramiento. Los microanálisis realizados en estas zonas mostraron, al igual que en el lado brillante, un vidrio alterado con bastante desalcalinización superficial, como indicaban los bajos porcentajes de óxido de sodio (3,6 % en peso) y el enriquecimiento relativo de los óxidos de silicio (78,9 % en peso), de aluminio (11,7 % en peso) y de hierro (1,0 % en peso) [figura 2, análisis C1-C4].

Las muestras donde las capas de degradación se habían conservado de manera parcial (muestras 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13 y 14), exhibían una pequeña lámina más o menos uniforme

[figura 3]. Estas áreas mostraban una composición química similar a los ejemplos anteriormente mencionados, con un contenido inferior de óxidos de sodio (Na₂O) y de calcio (CaO) y un incremento de óxido de silicio (SiO₂) y de óxido de aluminio (Al₂O₃) [figura 3, análisis A1-F2]. En las muestras 6 y 10 los microanálisis EDS efectuados en algunas zonas muy superficiales [figura 3, análisis C2 y E2] revelaron, además, un elevado porcentaje de óxido de calcio (27,8 y 71,4 % en peso, respectivamente) por la presencia de costras carbonatadas, una patología que visualmente se detectaba en casi toda la superficie del fragmento perteneciente a la muestra 6 [figura 1.6]. Aunque la capa de degradación debía conservarse bajo esta costra, la manipulación para la toma de muestras propició su desprendimiento en zonas periféricas. Los depósitos calcáreos, también compuestos por otros óxidos (p. ej. SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃), procedían del

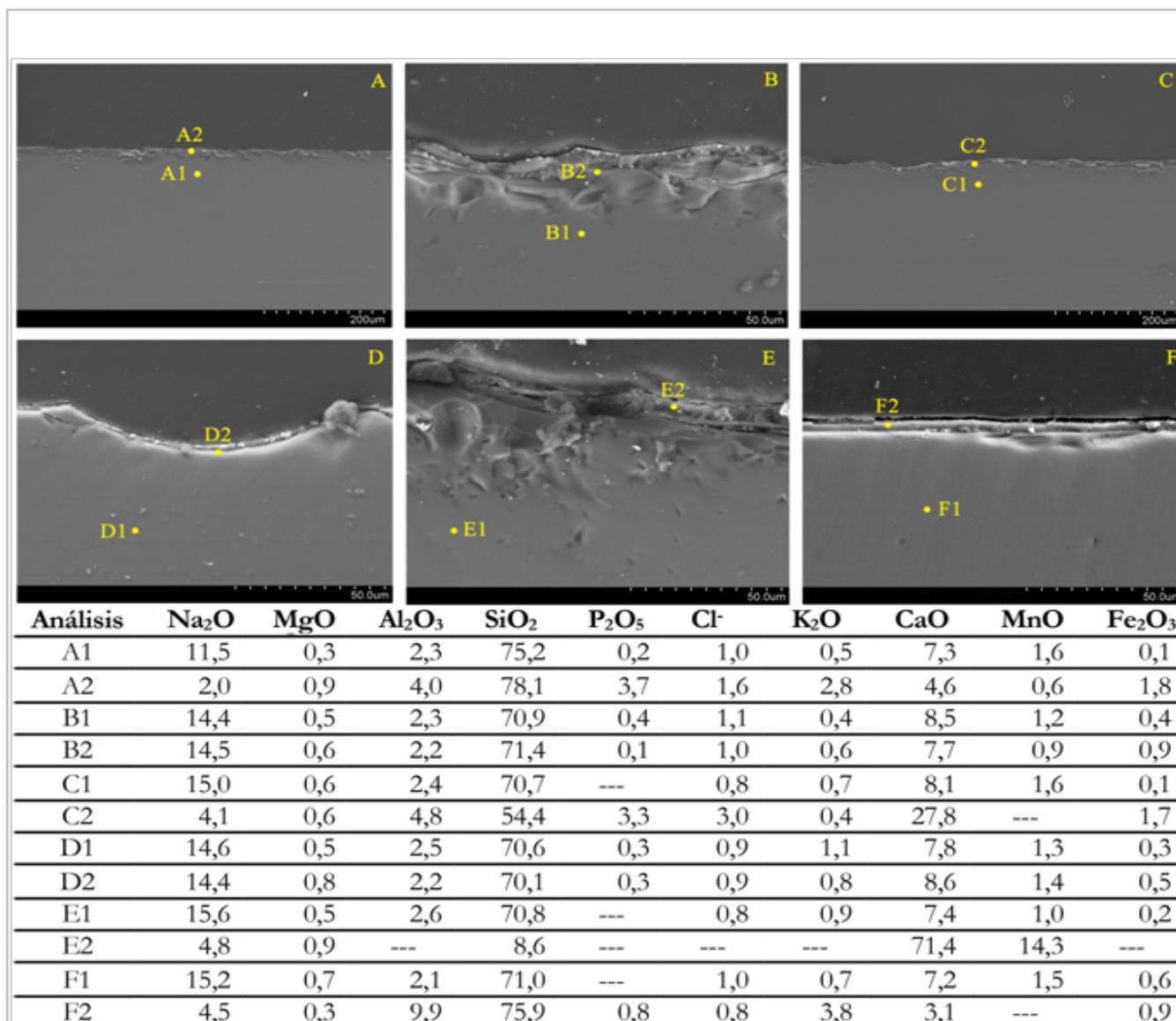


Figura 3.- Imágenes de MEBEC de las capas de degradación parcialmente conservadas de los vidrios: (A) lado mate de la muestra 2 (Torreparedones, Baena); (B) lado mate la muestra 4 (Termas de Herrera); (C) lado brillante de la muestra 6 (Termas de Herrera); (D) lado mate de la muestra 7 (*Acinipo*, Ronda); (E) lado brillante de la muestra 10 (*villa* de Santa Rosa, Córdoba); (F) y lado mate de la muestra 13 (*villa* de Ronda del Marrubial, Córdoba). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de cada una de las muestras (--- no determinado).

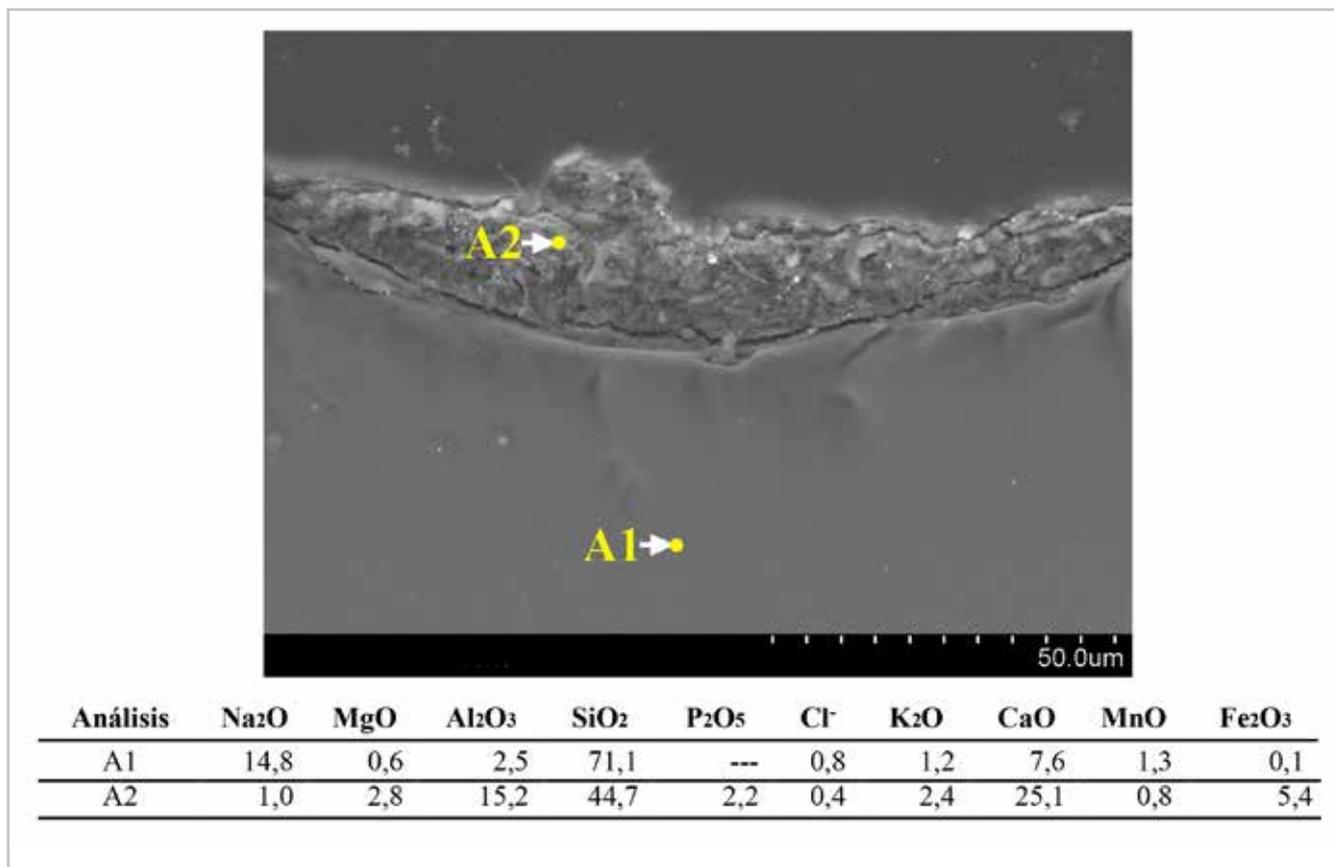


Figura 4.- Imagen de MEBEC de los depósitos carbonatados en la superficie brillante de un fragmento de vidrio procedente del yacimiento de *Acinipo* (Ronda, Málaga) (muestra 8). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de la muestra (--- no determinado).

sedimento en el que los vidrios permanecieron enterrados, en estos casos un sustrato de areniscas calcáreas. Carbonataciones de mayor espesor también se visualizaron en algunas irregularidades de otros fragmentos analizados, como en la muestra 8 (25,1 % en peso) [figura 4, análisis A2]. La principal diferencia con los restos de mortero o masilla utilizados para la instalación de los paneles es que estos últimos forman depósitos menos homogéneos, situados en las zonas de los bordes de los paneles y tienen un color más blanquecino respecto a las sales insolubles (Velo Gala y Merino Aranda 2017).

En cambio, en cuatro de las muestras analizadas (muestras 3, 5, 12 y 15) no se detectaron las capas de degradación a nivel macroscópico y tras su observación mediante MEBEC [figura 5].

La inexistencia de las capas de degradación en la mayoría de los fragmentos se puede atribuir, principalmente, a dos factores. Por un lado, es posible que se hubiese producido un desprendimiento de las mismas a consecuencia de un cambio brusco de las condiciones ambientales en las que se encontraban los vidrios. Por otro lado, puede atribuirse a los tratamientos de manipulación, almacenaje y limpieza mecánico-manuales, estos últimos a veces muy agresivos, a los que suelen someterse los materiales

arqueológicos en las excavaciones. Esta ausencia no solo constituye un riesgo para el desarrollo de nuevos procesos de degradación en la superficie original del vidrio, sino que conlleva una pérdida total o parcial de las huellas que definen las técnicas de elaboración de estos paneles. Estos tratamientos también pueden favorecer el desprendimiento de restos conservados en la superficie, como los morteros o masillas de sellado utilizados en los sistemas de instalación de los paneles, o marcas de óxidos que pueden señalar el uso de bastidores metálicos para su sujeción. El examen macroscópico permitió observar en la superficie mate de algunos fragmentos, que sí conservaron estas capas de degradación, pequeñas líneas u orificios generados por la propia naturaleza del soporte en el que se elaboraron por colada los paneles, o por la aplicación de partículas de arena para evitar la adhesión de la masa del vidrio sobre el plano de trabajo [figura 6A]. En cambio, en aquellos donde el vidrio original había quedado al descubierto, pudo apreciarse claramente una disminución de las improntas [figura 6A-B]. A nivel microscópico estas diferencias son menos perceptibles, aunque sí se distinguieron una serie de micro-fracturas e irregularidades en la parte externa por posibles impactos o abrasiones que constituyen puntos de ataque preferencial para el desarrollo de procesos de corrosión puntuales [figura 7].

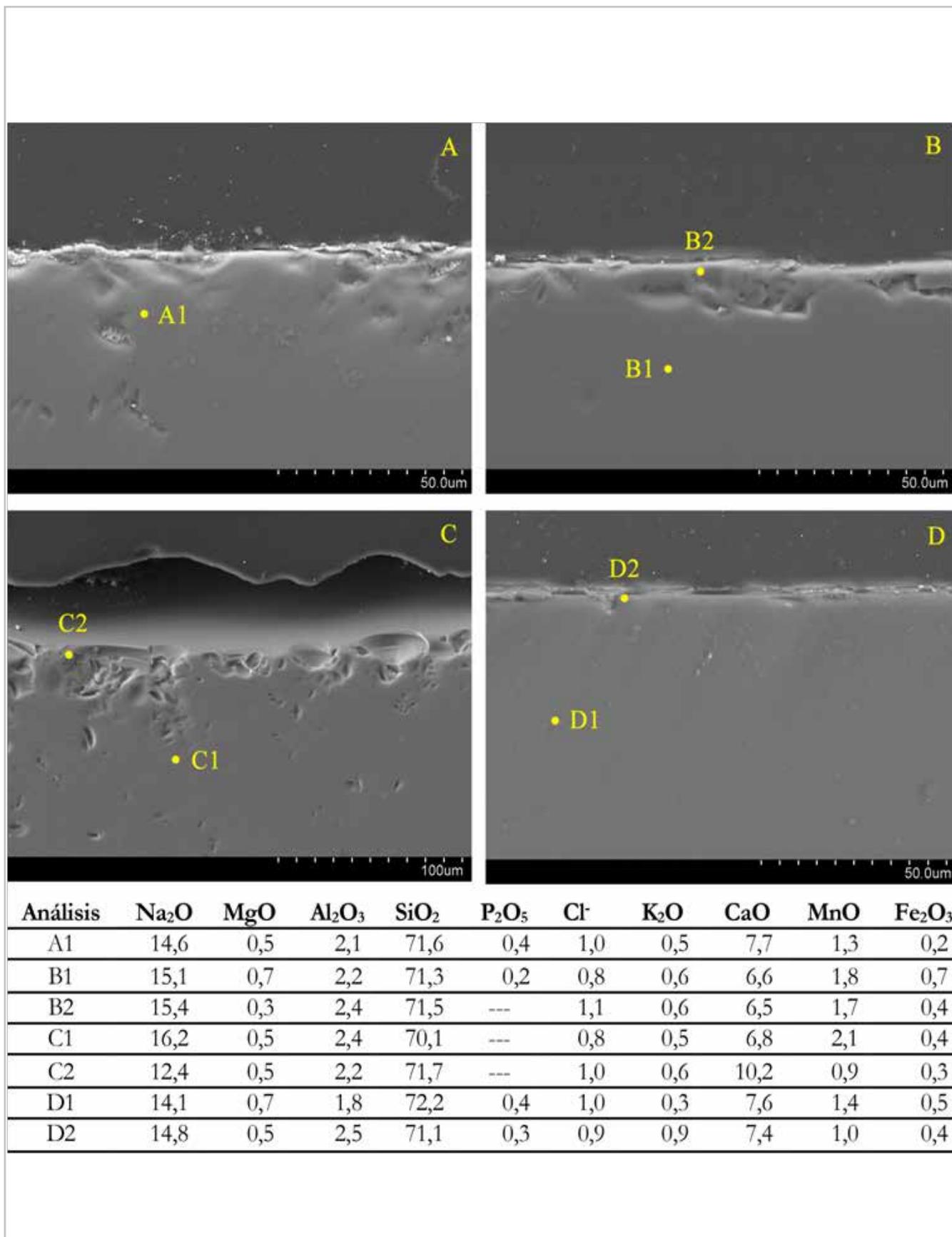


Figura 5.- Imágenes de MEBEC de los vidrios carentes de las capas de degradación: (A) lado brillante de la muestra 3 (Torreparedones, Baena); (B) lado mate la muestra 5 (Termas de Herrera); (C) lado mate de la muestra 12 (Paseo de la Victoria y Tejón y Marín, Córdoba); (D) lado mate de la muestra 15 (Cortalago, Minas de Riotinto). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de cada una de las muestras (--- no determinado).

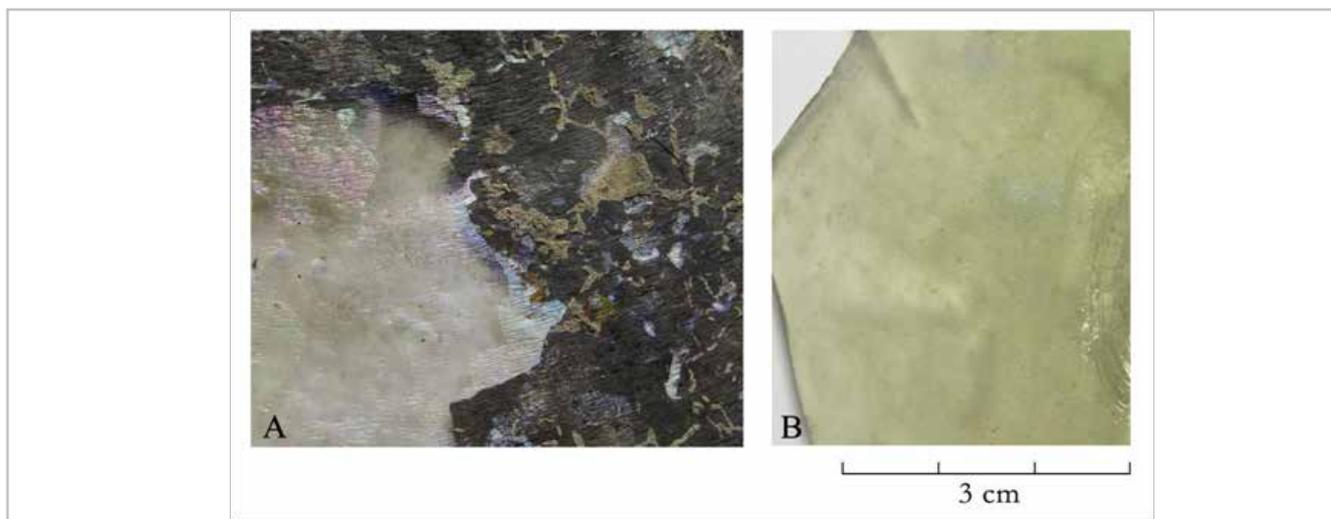


Figura 6.- Imágenes de las improntas de las superficies mate de fragmentos de vidrio de ventana romano: (A) fragmento no sometido a tratamientos de limpieza (Torreparedones, Baena); (B) vidrio en el que se ha aplicado la limpieza de las superficies eliminando las capas de degradación (villa de Ronda del Marrubial, Córdoba).

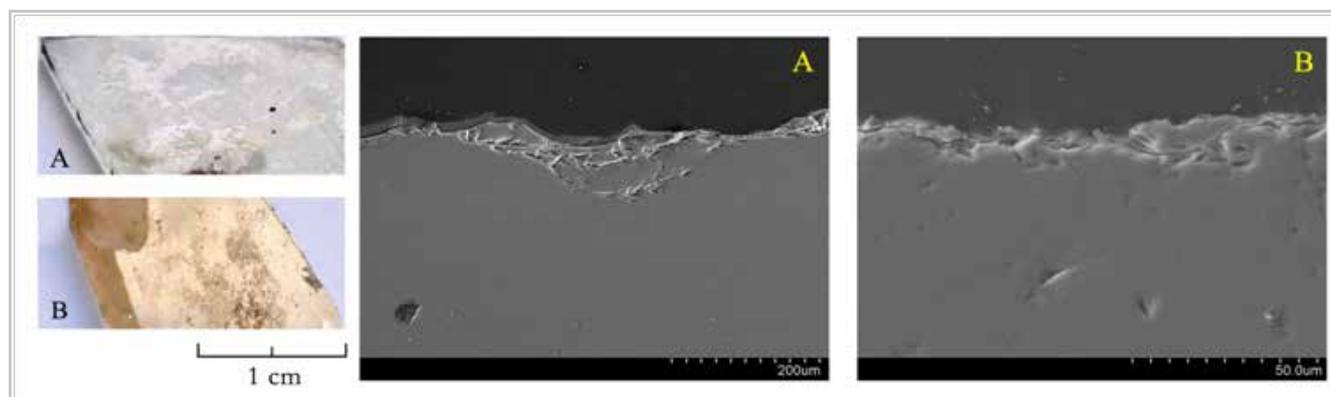


Figura 7.- Imágenes de la superficie y micrografías MEBEC que muestran los daños en el lado brillante de algunos vidrios de ventana romanos de la Bética generados, posiblemente, por impactos entre fragmentos almacenados en un mismo recipiente o por los tratamientos de limpieza mecánico-manual: (A) muestra 9 (*Acinipo*, Ronda) y (B) 15 (*Cortalago*, Minas de Riotinto).

En relación con los procesos de alteración físicos, algunas de estas patologías, como pequeñas grietas o fisuras, desencadenaron un deterioro químico en zonas más internas del vidrio, como se apreció en la muestra 1 [figura 8]. El fragmento presentaba una serie de grietas, denominadas por su forma de tipo *pluma*^[1], que posiblemente se originaron por presiones durante las fases de abandono del edificio en el que estos paneles estuvieron instalados o por los contextos de enterramiento. La concentración de la humedad en estas zonas provocó que la degradación afectase a una parte interna del vidrio. La disposición de las láminas de la capa de degradación superficial sobre aquellas formadas en torno a la fisura indicaba, además, que estas últimas se generaron en una fase previa. El escaso intercambio de agua en estos espacios estrechos favoreció un aumento del pH y un avance más acelerado del deterioro en estas zonas respecto a otras áreas externas. Los microanálisis EDS efectuados en la capa de degradación de una de

las grietas indicaron una gran disminución de óxido de sodio (Na_2O) y el relativo aumento de los óxidos de silicio (SiO_2) y de aluminio (Al_2O_3), similar al de aquellas áreas exteriores del vidrio [figura 9, análisis A1-A2]. En la parte central de la fisura se distinguieron unas láminas delgadas perpendiculares a la superficie cuya composición química [figura 9, análisis A3] difería de las anteriores. Todos los microanálisis efectuados en esta zona se caracterizaron por la elevada concentración de óxidos de manganeso (MnO : 34,9 % en peso) y de hierro (Fe_2O_3 : 10,1 % en peso). El aumento en el porcentaje de ambos componentes puede explicarse por: una migración de estos óxidos desde el interior del vidrio, un proceso conocido en vidrios romanos (Schalm *et al.* 2011); por el aporte externo de hierro y manganeso, elementos comunes en la composición de los suelos, que tras penetrar en solución a través de estas pequeñas grietas cristalizaron (Cox y Ford 1993: 5646; Silvestri *et al.* 2005: 1346); o por un efecto sinérgico de estos dos procesos.

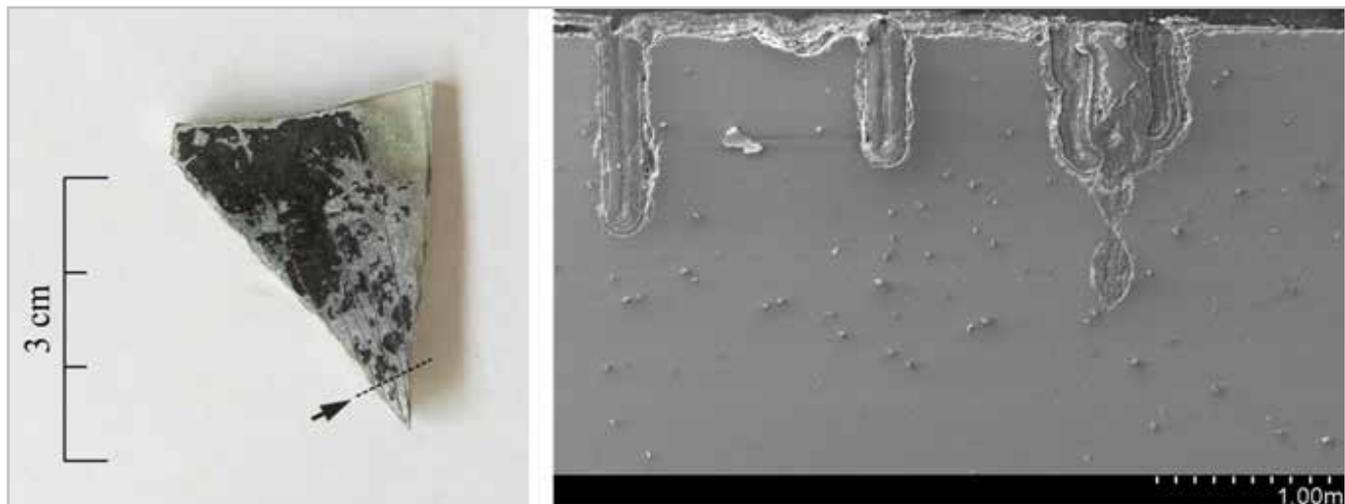


Figura 8.- Fotografía del fragmento de vidrio de ventana romano del yacimiento de Torreparedones (Baena) en donde se indica la sección analizada (izq.) y micrografía MEBEC de la muestra 1 en sección (dcha.).

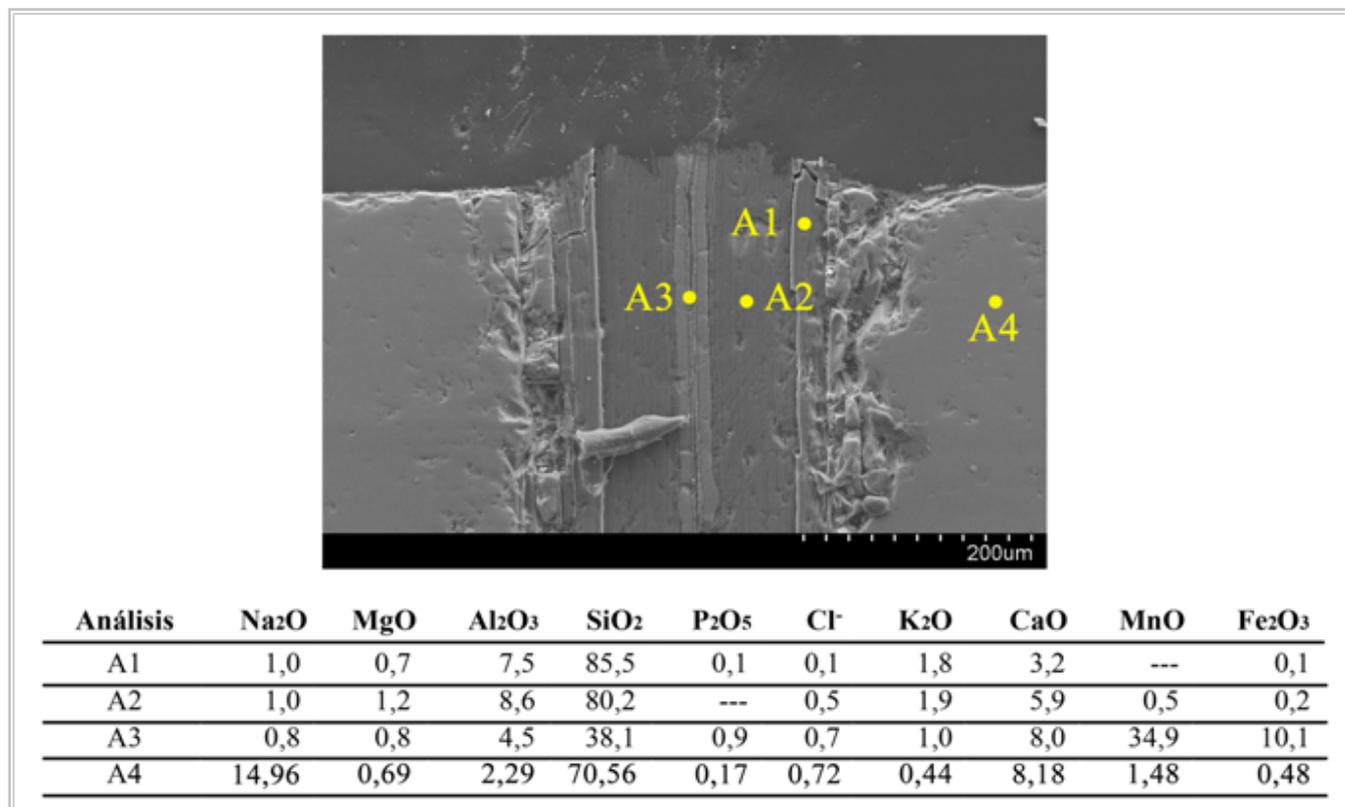


Figura 9.- Imagen de MEBEC de las capas de degradación en una fisura de tipo *pluma* de un fragmento de vidrio de ventana romano procedente del yacimiento de Torreparedones (Baena, Córdoba) (muestra 1). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de la muestra (--- no determinado).

Las observaciones mediante MEBEC han permitido, además, el examen de las características del cuerpo del vidrio de los fragmentos estudiados. De manera general, todas las muestras analizadas revelan una masa de gran homogeneidad. Sin embargo, existen algunos infundidos y numerosas burbujas de aire causados por una fusión deficiente de la mezcla de vidrio, un mal afinado o su manipulación para obtener los paneles, que pueden

facilitar los procesos de alteración en estos objetos. Este es el caso de una de las muestras analizadas en sección (muestra 6), en la que se observó una burbuja de aire próxima a la superficie del vidrio, que podría llegar a desencadenar procesos de degradación más agresivos por acumulación de humedad en estas zonas [figura 10 A]. Por último, en el cuerpo del vidrio de la muestra 14 se apreció una microestructura compuesta por una serie

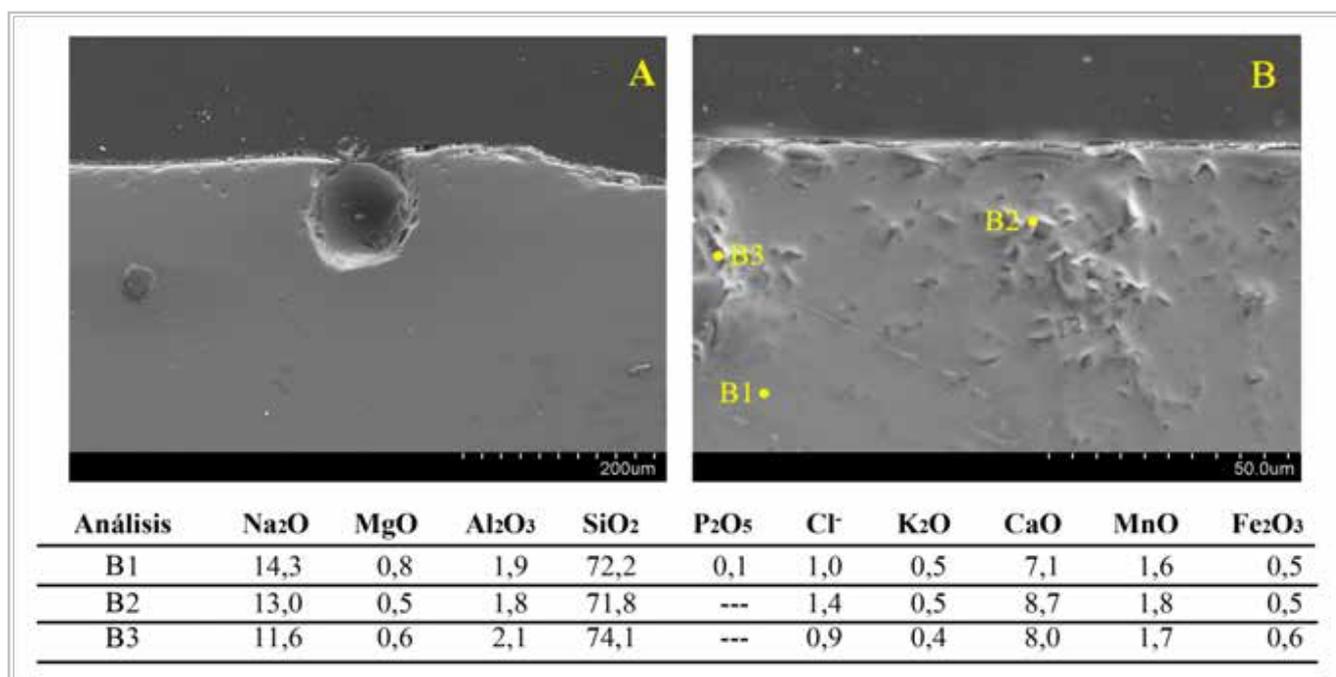


Figura 10.- (A) Imagen de MEBEC de una burbuja de aire en la masa del vidrio de uno de los fragmentos procedente de las termas de Herrera, Sevilla (muestra 6); (B) Imagen de MEBEC de la microestructura presente en la masa del vidrio de uno de los fragmentos de la villa de Ronda del Marrubial (Córdoba) (muestra 14). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de la muestra 14 (--- no determinado).

de partículas de aspecto cristalino distribuidas de manera generalizada por toda la sección del vidrio observada [figura 10 B]. Los resultados de los análisis realizados en varias zonas revelaron una composición química muy similar a la de un vidrio de silicato sódico cálcico de base natrón (MgO y K₂O por debajo de 1,0 % en peso), en el que probablemente se utilizó dióxido de manganeso como agente decolorante (MnO entre 1,6 y 1,8 % en peso) [figura 10, análisis B1-B3]. Estos resultados indican que no se trata de procesos de desvitrificación del vidrio (Fernández Navarro 2003). La transparencia de los paneles y la ausencia de opacificantes, cuyo aspecto físico se asemeja a las formaciones detectadas (Kaplan *et al.* 2017), podría indicar que estas formaciones estén relacionadas con la fina capa conductora de grafito debido a un aumento de grano medio de la película en el proceso de vaporización (Rahman *et al.* 2005: 278, figura 3).

Conclusiones

El estudio arqueométrico del estado de conservación de un grupo de 15 fragmentos de vidrio de ventana procedentes de varios yacimientos de época romana situados en la Bética ha proporcionado datos importantes sobre los procesos de degradación de esta tipología de vidrio, los tratamientos de limpieza y los sistemas de almacenamiento aplicados a estos materiales tras su hallazgo.

Todos los fragmentos presentan un estado de conservación aceptable debido a que son vidrios de silicato sódico cálcico

con composiciones características de época romana. Estas composiciones, de gran estabilidad química, el espesor de los fragmentos y las condiciones ambientales de los contextos de enterramiento, han garantizado una buena preservación de una parte importante del material original, donde solo las capas superficiales se han visto afectadas por los procesos de degradación del vidrio arqueológico. No obstante, casi todos ellos, a excepción de dos muestras pertenecientes a los yacimientos de Torreparedones y Cercadilla, muestran una pérdida parcial o completa de las capas de alteración. Los microanálisis efectuados en los fragmentos que sí las conservaban, revelaron un enriquecimiento en estas capas de la concentración de óxidos de silicio (SiO₂), de aluminio (Al₂O₃) y de hierro (Fe₂O) y una reducción de óxidos de sodio (Na₂O) y de calcio (CaO), respecto al cuerpo original del vidrio. La ausencia de estas capas en el resto de las muestras se debe, o bien a los tratamientos de limpieza aplicados a estos materiales o bien a un incorrecto almacenaje de los fragmentos, lo que habría provocado su desprendimiento. La observación mediante MEBEC indicó que, incluso, algunos de estos procedimientos habían alterado la superficie del vidrio a nivel microscópico, a consecuencia de impactos o una retirada forzada de la suciedad y las capas de degradación.

El escaso cuidado en el mantenimiento de las capas de degradación en esta clase de vidrios conlleva su pérdida, un aspecto relevante para el estudio de las superficies de estos materiales puesto que, al tratarse de una transformación del vidrio original, reproducen su superficie de manera detallada. La gran mayoría de los

paneles conserva en estas capas la impronta de las huellas de las herramientas utilizadas en su elaboración y de las superficies de trabajo, lo que resulta imprescindible para definir la técnica de elaboración, en este caso por colado y estirado de la masa de vidrio. Además, algunos de los fragmentos pertenecientes a los bordes conservan restos en superficie relacionados con los morteros o masillas de sellado, como sucede en algunos de los ejemplos recuperados en el yacimiento de Torreparedones. Si se procede a la eliminación indiscriminada de estas capas, estos restos desaparecen de las superficies, junto con la suciedad y las costras carbonatadas a veces confundidos con esta clase de depósitos, impidiendo conocer de esta forma cómo se instalaron los paneles.

Los resultados de este estudio conducen a plantear la necesidad de aplicar una serie de pautas de actuación en los vidrios de ventana romanos desde el momento de su hallazgo hasta su posterior almacenamiento. Antes de acometer un proceso de limpieza en estos materiales es preciso realizar labores de preconsolidación de estas capas, incluso en el momento de su extracción si éstas se encuentran en peligro de desprendimiento. Asimismo, es imprescindible documentar de manera exhaustiva la pieza o fragmento, identificando todas las huellas y depósitos superficiales, garantizando la consolidación de aquellos que permitan obtener una información destacada. En lo que respecta al almacenaje de estos materiales se considera que debe realizarse en las condiciones idóneas para evitar un avance de los procesos de degradación en la superficie del vidrio (humedad relativa entre 40 y 45%), depositando cada fragmento de manera individual en un recipiente que evite colisiones o movimientos bruscos.

Notas

[1] Las fisuras del tipo "pluma" son formaciones causadas por un agrietado espontáneo debido a daños físicos en la superficie del vidrio, y se caracterizan por generar una grieta a partir de la cual surgen otras de menor tamaño dispuestas paralelamente y en un ángulo de unos 45° respecto a la central (Davison 2003: 184).

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación del proyecto Retos de la Sociedad del Ministerio de Ciencia e Innovación (Ref. PID2019-104220RB-100) y del programa TOP Heritage de la Comunidad de Madrid y fondos estructurales de la Unión Europea (Ref. S2018/NMT-4372). También el apoyo profesional de la Red TechnoHeritage de Ciencia y Tecnología para la Conservación del Patrimonio Cultural y de la Plataforma Temática Interdisciplinar del CSIC *Patrimonio Abierto: Investigación y Sociedad* (PTI-PAIS). También expresan su agradecimiento a Fernando Agua Martínez, responsable técnico del Laboratorio de Conservación del Patrimonio del Instituto de Historia (CSIC), por su ayuda en la preparación de las muestras.

Referencias

- AGUA MARTÍNEZ, F.; CONDE MORENO, J.F.; OÑATE BAZTÁN, P.; SANGUINO VÁZQUEZ, J.; DÁVILA SERRANO, A.; GARCÍA-HERAS, M.; VILLEGAS BRONCANO, M.A. (2015). "Caracterización y estado de conservación de vidrios tardorromanos del Museo Arqueológico Regional de Madrid procedentes de las necrópolis de Cubas de la Sagra", *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 54 (2): 58-68. <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2015.03.003>
- ALLEN, D. (2002). "Roman window glass". En *Artefacts and Archaeology. Aspects of the Celtic and Roman world*, Aldhouse-Green, M.; Webster, P. (eds.). Cardiff: University of Wales Press, 102-111.
- BARRIO, J. (2003). "Evaluación crítica de los principios en Arqueometría, Conservación y Restauración de los vidrios arqueológicos", *Pátina: Revista de la Escuela de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, 12: 53-64.
- BOON, G.C. (1966). "Roman window glass from Wales", *Journal of Glass Studies*, 8: 41-45. <https://www.jstor.org/stable/24184877>
- COX, G.A.; FORD, B.A. (1993). "The long-term corrosion of glass by ground-water", *Journal of Materials Science*, 28: 5637-5647. <https://doi.org/10.1007/BF00367840>
- DAVISON, S. (2003). *Conservation and restoration of glass*, 2ª edición. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, J.M. (2003). *El vidrio. Constitución, fabricación, propiedades*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 3ª edición.
- FREESTONE, I.C. (2001). "Post depositional changes in archaeological ceramics and glass". En *Handbook of Archaeological Sciences*, Brothwell, D.R.; Pollard, A.M. (eds.). Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 615-625.
- FOY, D.; FONTAINE, S.D. (2008). "Diversité et évolution du vitrage de l'Antiquité et du Haut Moyen Âge", *Gallia*, 65: 405-459. <https://doi.org/10.3406/gallia.2008.3349>
- GARCÍA-HERAS, M.; VILLEGAS BRONCANO, M.A. (2004). "Notas para el estudio científico del vidrio antiguo", *Zephyrus*, 57: 377-390. <https://revistas.usal.es/index.php/0514-7336/article/view/5414>
- KAPLAN, Z.; IPEKOGLU, B.; BOKE, H. (2017). "Physicochemical properties of glass tesserae in Roma terrace house from ancient Antandros (base glass, opacifiers and colorants)", *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 17(1): 141-157. <https://doi.org/10.5281/zenodo.258103>
- KISA, A. (1908). *Das Glas im Altertum*, 2. Leipzig: Verlag Von Karl W. Hiersemann.
- KOOB, S.P. (2006). *Conservation and care of glass objects*. Londres-Nueva York: Archetype Publications & Corning Museum of Glass.

PALOMAR SANZ, T.; GARCÍA-HERAS, M.; SABIO GONZÁLEZ, R.; RINCÓN LÓPEZ, J.M.; VILLEGAS BRONCANO, M.A. (2012). "Composition, preservation and production technology of Augusta Emerita Roman glasses from the first to the sixth century AD", *Mediterranean Archaeology & Archaeometry*, 12 (2): 193-211. <http://www.maajournal.com/>

PALOMAR SANZ, T.; OUIJA, M.; CASTILLEJO STRIANO, M.; SABIO GONZÁLEZ, R.; RINCÓN LÓPEZ, J.M.; GARCÍA-HERAS, M.; VILLEGAS BRONCANO, M.A. (2013). "Roman glasses from Augusta Emerita: study of the degradation pathologies using LIBS". En *Science and technology for the conservation of Cultural Heritage*, Rogerio-Candelera, M.A.; Lazzari, M.; Cano Díaz, E. (eds.). Londres: A. A. Balkema Publishers, Taylor & Francis Group, 251-255. <http://www.routledge.com/books/details/9781138000094/>

PRICE, J.; COTTAM, S. (1998). *Romano-British glass vessels: a handbook*. York: Council for British Archaeology.

RAHMAN, M.Y.A.; SALLEH, M.M.; TALIB, I.A.; YAHAYA, M. (2005): "Solid state photoelectrochemical cells utilising graphite thin film counter electrode", *Ionics*, 11(3): 275-280. <https://doi.org/10.1007/BF02430389>

SCHALM, O.; PROOST, K.; DE VIS, K.; CAGNO, S.; JANSSENS, K.; MEES, F.; JACOBS, P.; CAEN, J. (2011). "Manganeses staining of archaeological glass: the characterization of Mn-rich inclusions in leached layers and a hypothesis of its formation", *Archaeometry*, 53(1): 103-112. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2010.00534.x>

SILVESTRI, A.; GIANMARIO, M.; SALVIULO, G. (2005). "Archaeological glass alteration products in marine and land-based environments: morphological, chemical and microtextural characterization", *Journal of Non-Crystalline Solids*, 351: 1338-1349. <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2005.03.013>

VELO GALA, A.; MERINO ARANDA, A. (2017). "La curia de Torreparedones: un nuevo modelo de restitución a partir del estudio de otros materiales", *Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. Donostia-San Sebastián, 3-7 de octubre 2017*, 1707-1716.

VELO-GALA, A.; GARCÍA-HERAS, M.; ORFILA, M. (2019). "Roman window glass in Hispania Baetica: glass origin and manufacture study through Electron Microprobe analysis", *Journal of Archaeological Science: Reports*, 24: 526-538. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.01.021>

VELO-GALA, A. (2020): "El reciclaje del vidrio en época romana". En *Reutilización y reciclaje. Reflexiones desde la Arqueología*, Velo Gala, A. Sánchez López, E. Orfila Pons, M. (eds.). Granada: Editorial Universidad de Granada, 89-106.

Autor/es



Almudena Velo-Gala
almudena@correo.ugr.es
Universidad de Granada

Licenciada en Bellas Artes y especializada en Restauración del patrimonio arqueológico y pictórico por la Universidad de Granada. Es doctora en Historia y Artes (2019) por esta misma Universidad, donde realizó su tesis titulada 'El vidrio de ventana y su empleo en la arquitectura romana de la Bética'. Desde el año 2011 ha dedicado sus investigaciones a la conservación y arqueología del vidrio, especialmente de los periodos romano y andalusí. Es colaboradora del equipo *Post-disciplinary and Experimental Glass Group de la Universidad de Newcastle (UK)*, con quien ha participado en proyectos en dos sitios declarados Patrimonio Mundial de la UNESCO: Madinat al-Zahra y la Alhambra.



Manuel García-Heras
manuel.gheras@cchs.csic.es
Instituto de Historia, CSIC Madrid

Doctor en Historia con Premio Extraordinario por la Universidad Complutense de Madrid (1997). Entre 1999 y 2001 fue investigador postdoctoral Fulbright en la Smithsonian Institution, Washington D.C., EE.UU.; y entre 2002 y 2005 investigador postdoctoral del programa I3P en el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CSIC, Madrid). Desde 2005 es Científico Titular en el Instituto de Historia (CSIC, Madrid). Sus líneas de investigación se centran en la interacción entre ciencias experimentales e historia, combinando una visión histórica y científica en la aproximación a cuestiones de tecnología y conservación de materiales antiguos. Estas líneas se llevan a cabo principalmente en los campos de la Arqueometría y la conservación del Patrimonio Cultural.

Artículo enviado el 11/01/2021
Artículo aceptado el 24/03/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.880>

Establecimiento del grado de alteración en muros de edificios históricos de San Francisco de Campeche, México, empleando análisis de imágenes y el sistema de estadificación UAS

Isabel Silva León, Javier Reyes Trujeque, Claudia Escalante Díaz

Resumen: La ciudad histórica de San Francisco de Campeche (SFC), México, cuenta con un importante conjunto de edificios Barrocos, construidos con mampostería de piedra caliza, expuestos al clima tropical húmedo de la región. Estos materiales sufren alteración diferencial en función de las condiciones microclimáticas específicas de su entorno. Tradicionalmente, el diagnóstico del estado de conservación de los materiales pétreos es un procedimiento que consume considerables recursos económicos y tiempo. Sin embargo, existen alternativas a estas metodologías, que también permiten determinar el alcance de posibles intervenciones en estructuras deterioradas, como la empleada en este trabajo, que combinó el análisis de imágenes, el sistema de estadificación UAS y la caracterización mineralógica mediante MEB-EDS y FTIR para establecer estadios de alteración en muros de dos baluartes del recinto amurallado de SFC.

Palabras clave: San Francisco de Campeche, edificios históricos, alteración, sistema de estadificación UAS

Determination of the alteration degree in walls of historic buildings of San Francisco de Campeche, México, by using image analysis and the UAS staging system

Abstract: The historic city of San Francisco de Campeche (SFC), Mexico, has an important set of Baroque buildings, built with limestone masonry, exposed to the humid tropical climate of the region. These materials undergo differential alteration depending on the specific microclimatic conditions of their environment. Traditionally, the diagnosis of the state of conservation of stone materials is a procedure that consumes considerable economic resources and time. However, there are alternatives to these methodologies, which also allow determining the scope of possible interventions in deteriorated structures, such as the one used in this work, which combined image analysis, the UAS staging system and mineralogical characterization using SEM-EDS and FTIR to establish alteration stages in the walls of two bastions of the SFC walled enclosure.

Keyword: San Francisco de Campeche, historic building, alteration, UAS staging system

Determinação do grau de alteração nas paredes de edifícios históricos em San Francisco de Campeche, México, usando a análise de imagens e o sistema de estadiamento UAS

Resumo: A histórica cidade de São Francisco de Campeche (SFC), no México, possui um importante conjunto de edifícios barrocos, construídos em alvenaria de calcário, expostos ao clima tropical húmido da região. Esses materiais sofrem alterações diferenciais dependendo das condições microclimáticas específicas do seu ambiente. Tradicionalmente, o diagnóstico do estado de conservação dos materiais pétreos é um procedimento que consome consideráveis recursos financeiros e tempo. No entanto, existem alternativas a essas metodologias, que também permitem determinar o alcance de possíveis intervenções em estruturas deterioradas, como a utilizada neste trabalho, que combinou a análise de imagens, o sistema de estadiamento UAS e a caracterização mineralógica por SEM-EDS e FTIR para estabelecer o estado de alteração das paredes de dois baluartes do recinto amuralhado do SFC.

Palavras-chave: San Francisco de Campeche, edifícios históricos, alteração, sistema de estadiamento UAS

Introducción

Con el paso del tiempo, los edificios históricos construidos con materiales pétreos sufren alteraciones que modifican sus propiedades físicas y químicas (Gainza-Luzea 2015; IAPH 2018). Esto es más marcado en zonas urbanas, donde el crecimiento progresivo de las ciudades modifica el ambiente local, acelerando la alteración de los materiales de construcción (González y Ramírez 2015).

El material litológico de la Península de Yucatán se formó con los restos de esqueletos de animales marinos ricos en carbonato de calcio que se acumularon y posteriormente por sedimentación dieron lugar a la formación de rocas calizas. La roca caliza de la Península de Yucatán es un material rocoso suave, que puede ser fácilmente esculpido, de grano muy fino, criptocristalinas o afaníticas, en algunos casos se observan laminas o capas que sugieren intermitencia de mareas durante su formación (Torres-González 2009). Análisis DRX realizados en muestras pétreas de edificios históricos de San Francisco de Campeche (SFC), muestran en general composición mayoritaria de calcita (CaCO_3), con contenidos menores de aragonita (un polimorfo del CaCO_3), silicato de sodio ($\text{Na}_2\text{Si}_4\text{O}_9$) y cuarzo (SiO_2) (Gutiérrez 2008). Respecto a sus propiedades fisicomecánicas, si bien no existen referencias a estudios en materiales locales usados en la construcción de los edificios, en rocas calizas de otros sitios de la Península de Yucatán se reportan rangos de densidad de entre 1.95 y 2.65 g/cm^3 , resistencia mecánica a la compresión uniaxial de entre 82 y 400 Kg/cm^2 y porcentaje de absorción de entre 2.2 y 26.84 % (Alonzo y Espinoza 2003; Bravo *et al.* 2003; Torres 2008). A pesar de que este tipo de roca tiene un bajo costo de explotación y propiedades fisicomecánicas que la hacen un material de construcción por excelencia, naturalmente puede sufrir alteraciones químicas y físicas, que cambian su aspecto exterior y su comportamiento mecánico (Espinosa-Morales *et al.* 2020; Jurado *et al.* 2014; Stelfox 2021). En ambientes tropicales costeros, como el predominante SFC, la alteración está influenciada principalmente por una elevada humedad ambiental, la presencia de aerosoles marinos y la proliferación de microorganismos (Escamilla *et al.* 2012; Jurado *et al.* 2014; Reyes *et al.* 2016).

SFC está localizada en la costa sureste del Golfo de México [figura 1]. Es un asentamiento virreinal de traza barroca con edificios que conjugan el estilo Barroco modificados en fachada durante el siglo XIX y principio del XX creando su estilo ecléctico característico, cuenta con un centro histórico fortificado de traza reticular, con alrededor de 1.500 edificios. Su procedimiento de construcción está basado en el sistema de mampostería de estilo Bahpek (típico de la Península de Yucatán), el cual consiste en el uso de piedras calizas de la región, morteros de cal y un material carbonatado blando y poco consolidado, conocido regionalmente como sahcab, que sirve de entortado para los entresijos y azoteas (Huitz-Baqueiro 2005; Román-Kalisch 2010). El entortado se coloca entre rollizos de madera que se nivelan con una capa de sahcab, sobre la cual se añade un mortero de este

último y cal, sobre esto se colocan piedras pequeñas de superficie plana, las cuales se cruzan en posición horizontal, asegurándose que la primera capa quede sobre las vigas para que carguen (Ordaz y Bojorquez 2015). Actualmente, los edificios históricos de SFC presentan diferente grado de alteración, que varía en función su ubicación y entorno microambiental.

Para un adecuado diagnóstico del estado de alteración de un edificio es necesario la identificación de indicadores de alteración y el estudio físico, químico y mineralógico de los materiales (Martín 1992). En este sentido, una adecuada inspección visual permite estimar efectos de factores causantes de alteración e identificar patologías y los mecanismos que las originan. En muchas ocasiones, esto implica extraer fragmentos de muestras, por lo que en años recientes se ha dado preferencia al empleo métodos de evaluación no invasivos y no destructivos que minimicen daños al edificio. Por ejemplo, radiografía digital por luminiscencia, empleada para determinar la naturaleza de materiales cerámicos, estudiar su manufactura y evaluar su estado de conservación (Gómez 2016); transmisión de ultrasonido, para generar mapas de heterogeneidades en estructuras pétreas, realizar medidas indirectas de porosidad e identificar de grietas y fisuras (Bosch *et al.* 2005); y termografía infrarroja, que permite evaluar patrones de humedad y deterioro a partir de imágenes térmicas (Gómez-Heras 2012; Gómez-Heras *et al.* 2013; Gómez-Heras *et al.* 2014).

En este sentido, las técnicas de análisis de imágenes son herramientas de carácter no invasivo, que ayudan a establecer relaciones causa-efecto entre propiedades de los materiales y sus patologías (Prendes 2006). Su utilidad está demostrada por estudios en los cuales facilitó el establecimiento de criterios de cuantificación de daños, consecuentes con la fragilidad del material investigado de sitios tan variados como cuevas con arte rupestre, ensuciamiento de estructuras arquitectónicas y biodeterioro de materiales en zonas urbanas (Thornbush y Viles 2006; Rogerio-Candelera 2010; Rubiera 2014).

La mayoría de los esquemas descriptivos que clasifican la alteración en estructuras pétreas tradicionalmente mapean su extensión e identifican indicadores visuales de alteración (Galán *et al.* 1996; Arnold *et al.* 1998; ICOMOS 2008). Sin embargo, lo anterior requiere del entrenamiento de personal y el empleo de largos periodos de trabajo (Warke *et al.* 2003), por lo que es deseable el desarrollo de procedimientos alternativos, como la metodología empleada en este trabajo, conocida como Sistema de Estadificación UAS (Warke *et al.* 2003). El sistema UAS ofrece un procedimiento relativamente simple que se caracteriza por permitir la visualización de la dinámica de alteración presente en muros completos y cuantificar las áreas de deterioro.

La propuesta se aplicó en dos edificios de la ciudad histórica fortificada de SFC: los Baluartes de San Carlos (BSC) y San Pedro (BSP). Los resultados permitieron sistematizar una metodología para pronosticar el alcance

de posibles intervenciones requeridas en ambos edificios interperizados a partir de la asignación de estadios de alteración obtenidos mediante el empleo de técnicas de análisis de imágenes.

La confiabilidad de los estadios asignados se respaldó por la adición de un factor de certeza (C), obtenido mediante el análisis químico de productos de degradación retirados de los muros de ambos edificios, empleando MEB-EDS y FTIR y la identificación de sus mecanismos de deterioro predominantes. Lo anterior complementó la información obtenida y eventualmente permitirá respaldar la toma de decisiones en futuras acciones de conservación en el conjunto histórico-arquitectónico de SFC.

Metodología

Área de estudio

El centro histórico de SFC [figura 1], es un recinto amurallado de trazo hexagonal, con baluartes defensivos en sus vértices, y en su interior una amalgama de construcciones civiles, militares y religiosas erigidas entre los siglos XVI

y XIX. Actualmente está rodeado por un núcleo urbano que cuenta con una flota vehicular cercana a 158.000 automóviles (INEGI 2019). Las construcciones integradas en el centro histórico presentan síntomas visibles de alteración, que reducen su valor estético y que eventualmente pueden comprometer su integridad. En SFC prevalece un tropical cálido húmedo con lluvias en verano (Aw_o), con temperatura media anual de 27,7 °C, humedad relativa promedio de 70%, y precipitación anual de 1.500 mm (SMN 2020).

— Baluarte de San Pedro (BSP)

Su construcción data del año 1702. Fue la sexta fortificación del recinto amurallado de SFC. Posee una planta de tipo pentagonal, con cuatro de sus muros orientados al exterior y el oeste al interior del recinto. Se construyó en mampostería de piedra caliza, mortero de cal, arena y sahcab (un material carbonatado blando y poco consolidado). Se ubica en la esquina sureste del recinto amurallado, donde actualmente confluyen las Avenidas Circuito Baluartes y Gobernadores, en donde se ubican paraderos de autobuses del Sistema de Transporte Urbano Municipal.

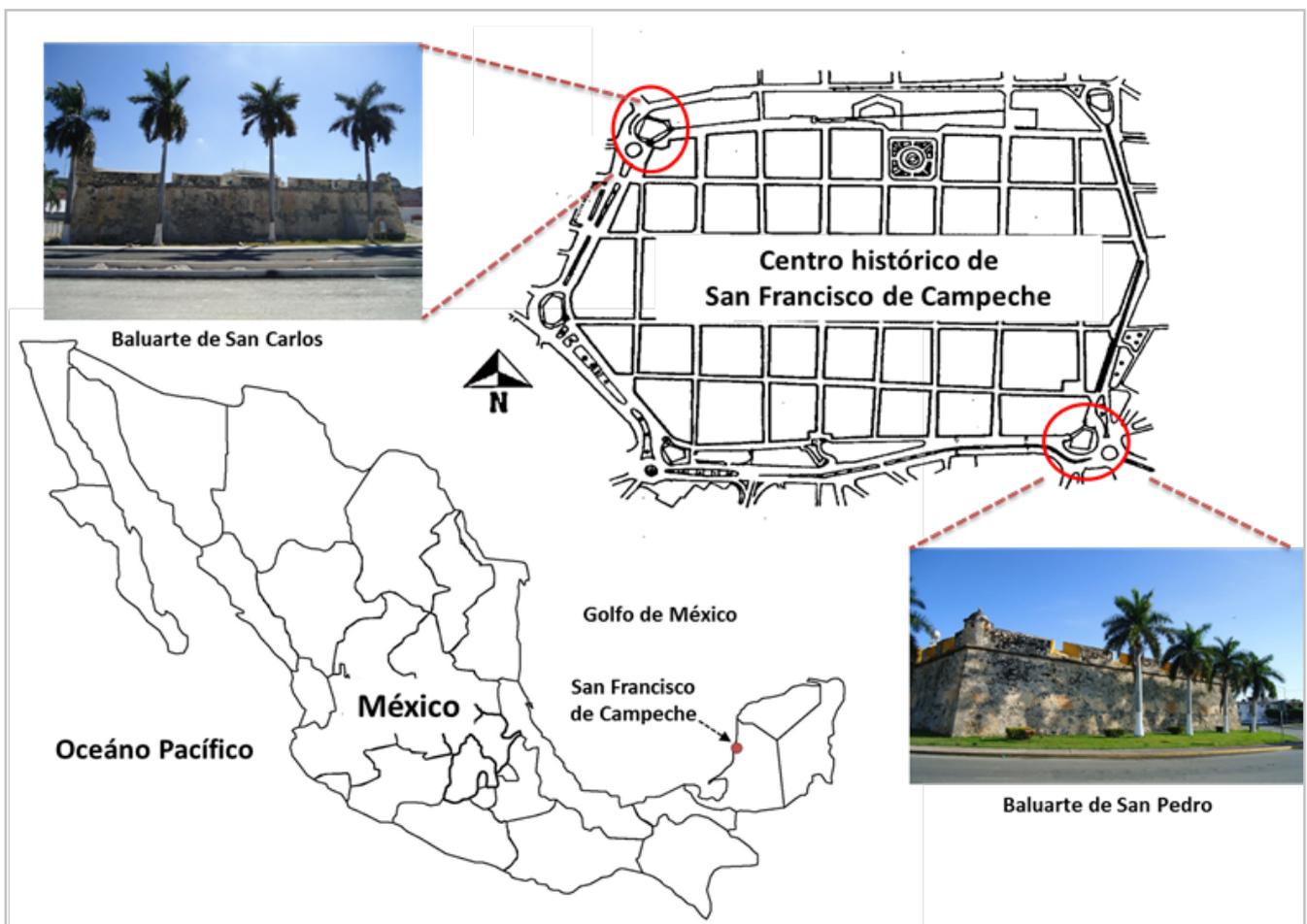


Figura 1.- Ubicación de la ciudad de San Francisco de Campeche, en el sureste de México. El Mapa del centro histórico de San Francisco de Campeche muestra la localización de los Baluartes de San Pedro y San Carlos con sus respectivas imágenes.

— *Baluarte de San Carlos (BSC)*

Está localizado al noroeste del recinto amurallado [figura 1]. Se construyó en 1680, en honor al Rey Carlos II, siguiendo los mismos procedimientos constructivos usados en el BSP (Escamilla 2012; Reyes *et al.* 2016). Está situado entre las Calles 8 y Circuito Baluartes, a un costado del Palacio de Gobierno del Estado de Campeche.

Desde su construcción se encontraba en una zona intermareal hasta que, a mediados del siglo XX, iniciaron varios proyectos de ampliación del trazo urbano que ganaron espacio al mar, dando lugar a nuevas avenidas y modificando la condición inicial de su entorno a un tipo urbano marino.

Procedimiento Experimental

— *Registro fotográfico*

El registro fotográfico se realizó en enero de 2015 empleando una cámara Reflex CANNON EOS RebelT5i, montada en un trípode, con plano paralelo al suelo. Los ajustes de la cámara estaban en modo de imagen normal y condiciones de exposición y apertura del diafragma variables, ajustadas a valor ISO 100/200 dependiendo de las condiciones de iluminación. La superficie de los muros se humedeció para mejorar el contraste entre patologías y áreas sanas.

— *Análisis de imágenes*

Las imágenes se escalaron y restituyeron geométricamente utilizando el paquete informático Adobe Photoshop CS5. Se hizo corrección de lente en software, realizando transformaciones en perspectiva horizontal y vertical. Posteriormente, se calcularon las áreas en píxeles cuadrados de cada indicador de alteración correspondientes a valores colorimétricos RGB similares. Los resultados se expresaron en área porcentual del muro ocupada por cada tipo de alteración.

— *Análisis de productos de deterioro*

Se realizó un análisis químico mediante MEB-EDS y FTIR-EDS a muestras intemperizadas retiradas de los muros de BSC y BSP, con el fin de identificar mecanismos de degradación predominantes en los materiales pétreos y fortalecer la interpretación de los estadios de alteración asignados mediante el sistema UAS. Las condiciones de los análisis se describen a continuación.

— *Retiro de muestras*

Se retiraron muestras representativas de los productos de deterioro presentes en ambos edificios, empleando cinceles,

pinzas, martillos y espátulas finas. Se retiraron fragmentos irregulares de aproximadamente 1 cm² [tabla 1], en total 10 muestras del BSP y 18 del BSC. Se codificaron según orientación del muro, altura y ubicación de procedencia y almacenaron en bolsas herméticas dentro de un desecador.

— *Espectroscopia de Infrarrojos por Transformada de Fourier acoplada a Reflectancia Total Atenuada (FTIR-ATR)*

Las muestras se pulverizaron en un mortero de ágata y analizaron en un sistema FTIR-ATR (ALPHA- BRUKER), en modo de absorbancia en el infrarrojo medio (500-4000 cm⁻¹), a 24 barridos/minuto y resolución espectral de 4 cm⁻¹. La asignación de frecuencias de vibración se realizó por comparación con la base de datos electrónica RRUFF y colecciones de espectros propias.

— *Microscopía Electrónica de Barrido, acoplada a Espectroscopia de Energía Dispersiva de Rayos X (MEB-EDS)*

Las muestras se analizaron sin tratamiento previo en un sistema PHILIPS ESEM XL30 acoplado a un espectrómetro de energía dispersiva de Rayos x, operando a 20 kV, distancia al haz de electrones de 10 mm y ángulo de inclinación de 0°. Los espectros EDS se registraron empleando un detector SUTW-Sapphire, con resolución de 131,32 eV.

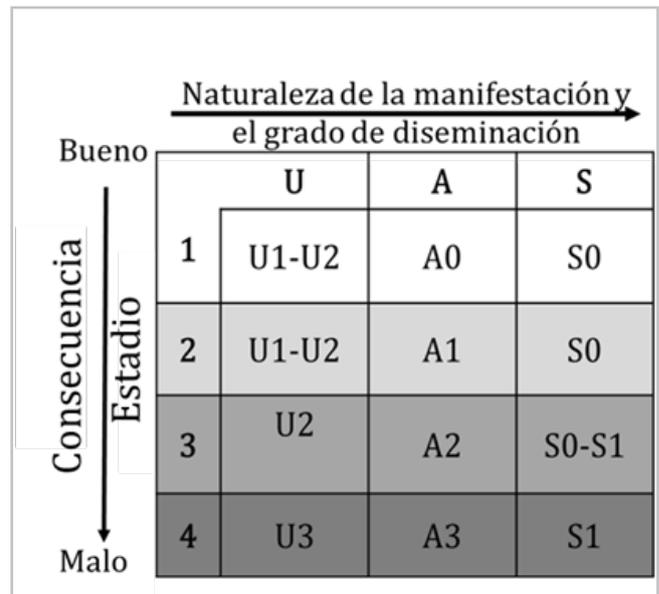
— *Sistema de Estadificación UAS*

El Sistema UAS clasifica los procesos de alteración a partir de la observación e identificación de indicadores de deterioro (Warke *et al.* 2003). Expresa su grado de desarrollo en tres escalas espaciales: Unidad (U, unit) referido a bloques individuales; Área (A, area) referido a bloques contiguos; y Propagación (S, spread) referido a fachadas completas, dichas escalas interactúan entre sí, de forma matricial, dando como resultado un estadio de deterioro. La incidencia progresiva de cada categoría refleja un incremento en las condiciones de alteración del edificio, y define el alcance de los tratamientos de conservación posteriores. A su vez, cada categoría se subdivide en los niveles 1, 2, 3 y 4 de acuerdo con la gravedad del deterioro observado [figura 2]. La fiabilidad de esta clasificación se confirmó mediante la caracterización químico-elemental y mineralógica de muestras intemperizadas. Lo anterior proporciona información sobre los mecanismos de deterioro predominantes y otorga una clasificación secundaria relacionada con la amplitud del muestreo y el procedimiento analítico empleado, para cada factor de certeza (C), apoyando a su vez la asignación de los estadios de alteración [tabla 2].

Para la clasificación, los muros se seccionaron en cuadrantes de 1,0 x 0,6 m simulando bloques definidos, tal como se puede observar en las imágenes adjuntas en las hojas de registro de la figura 8. Además, se propusieron nuevas especificaciones para los estadios 2 y 3, con el fin de definir mejor las características de cada estado de alteración [figura 2].

Tabla 1.- Relación de muestras retiradas de los muros de BSC y BSP

Edificio	Número de muestra	Tipo de material
BSP	1	Costra/mortero
	2	Costra/mortero
	3	Costra/mortero
	4	Costra/piedra
	5	Costra/mortero
	6	Costra/mortero
	7	Costra/mortero
	8	Costra/mortero
	9	Costra/mortero
	10	Costra/mortero
BSC	11	Mortero
	12	Mortero/piedra
	13	Mortero/piedra
	14	Piedra
	15	Piedra
	16	Mortero/piedra
	17	Mortero/piedra
	18	Piedra
	19	Mortero/piedra
	20	Costra/mortero/piedra
	21	Costra/piedra
	22	Costra/mortero/piedra
	23	Mortero/piedra
	24	Mortero
	25	Mortero sobre piedra
	26	Mortero/piedra
	27	Mortero
	28	Mortero/piedra

**Figura 2.-**Estadios de alteración ajustados del Sistema de Estadificación UAS de Warke *et al.* 2003

Resultados y discusión

— Caracterización mineralógica

Para establecer factores de certeza, se realizó una evaluación elemental y mineralógica empleando MEB-EDS y FTIR. La tabla 3, muestra los resultados del análisis de composición elemental mientras que la figura 3, muestra imágenes MEB representativas de las muestras.

El análisis EDS mostró como elementos mayoritarios carbono (C), oxígeno (O) y calcio (Ca), que son constituyentes de calcita (CaCO_3), el componente principal de los materiales calizos usados en la construcción de los edificios históricos de SFC. Entre los minoritarios se observó sodio (Na), magnesio (Mg),

Tabla 2.-Extensión de tratamientos de conservación en función del estadio de deterioro y factores de certeza del sistema UAS y criterios de clasificación del sistema UAS (Warke *et al.* 2003).

Estadio de deterioro	Alcance de la intervención	
1	Tratamiento localizado en bloques individuales, y/o evaluación periódica de la fachada	
2	Medidas correctivas específicas (relativamente limitadas) por falta de conexión entre áreas deterioradas	
3	Intervención en un área inferior al 50% de la superficie de la fachada	
4	Intervención en un área superior al 50% de la superficie de la fachada, con continuidad de alteraciones entre zonas (posible cuidado paliativo)	
Factores de certeza	Técnicas analíticas	Alcance de la toma de muestras de piedra
C1	Evaluación visual	Ningún muestreo
C2	Evaluación visual, cromatografía iónica, espectroscopia atómica, difracción de rayos X	Muestreo limitado de material procedente de bloques que muestran evidencias de alteración
C3	Evaluación visual, cromatografía iónica, espectroscopia atómica, difracción de rayos X, microscopía electrónica	Muestreo generalizado de material procedente de bloques y subsuelo (desde el lado opuesto a la fachada), tanto de piedra intacta como con alteración evidente. Recomendable comparativa con muestras de cantera

Criterios de clasificación del sistema UAS		
Unidad	U0	No se detecta alteración en bloques individuales
	U1	Alteración con mínima evidencia de ruptura que afecta áreas de bloques individuales
	U2	Alteración bien desarrollada y/o ruptura obvia que afecta bloques completos
	U3	Alteración bien desarrollada con pérdida de material menor al 10% de la superficie de la fachada
Área	A0	No se detecta alteración en bloques contiguos
	A1	Alteración en bloques contiguos menor al 10% de la superficie de la fachada
	A2	Alteración en bloques contiguos, que afecta entre 10 y 20% de la superficie de la fachada
	A3	Alteración en bloques contiguos, superior al 20% de la superficie de la fachada
Propagación	S0	Alteración en áreas específicas de la fachada
	S1	Alteración en áreas distantes no conectadas, superior al 50% de la superficie de la fachada

aluminio (Al), silicio (Si) y hierro (Fe), que normalmente integran silicatos, materiales arcillosos y arenas de sahab de la región (Reyes *et al.* 2011). De igual forma se identificó, azufre (S), cloro (Cl) y fósforo (P), elementos ajenos a la composición mineral original de las muestras. El Cl es endémico de la atmósfera marina de SFC, donde se encuentra como cloruro de sodio (NaCl), una sal higroscópica altamente móvil que se deposita y difunde al interior de la matriz pétreo, donde cristaliza, favoreciendo rupturas internas y pérdidas de material (Torres-López 2017). Por su parte, la presencia de P probablemente está relacionada con depósitos de excrementos de aves. Estos depósitos causan afectaciones en materiales de construcción

y proporcionan fuentes de carbono que favorece el anclaje y desarrollo de microorganismos y plantas superiores (Clarke y Williams 1986; Aso y Bustos 1991; Arroyo 2009; Escamilla *et al.* 2012). En este sentido, las muestras provenientes de zonas colonizadas mostraron enriquecimiento de C, consecuencia de la incorporación interna y superficial de biomasa microbiana (García-Murillo y Martín-Pérez 2006; Escamilla *et al.* 2012). En zonas urbanas, la presencia de S se puede asociar a emisiones vehiculares. Este elemento se observó en costras negras retiradas de muros que bordean avenidas transitadas o cercanas a paraderos de autobuses (Bonazza *et al.* 2005; Reyes *et al.* 2011; Ortiz *et al.* 2012; Reyes *et al.* 2012).

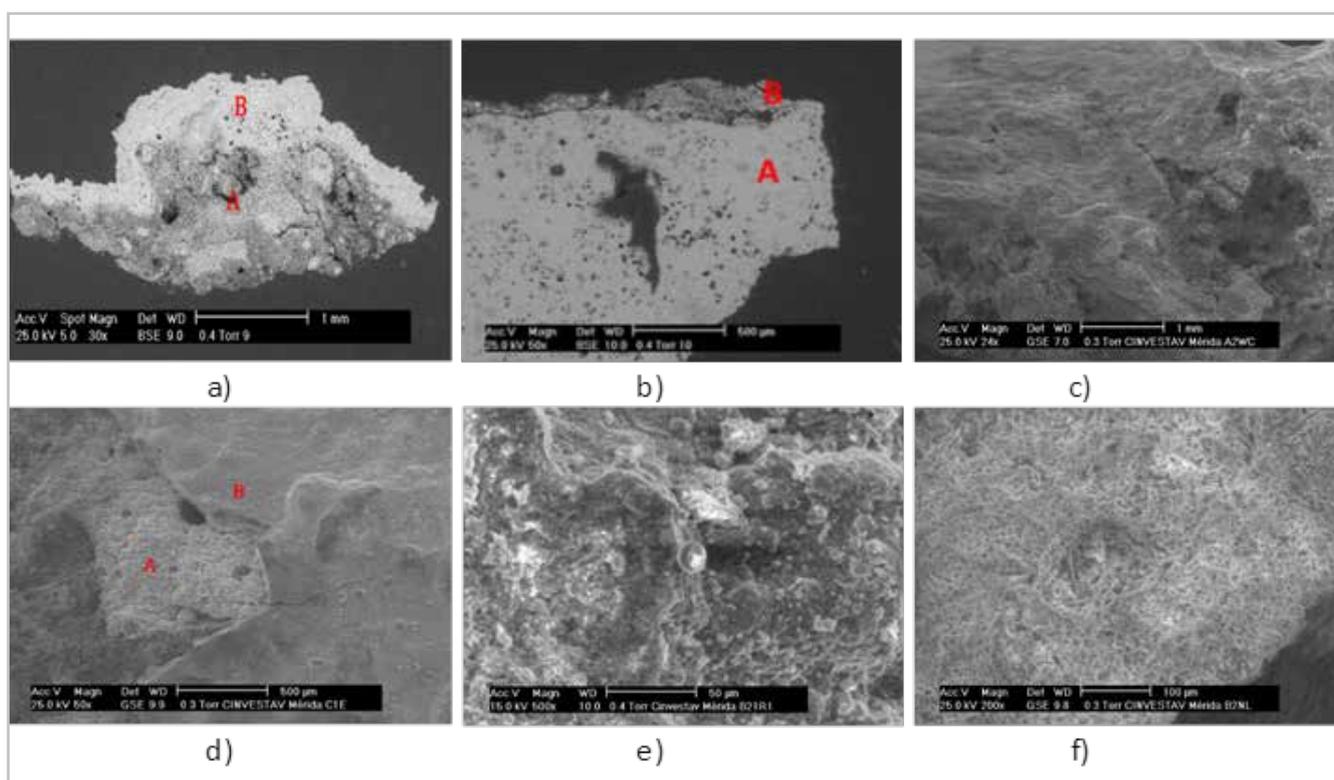


Figura 3.- Imágenes MEB de muestras de BSP y BSC. a) Muestra 3, zona intemperizada (30x) A: sustrato, B: zona intemperizada; b) muestra 4, corte transversal (50x), A: costra cristalizada, B: sustrato; c) muestra 15, superficie intemperizada (24x); d) muestra 2 (50x): A: sustrato, B: costra cristalizada; e) muestra 11, estructuras microbianas (100x), y f) muestra 27, exopolímeros microbianos (200x).

Tabla 3.- Composición elemental (% peso) de muestras provenientes del BSC y BSP.

Edificio	Muro	Muestra	Composición elemental MEB/EDS (% peso)												
				O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Fe	
BSP	Oeste	1	35,39	31,72	*	*	*	*	*	*	*	0,92	*	32,89	*
		2	32,72	48,48	0,31	0,090	9,87	0,44	*	*	*	0,46	*	7,50	0,14
	Sur-oeste	3	23,49	38,26	*	0,78	1,13	2,24	*	*	0,60	0,86	*	32,64	*
		4	46,75	30,54	*	*	1,12	2,86	1,59	0,44	*	*	0,29	16,42	*
		5	18,09	53,93	*	*	0,57	0,55	*	0,30	*	*	*	26,57	*
	Sur	6	67,94	24,24	0,45	*	0,22	0,72	*	0,87	0,58	*	*	4,99	*
		7	30,07	46,78	0,57	0,20	3,48	1,11	*	0,98	0,72	*	*	15,83	0,26
	Este	8	79,54	19,42	*	*	*	0,22	*	*	*	0,41	*	0,42	*
		9	36,05	57,59	0,43	0,18	1,55	0,57	*	0,15	0,28	*	*	3,17	0,08
	Norte	10	76,21	23,34	*	*	0,27	*	*	*	*	0,11	*	0,07	*
	Norte	11	18,20	39,80	0,70	*	0,70	1,30	1,30	0,30	0,30	*	*	37,00	0,50
		12	21,50	44,20	*	0,70	0,80	1,70	0,30	0,60	*	*	*	30,20	*
		13	16,60	42,20	1,70	*	*	0,50	*	*	*	*	0,90	37,90	*
		14	21,05	39,30	*	*	0,40	1,21	*	*	*	*	*	36,50	0,60
		15	21,90	34,90	13,90	1,10	0,40	1,60	*	*	*	7,00	0,50	18,40	*
BSC	Oeste	16	43,70	28,00	0,90	0,80	0,90	1,80	0,70	3,00	0,50	0,50	18,70	0,50	
		17	12,40	24,40	0,50	*	1,20	3,80	*	2,50	1,10	1,90	50,00	*	
		18	19,10	36,30	*	*	*	0,40	*	*	*	0,70	43,30	*	
		19	17,20	39,70	3,70	1,50	0,50	1,40	*	1,20	*	1,00	33,80	*	
		Sur	21,20	44,90	0,90	0,60	0,10	0,40	*	*	0,20	*	*	31,30	*
		21	16,60	42,90	0,80	2,90	*	0,80	*	*	*	*	*	35,90	*
		22	22,80	46,90	*	0,30	*	0,30	*	*	*	*	*	29,50	*
	Sur-oeste	23	19,00	37,00	1,10	*	0,60	1,80	*	*	*	*	*	40,30	*
		24	29,80	38,60	*	1,20	3,90	8,30	*	*	*	*	*	17,90	*
	Este	25	17,00	39,70	*	0,30	0,40	1,00	0,50	0,30	*	*	*	40,30	*
		26	14,30	34,60	*	*	0,70	1,60	*	*	*	*	*	47,50	*
		27	26,70	36,00	*	0,30	0,30	0,50	*	0,30	*	*	*	35,50	*
		28	17,50	42,20	*	0,50	0,60	1,27	*	0,20	0,30	*	*	37,10	*

* debajo del límite de detección

Las micrografías de la figura 3, presentan diferentes aspectos de la alteración en muestras de los muros del BSC y BSP. Sus zonas externas, tienen aspecto quebradizo y textura porosa (figuras 3 a-c), espesor variable (0,3 a 0,7mm), y están sobre un sustrato de aspecto deleznable y porosidad variable (figuras 3 a-d). Se observan estructuras microbianas de forma redondeada y conglomerados de hifas sobre material disgregado (figuras 3 e-f), lo que seguramente es consecuencia de la penetración de talos liquénicos en

la matriz pétreo, induciendo fragmentación y pérdida de materiales (Allsopp *et al.* 2008).

La tabla 4 muestra las fases minerales identificadas mediante FTIR en las muestras de ambos baluartes, algunos espectros representativos se muestran en la figura 4. Estas fases fueron calcita y aragonita (CaCO_3), cuarzo (SiO_2) y dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), especies asociados a materiales de construcción (García *et al.* 2006; Reyes *et al.* 2016).

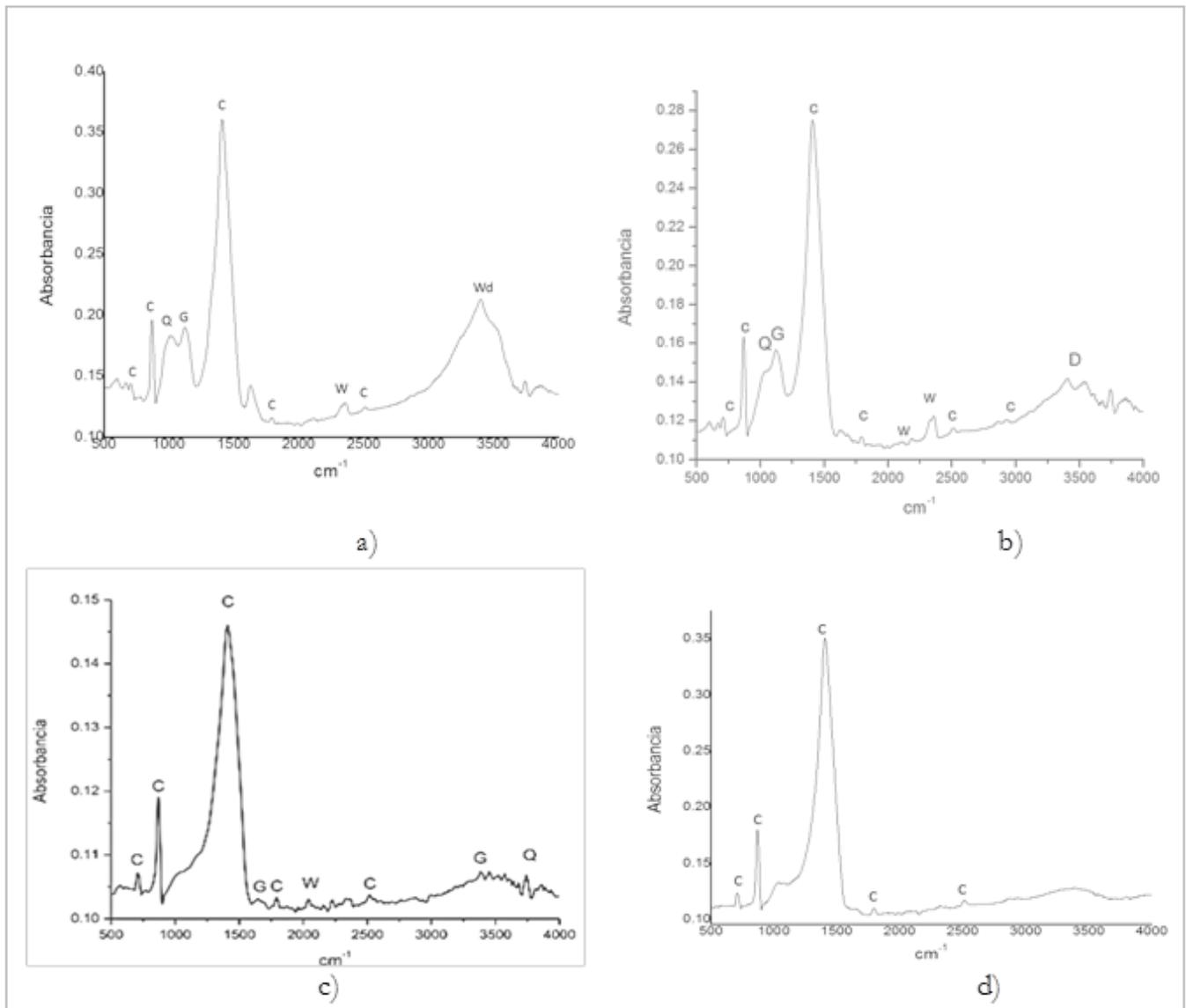


Figura 4.- Espectros FTIR de la superficie de las muestras a) 3 y b) 5 del BSP; c) 20 y d) 25 del BSC. C: calcita, Q: cuarzo, G: yeso, W: wevelita, Wd: wedelita, D: dolomita.

Por su parte, oxalatos de calcio como wevelita ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) y wedelita ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), así como yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), son neominerales producto de reacciones ambientales, los dos primeros relacionados con la actividad microbiana, mientras que el yeso un producto típico de ambientes contaminados, y componente principal de las costras negras (Pérez- Alonso *et al.* 2003; Castro y Barbosa 2013).

— Área ocupada por las alteraciones

El registro fotográfico y análisis de imágenes realizadas en los muros del BSP y BSC, permitió registrar diversas patologías de deterioro que corresponden a pérdida de material (alveolización, fragmentaciones, erosión y microkarst) con valores RGB: 160, 164, 145; alteración

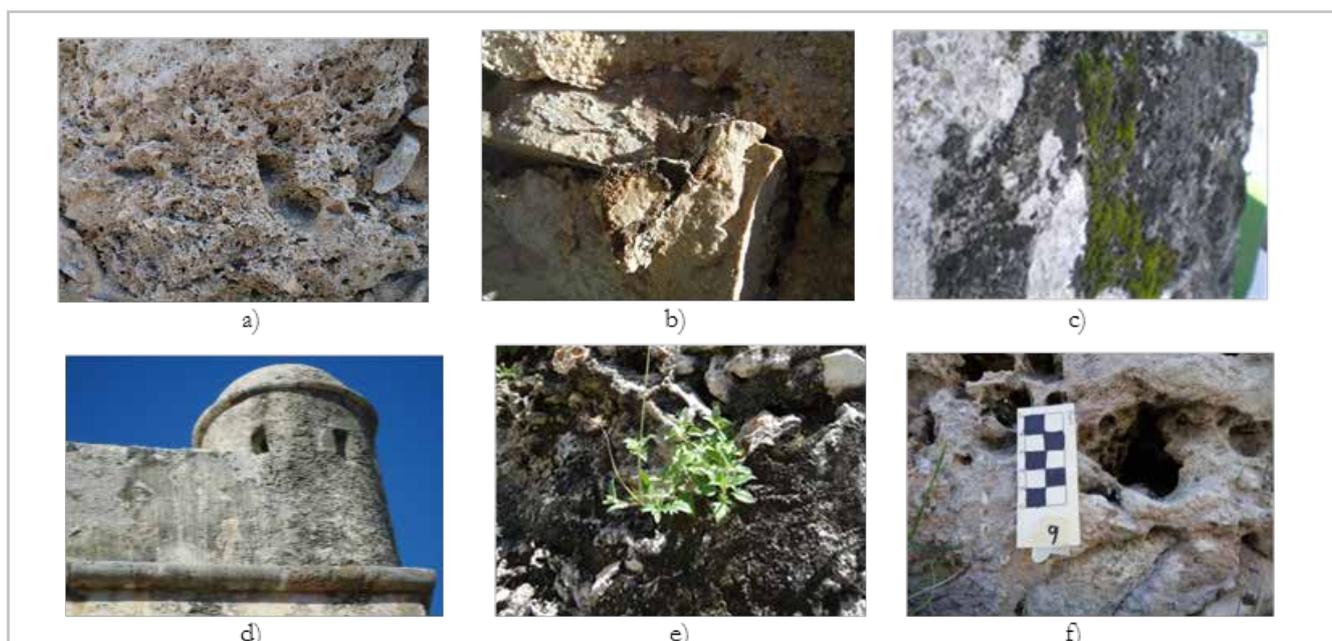
cromática y depósitos (biodepósitos, costras negras y eflorescencias) con valores RGB: 79, 86, 90; y colonización microbiana con valores RGB: 33, 37 y 40 [figura 5]. Ejemplo de su distribución respectiva en los muros norte y oeste de BSP y BSC puede apreciarse en la figura 6.

Por su parte, la figura 7 muestra el área ocupada por estos indicadores en los muros de ambos edificios. Se puede apreciar, que la alteración cromática y depósitos constituyen el principal indicador de alteración tanto en el BSC como en el BSP, ocupando el 60 y 77 % del área total de sus muros respectivamente. En el BSC, es seguido por pérdida de material (23 %) y colonización microbiana con (16 %) de área total ocupada. Por su parte, en el BSP le siguen colonización microbiana y pérdida de material ocupando el 10 y 12 % de área total respectivamente.

Tabla 4.- Fases minerales identificadas (*) mediante FTIR/ATR en muestras provenientes de BSP y BSC.

Edificio	Muro	Muestra	Fases minerales ν , cm^{-1}						
			Aragonita 1.079	Calcita 710 2.951	Cuarzo 1.050 1.645	Dolomita 3.536	Wevelita 2.013 2.356	Wedelita 3.409	Yeso 671 1.125
BSP	Oeste	1	*	+	+	*	*	+	*
		2	*	+	+	*	*	+	*
	Sur-oeste	3	*	+	+	*	+	+	+
		4	*	+	+	*	+	+	+
		5	*	+	+	+	+	*	+
	Sur	6	+	+	+	*	+	*	*
		7	*	+	+	*	+	+	+
	Este	8	*	+	+	*	*	+	+
		9	*	+	+	*	+	+	+
	Norte	10	*	+	*	*	+	*	+
	Norte	11	*	+	*	*	*	*	*
		12	*	+	*	*	*	*	*
		13	*	+	*	*	*	*	*
		14	*	+	*	*	*	*	*
		15	*	+	+	*	*	*	*
BSC	Oeste	16	*	+	*	*	*	+	*
		17	*	+	*	*	*	*	*
		18	*	+	*	*	*	*	*
		19	*	+	+	*	*	*	*
		Sur	*	+	+	*	+	*	+
		21	*	+	*	*	*	*	*
		22	*	+	+	*	*	*	*
	Sur-oeste	23	*	+	+	*	*	*	*
		24	*	+	+	*	*	*	*
	Este	25	*	+	*	*	*	*	*
		26	*	+	*	*	*	*	*
		27	*	+	+	*	*	*	*
		28	*	+	+	*	*	*	*

* debajo del límite de detección

**Figura 5.-** Espectros FTIR de la superficie de las muestras a) 3 y b) 5 del BSP; c) 20 y d) 25 del BSC. C: calcita, Q: cuarzo, G: yeso, W: wevelita, Wd: wedelita, D: dolomita.

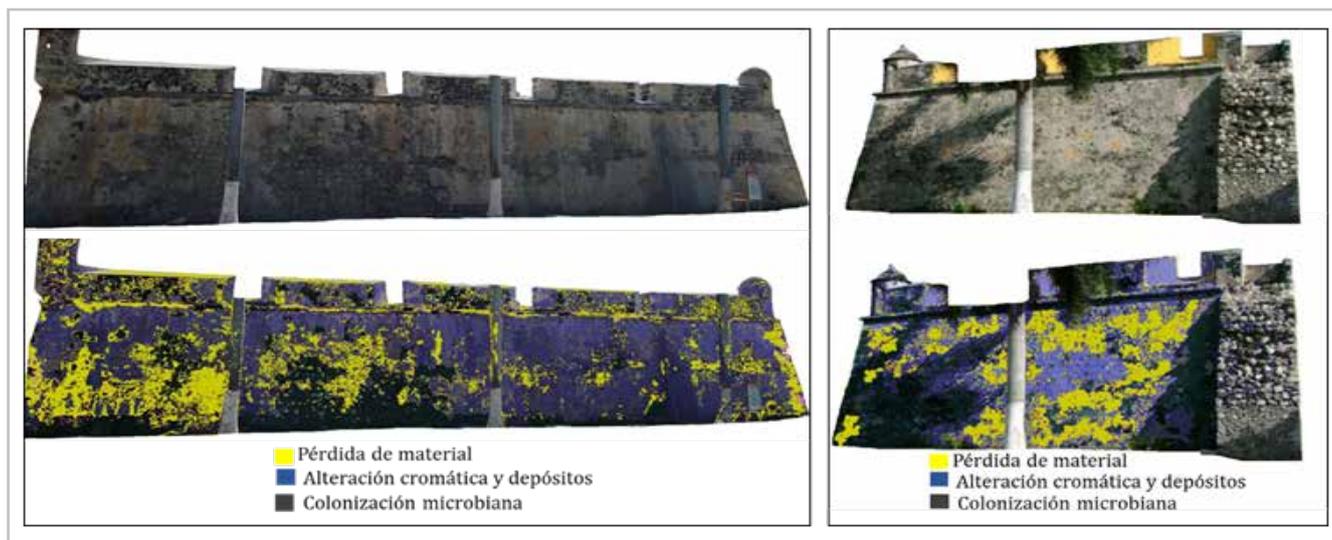


Figura 6.- Indicadores de alteración presentes en los muros a) oeste del BSC y b) norte del BSP.

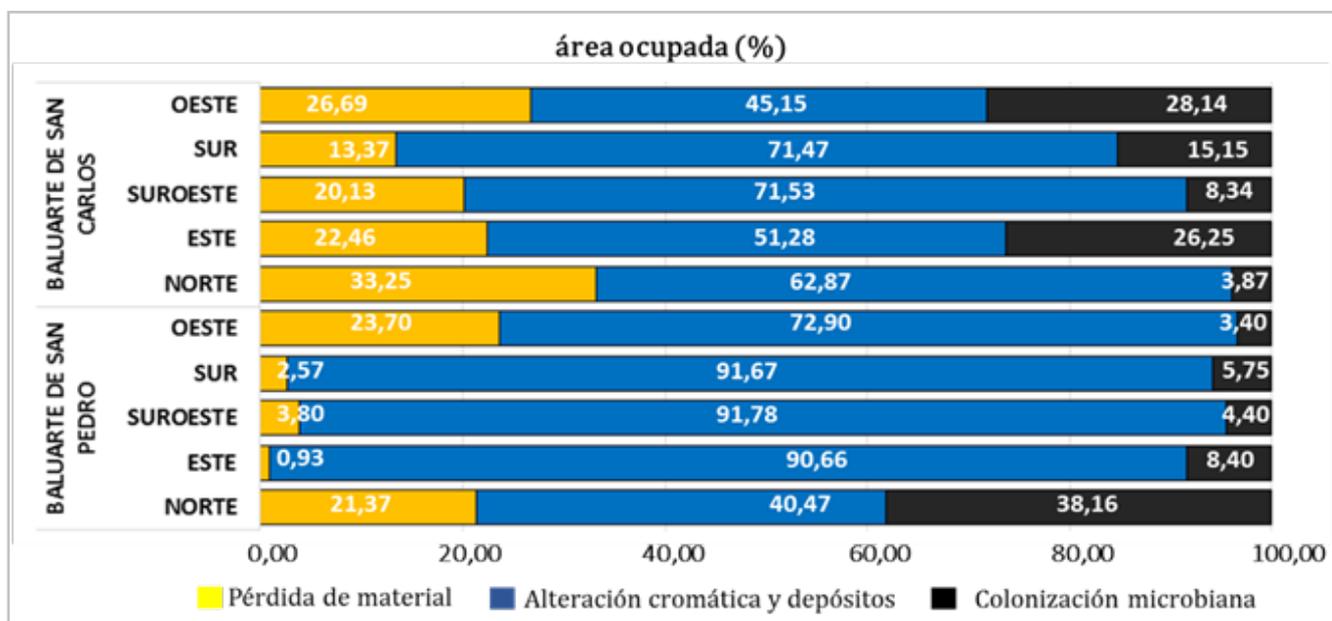


Figura 7.- Gráfico de acumulación de indicadores de alteración observados en los muros de BSC y BSP.

—Asignación de los estadios de alteración de acuerdo con el sistema UAS

De acuerdo con los resultados de la caracterización química, se estableció un nivel de certeza C2 para todos los muros del BSC y BSP, mientras que los indicadores de deterioro y el área que ocupan en los muros, definió el estadio de alteración correspondiente [tabla 5].

Para los muros este, sur, suroeste y oeste del BSP [figura 7], la evaluación visual identificó principalmente alteraciones cromáticas y pérdida de material. En sus vértices se observaron rupturas superficiales (U1), mientras que en las intersecciones de zonas centrales se observó pérdida de materiales (A1), lo que correspondió a áreas específicas

de la fachada (S0). De acuerdo con el sistema UAS, estas características correspondieron a una clasificación Estadio 2 (A1U1S0). En el caso del muro norte la pérdida de material se estimó mayor al 10 % del área superficial (A2), abarcando bloques individuales completos (U2), condición que corresponde a un estadio de deterioro 3 (A2U2S0) [figura 8]. Cabe mencionar que en este muro también se evidenció un alto porcentaje de colonización microbiana (38,16% de la superficie). Es bien sabido que el desarrollo microbiano sensibiliza los sustratos pétreos, favoreciendo su alteración y posterior disgregación (Ramírez 2012).

En el BSC, el muro este presenta pérdida de material que afecta a partes de bloques individuales y bloques adyacentes limitado a secciones dispersas del muro,

Tabla 5.- Estadio de alteración en los muros de BSC y BSP, de acuerdo con el sistema de estadificación UAS.

Edificio	Muro	Clasificación	Estadio de alteración
BSP	Sur	U1-A1-S0	2
	Suroeste	U1-A1-S0	2
	Este	U1-A1-S0	2
	Oeste	U1-A1-S0	2
	Norte	U2-A2-S0	3
BSC	Sur	U1-A1-S0	2
	Suroeste	U1-A1-S0	2
	Este	U1-A1-S0	2
	Oeste	U3-A2-S0	4
	Norte	U3-A2-S0	4

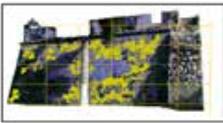
correspondiéndoles un estadio de deterioro 2 (U1A1S0) [figura 8]. Esto ocurrió también con los muros sur y suroeste. En estos muros, las alteraciones se deben principalmente a procesos de alveolización y karstificación. El estadio de alteración señala la necesidad de realizar medidas correctivas específicas, con alcance de la intervención limitada a pérdida de material en los límites de los bloques imaginarios trazados para seccionar los muros, para lo cual resulta necesaria la consolidación de las zonas afectadas por alveolizaciones. Por el contrario, los muros norte y oeste directamente expuestos a emisiones

vehiculares mostraron pérdida generalizada de bloques completos, con 20% de área total de la fachada ocupada, lo que implica un estadio 4 (U3A3S0), el más alto dentro de la clasificación de Warke. Esto implica intervenciones mayores para restaurar el muro, considerando acciones necesarias para la protección del edificio.

Conclusiones

El sistema de estadificación UAS permitió establecer los estadios de alteración de los muros de los Baluartes de San Carlos (BSC) y San Pedro (BSP) de la Ciudad de San Francisco de Campeche (SFC), México, a partir de la cuantificación de áreas de deterioro calculadas mediante análisis de imágenes. Durante el estudio, se establecieron niveles de certeza basados en la caracterización elemental y mineral de indicadores de alteración empleando MEB/EDS y FTIR, lo que fortalece la clasificación obtenida mediante el sistema UAS, y facilita la toma de decisiones para el establecimiento de futuros paliativos a los procesos de deterioro que afectan los muros de ambos edificios.

La clasificación UAS señala que el mayor estadio de alteración se presenta en los muros norte y oeste de BSC con categoría 4, y norte en BSP con categoría 3. Todos los demás muros en ambos edificios presentan estadio 2.

Operador: Isabel Silva	Fecha: Enero -2015
Edificio: Baluarte de San Pedro,	
Localización: entre Av, Circuito Baluartes y Av, Gobernadores, San Francisco de Campeche,	
Descripción y detalles del sitio: Edificio construido a base de piedra caliza en 1702, Actualmente es museo de artes populares,	
Muro: norte,	
Tratamientos previos: sin tratamiento aparente,	
Tipo de piedra y factores de predisposición: construido con cantera y mampostería a base de piedra caliza, y mortero de cal, arena y sahacab,	
Deterioro observado: perdida de mortero, alveolizaciones y alteraciones cromáticas,	
Extensión afectada del muro: 61,84%	
Evidencia de biodeterioro: alta presencia de colonias microbianas negras y microorganismos endolíticos,	
Extensión de la fachada alterada: 38,16 %	
Otras alteraciones observadas: grietas en algunos bloques de los vértices,	
Estadio de alteración: 3	

Operador: Isabel Silva	Fecha: Enero -2015
Edificio: Baluarte de San Carlo,s	
Localización: entre Av, Circuito Baluartes y Calle 8,	
Descripción y detalles del sitio: Edificio construido a base de piedra caliza en 1680, Actualmente resguarda el museo de la ciudad,	
Muro: Este,	
Tratamientos previos: morteros recientes,	
Tipo de piedra y factores de predisposición: muros de mampostería de roca calcárea, sahacab y piedras de cantera,	
Deterioro observado: perdida de mortero, costras de deterioro, eflorescencias, alveolizaciones,	
Extensión afectada del muro: 73,5%	
Evidencia de biodeterioro: presencia de colonias microbianas negras,	
Extensión de la fachada alterada: 26,5 %	
Otras alteraciones observadas: grietas en algunos bloques de los vértices, así como microkarst en piedra desnuda,	
Estadio de alteración: 3	

Figura 8.- Hojas de registro representativas del sistema de estadificación UAS para los muros norte y este de BSP y BSC respectivamente.

Esta diferencia es consecuencia de procesos de alteración preferencial que dependen de las características del sustrato pétreo, la orientación del muro y de la calidad ambiental del entorno que rodea el edificio. En este sentido, los indicadores de alteración observados en ambos edificios fueron: alteración cromática y depósitos, pérdida de material y colonización microbiana.

Cabe mencionar que los estadios de alteración obtenidos, corresponden a los existentes en el momento de realizar las mediciones, por lo que en un entorno urbano siempre cambiante como el prevaleciente en SFC, la clasificación obtenida puede modificarse a lo largo del tiempo, por lo es pertinente realizar evaluaciones periódicas con el fin de establecer patrones de alteración, y comprobar la eficacia de acciones de conservación que deben ser aplicados en los muros del BSC y BSP, entre los cuales se deben considerar: trabajos de limpieza, remoción de depósitos, tratamientos consolidantes y antimicrobianos, reposición de morteros en zonas específicas y renovación de bloques. En todas estas acciones se debe garantizar mantener el aspecto original del edificio y evitar daños internos en los materiales.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo prestado por el Proyecto CONACYT LANCIC LN314846 y al Centro INAH Campeche, para la realización de esta investigación. Así mismo, al Dr. Juan Illescas Salinas, por enriquecer este trabajo con sus observaciones.

Referencias

- ALONZO, L.Y ESPINOZA, L. (2003). "Estudio de las propiedades de la roca caliza de Yucatán". *Ingeniería*, 7(1): 27-36.
- ALLSOPP, D., SEAL, K. Y GAYLARDE, C. (2008). *Introducción al Biodeterioro*. Zaragoza: Editorial Acirbia, S.A.
- ARNOLD, A., JEANNETTE D. Y ZEHNDER K. (1980). "Proposal for a terminology of weathering phenomena on building stones", *Centre Documentation ICOMOS*. 1-26
- ARROYO, I. (2009). "Aproximación al problema de las aves sobre monumentos efectos colaterales", en: *La incidencia de las aves en la conservación de monumentos*. Instituto de Patrimonio de Cultura de España, 9- 20.
- ASO P.J. Y BUSTOS N. V. (1991). "Uso de residuos orgánicos, estiércol y cachaza, como abonos", *Avance Agroindustrial*, 44: 23-25.
- BONAZZA, A., SABBIONI C. Y GHEDINI, N. (2005). "Quantitative data on carbon fractions in interpretation of black crusts and soiling on European built heritage", *Atmospheric Environment*, 39(14): 2607-2618. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.01.040>
- BOSCH, I., GOSALBEZ, J., SALAZAR, A., VERGARA, L., Y MIRALLES, R. (2005). "Análisis ultrasónico en aplicaciones de restauración arquitectónica". https://www.researchgate.net/profile/Ignacio-Bosch/publication/239932428_ANALISIS_ULTRASONICO_EN_APLICACIONES_DE_RESTAURACION_ARQUITECTONICA/links/58b961a4aca27261e51cf1ad/ANALISIS-ULTRASONICO-EN-APLICACIONES-DE-RESTAURACION-ARQUITECTONICA.pdf
- BRAVO, A. H., SOTO, R., SOSA, R. Y SANCHEZ, P. (2003) "Efecto de la lluvia acida en el material constituyente de monumentos mayas mexicanos", *Ingeniería Investigación y tecnología*. 4: 195-205. <https://doi.org/10.22201/ifi.25940732e.2003.04n4.016>
- CASTRO, T. Y BARBOSA. (2013). "Enfoque químico del deterioro y biodeterioro de rocas calcáreas conformantes de monumentos patrimoniales de importancia histórica y cultural", *Revista Luna Azul*, 36: 247-284. <https://doi.org/10.17151/luaz.2013.36.13>
- CLARKE, R. M. Y WILLIAMS I. R. (1986). "Moolooite, a naturally occurring hydrated copper oxalate from Western Australian", *Mineralogical Magazine*, 295-298. <https://doi.org/10.1180/minmag.1986.050.356.15>
- ESCAMILLA, R., REYES, J., PÉREZ, T., MONTEÓN, V. Y LÓPEZ, R. (2012). "Identification of Microorganisms Associated to the Biodegradation of Historic Masonry Structure in San Francisco de Campeche City, México". *Mat. Research Society Symposium Proceedins*. Material Research Society. <https://doi.org/10.1557/opl.2012.1388>.
- ESPINOSA-MORALES, Y., ALARCÓN, A. L., DOMÍNGUEZ-CARRASCO, M., MARTÍNEZ-MIRANDA, V., ARTEAGA-ARCOS, J. C., SILVA-LEÓN, I. Y REYES, J. (2020). "An Approach to Identify and Understand the Main Processes of Weathering that Suffer the Pre-Hispanic Stelae Located in the CALAKMUL Biosphere Reserve in Campeche, Mexico". *Archaeometry*. 1-17 <https://doi.org/10.1111/arc.m.12640>
- GAINZA-LUZZA, M. (2015). *El deterioro de la piedra en el patrimonio construido y aplicación de nanofórmulas para la conservación de los mismos*. Tesina del máster de arquitectura, energía y medio ambiente. Universidad Politécnica de Cataluña.
- GALÁN, E., GUERRERO, M. A., VÁZQUEZ, M. A., CARRETERO, M. I. Y ORTIZ, P. (1996). "The cathedral of Cadiz (Spain): environmental study and stone damage evaluation", en *Proceedings of European Commission Research Workshop on Origin, Mechanisms and Effects of Salts on Degradation in Marine and Continental Environments*, 61-62.
- GARCÍA-MURILLO, S. Y MARTÍN-PÉREZ, A. (2006). "Los organismos vivos como factores que contribuyen activamente al deterioro de nuestros monumentos", *Boletín del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico*, 14(57): 57-66. <https://doi.org/10.33349/1996.14.297>
- GARCÍA-SOLÍS, C., QUINTANA, P. Y BAUTISTA, F. (2006). "La identificación de materiales arcillosos y pétreos utilizados en la manufactura del friso modelado en estuco de la SUBII-C1 de Calakmul, a través del análisis de difracción de rayos X", *La ciencia de materiales y su impacto en la arqueología*, 2: 237-252.

- GÓMEZ-HERAS, M. (2012). "La temperatura en los materiales del Patrimonio", en *La conservación de los geomateriales utilizados en el patrimonio*, Madrid, 87- 96
- GÓMEZ-HERAS, M., GARCIA MORALES, S. Y FORT, R. (2013). "Integración de datos de termografía de infrarrojos y otras técnicas no destructivas en detección de humedades y sales", *Jornada de Técnicas de Reparación y Conservación del Patrimonio*, 11.
- GÓMEZ-HERAS, M., MCALLISTER, D., FLECHOSO, M. D. L. A. G., FORT, R. Y MORALES, S. G. (2014). "Ejemplos de análisis cuantitativo de imágenes de infrarrojos obtenidas por termografía activa para la detección de patologías de humedades". En *Congreso Latinoamericano sobre patología de la construcción, tecnología de la rehabilitación y gestión del patrimonio: REHABEND 2014*, Santander (España), 461-468.
- GÓMEZ LÓPEZ, M. J. (2016). *Uso de la radiografía digital en la valoración de antiguas intervenciones en cerámica arqueológica*. Trabajo final de master universitario en conservación y restauración de bienes culturales. Universidad Politécnica de Valencia. <http://hdl.handle.net/10251/64391>
- GONZÁLEZ, M. J. G. Y RAMÍREZ, N. L. R. (2015). "La rehabilitación urbana sostenible en centros históricos: los casos de León (España) y Puebla (México)", *Estudios Geográficos*, 76(279): 531-555. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201519>
- GUTIÉRREZ-TORRES, G. I. (2008). *Caracterización de costras de deterioro del Baluarte de San Carlos del Conjunto Histórico-Arquitectónico de San Francisco de Campeche, mediante técnicas analíticas avanzadas*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche, México.
- HUITZ- BAQUEIRO, C.M. (2005). "Fortificación de San Francisco de Campeche. Arquitectura, usos, arqueología y restauración", *Diario de campo. Boletín interno de los investigadores del área de antropología*. 22-25.
- ICOMOS-ISCOS glosario en línea. (2008). <http://irmh-ext.fr/icomos/consult/index.htm>. [Consulta: 10/02/2014].
- INSTITUTO ANDALUZ DEL PATRIMONIO HISTÓRICO (IAPH). (2018). Patrimonio de piedra guía didáctica. <https://colaboraeducacion30.juntadeandalucia.es/educacion/colabora/web/vivir-y-sentir-el-patrimonio/redessociales/-/blogs/patrimonio-en-piedra-geologia-y-conservacion>. [Consulta: 01/08/2018]
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI) (2019). <https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/default.html#Tabulados>. [Consulta: 05/01/2019]
- JURADO, V., MILLER, A. Z., CUEVA, S., FERNÁNDEZ-CORTES, A., BENAVENTE, D., ROGERIO-CANDELER, M. A. Y SAIZ-JIMÉNEZ, C. (2014). "Recolonization of mortars by endolithic organisms on the walls of San Roque church in Campeche (Mexico): A case of tertiary bioreceptivity", *Construction and Building Materials*, 53: 348-359. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.11.114>
- MARTÍN, L. (1992). *Diagnóstico sobre el estado de alteración de los materiales pétreos de la Catedral de Granada*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- ORDAZ TAMAYO, M. Y BOJÓRQUEZ CARVAJAL, I. (2015). "La bóveda de rollizos de las iglesias coloniales de Yucatán". En *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*: 3: 1249-1258. Segovia.
- ORTIZ, R., ORTIZ, P., ABAD, M. Y MARTÍN, J. (2012). "Estudio estratigráfico de costras y depósitos en templos del casco histórico de Sevilla", *Revista ph*, (83). <https://doi.org/10.33349/2012.83.3343>
- PÉREZ- ALONSO, L., CASTRO, K., RODRIGUEZ-LASO, M.ª D. Y MADARIAGA, J.M. (2003). "Desarrollo de un nuevo tratamiento para la conservación de piedras con alto contenido en carbonatos utilizando la Tecnología de Resinas de Intercambio Iónico", *Arqueología de la arquitectura*, 2: 235-239. <https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2003.52>
- RAMÍREZ VÁZQUEZ, M. (2012). *Biodeterioro algal en monumentos históricos mayas de la zona tropical húmeda: Palenque, Yaxchilán y Bonampak (Chiapas, México)*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. <http://hdl.handle.net/2445/42694>.
- REYES, J., CORVO F., ESPINOSA-MORALES, Y., DZUL, B., PÉREZ, T., AGUILAR, D. Y QUINTANA, P. (2011). "Influence of Air Pollution on Degradation of Historic Buildings at the Urban Tropical Atmosphere of San Francisco de Campeche City, México", en *Monitoring, Control and Effects of Air Pollution*, 201-226. <https://doi.org/10.5772/18739>
- REYES, J., SILVA, I., PÉREZ, T., CORVO, F., MARTÍNEZ, W., ALONSO, E. M. Y QUINTANA, P. (2012). "El deterioro del baluarte de san pedro, un estudio de caso", *Revista ALCONPAT*, 2(3): 170-184. <https://doi.org/10.21041/ra.v2i3.35>
- REYES TRUJEQUE, J., COBO RIVERA, J. M., QUINTANA OWEN, P., BARTOLO- PÉREZ, P., PÉREZ LÓPEZ, T., CASANOVA GONZÁLEZ, E. Y CORVO- PÉREZ F. (2016). "Weathering effects of an historic building in San Francisco de Campeche, Mexico", *Intervención: Revista de Conservación, Restauración y Museología*, 13: 22-31. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=355644889003>
- ROGERIO-CANDELER, M. A. (2010). "El análisis de imagen como herramienta de investigación no invasiva de cuevas con arte rupestre". En *Cuevas: Patrimonio, Naturaleza*. Madrid: Asociación de Cuevas Turísticas Españolas, Cultura y Turismo, 203-216.
- ROMÁN- KALISCH, M. A. (2010). "La edificación de los conjuntos parroquiales en el Yucatán virreinal". *Boletín de monumentos históricos*, 20: 70-97.
- RUBIERA, N. P. (2014). "El tratamiento digital de imágenes como una herramienta de evaluación y análisis en la restauración y conservación del patrimonio arquitectónico", *Revista Electrónica ReCoPar*, 1: 41-53.
- SMN. (2020). Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS). <https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s>. [Consulta: 01/06/2020].

STELFOX, D. "Natural Stone Database. Online information for the stone-built heritage of Northern Ireland". <http://www.stonedatabase.com/>. [consulta: 27/03/21].

THORNBUSH, M. Y VILES, H. (2006). "Changing patterns of soiling and microbial growth on building stone in Oxford, England after implementation of a major traffic scheme", *Science of the Total Environment*, 367(1): 203-211. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.11.022>

TORRES- GONZÁLEZ, F.A. (2009). *Efecto de la lluvia en materiales pétreos del patrimonio histórico del Estado de Campeche*. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Campeche. México.

TORRES LÓPEZ, Á. (2017). *Evaluación en el transporte de cloruros en hormigón*. Tesis de licenciatura. Universidad Politécnica de Cartagena. <http://hdl.handle.net/10317/8407>

WARKE, P. A., CURRAN, J. M., TURKINGTON, A. V. Y SMITH, B. J. (2003). "Condition assessment for building stone conservation: a staging system approach", *Building and Environment*, 38(9): 1113-1123. [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(03\)00085-4](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(03)00085-4)

Autor/es



Isabel Silva León
isssilva@uacam.mx
Centro de Investigaciones en Corrosión.
Universidad Autónoma de Campeche

Licenciada en Ingeniería Bioquímica Ambiental y Maestra en Ciencias de la Preservación de Materiales, títulos obtenidos en la Universidad Autónoma de Campeche, México. Se desempeña como técnico docente en el Centro de Investigaciones en Corrosión, como responsable del laboratorio de Difracción de Rayos X, además contribuye con servicios de análisis de diversos materiales: metales, piedras, cerámicas, gemas, entre otros. Apoyo técnico con el uso y aplicación de técnicas espectroscópicas tales como, espectroscopía de infrarrojo por transformada de Fourier y espectroscopía Raman. Ha participado en congresos nacionales e internacionales, como ponente y como colaboradora en diferentes trabajos de investigación. A la vez participa como colaborador en proyectos como: Laboratorio Nacional de Ciencias Para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC), Programa de Laboratorios Nacionales CONACYT, Red de Ciencias aplicadas a la Investigación y Conservación de Patrimonio Cultural (RED CAICPC-CONACYT), Caracterización y análisis estilístico de las figurillas de Calakmul, Campeche, Estudio integral de deterioro de estelas prehispánicas del sitio arqueológico de Oxpemul, Campeche, Caracterización petrográfica de rocas utilizadas en patrimonio de la península de Yucatán y la Red de Estudios Interdisciplinarios sobre Medio Ambiente y Conservación del Patrimonio Mexicano.



Javier Reyes Trujeque
javreyes@uacam.mx
Centro de Investigaciones en Corrosión.
Universidad Autónoma de Campeche

El Dr. Javier Reyes Trujeque es Profesor e Investigador Titular en la Universidad Autónoma de Campeche. En 2004, obtuvo su Doctorado en Ciencias Químicas por la Universidad de Sevilla desarrollando su tesis en el Proyecto CARAMEL, financiado por la Comisión Europea. Desde 2008, es responsable del Grupo de Investigación Ciencia e Ingeniería Ambiental Aplicada al Estudio de Materiales de Interés Histórico y Artístico en el Centro de Investigación en Corrosión al cual se encuentra adscrito. Es especialista en el estudio del comportamiento de materiales en el medio ambiente, con énfasis en la protección del patrimonio histórico y en el empleo de métodos de evaluación no destructivo para el diagnóstico de bienes patrimoniales. Su labor académica lo ha llevado a ser responsable del Posgrado en Ciencias de la Preservación de Materiales, que es financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, del cual ha sido reconocido como investigador Nacional Nivel 1. Se ha involucrado activamente en la formación de especialistas en la conservación de materiales del Patrimonio Cultural Tangible, por medio de cuya actividad ha actuado como supervisor de numerosas tesis de Licenciatura y Posgrado. El Dr. Reyes ha sido responsable de proyectos de investigación y colaborador en redes académicas y de investigación con instituciones nacionales, latinoamericanas y europeas. Actualmente es el responsable del Nodo Regional del Laboratorio Nacional del Ciencias Para la investigación y Conservación del Patrimonio Cultural, y responsable de la Red de Estudios Interdisciplinarios Sobre Medio Ambiente y Conservación del Patrimonio Mexicano.



Claudia Escalante Díaz
claudia_escalante@inah.gob.mx
Instituto Nacional de Antropología e Historia

Claudia Elena Escalante Díaz, nacida en la ciudad de San Francisco de Campeche, México. Es Arquitecta de profesión, Maestra en arquitectura con especialidad en restauración de monumentos de la Escuela Nacional de Conservación y Museografía Manuel del Castillo Negrete del INAH, con experiencia de más de dos décadas en restauración arquitectónica, se ha especializado en los últimos años en el trabajo de museos con una visión de accesibilidad universal transformando los museos a su cargo en espacios para todos. Ha incursionado en el campo de la docencia en temas de restauración y conservación del patrimonio cultural tangible y como Directora de la Escuela de Artes Visuales del Instituto Campechano, en Campeche. Ha elaborado y participado en el desarrollo de estudios de mejoramiento de la imagen urbana y en el desarrollo y análisis de temas de imagen urbana en áreas patrimoniales para el Programa Director Urbano para la ciudad de Campeche y en propuestas de restauración

arquitectónica, urbana y arqueológica en Campeche, Oaxaca, Tamaulipas, Estado de México y Ciudad de México. Se desempeñó como directora de Patrimonio de la Unidad De Programas y Proyectos de Inversión Pública del Gobierno del Estado de Campeche, y como Director Adjunto de Obra en Coordinación Estatal de Sitios y Monumentos del Estado de Campeche. Ha dictado conferencias sobre Reestructuraciones integrales en museos, Transmedia en museos, Trabajo comunitario: la cultura para vivirla, Museos en edificios patrimoniales: fortalezas y debilidades, Puntos de encuentro entre la educación formal y la educación no formal, y sobre Accesibilidad universal en museos. Actualmente, es directora de Museos del Centro INAH-Campeche.

Artículo enviado el 06/11/2020
Artículo aceptado el 21/04/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i1.861>

Recuperación y salvaguarda del patrimonio industrial. La ex-fábrica de gas San Borja, Santiago de Chile transformada en el Parque Urbano de los Gasómetros

Stefania Pareti Petruccelli, Irene Kraft Gutiérrez, Blanca García-Henche

Resumen: El objetivo del presente trabajo es explorar la conservación del patrimonio industrial de una ciudad a través de la regeneración urbana y el desarrollo de polos urbanos sostenibles. Se analiza el caso del Parque de los Gasómetros en Santiago de Chile, como ejemplo de revitalización del patrimonio industrial de una antigua fábrica de gas que se ha transformado en el primer barrio sustentable la ciudad.

Se efectúa una revisión de fuentes secundarias para analizar la puesta en valor que ha realizado Parque de los Gasómetros y se lleva a cabo un análisis del uso y posicionamiento de la imagen de marca del proyecto.

Se concluye que la salvaguarda del patrimonio industrial, junto con el desarrollo de la nueva marca Parque de los Gasómetros, ha sido un aporte tanto para los habitantes como para la revitalización patrimonial del barrio, desarrollando, además, la integración social y densidad equilibrada del uso de suelo.

Palabras clave: conservación urbana, antigua fábrica de gas, patrimonio industrial, marketing cultural y urbano, revitalización urbana, imagen de marca, barrio urbano sustentable, Santiago de Chile

Recovery and safeguarding of industrial heritage. The ex-gas factory San Borja, Santiago de Chile, transformed into the Urban Park of Gasometers

Abstract: The main objective of this work is to explore how industrial heritage of a city neighborhood can be preserved through urban regeneration and development of sustainable urban centers. The case of the Parque de los Gasómetros in Santiago de Chile is analyzed, as an example of revitalization of the industrial heritage of an old gas factory that has become the first sustainable neighborhood in the city.

A review of secondary sources is carried out to analyze the enhancement made by Parque de los Gasómetros and an analysis of the use and positioning of the projects brand image is carried out.

It is concluded that the safeguarding of the industrial heritage together with the development of the new Parque de los Gasómetros Brand has been a contribution to both the inhabitants and the heritage revitalization of the neighborhood, also developing the social integration and balanced density of land use.

Keyword: urban conservation, old gas factory, industrial heritage, cultural and urban marketing, urban revitalization, brand image, sustainable urban neighborhood, Santiago de Chile

Recuperação e salvaguarda do património industrial. A ex-fábrica de gás San Borja, em Santiago do Chile, transformada no Parque Urbano de los Gasómetros

Resumo: O objetivo do presente trabalho é explorar a conservação do património industrial de uma cidade através da regeneração urbana e o do crescimento dos polos urbanos sustentáveis. Analisa-se o caso do Parque de los Gasómetros em Santiago de Chile, como exemplo da revitalização do património industrial de uma antiga fábrica de gás que se transformou no primeiro bairro sustentável da cidade.

É feita uma revisão de fontes secundárias para analisar a valorização no Parque de los Gasómetros e o uso e o posicionamento da imagem de marca do projeto

Conclui-se que a salvaguarda do património industrial, a par do desenvolvimento da nova marca Parque de los Gasómetros, tem sido um contributo tanto para os habitantes como para a revitalização do património do bairro, desenvolvendo também a integração social e a densidade equilibrada do uso da terra.

Palavras-chave: conservação urbana, antiga fábrica de gás, património industrial, marketing cultural e urbano, reabilitação urbana, imagem de marca, bairro urbano sustentável, Santiago de Chile

Introducción y descripción del proyecto de investigación

La presente investigación busca explorar la recuperación de la arquitectura industrial, analizando el caso de la Fábrica de Gas San Borja, ubicada en el Barrio de Estación Central en Santiago de Chile. Dicha fábrica se encuentra actualmente en plena recuperación y puesta en valor de su patrimonio industrial tras el proyecto Parque de los Gasómetros, lo que justifica el interés de esta investigación.

En este apartado se van a detallar las ideas que justifican el presente estudio y los objetivos de este. Seguidamente, se llevará a cabo un análisis de las tendencias de puesta en valor del patrimonio industrial para llegar a explicar el caso que nos ocupa. Posteriormente, se presenta el posicionamiento e imagen de marca como elemento de identificación urbana de barrios o geolocalizaciones, especialmente cuando se trabaja bajo el prisma de barrios sustentables como estrategia de posicionamiento.

Justificación y objetivos de la investigación

En estas últimas décadas se han realizado profundos cambios en torno al concepto de patrimonio (Aguilar 2002). Hoy día, el valor cultural e histórico de muchos edificios industriales parece que está fuera de toda duda y su conservación como testimonio de un pasado industrial, de un momento histórico determinado, dentro de un entorno determinado, es un tema del que se es consciente.

En los diferentes estudios, que se detallan posteriormente, se observa que en las investigaciones sobre patrimonio industrial resulta recurrente el tener que repensar nuevos usos para preservar el patrimonio y actualizarse a la vez a nuevos retos. Así, el desarrollo de estos proyectos requiere de una renovación arquitectónica de los edificios abandonados, la inserción de nuevos espacios atractivos que modifiquen la imagen urbana tenida hasta entonces y la implantación de usos comerciales, de habitabilidad, turísticos y de ocio que atraiga a la población foránea (Arnet 2014: 19-27), teniendo en cuenta siempre la sostenibilidad de los proyectos realizados.

En el caso de Chile existen numerosos ejemplos de regeneración urbana a través de la recuperación del patrimonio industrial, como la recuperación del Barrio

Matadero Franklin, la implantación del Centro Nacional de Arte Contemporáneo en las instalaciones del antiguo aeropuerto de Cerrillos de Santiago, el proyecto Isla Teja en Valdivia, donde se ubicaba una antigua fábrica de ladrillos y tejas de la época colonial, que es actualmente el Campus Isla Teja de la Universidad Austral de Chile, o la creación del Centro Cultural Estación Mapocho en la antigua estación ferroviaria de principios del siglo XX.

El objetivo principal del presente trabajo es explorar cómo se puede conservar el patrimonio industrial de una ciudad barrio a través de la regeneración urbana y el desarrollo de polos urbanos sostenibles. Se busca conocer cómo la salvaguarda y la puesta en valor del patrimonio industrial permiten que se mantenga un legado histórico y cultural de un barrio, facilitando también una mejor calidad de vida de la comunidad y permiten desarrollar un control de la densidad del uso de suelo en el sector.

La justificación del trabajo y selección de Parque de los Gasómetros se debe a: (1) si bien existen numerosos casos de puesta en valor y salvaguarda del patrimonio industrial de gasómetros, este es el primer caso donde se transforma el espacio utilizado por gasómetros para crear un barrio sustentable en Chile, (2) es un ejemplo concreto de cómo una compañía privada, como Gasco en este caso, protege y salvaguarda el patrimonio industrial, (3) se observan nuevos usos de espacios, de gasómetro a barrio sustentable, donde habrá comercio local, cultura, deportes, (4) la comunidad de vecinos ha sido integrada, teniendo participación y opinión en el desarrollo del proyecto.

La hipótesis por contrastar se basa en que se puede conservar el patrimonio industrial de una ciudad barrio, a través de la regeneración urbana y el desarrollo de polos urbanos sostenibles.

Puesta en valor del patrimonio industrial: Los gasómetros como recursos de patrimonio industrial

El patrimonio tuvo su primera caracterización gracias a las construcciones u objetos que eran estéticamente bellos (Rahola 1998: 12). Rahola en 1998 define el concepto de patrimonio como el de un bien histórico que sirve como objeto de estudio para conocer lo que pasó en sociedades del pasado, a través de una obtención de datos cualitativos.

Cada país tiene su propia historia de desarrollo, en donde cada uno ha explotado distintos recursos naturales para poder crecer económicamente (Edwards y Coit 1996: 350). Este desarrollo económico ha ido parejo con el desarrollo de una arquitectura industrial para la explotación de recursos que años más tarde pasa a estar en desuso y que en numerosos casos ha sido rehabilitada, aunque en otros este patrimonio ha sido abandonado.

El patrimonio industrial se define como los restos de la cultura industrial que tiene un valor histórico, social, arquitectónico y científico, convirtiéndose en un símbolo cultural de la respectiva ciudad en la que se encuentra. El valor histórico demuestra el desarrollo y avance industrial que han alcanzado las sociedades. Además, el patrimonio industrial tiene una característica que le diferencia del patrimonio monumental y es que no es necesariamente un objeto único y singular, ya que lo que se hizo en el período de la industrialización fue homogeneizar la forma de trabajo, en donde las herramientas y técnicas se vieron estandarizadas, cuyo efecto fue un cambio en la sociedad. Gracias a esta homogenización se pudo llegar a la producción en serie y el potencial intercambio de piezas, donde los productos de una misma fábrica llegan a ser idénticos.

En la mayoría de los ejemplos de proyectos de recuperación del patrimonio industrial, el turismo supone una fuerza muy importante para la manutención de dicho patrimonio, ya que existe un interés por parte de la industria turística por generar nuevos productos y servicios (Jonsen-Verbeke 1999: 74 y Kerstetter, Confer y Bricker 1998: 93).

Dentro del patrimonio industrial de algunas ciudades se encuentran unas construcciones industriales que son grandes depósitos de almacén de gas, llamados gasómetros. Los gasómetros son estructuras cilíndricas de acero que antiguamente se utilizaban para contener el gas que permitía la iluminación nocturna de las ciudades, tanto el alumbrado como para el consumo doméstico. Cabe destacar que han sido mal llamados gasómetros, ya que no son medidores, sino sólo depósitos de gas (Tartás y Guridi 2016: 37). En el siglo XX eran símbolo de progreso y desarrollo, dado que estos gasómetros otorgaban esta nueva fuente de energía, lo que generaba un prestigio social y gran brecha entre la ciudad y el campo (Tartás y Guridi 2016: 38). Actualmente, en gran parte, han perdido su función por la aparición de nuevas y mejores técnicas y tecnologías. Hay casos en que estos gasómetros han quedado abandonados y fuera de contexto con su entorno y, por otra parte, han adquirido un significado histórico y cultural (Fiorino, Landorfo y Mazzolani 2015: 264).

Existe evidencia de cómo la salvaguarda y la revalorización del patrimonio industrial de los gasómetros puede afectar positivamente al territorio y sus comunidades. Por ello, a continuación, se muestran diferentes ejemplos de recuperación del patrimonio industrial relacionado con los gasómetros tanto en zonas o regiones concretas como en diferentes ciudades:

- Los Gasómetros de Zollverein. En Alemania, en la cuenca del Ruhr existían innumerables gasómetros, que se utilizaban como depósitos de la producción de las minas de carbón. Los que son de mayor volumen y característicos están protegidos y catalogados como monumento en la misma cuenca del Ruhr. Esta preservación y cuidado permite obtener a la región una identidad propia (Tartás y Guridi 2016: 43).

- El Gasómetro de Oberhausen de 1929 fue reconvertido en 1993 en una especie de hall de 3000 metros cuadrados para poder realizar exposiciones y en la parte superior se ubican salas de espectáculos y exposiciones (Tartás y Guridi 2016: 44).

- El Gasómetro de Lebon. En la ciudad de Valencia, España, la fábrica de Gas Lebon contiene los restos de un gasómetro que, desde 1867 durante décadas, le entregó electricidad a la ciudad. Los alrededores del gasómetro fueron destruidos para poder construir viviendas y en 2017 el Ayuntamiento de Valencia aprobó los trámites para poder restaurar y darle valor a esta antigua construcción ubicándola en un jardín de la ciudad e incluyéndola en el Catálogo Estructural de Espacios y Bienes Protegidos del Ayuntamiento como Bien de Relevancia Local (Domínguez 2020; Valencia Bonita 2020).

Como se explicaba al inicio, la presente investigación busca analizar la puesta en valor un nuevo uso que se está llevando a cabo para una ex fábrica de gas San Borja en Santiago de Chile. El barrio en donde se ubica era, en el siglo XIX, un sector agrícola cercano a Santiago. Posteriormente, se construyó, en 1857, una estación de ferrocarriles, convirtiéndose en un barrio ferroviario y urbano. Años más tarde, en 1897, se construyó la estructura metálica que cubre el sector de los andenes [figura 1] que comenzó a definir la estructura arquitectónica del barrio (véase el plano del barrio recogido en la figura 2).



Figura 1.- Estación ferroviaria de Estación Central, construida en el año 1897. Fuente: Biblioteca Nacional de Chile, 2021.



Figura 2.- Izquierda: Plano de Santiago, año 1885. Derecha: Plano comuna Estación Central año 2021. Estrella indicando Estación ferroviaria y polígono ubicación de fábrica de gas. Fuente: Biblioteca Nacional de Chile, 2021

La compañía encargada de realizar el suministro y gestión de este servicio era la compañía de alumbrado "Urmeneta e Eastman" que, en 1865, se transformó en la sociedad anónima "Compañía de Gas de Santiago". La inauguración del servicio de alumbrado fue el año 1867, iluminando lo que hoy en día sigue siendo el Teatro Municipal de Santiago. En el año 1910 nació la Fábrica San Borja [figura 3], la cual aportó, junto con la Fábrica de San Miguel, gas a la ciudad, dado que la demanda del recurso aumentó notoriamente. Luego nació el primer gasómetro de 23.000 metros cúbicos que aportaba abastecimiento a la ciudad de Santiago. Desde 1922 ya se llevaban a cabo actividades deportivas y recreativas en la fábrica, junto

con establecimiento de consultorios médicos. En el año 1956 se iniciaron las plantas de inyección de gas licuado, mecanizando y automatizando las plantas de carbón y gas. En el año 2015, la Fábrica de San Borja, dio término a las operaciones industriales (Atisba 2020; Parque de los Gasómetros 2020).

No hubo ningún tipo de proyecto hasta el arribo de Empresas Gasco (empresa privada chilena del sector energético, con 160 años de historia, que comercializa el gas licuado y natural en Chile), con la idea del proyecto Parque de los Gasómetros 2020, cuya finalidad es aportar valor al legado de la fábrica de manera integral y sostenible.



Figura 3.- Fábrica de gas San Borja (año 1910 y actualidad). Fuente: Sitio oficial Parque de los Gasómetros en la red social Facebook, 2020.

En el año 2019 se presentó el proyecto Parque de los Gasómetros, dirigido por Empresas Gasco y la oficina de urbanismo Atisba, cuyo objetivo es poner en valor y salvaguardar a la antigua Fábrica de San Borja. El proyecto busca transformar el terreno abandonado en un lugar rodeado de áreas verdes para poder recorrer y disfrutar, junto con reconvertir algunas de las instalaciones en nuevos espacios para comercio local (CAR), puestos de comida o artesanías y distintos servicios para la comunidad (servicios para deporte y cultura, oficinas, etc., tal como recoge la figura 4).

Por otra parte, el proyecto Parque de Gasómetros tiene como fin que la sociedad pueda conectarse de alguna manera con el pasado, con lo que sucedió en la ciudad, dándole vida a los gasómetros y destacarlos como iconos urbanos (Atisba 2020; Parque de los Gasómetros 2020).

En el sitio oficial de Facebook del proyecto se pueden rescatar las siguientes citas extraídas de parte de su equipo directivo y de comunicaciones:

- “En Parque de los Gasómetros queremos desarrollar un nuevo barrio con espacios para vivir en torno a áreas verdes y sus gasómetros”.

- “En el pasado, la ex Fábrica era un lugar de encuentro para la comunidad. En Parque de los Gasómetros queremos recuperar esos espacios para los vecinos, a través de un área destinada a actividades recreativas y deportivas”.

- “Queremos que los vecinos de Estación Central tengan comercio y servicios cerca de los lugares donde viven. Por eso, Parque de los Gasómetros considera una zona con tiendas y almacenes con escala de barrio, además de espacios para trabajar”.

Dichas citas ponen el foco en la revitalización del área desde el punto de vista del diseño de una oferta habitacional, además de lúdica y cultural, intentando la generación de una nueva identidad del área bajo la marca Parque de Gasómetros, lo cual se consigue a través de la constante información en redes y medios de comunicación de los diferentes aspectos del proyecto.



Figura 4.- Mapa de proyecto Parque de los Gasómetros en Estación Central. Fuente: Página oficial Parque de los Gasómetros en Facebook, 2020.

Posicionamiento e imagen de marca como elemento de identificación urbana de barrios o distritos o geolocalizaciones

El concepto Imagen de Marca representa un importante aspecto en las actividades de marketing, siendo un activo que refuerza el valor de los productos, utilizado por las organizaciones para poder diferenciarse de sus competidores (Martínez *et al* 2005: 91; Ogba y Tan 2009: 133). Estas marcas creadas por las organizaciones o instituciones van evolucionando junto a ellas, pasando por diferentes cambios, pero llegan al punto de ser un valor de la misma empresa (Orozco y Roca 2011: 275).

Diferentes autores confirman que la creación de una imagen de marca, junto con una actitud de marca, ayuda a mejorar el valor de la marca misma, además de una gran satisfacción proveniente del consumidor y una posible lealtad del cliente/visitante (Faircloth *et al* 2001: 70; Ogba y Roca: 134). Se ha de considerar, por otra parte, que, la imagen de marca no es una construcción interna de la empresa, sino que es una materialización de lo que es percibido por una construcción mental de, por ejemplo, grupos de interés, por lo que es algo subjetivo (Orozco y Roca 2011: 275). Representan las percepciones emocionales o racionales de los consumidores, donde la calidad que se percibe es lo que el cliente está percibiendo de la calidad general de un producto/servicio (Ogba y Tan 2009: 134).

Los territorios con valor patrimonial han de generar diferenciación y, para ello, es importante trabajar en el posicionamiento e identificación de estos por parte del público objetivo al que se dirigen (Coca-Stefania 2014). A través del estudio realizado en Parque de Gasómetros se va a analizar la importancia de la generación de identidad del proyecto proponiendo beneficios sociales y psicológicos en la identidad de quienes componen el proyecto y, a su vez en la percepción de quienes lo visitan o disfrutan, dándole un sello único e imposible de replicar debida a la diferenciación e imagen de marca desarrollada.

En el marketing urbano una marca destino es el nombre del lugar y dichos destinos han de trabajar con el fin de crear una imagen de marca positiva e identificativa del lugar. En el caso del Parque de Gasómetros el nombre identifica, claramente, el origen industrial de la zona donde se desarrolló una actividad industrial en la ciudad creando así una identidad e imagen basada en el origen histórico, industrial y obrero de la zona.

Barrio Sustentable como componente de la identidad de marca de un lugar

Muchas ciudades se han centrado en la última década en buscar modelos estratégicos que les permitan un desarrollo económico y social sostenible. Son ejemplos destables el proyecto de recuperación y planificación urbana del barrio Wsltern Harbour, un parque industrial degradado del

puerto de en Malmö en el sur de Suecia o el proyecto 22@ barcelona que reinterpreta la función de antiguos tejidos industriales del barrio de Poblenou. Teniendo en cuenta la planificación integral y las políticas urbanas, estos ejemplos de proyectos, entre otros muchos, suponen una experiencia para tener en cuenta por ciudades de América Latina, que están sufriendo numerosos cambios urbanos y sociales en la actualidad.

La justificación de la presente investigación se fundamenta en que no existen, hasta la fecha, numerosas metodologías sistemáticas para gestionar adecuadamente patrimonio cultural industrial junto a desarrollo territorial y urbano sustentable (Bandarin y Van Oers 2012).

Las sociedades han decidido empezar por un diseño responsable y ecológico de los barrios, lo cual lleva al concepto de urbanismo y arquitectura sustentables. Estos conceptos incluyen el manejo de recursos naturales, económicos y humanos de manera responsable y ambientalmente amigable con el entorno (Hernández 2008: 301-302). Todo esto se debe al crecimiento exponencial de las poblaciones y ciudades, que ha llevado a una sobreexplotación de recursos naturales por parte de la población (Shi *et al* 2016: 973) y, además, a su pérdida de identidad.

En el último tiempo se ha estado revirtiendo el daño implementando una serie de programas de recuperación de barrios en Chile, siendo uno de los programas más exitosos "Quiero mi barrio", del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), el cual tiene un foco orientado la mejora de los barrios de manera integral, devolviéndole así la identidad a las poblaciones y respondiendo ante las necesidades de la comunidad y del medio ambiente (Blanco 2015: 210; Link *et al* 2017: 12; Valenzuela *et al* 2009: 286). La misma creación de barrios sustentables puede mejorar los diferentes ambientes que se dan en las localidades dado su actual contaminación y deterioro por el crecimiento urbano (Shi *et al* 2016: 973).

La iniciativa "Ciudades Saludables" lanzada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) pretende crear asentamientos más sustentables y ambientalmente amigables. Aparece así el concepto de Barrio sustentable o Barrio sostenible, concepto que proviene de la traducción del inglés de "sustainable neighborhood", considerando que las ciudades que trabajan en la construcción de dichos barrios conseguirán diversas ventajas tales como la reconstrucción y rescate de terrenos o sitios degradados o abandonados (Blanco 2015: 74-75), la mejora en la gestión de las ciudades y promoción del cuidado hacia el medio ambiente y la calidad de vida. Esa diferenciación consigue posicionar a ciudad y barrios bajo una imagen relacionada con la sostenibilidad de la que muchos lugares del mundo se benefician por su posicionamiento y diferenciación relacionada con la ubicación, la energía utilizada, la puesta en valor de zonas industriales degradadas etc., como ocurre en el barrio La Pinada en Valencia (único

proyecto español seleccionado para formar parte de Smart Sustainable Districts) o Mammurby en Stocolmo (Proyecto de reconversión de una zona industrial en el primer barrio *eco-friendly* Estocolmo).

Primož Medved (2017), define los ejes comunes en los que han de basarse el desarrollo de proyectos de barrios sostenibles:

- Transitabilidad a pie.
- Conexiones: las calles bien conectadas dispersan el tráfico y facilitan el paso a peatones.
- Variedad de edificaciones y usos: diferentes tipos de viviendas, oficinas y locales comerciales.
- Arquitectura de calidad y diseño urbanístico: énfasis en la estética y el confort humano.
- Estructura tradicional de barrio: espacio público en el centro, así como una delimitación muy clara de los límites del barrio y la zona central.
- Incremento de la densidad: más edificios, residencias, tiendas y servicios hacen del barrio un lugar interesante donde vivir.
- Transporte ecológico: movilidad sostenible basada en autobuses, tranvías y trenes.
- Sostenibilidad: buscar el mínimo impacto

medioambiental en el desarrollo urbano.

- Calidad de vida: todas estas opciones facilitan un estilo de vida enriquecedor y agradable.

El término “barrio sustentable” en Chile se encuentra en desarrollo, mediante estrategias activas que quieren avanzar hacia barrios sustentables. Una de estas iniciativas es el Parque de Gasómetros, donde se plantea un cambio de uso de suelo que permita construir viviendas y áreas verdes. El plan considera transformar estas casi 18 hectáreas en un barrio habitacional que integre comercio y servicios para la comunidad. La idea es que exista una escala de barrio, con tiendas y almacenes. Además, contaría con zonas para fomentar el deporte y la cultura, conservando y potenciando los gasómetros como elementos distintivos de la historia de la comuna y la ciudad. Por otra parte, un tercio del terreno sería destinado para viviendas, un 20% de las cuales serían de integración social para familias de la comuna.

Este proyecto nace ya bajo la marca de “barrio sustentable” como estrategia para posicionar y diferenciar el proyecto y como forma de identificación de este frente a otros proyectos urbanísticos de la ciudad basándose en conceptos como sostenibilidad, integración social, áreas verdes, densidad equilibrada o revitalización patrimonial (véase figura 5, que

¿Cómo se transforma una fábrica de gas en un barrio sustentable?
Sobre la transformación de una histórica fábrica de gas en Estación Central a un barrio sustentable, conversamos junto al urbanista Iván Poduje. El arquitecto Juan Saboagh, Premio Nacional de Arquitectura en 2002, nos cuenta del proceso de Núcleo Salud Ochagavía en sus cuatro años de vida.

VIERNES 2 DE OCTUBRE DE 2020

BARRIO SOSTENIBLE

parquedelosgasometros (lanos) hablando gasco el desarrollo de un Barrio Sustentable en Estación Central. Conoce nuestra visión actual.

4#ParqueGasómetros #BarrioSustentable #EstaciónCentral #Valpo #Vivienda

Desarrolla involucra 17 hectáreas en Estación Central: Gasco mira el negocio inmobiliario con proyecto en icónica fábrica de gas

Forma crucial una nueva sociedad que agrupará activos no estatales para su uso, que son los edificios energéticos.

30% de los edificios serán de uso residencial
30% de las 17 hectáreas se dedicarán a áreas verdes
3,3 hectáreas se dedicarán a áreas comerciales

¿Qué es un barrio sustentable para nosotros?

Es un tipo de barrio que se guía por los principios de la sustentabilidad. Que está llamado a aportar a la comunidad y que busca hacerlo con mirada de largo plazo.

Un barrio que respeta y cuida el entorno y al medio ambiente. Que combina distintos usos para aportar calidad de vida, facilitando la vida de barrio integral, con espacios para vivir, recrearse, disfrutar y satisfacer distintas necesidades en un solo lugar.

Un barrio sustentable rescata el pasado y se proyecta hacia el futuro. Que impulsa una nueva forma de hacer ciudad en Estación Central.

El concepto de barrio sustentable se asocia a los 5 atributos del proyecto PDLC.

Conoce más en www.parquedelosgasometros.cl



Figura 5.- Información en medios y redes en torno al posicionamiento de Parque Los Gasómetros como barrio sostenible/sustentable. Elaboración propia a partir de página de Instagram @parquedelosgasometros y fuentes de periódicos de Pauta FM y diario El Mercurio, 2020.

recoge post de la página de Instagram del proyecto y noticias sobre el proyecto que hacen referencia a dichos conceptos).

Metodología

Como se ha indicado con anterioridad, el objetivo de la presente investigación busca comprender los efectos de la recuperación y puesta en valor del patrimonio industrial y el uso de estrategias de marketing cultural y urbano relacionadas con la marca y el posicionamiento de dichos espacios como espacios sostenibles a nivel urbano. Para ello se revisa la literatura sobre recuperación del patrimonio industrial bien a través de su consolidación, recuperando su primitivo aspecto e imposibilitando su desaparición o bien a través de su renovación o reutilización para otros usos.

Se ha iniciado la exploración de la literatura con una revisión de todo el material oficial público de Parque de los Gasómetros. Por otra parte, se ha complementado la revisión anterior con un análisis notas de prensa y noticias vinculadas con el proyecto en un periodo concreto del año 2020, con el fin de crear una nube de palabras respecto a la imagen de marca que posee el proyecto. El objetivo de la creación de la nube de palabras es comprender el posicionamiento o la imagen de la marca "Parque de los Gasómetros" en la comunidad, representada a través de los medios de prensa.

La plataforma utilizada para la creación de la nube de palabras ha sido <https://www.nubedepalabras.es/>. Se realizó una búsqueda y recopilación de informes de medios de prensa, los que se han referido al proyecto en cuestión, para luego hacer un análisis de los titulares vinculados. En la tabla 1 se indican las fuentes. Esta técnica de creación de una nube de palabras permite tener una

percepción global de las ideas principales de lo que se está analizando, para este caso concreto se han seleccionado los más representativos en base a sus fuentes editoriales [figura 6]. Se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo del contenido, se han eliminado los conectores de cada frase y oraciones, para sólo centrar el análisis en palabras clave.

El criterio de búsqueda de titulares ha utilizado los siguientes filtros: 1) Sólo se han seleccionado titulares que hagan mención del Parque de los Gasómetros; 2) Las palabras clave de búsqueda han sido: Parque de los Gasómetros, 2021; 3) Únicamente se seleccionaron titulares dentro de las dos primeras páginas de búsqueda del motor de búsqueda arrojado por el buscador Google y 4) Exclusivamente se han considerado las noticias y titulares aparecidas en periódicos nacionales.

Titular	Fuente
¿Cómo se transforma una fábrica de gas en un barrio sustentable?	Página principal Parque de los Gasómetros. https://parquedelosgasometros.cl/parque-de-los-gasometros/
Gasco mira el negocio inmobiliario con proyecto en icónica fábrica de gas.	El Mercurio, Economía y Negocios. https://parquedelosgasometros.cl/gasometros-parque-de-los-gasometros-fabrica-de-gas-gasco-el-mercurio/
Nodo Metropolitano: Gasómetros de las artes circenses y teatrales.	Proceso, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. https://proceso.uchilefau.cl/2015/project/nodo-metropolitano-gasometros-de-las-artes-circences-y-teatrales/

Tabla 1.- Ejemplos de notas de prensa respecto al proyecto Parque de los Gasómetros. Elaboración propia.

Resultados

Se han analizado gráficamente los conceptos claves extraídos de las notas de prensa seleccionadas estratégicamente en base a su fuente editorial [figura 6]. Al revisar la nube de palabras de las notas y noticias analizadas, se extraen los conceptos principalmente asociados al proyecto, como barrio, gas, fábrica, proyecto, terreno, cambio, comuna (ayuntamiento), viviendas, gasómetros, Estación Central, Gasco y zona. Resultan ser los tópicos más utilizados y relevantes al crear contenido de prensa sobre lo que es el proyecto y su posicionamiento. La lógica de selección de esta técnica viene dada debido a que se permite observar gráficamente las opiniones de los diversos medios de prensa respecto a la iniciativa, por ende, se amplía la mirada más allá de lo que sólo dice el equipo organizador en sus canales de comunicación oficiales. Con todo ello se puede afirmar que se consigue un análisis neutral de la información generada para dar visibilidad al proyecto, incorporando los diversos puntos de vista y opiniones respecto al proyecto en cuestión.

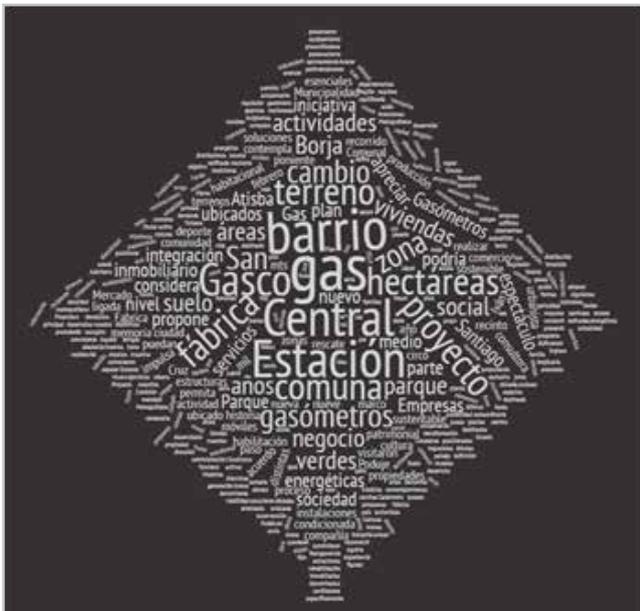


Figura 6.- Nube de palabras correspondientes a la recopilación de artículos de prensa disponibles sobre el proyecto Parque de los Gasómetros. Elaboración propia a través de nubedepalabras.es

Posteriormente se identificaron las plataformas digitales utilizadas por el proyecto con fin de potenciar la imagen de marca, a través de la comunicación y difusión. El proyecto utiliza como medio de comunicación formal las redes sociales de Facebook, cuenta creada el 17 de septiembre del año 2020, e Instagram [tabla 2], cuenta creada el 20 de agosto del año 2020. Se observa un mayor uso en la plataforma de Instagram.

Además, cuentan con sitio web oficial, el cual contiene información que se refiere a tópicos que inician desde de qué trata el proyecto, hasta la historia de los gasómetros y la opción de tomar contacto con los responsables para recibir más información (<https://parquedelosgasometros.cl/>).

Red Social utilizada	Número de publicaciones a la fecha (abril 2021)	Número de seguidores a la fecha (abril 2021)
Instagram	84	548
Facebook	22	122

Tabla 2.- Redes sociales utilizadas por el proyecto. Elaboración propia a partir de páginas de Facebook e Instagram (abril 2021)

El proyecto cuenta con logotipo oficial que fortalece el desarrollo de su imagen de marca y permite a la comunidad identificar en concreto al nuevo barrio Parque de los Gasómetros. Este logotipo consiste en dos gasómetros con una base verde que da a entender que es un área verde que rodea estas dos construcciones. Es un diseño simple que transmite la idea principal del proyecto, que es la revitalización de los gasómetros [figura 7].

Los resultados del análisis de las fuentes secundarias, anteriormente analizadas en las nubes de palabras, muestran las diferentes funciones que ha de cumplir una marca, en este caso Parque de los Gasómetros:



Figura 7.- Plano y logotipo oficial del proyecto Parque de los Gasómetros. Fuente: Sitio oficial <https://parquedelosgasometros.cl/>, 2020

- Identificación de la zona o barrio: En el caso de Barrio San Borja Parque de los Gasómetros, la delimitación geográfica resulta clara.

- Valor de la personalización: es el primer caso a nivel latinoamericano en poner en valor el patrimonio industrial de un antiguo gasómetro, para transformarlo en barrio sustentable.

- Utilidad de selección por parte de los usuarios: Barrio San Borja, está en proceso de transformación para convertirse en un barrio sustentable.

- Garantía: La marca cuenta con el apoyo y respaldo de la compañía Gasco, la cual busca salvaguardar, escuchar opiniones de las consultas a vecinos de la comunidad.

- Valor Lúdico: Tendrá una sección especialmente dedicada a cultura y deportes.

Por otra parte, Parque de los Gasómetros como proyecto, desde sus inicios ha buscado la cercanía y estar abierto a la comunidad. Esto viene reflejado en algunas de las acciones concretas que se han llevado a cabo respecto a vinculación con los habitantes de Estación Central (Facebook Oficial Parque de los Gasómetros 2021), como realización de talleres diagnóstico que realiza el proyecto con la Junta de Vecinos N°1 Patria Nueva, Comité de Adelanto Manuel Thompson y otros entes, la invitación a la Asociación de Oficinas de Arquitectos de Chile a visitar la ex fábrica de gas o la invitación a representantes de La Ruta Mayor (programa que apoya emocionalmente a vecinos y vecinas mayores de 60 años).

Conclusiones

Uno de los principales proyectos de recuperación del patrimonio industrial es la reconversión o reutilización de dicho patrimonio para usos distintos al original, tal como ha ocurrido en el caso de estudio de esta investigación: el Parque de los Gasómetros en Santiago de Chile.

El presente trabajo estudia cómo, a través del desarrollo estratégico de un barrio sustentable en un barrio con un patrimonio industrial puesto en valor se puede fortalecer la imagen de marca de barrio, que anteriormente no poseía ningún desarrollo relacionado con sostenibilidad ni cultura desarrollo artístico. El presente artículo estudia, así, el Parque de los Gasómetros como caso de recuperación y puesta en valor del patrimonio industrial de una antigua fábrica de gas que se ha transformándose en el primer barrio sustentable de Santiago de Chile.

Se ha analizado la imagen de marca que está desarrollando el nuevo barrio, a través de análisis de contenidos extraídos de una nube de palabras que ha sido confeccionada con medios de prensa en base a parámetros previamente establecidos, junto con análisis del logotipo oficial y algunos comentarios comunicados por el Parque de los Gasómetros a la comunidad a través de sus redes sociales oficiales. Los principales resultados del contenido extraído del análisis de nube de palabras concluyen que

la imagen del proyecto está asociada a las ideas de barrio, proyecto, cambio o comuna (palabras relacionadas con lo que se considera un barrio sostenible a nivel social, especialmente).

En lo que respecta a la creación de imagen, en base a los parámetros previamente definidos para el análisis de titulares, se observa que la presencia mediática ha sido alta, que Parque de los Gasómetros Barrio se ubica en una zona geográfica delimitada, posee alto valor de personalización, presenta utilidades para usuarios y visitantes, una garantía de marca sostenible y posee un logotipo oficial y una marca diferenciada.

Se concluye que la salvaguarda del patrimonio industrial junto con el desarrollo de la nueva marca Parque de los Gasómetros está siendo un aporte a tanto para los habitantes como para la revitalización y conservación patrimonial de una ex-fábrica que por años estuvo en desuso, desarrollando a su vez integración social y densidad equilibrada en el uso de suelo.

El trabajo empírico representa un caso práctico y se prueba en un caso único. Para superar esta limitación, la investigación futura podría incluir otros casos para comparar y validar nuestro modelo en otros proyectos diferentes. El análisis realizado en Parque de los Gasómetros se puede replicar en otros distritos o áreas con patrimonio industrial a recuperar, lo que representa una contribución desde el punto de vista metodológico.

Referencias

- AGUILAR, I. (2002). Arquitectura industrial, testimonio de la era de la industrialización. *Bienes Culturales. Revista del Instituto del Patrimonio Histórico Español*, 7: 71-103.
- ARNET, V. (2014). El patrimonio industrial como elemento reactivador de las ciudades intermedias chilenas. El caso de Valdivia. *Revista Diseño Urbano y Paisaje*, 10 (27): 19-28.
- ATISBA (2020). Histórica fábrica de gas dará paso a barrio sustentable. <http://www.atisba.cl/2020/09/historica-fabrica-de-gas-dara-paso-a-barrio-sustentable/>
- BANDARIN, F. Y VAN OERS, R. (2012). *The Historic Urban Landscape: Managing Heritage in an Urban Century*. Chichester: Wiley-Blackwell, 280.
- BIBLIOTECA NACIONAL DE CHILE. El Barrio Estación Central (1857). Memoria Chilena. Disponible en <http://www.memoria-chilena.gob.cl/602/w3-article-31425.html#imagenes>. [Consulta: 16/1/2021].
- BLANCO, J. P. (2015). Panorama teórico y tendencias contemporáneas de Barrios Sustentables. Especulaciones en torno a un modelo de desarrollo para Chile. *Revista de Urbanismo*. Santiago de Chile. 32: 70-86.

- COCA-STEFANIAK, J. A. (2014). Place branding and city centre management: Exploring international parallels in research and practice. *Journal of Urban Regeneration and Renewal* 7(4): 363-369.
- DOMÍNGUEZ, M. (2020). La torre del gas Lebon saldrá de su decadencia. Editorial Prensa Valenciana, S.A. <https://www.levante-emv.com/valencia/2020/11/08/torre-gas-lebon-saldra-decadencia-22546417.html>
- EDWARDS, J. A. Y COIT, J. C. L. (1996). Mines and quarries. *Annals of Tourism Research*, 23(2): 341-363. [https://doi.org/10.1016/0160-7383\(95\)00067-4](https://doi.org/10.1016/0160-7383(95)00067-4)
- EL MERCURIO (2020). Gasco mira el negocio inmobiliario con proyecto en icónica fábrica de gas. Parque de los Gasómetros. <https://parquedelosgasometros.cl/gasometros-parque-de-los-gasometros-fabrica-de-gas-gasco-el-mercurio/>
- EMPRESAS GASCO (2019). <http://www.empresasgasco.com/>
- FAIRCLOTH, J. B., CAPELLA, L. M. Y ALFORD, B. L. (2001). The Effect of Brand Attitude and Brand Image on Brand Equity. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 9(3): 61-75. <https://doi.org/10.1080/10696679.2001.11501897>.
- FIORINO, L., LANDOLFO, R. Y MAZZOLANI, F. M. (2015). The refurbishment of gasometers as a relevant witness of industrial archaeology. *Engineering Structures*, 84: 252-265. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2014.11.035>
- JONSEN-VERBEKE, M. (1999). Industrial heritage: A nexus for sustainable tourism development. *Tourism Geographies*, 1(1): 70-85. <https://doi.org/10.1080/14616689908721295>
- KERSTETTER, D., CONFER, J. y BRICKER, K. (1998). Industrial Heritage Attractions: Types and Tourists. *Journal of Travel and Tourism Marketing*, 7(2): 91-104. https://doi.org/10.1300/j073v07n02_05
- LINK, F., MORA, R., GREENE, M. Y FIGUEROA, C. (2017). Patrones de sociabilidad en barrios vulnerables: dos casos en Santiago, Chile. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 27(3): 9-18. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=748/74853485002>
- MARTÍNEZ, E., GUTIÉRREZ, T. Y PINA, J. (2005). Propuesta de medición de la imagen de marca: un análisis aplicado a las extensiones de marca. RAE: *Revista Asturiana de Economía*, 33: 89-112.
- MEDVED, P. (2017). Leading sustainable neighbourhoods in Europe: Exploring the key principles and processes. *Urbani Izziv* 28(1): 107-121. <https://doi.org/10.5379/urbani-izziv-en-2017-28-01-003>
- NUBE DE PALABRAS. <http://www.nubedepalabras.es>
- OGBA, I. Y TAN, Z. (2009). Exploring the impact of brand image on customer loyalty and commitment in China. *Journal of Technology Management in China*, 4(2): 132-144. <https://doi.org/10.1108/17468770910964993>
- OROZCO, J. Y ROCA, D. (2011). Construcción de imagen de marca y reputación a través de campañas publicitarias de RSC. *Sphera Pública*, (11): 273-289. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=297/29729580016>
- PARQUE DE LOS GASÓMETROS (2020). ¿Cómo se transforma una fábrica de gas en un barrio sustentable? <https://parquedelosgasometros.cl/parque-de-los-gasometros/>
- RAHOLA, E. (1998). Recuperación y uso del patrimonio industrial. *Ábaco*, (19): 11-18. <http://www.jstor.org/stable/20796398>
- SHI, Q., YU, T., ZUO, J. Y LAI, X. (2016). Challenges of developing sustainable neighborhoods in China. *Journal of Cleaner Production*, 135: 972-983. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.016>
- TARTÁS, C. Y GURIDI, R. (2016). "Los gasómetros del Zollverein: historia de una recuperación singular". *Cuaderno de Notas*, 0(17): 37-48. <https://dx.doi.org/10.20868/cn.2016.3481>
- VALENCIA BONITA (2020). Valencia recuperará los restos del gasómetro del jardín del Parque Gas Lebon. <https://www.valenciabonita.es/2017/09/22/el-gasometro-del-jardin-del-parque-gas-lebon-de-valencia/>. [Consulta: 18/12/2020].
- VALENZUELA, L., JUSTINIANO, C., ARAOS, C. Y KATZ, K. (2009). Sustentabilidad en espacios colectivos de barrios vulnerables: Lineamientos para una política de espacios públicos, directrices de gestión, diseño y mantenimiento. *Boletín CF+S* 42/43: 285-299.

Autor/es



Stefania Pareti Petruccelli
 s.pareti@uandresbello.edu
 Facultad de Economía y Negocios.
 Universidad Andrés Bello, Chile

Doctora en Economía y Gestión de Empresas de la Universidad de Alcalá. Reside en Santiago de Chile y dentro de Chile se desempeña como Investigadora y docente de la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad del Desarrollo y Andrés Bello Chile, en programas de Pre y Postgrado. Es docente también en la Universidad Diego Portales para la Facultad de Comunicaciones y Letras. Es docente además de ESAN Business School, Perú. Su línea de investigación principal es Cultura y Patrimonio, Geografía Humana, Marketing y Urbanismo. Ha sido invitada como Investigadora Visitante a la Facultad de Economía Geográfica de la Universidad de Leibniz en Hannover Alemania y a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Bauhaus en Weimar Alemania. Pertenece al grupo de Investigación NEO Research Group de la Pontificia Universidad Católica del Perú, es Investigadora Asociada del Instituto de Investigaciones Socioeconómicas, IISec-

UCB. Universidad Católica Boliviana San Pablo, La Paz. Participa activamente como expositora en diversos congresos de carácter internacional centrados en temas de Conservación, Patrimonio, Cultura y Urbanismo.



Irene Kraft Gutiérrez

i.kraftgutierrez@gmail.com

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal,
Pontificia Universidad Católica de Chile

Artículo enviado el 20/01/2021

Artículo aceptado el 13/05/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.889>

Investigadora egresada de Agronomía e Ingeniería Forestal, con la especialidad Gestión Ambiental, en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Habla tres idiomas: inglés avanzado, español y alemán nativo. Realizó su práctica profesional en la consultora ambiental Centro de Ecología Aplicada Ltda. Actualmente trabaja como ayudante corrector de cursos de Marketing en Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil Industrial y Facultad de Economía y Negocios, Escuela de Ingeniería Comercial, Universidad Andrés Bello. Ha sido asistente en terreno de proyectos de ecología con roedores en la Reserva Nacional los Queules (Región del Maule) y guanacos en Altos de Cantillana (Región Metropolitana) (Universidad de Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile, respectivamente). Dentro de sus intereses se encuentra la fotografía y observación de aves.



Blanca García Henche

Blanca.garcia@uah.es

Facultad de CCEE y Turismo. Universidad de
Alcalá

Blanca García Henche es doctora en Ciencias Económicas y Empresariales y profesora e investigadora del Área de Comercialización e Investigación de Mercados de la Universidad de Alcalá, especialista en Marketing Turístico. Sus principales campos de investigación son el turismo experimental y el marketing de destinos culturales. Sus investigaciones han sido publicadas en varias revistas académicas (C. de Turismo, Conservar Patrimonio, Frontiers in Psychology o Sustainability) y en libros y capítulos de libro de editoriales de prestigio académico (ESIC-Pirámide, AGE, Marcial Pons, CISS Wolters Kluwer, etc.). Participa activamente como expositora en diversos congresos de carácter internacional centrados en temas de Turismo, Patrimonio, Cultura y Urbanismo (INVTUR, INCUNA, AEDEM o CITURDES.) Ha prestado servicios de consultoría sobre liderazgo y marketing turístico a organizaciones públicas y privadas como Promotur, TurEspaña o Ayuntamiento de Madrid.

Aproximación al contexto de producción de la obra pictórica “Milagro de la Virgen de Guápulo en su Santuario”, atribuida a Miguel de Santiago (Siglo XVII)

Martha Elizabeth Romero, Michelle Carolina Mármol, Carlos Andrés Vásquez, Fernando Espinoza, Rita del Consuelo Díaz, Edgar Santamaría Robles

Resumen: La obra “Milagro de la Virgen de Guápulo en su Santuario” fue estudiada como un registro histórico de la época desde una perspectiva multidisciplinaria donde convergen la historia del arte, el arte y las ciencias experimentales, para comprender los aspectos tecnológicos involucrados en su factura. Con el uso combinado de técnicas analíticas no invasivas como IRFC y FRX y la mínima extracción de muestras para análisis por FTIR y MEB-EDX se identificaron diez pigmentos/colorantes y se dilucidaron las secuencias técnico pictóricas empleadas por su artífice. El lenguaje simbólico, la calidad y costo de los materiales usados, así como la valía del ejecutante determinaron el alto prestigio y dignidad de la obra.

Palabras clave: Miguel de Santiago, pigmentos, FRX, FTIR-ATR, IRFC, MEB-EDX, técnica pictórica, sección transversal

Approach to the production context of the paint “Milagro de la Virgen de Guápulo en su Santuario”, attributed to Miguel de Santiago (17th century)

Abstract: The work “Milagro de la Virgen de Guápulo en su Santuario” was studied, as a historical record, from a multidisciplinary perspective. Art history, art and experimental sciences converged in this study to understand the technological aspects involved in its manufacture. With the combined use of non-invasive analytical techniques such as IRFC and FRX, and the minimal extraction of samples for analysis by FTIR and SEM-EDS, ten pigments/colorants were identified and the technical pictorial sequences used by the artist were elucidated. The symbolic language in use, the quality and cost of the materials involved, as well as the value of the individual artist who created it determined the prestige and dignity of the work.

Keyword: Miguel de Santiago, pigments, XRF, FTIR-ATR, IRFC, SEM-EDS, painting technique, cross section

Aproximação ao contexto de produção da obra pictórica “Milagre da Virgem de Guápulo no seu Santuário”, atribuída a Miguel de Santiago (séc. XVII)

Resumo: A obra “Milagre da Virgem de Guápulo no seu Santuário” foi estudada como um registro histórico da época numa perspetiva multidisciplinar onde convergem a história da arte, a arte e as ciências experimentais, para compreender os aspetos tecnológicos envolvidos na sua obra. Com o uso combinado de técnicas analíticas não invasivas como IRFC e XRF e a extração mínima de amostras para análise por FTIR e SEM-EDX, identificaram-se dez pigmentos / corantes e elucidaram-se as sequências técnico-pictóricas empregues pelo seu artista. A linguagem simbólica, a qualidade e o custo dos materiais utilizados, bem como o valor do executante determinam o prestígio e a dignidade da obra.

Palavras-chave: Miguel de Santiago, pigmentos, XRF, FTIR-ATR, IRFC, SEM-EDX, técnica pictórica, seção transversal

Introducción

El arte es un lenguaje simbólico creado por un autor, condicionado por su entorno social-cultural y ambiental, es una expresión de la sensibilidad humana, ejecutado con una finalidad estética y también comunicativa en la que converge un entramado de múltiples aspectos formales y subjetivos (Benjamin 1936; Hauser 1974).

En este sentido, las obras pictóricas son un reflejo de los acontecimientos políticos, sociales o culturales de la época en que se enmarca su producción y su estudio debe afrontarse desde un enfoque transdisciplinar, con la mirada abierta, observando la totalidad de los aspectos desde nuestra limitación humana, para desde ahí generar conocimientos más significativos y que trasciendan una visión reduccionista, tal como lo menciona Edgar Morín en sus teorías. (Morin 1990).

En el estudio de los materiales y técnicas en la pintura colonial andina cabe resaltar el trabajo interdisciplinario y la metodología desarrollada por Siracusano y su equipo, quienes conciben la dimensión material de los objetos artísticos como un documento histórico de las prácticas pasadas. (Siracusano 2005) En el caso del Ecuador, tradicionalmente las obras pictóricas se han estudiado siguiendo criterios estéticos, históricos, culturales y de conservación en forma aislada. Pero estudios recientes han presentado nuevas perspectivas para el análisis del arte colonial y decimonónico, resaltando la importancia de la materialidad y han proporcionado nueva información sobre la circulación, intercambio y comercio de materiales (Estebarez 2011; Webster 2016; Webster 2017; Bermeo 2019). Lo cual evidencia, que hasta el momento no ha existido un diálogo entre la investigación documental y teoría de la historia del arte y la investigación experimental, que permita profundizar en el conocimiento de las prácticas culturales asociadas a su producción.

Por otro lado, la naturaleza única e invaluable de las obras pictóricas impone varias restricciones al uso de las técnicas analíticas a emplearse, especialmente cuando se requiere extraer muestras, las cuales siempre están restringidas en número y localización. Tradicionalmente, el primer paso para su análisis es la preparación del corte transversal de la muestra, seguido del análisis microquímico por medio de técnicas analíticas convencionales como: microscopía óptica, espectroscopia de energía dispersiva de rayos X y espectroscopía Infrarroja con transformadas de Fourier (La Russa *et al.* 2009; Duran *et al.* 2010; Doleżyńska-Sewerniak, E y Klisińska-Kopacz, A. 2019).

El desarrollo de equipos de análisis no invasivo como el sistema de imágenes multiespectrales o el analizador de fluorescencia de rayos X (FRX), facilitan el desplazamiento del equipo hasta la obra y un mayor número de mediciones sin necesidad de la toma de muestras (Doleżyńska-Sewerniak, E & Klisińska-Kopacz, A. 2019; Barbu *et al.* 2016; Gargano, M. *et al.* 2020). No obstante, estas técnicas no

proporcionan información de la totalidad de los estratos que conforman la obra, lo que restringe el discernimiento de aspectos relacionados con las secuencias de elecciones y operaciones que ejecutó el artista. Por lo que sin lugar a dudas, las técnicas no invasivas no pueden reemplazar aquellas que demandan la extracción de muestras, y viceversa, de modo que es preciso combinarlas para conseguir la mayor cantidad de información con la menor cantidad de muestras extraídas.

El presente estudio pone a prueba una metodología transdisciplinar donde convergen las ciencias experimentales, el arte y la historia del arte, para indagar sobre el contexto de producción de la obra pictórica "Milagro de la Virgen de Guápulo en su Santuario", atribuida a Miguel de Santiago (Siglo XVII). Parte del análisis de las representaciones simbólicas que grafican el mundo social en el que se desarrolló el autor de la obra; para continuar con el análisis de la materialidad con el uso combinado de técnicas no invasivas y la mínima extracción de micro muestras para conocer sobre los materiales, elecciones técnicas y acciones físicas que se dieron en el proceso de elaboración. Finalmente, los resultados obtenidos se contrastarán con los manuales de pintura de época y otros trabajos de investigación sobre el uso de pigmentos en la región andina, situar la obra en un contexto más amplio.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de esta investigación, fue necesario diseñar y poner a punto una metodología que involucre la transdisciplina a lo largo de todo el proceso, donde se practique un diálogo constante entre la historia del arte y las ciencias experimentales, como dos ramas del saber que se complementan mutuamente, con la finalidad de aportar al conocimiento de las prácticas culturales involucradas en la ejecución de la obra pictórica.

La metodología analítica da preferencia al uso de técnicas no destructivas como la espectroscopia Infrarrojo Falso Color (IRFC) y la espectroscopia de fluorescencia de rayos X (FRX); y la toma de 3 micromuestras para el análisis de los estratos por espectroscopia dispersiva de rayos X acoplado a un microscopía electrónica de barrido (MEB-EDX) y espectroscopia infrarroja con transformadas de Fourier y ATR (FTIR-ATR).

El análisis prospectivo Infrarrojo Falso Color (IRFC) es un método móvil y no invasivo que utiliza la superposición de ondas infrarrojas al espectro visible, para alterar el color y dar un falso tono a la gama visible de color, con el uso de herramientas digitales de imagen. Se usó una cámara réflex Nikon D800 modificada, filtros infrarrojo de 1000 nm y visible de 540 nm. Se acondicionó un ambiente oscuro y espacioso, cuya iluminación se obtuvo por una fuente incandescente externa. El tratamiento de la imagen se realizó con un software de edición de imágenes. (Cosentino 2013; Teke *et al.* 2011).

Fluorescencia de Rayos X (FRX) Se utilizó un equipo portátil de fluorescencia de rayos "X" (FRX), marca Bruker Tracer modelo III SD, para determinar la composición elemental de los pigmentos. Se colocó el equipo directamente sobre el color a analizar de forma perpendicular. Las lecturas se tomaron por 180 segundos, sin usar filtros y los espectros se interpretaron de manera cualitativa, usando el software ARTAX.

Espectroscopía infrarroja con transformadas de Fourier y reflectancia total atenuada (FTIR-ATR). Los materiales de naturaleza orgánica e inorgánica como pigmentos, colorantes naturales y aglutinantes se identificaron por FTIR-ATR. Esta técnica se realiza con un equipo de espectroscopia infrarroja con Transformadas de Fourier marca Jasco Modelo 4200 utilizando un accesorio de Atenuación Total Reflejada ATR. El rango de lectura es de 550 a 4000 cm^{-1} . Las lecturas se realizan en porcentaje de transmitancia.

El microscopio electrónico de barrido utilizado tienen una sonda de energía dispersiva para el microanálisis puntual con rayos x, se emplea para la observación de estructuras con el fin de lograr una caracterización química elemental o para definir morfología característica. Las condiciones empleadas fueron a una presión de 55 Pa., a una distancia de trabajo de 10 mm, una energía de 20.0kW. Se empleó para la obtención de imagen un detector de electrones retrodispersados y para la composición química un detector de rayos X.

Contexto histórico y cultural

La obra en estudio no tiene referencia iconográfica de grabados u obras europeas, es una creación del autor y responde a un registro histórico, sucedido en un tiempo y espacio determinados, a través del cual se pone de relieve un acontecimiento altamente simbólico, que involucró a los poderes religiosos y civiles locales. Ocurrió en la iglesia del monasterio de Guápulo, el cual fue emplazado estratégicamente hacia la entrada de la Amazonía e instaurado allí para ejercer el poder político y religioso sobre la población indígena establecida en ese sector y sus alrededores (Salgado Gómez 1997: 37). La ceremonia transcurrió a los pies del Altar de la Virgen de Guápulo, imagen que debido a los constantes "favores y milagros obrados", fue objeto de un mayor y más intenso culto, por lo que indudablemente jugó un papel relevante en la evangelización de la población nativa local, a quienes se debía transmitir los dogmas, las verdades teológicas y toda la doctrina de la iglesia contrareformista, facilitando su proceso de adoctrinamiento.

Por lo tanto, la escena responde a una época, donde los símbolos propagados por la Contrarreforma fueron la fuente de representaciones visuales, que buscaban legitimar no solo una religión unificadora reformada, la católica, sino además el poder dinástico real de los Austrias, quienes basaron su modelo de regencia en la religión católica (Pascual Chenel 2013). Elementos que determinaron el orden político de una sociedad colonial, que fue influenciada con el uso de imágenes

religiosas que tenían la capacidad de expresar sentimientos y pasiones, pero también formas de espiritualidad, como la fe, la paz, la misericordia y que inspiraron el fervor religioso (Terán 2009).

La ejecución de la obra "*El Milagro de la Virgen de Guápulo*" rompe una forma de trabajo habitual de los pintores de la época y pone de manifiesto, la madurez artística, la creatividad, la capacidad de síntesis y la armonización de las figuras que están siendo plasmadas sobre el lienzo y que representan una ceremonia religiosa de alto simbolismo y que es captada con lujo de detalle, al punto de individualizar a los personajes, por Miguel de Santiago. Personaje quien, siendo hijo natural de madre y padre indígenas, fue declarado maestro pintor a una edad temprana (23 a 25 años) y fue capaz de mantener un obrador con suficiente cantidad de oficiales, y abastecido de variados materiales y herramientas para satisfacer los encargos de las órdenes religiosas dentro y fuera del territorio de la Audiencia de Quito (Estebaranz 2013; Estebaranz 2011).

Si analizamos la obra pictórica desde su lenguaje simbólico y la leyenda que reza al pie del cuadro^[2] [figura 1], podemos admirar en primer lugar el poder divino representado por la Virgen María en su nicho central superior; a cuyos pies se representan los diversos estamentos sociales diferenciados, reflejo de la sociedad imperante de la época. Tanto las autoridades que ostentan el poder civil y religioso, ocupan los sitios de mayor privilegio y más próximos al altar, entre las que están presentes el Obispo (Agustín Duarte) y un grupo de autoridades religiosas; luego se representaron a las autoridades civiles y administrativas de la Audiencia de Quito y del Cabildo, liderados por el presidente don Martín de Arriola, con vestimenta larga de color negro y golilla blanca, propio de los oidores y demás autoridades, quienes estuvieron ubicados un escalón más abajo. Separados por una balastrada corrida que divide el área del altar mayor, estuvieron los demás personajes civiles y religiosos que asistieron a la ceremonia. En la primera fila los religiosos vinculados al conocimiento (universidades) identificados por su vestimenta. Le siguen en orden de importancia los clérigos de las diferentes órdenes religiosas y finalmente, los demás personajes de elite social local. Mientras que al frente, se ubica un escaso número de mujeres recubiertas con velos negros (De la Puerta 2008; Vargas 1959), de las que no se puede definir su identidad social, pero que debieron estar estrechamente relacionadas con el culto a la Virgen y el servicio de la iglesia (beatas).

Caracterización de materiales

En la [tabla 1] se exponen los pigmentos y colorantes identificados por las diferentes técnicas analíticas.

—Preparación del soporte

Está formada por tres estratos. La primera capa de la preparación estaba reducida a ligeras manos de cola animal

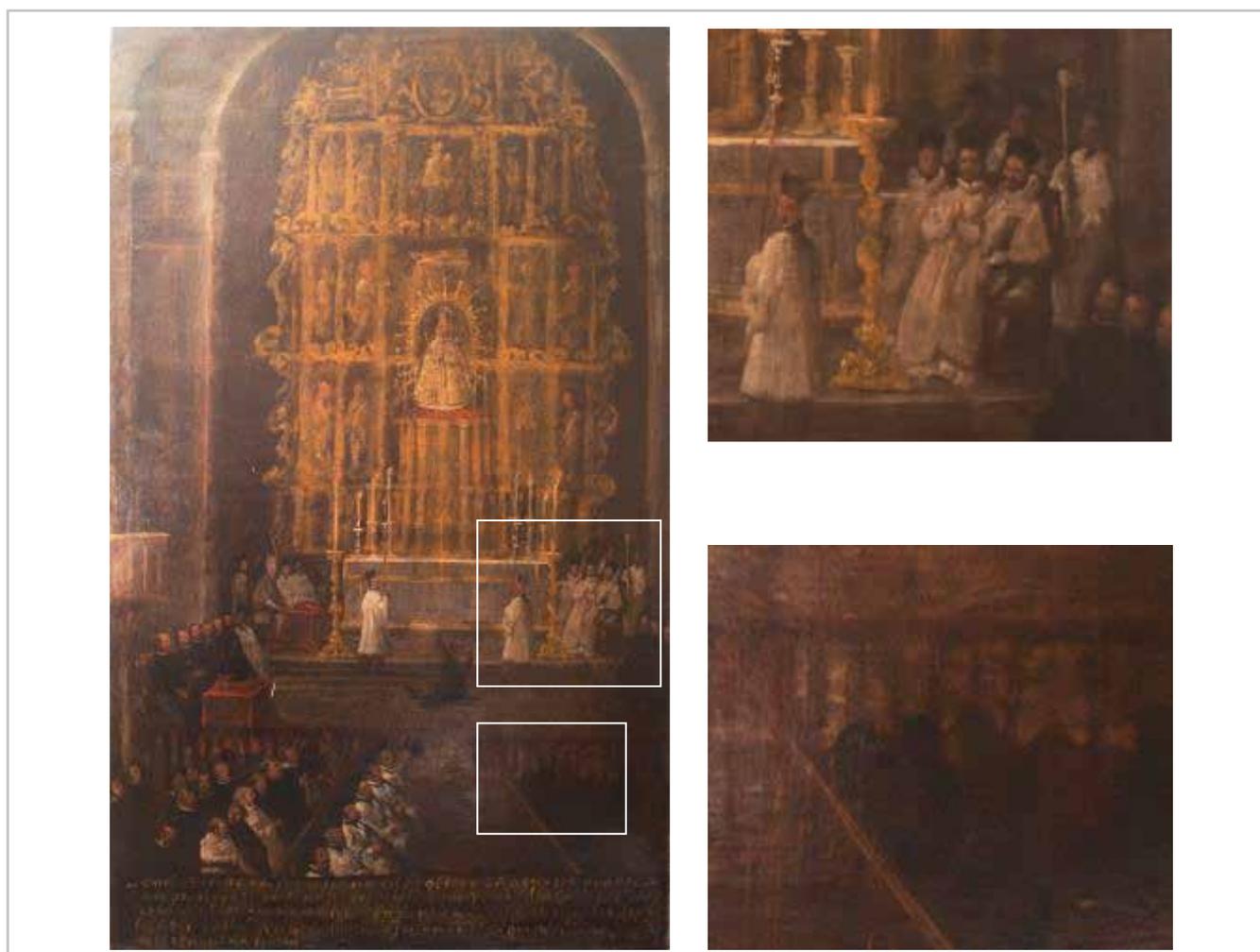


Figura 1.- El milagro de la virgen en el santuario. Autor: Carlos Vásquez, INPC..

Colores	Técnicas de Análisis			Materiales
	IRFC	FTIR-ATR	FRX/SEM	
Amarillo	Pardo	3540.67 cm ⁻¹ (Pb-O) 1394.28 cm ⁻¹ (O=CO)	Pb	Masicote
	Verde lechoso	1644 cm ⁻¹ (O=C) 1459 cm ⁻¹ (O=CO) 1009 cm ⁻¹ (C-O)	-	Gualda/ancorca/arzica
	Café amarillento	1000 cm ⁻¹ (Fe-O) 915 -890 cm ⁻¹ (Fe-O) 780 cm ⁻¹ .	Fe	Siena natural
Rojo	Café Rojizo	1023.05 cm ⁻¹ (Fe-O)	Fe	Ocre Rojizo
	Anaranjado	3821.26 cm ⁻¹ (Pb-O) 1405.85 cm ⁻¹ (O=CO)	Pb	Minio
	Rojo	3747.01 cm ⁻¹ (Hg -S) 1018.23 cm ⁻¹ (S-S)	Hg, S	Cinabrio/Bermellón
	Rosaceo verdoso	1627 cm ⁻¹ (O=C) 1453 cm ⁻¹ (O=CO) 1333 cm ⁻¹ (HOC=O) 1005 cm ⁻¹ (C-O)	-	Carmín
Café	Café Rojizo	1021.12 cm ⁻¹ (Fe-O)	Fe	Siena Tostada
Negro	Negro	-	C	Negro de humo
Blanco	Blanco	3534 cm ⁻¹ (Pb-O) 1725 cm ⁻¹ (HO-C=O) 1391 cm ⁻¹ C-O y 839 cm ⁻¹ (C-C)	Pb	Blanco de plomo

Tabla 1.- Resultados de los análisis globales de la obra. Autor: Martha Romero, INPC.

cubierta de una imprimación coloreada de doble capa. El análisis por FTIR develó que la primera capa está compuesta principalmente de tierra de sombra natural y blanco de plomo usado como secante. El segundo estrato es de mayor tamaño y es de siena tostada (Fe_2O_3) con minio (Pb_3O_4) como secante.

Pigmentos y colorantes

Tres tipos de pigmentos/colorantes amarillos fueron usados por el maestro en la obra [figura 2a]: ocre amarillo ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), masicote (PbO) y laca de gualda. Las imágenes IRFC manifiestan un color verde lechoso en la mayor parte de la obra, consistente con la laca de gualda, mientras que en las molduras e iluminaciones del retablo son visibles ciertas tonalidades que sugieren la presencia de ocre y masicote [figura 2b].

Los espectros FTIR de la fase orgánica, consintieron la identificación de luteína, un flavonoide [1] responsable del color del gualda también conocido como ancorca o arzica, detectado por las bandas de absorción debidas a

grupos carbonilos de aldehídos (HO-C=O) en 1732 cm^{-1} , cetonas (O=C) en 1610 cm^{-1} , éster (O=CO) a 1320 y 1230 cm^{-1} y alcoholes (C-O) entre 1098 a 1009 cm^{-1} [figura 2c]. (Iacopo *et al.* 2020)

La fase inorgánica soluble en agua, mantiene algunas sales suspendidas, que en concentraciones adecuadas permitió identificar los óxidos de hierro y de plomo, quien al estar más abundante fue identificado en el color dorado, con picos a 1730 cm^{-1} y 1400 cm^{-1} (Pb-O) [figura 2d].

Cuatro pigmentos/colorantes rojos fueron usados en los encarne, telas, en la base del nicho de la virgen y en las llamas de los cirios: carmín, siena tostada ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MnO}_2$), ocre rojizo (Fe_2O_3) y cinabrio/bermellón (HgS) [figura 3a, 3c]. En las imágenes IRFC se puede apreciar la ubicación de los materiales y la forma de uso. No obstante, solo los análisis instrumentales permitieron un mayor discernimiento. [figura 3b, 3d]

La FTIR-ATR permitió constatar la presencia de carmín en

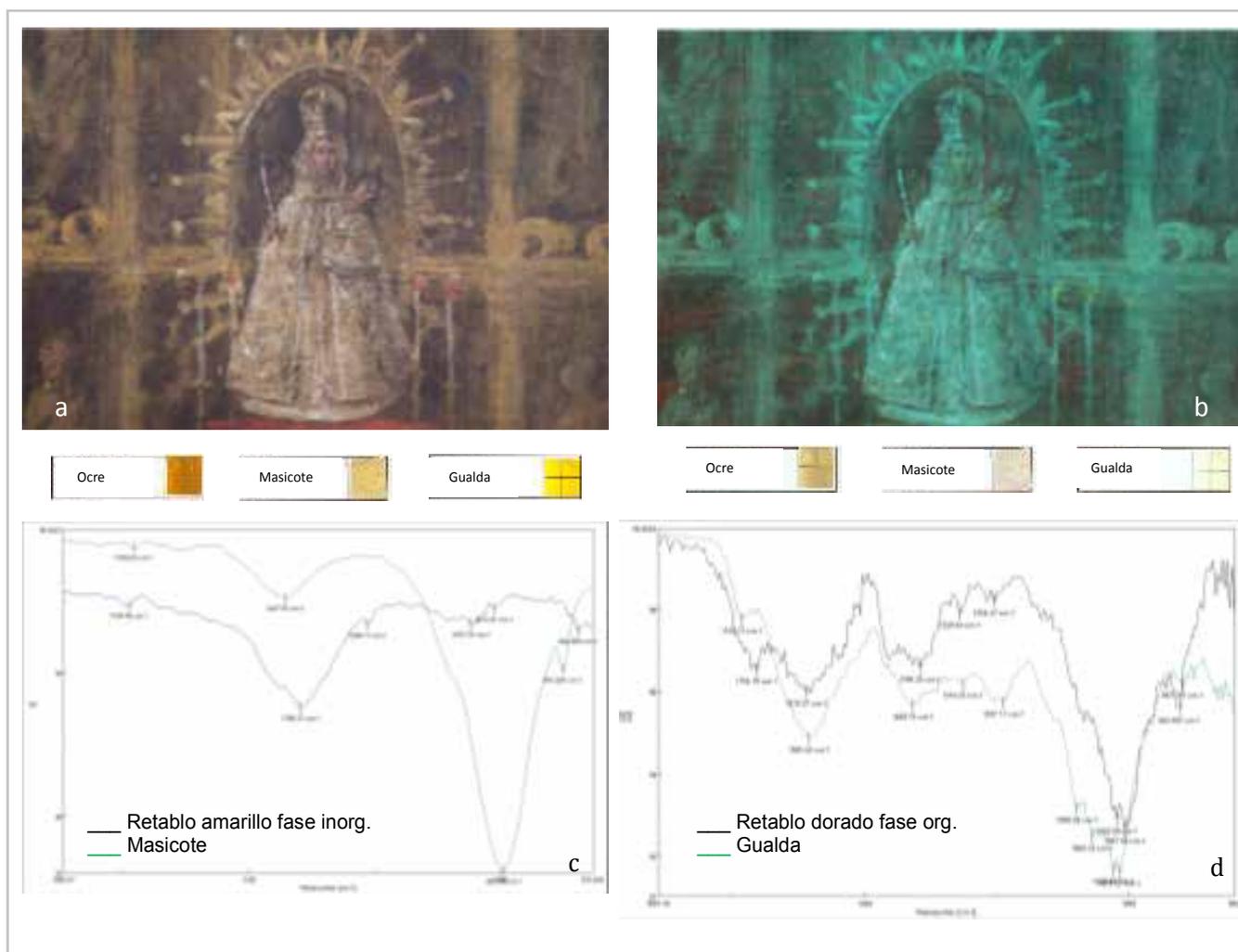


Figura 2.- Detalle, a) Imagen virgen en el retablo con VIS, b) Imagen virgen en el retablo IRFC, c) Espectro FTIR-ATR del retablo amarillo vs estándar de masicote, d) Espectro FTIR-ATR de la muestra vs estándar de gualda . Autores: Fernando Espinoza, Michelle Mármol y Carlos Vásquez, INPC.

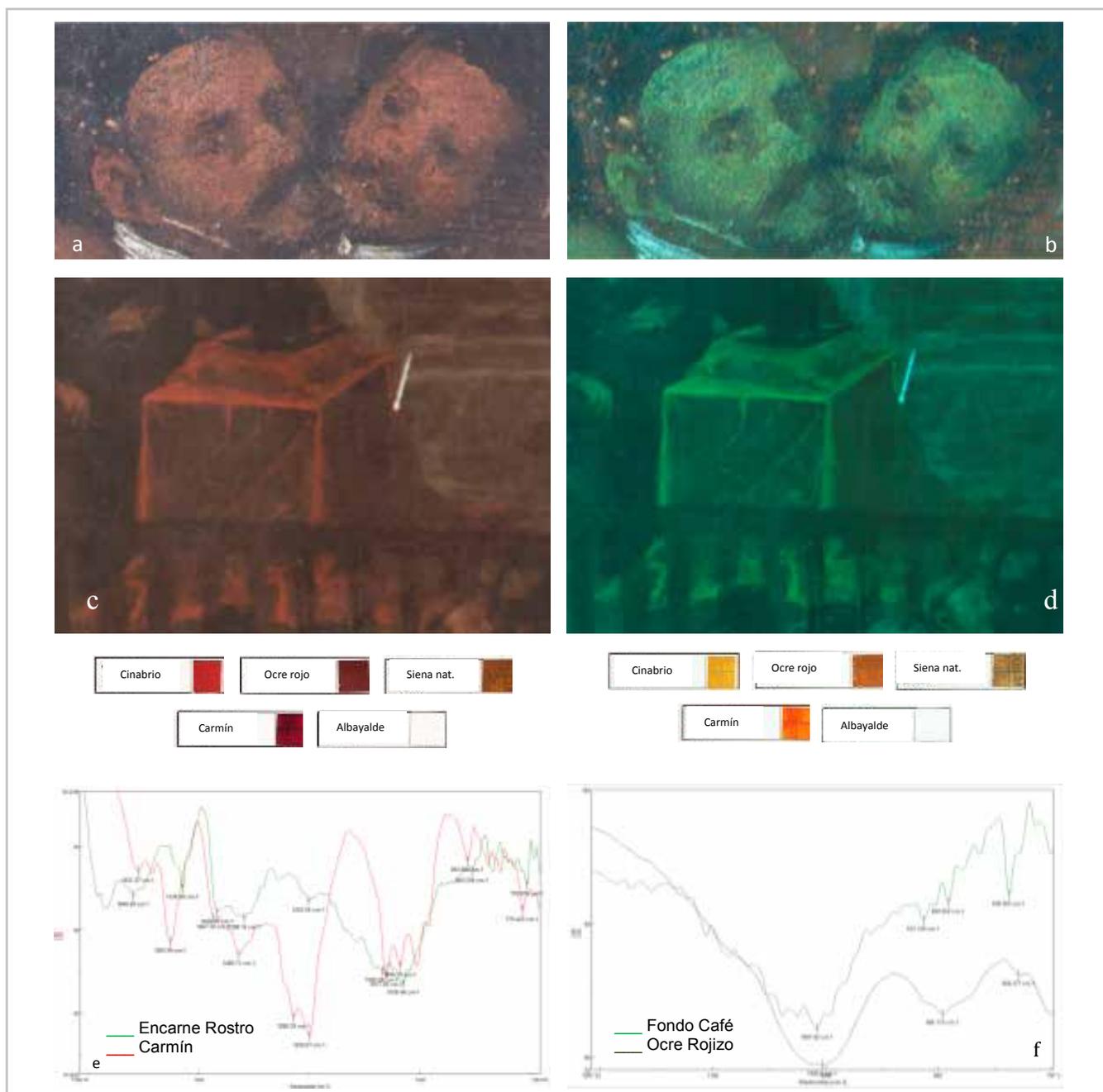


Figura 3.- Detalle, a) Encarne de sacerdotes con VIS, b) Encarne de sacerdotes IRFC, c) Detalle mantel del sitio de análisis con VIS, d) Detalle mantel del sitio de análisis IRFC. e) Espectro FTIR-ATR de encarne vs carmín, f) Espectro FTIR-ATR de la muestra de fondo vs estándar de siena natural. Autores: Fernando Espinoza, Michelle Mármol y Carlos Vásquez, INPC.

encarnes, al identificar el ácido carmínico, cuyas bandas de absorción corresponden a grupos cetonas ($O=C$) en 1627 cm^{-1} , grupos éster ($O=CO$) a 1453 cm^{-1} , ácido carboxílico ($HO-C=O$) a 1333 cm^{-1} y alcoholes ($C-O$) en 1005 cm^{-1} [figura 3e] (Carbó *et al.* 1996); y ocre rojizo, por las zonas del espectro entre 1009 a 800 cm^{-1} donde resaltan variaciones de posición por efecto de deflexión y torsión entre las moléculas, propagando algunas bandas más que otras. [figura 3f].

El análisis por FRX del sector de las telas rojas y los encarnes, reveló abundancia de hierro (Fe) acompañado

de plomo (Pb), mercurio (Hg) y manganeso (Mn) en menor cantidad, confirmando y esclareciendo el uso de una mezcla de minio (Pb_3O_4), cinabrio (HgS) y siena tostada [figura 3g].

Un análisis de mapeo químico en una sección transversal obtenida del encane por MEB-EDX de los encarnes, reveló presencia de hierro (Fe) acompañado de plomo (Pb), mercurio (Hg) y manganeso (Mn) en menor cantidad, confirmando y esclareciendo el uso de una mezcla de albayalde ($PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$), cinabrio (HgS) y siena tostada [figura 4].

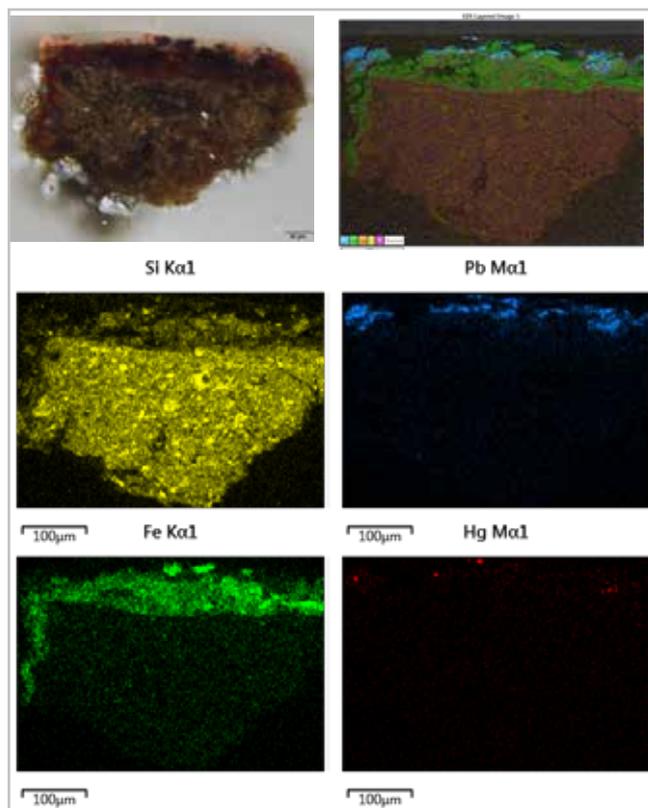


Figura 4.- Sección transversal de carne en imagen visible y mapeo químico. Autores: Michelle Mármol y Martha Romero, INPC.

Los negros, blancos y cafés

La composición cromática de este detalle está conformada por colores negros, blancos y cafés [figura 5a], mismos que a través de las imágenes IRFC se aproxima al negro de humo, blanco de plomo y siena natural [figura 5b]. Datos que fueron corroborados por las técnicas instrumentales. El albayalde es identificado por FTIR, sus picos representativos están a 3534 cm^{-1} (Pb-O), 1725 cm^{-1} (HO-C=O), 1391 cm^{-1} (C-O) y 839 cm^{-1} (C-C). [figura 5c] La siena natural se diferencia de los ocres rojizos por los picos de las transiciones de deflexión y tensión del enlace Fe-O alrededor de 1000 cm^{-1} , $915-890\text{ cm}^{-1}$ y 780 cm^{-1} . [figura 5d] El negro de carbón o de humo no puede ser detectado por FTIR, debido a que este material absorbe la radiación infrarroja.

Resumiendo, Miguel de Santiago usó diez pigmentos y colorantes. De estos, siete son pigmentos de naturaleza inorgánica como el masicote, ocre amarillo, ocre rojizo, minio, cinabrio/bermellón, siena tostada, siena natural y blanco de plomo; y tres son colorantes orgánicos, carmín, gualda y negro de humo.

Recursos técnico pictóricos

El efecto logrado en la ambientación del área y configuración del retablo, es el resultado del trabajo

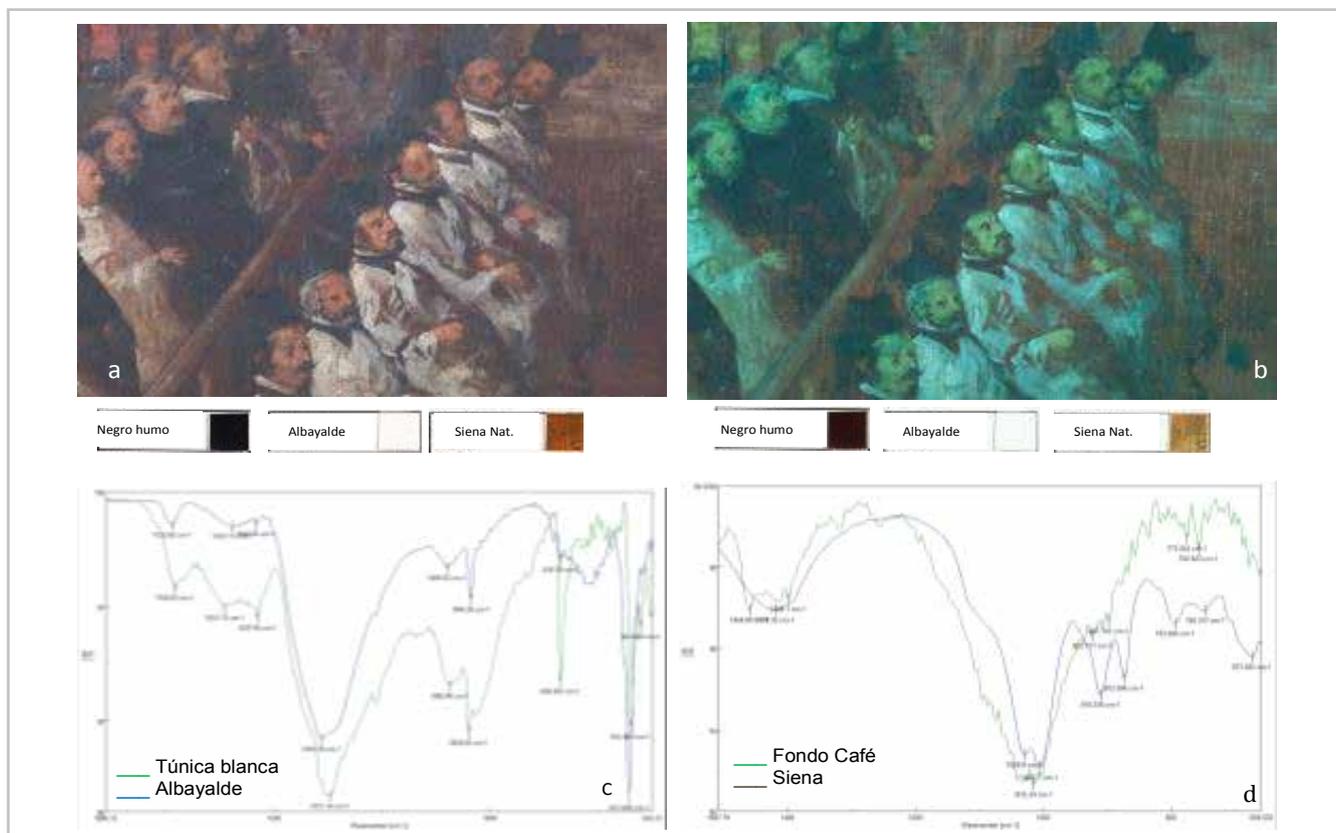


Figura 5.-Detalle, a) Imágenes de sacerdotes con VIS, b) Imágenes de sacerdotes IRFC, c) Espectro FTIR-ATR de la túnica blanca vs estándar de albayalde, d) Espectro FTIR-ATR de la muestra de fondo vs estándar de siena natural. Autores: Fernando Espinoza, Michelle Mármol y Carlos Vásquez, INPC.

sobre una imprimación color café rojizo, en el que se sobreponen capas pictóricas de varios tonos opacos de ocre, trabajadas a partir de mezclas de blanco de plomo, ocre y masicote; que fueron aplicadas con pinceladas que aportan a la morfología y sirven como base cromática o fondo tonal en la elaboración de los elementos que conforman el retablo. Para ello hizo uso de pinceles de cerda y con poca carga de material, logrando pinceladas que dejan ver la textura y el color de la imprimación. Terminó con la sobreposición de capas de laca de gualda, aplicadas con pincel de pelo suave para conseguir capas

lisas, finas, translúcidas y uniformes a modo de veladuras, logrando por transparencia cambios cromáticos de los tonos amarillos subyacentes. Este trabajo lo usó en la configuración de hornacinas, esculturas, molduras y demás elementos que ameritan ser representados con esta tonalidad amarillenta que imita el color del oro. El maestro de Santiago, también empleó las veladuras de gualda dispuestas directamente sobre la imprimación para obtener sombras y brillos sutiles de tono amarillo, que sirven para dar una ambientación luminosa particular a la zona del retablo [figura 7].

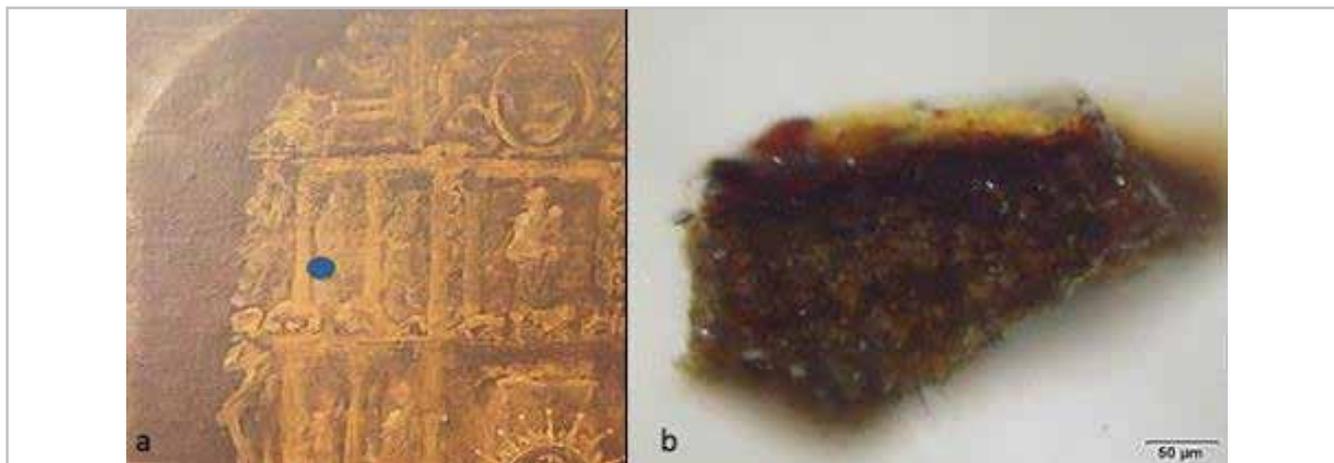


Figura 6.- Detalle, a) Retablo con VIS, b) Imagen sección transversal obtenida por M.O., del punto obtenido en el área señalada. Autores: Michelle Mármol y Carlos Vásquez, INPC.



Figura 7.-Detalle, a) Imagen personajes con VIS, b) Imagen sección transversal del punto obtenido por MEB-EDX en el área señalada, c) Imagen sección transversal obtenida por M.O., del punto obtenido en el área señalada. Autores: Fernando Espinoza, Michelle Mármol y Carlos Vásquez, INPC.

Resulta sugestivo como Miguel de Santiago logró una variada gama de tonos grises que le aportan a la configuración de los pliegues de las vestimentas de color claro, a partir de distintas modulaciones en los trazos para la aplicación de capas delgadas semitraslúcidas compuestas de blanco de plomo matizado con un poco de masicote, sobrepuestas al fondo café rojizo oscuro seco, que aporta con su tono. El trabajo de sombras y luces lo complementó con la aplicación de una capa de negro de humo para conseguir los efectos cromáticos claros, neutros y oscuros necesarios para representar la volumetría de los pliegues; y el empleo de veladuras de carmín de tonalidad rosa y lacas de gualda de tonalidad amarillo para la armonización las zonas de iluminación.

Para la elaboración de los encarnes, el maestro colocó pinceladas de color gris producto de una mezcla de blanco de plomo, masicote y negro de humo, en capas delgadas y semitraslúcidas que sirven como fondo y configuración inicial de los personajes. Continuaba con la colocación de pinceladas de una mezcla de blanco de plomo con cinabrio, minio y ocre rojizo en cantidades dosificadas según la necesidad de interpretación de la luz en los rostros; en general, estas capas eran más empastadas dejando en el trazo la huella el recorrido del pincel. Como parte de una etapa intermedia, integraba trazos con mezclas con cinabrio y blanco de plomo para la interpretación de rubores, cromática que es complementada en una fase final con la sobre posición de capas finas y traslúcidas de veladuras de carmín para intensificar el color en ciertas zonas [figura 8]. Así mismo, en este momento hizo uso del cinabrio/ bermellón en forma puntual para resaltar la coloración rojiza en los sectores de interpretación de brillo en rostros y manos.

Es evidente que en esta obra convergen un alto grado de conocimiento de la forma, la anatomía, el manejo de los materiales y la interpretación de la luz. Manifestados en

una técnica privativa, en la que desde sus inicios prima la mancha de color, trazos con mezclas y formas particulares de aplicación, acorde a la morfología y a la dirección de la luz. Son también visibles la destreza en la ejecución de las pinceladas, el trabajo por sesiones que determinan la técnica de húmedo sobre seco empleada para evitar la mezcla de color en la pincelada, provoca mezclas ópticas por efecto del color subyacente, la sobreposición de capas con bajo nivel de opacidad y el uso de las veladuras que aportan particularmente al entorno cromático, logrando gran calidad en la representación a partir de procesos de simplificados.

Aparte de develar las secuencias de acciones seguidas por el maestro, también vamos a adentrarnos en otros significados técnicos y culturales implicados en el uso de estos materiales, pongamos por caso la calidad de los materiales usados por Miguel de Santiago en la ejecución de esta obra. Según tratadistas como Palomino incluye a nueve de los diez pigmentos identificados en la obra como colores "Precisos y usuales", por ser conocidos, empleados y presentes en las paletas de los pintores españoles e incluso europeos. (Palomino de Castro y Velasco 1796).

En referencia al coste de los materiales pictóricos, Palomino y Pacheco destacan el elevado coste de la gualda por su textura fina y delgada, el bermellón por ser uno de los colores más exquisitos, el carmín como uno de los colores finos, delgados y subidos; y el minio. Plinio los clasificó como "los floridos y más costosos". Según estos tratadistas, eran proporcionados por el cliente del encargo, mientras que el resto los aportaba el propio pintor; y estaban destinados a las obras y encargos de mayor prestigio. (Palomino de Castro y Velasco 1796; Pacheco 1866).

Otro aspecto relevante para revisar es el nivel de complejidad de las secuencias técnicas del arte de pintar, los tratadistas antes mencionados cuentan con

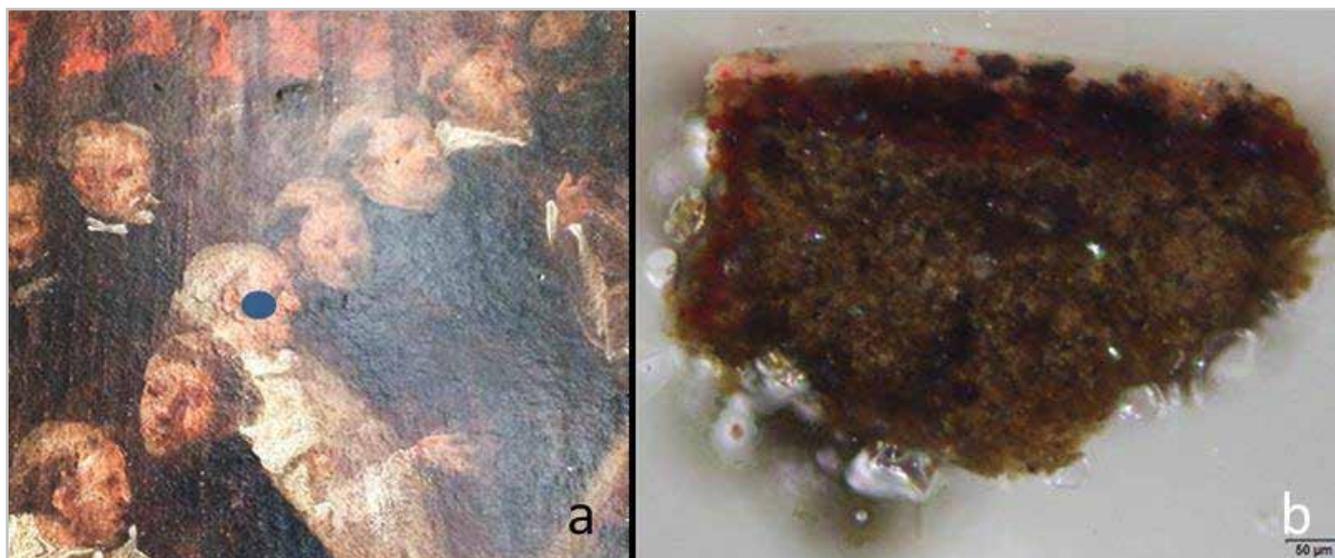


Figura 8.- a) Sitio de muestreo. b) Corte transversal donde se observa superposición de estratos. Autor: Michelle Mármol, INPC.

poco o mucho detalle los procesos involucrados en la preparación de los materiales pictóricos. Como ejemplo nos centraremos en los modos de conservación o almacenamiento, que no eran iguales para todos los pigmentos y colorantes. Mencionan que el blanco de plomo, el masicote, el bermellón y el ocre se conservan en agua, mientras que otros no, como el carmín, la gualda y el negro de carbón. Incluso indican que los recipientes para guardar estos pigmentos tenían procesos de fabricación diferente, ya que si no se seguía estos pasos, las propiedades del pigmentos se perderían al secarse. Esto conduce a imaginar el taller de Miguel de Santiago, como un espacio de desarrollo, enseñanza y difusión de conocimientos empíricos, organizado en concordancia con las secuencias de elecciones y de operaciones fijadas por las reglas del arte en niveles diferenciados de complejidad, donde el Maestro a partir del conocimiento adquirido, destrezas y habilidades consiguió mejorar las técnicas por medio de la experimentación.

Consideraciones finales

Este artículo pone a consideración un enfoque transdisciplinario y multidimensional donde convergen las ciencias sociales y experimentales para abordar el estudio de la materialidad e inmaterialidad de una obra de arte, desde el principio de incompletud e incertidumbre. Así como también una metodología multianalítica, eficiente y eficaz para elucidar gran parte de los materiales y recursos técnicos pictóricos involucrados en su producción.

En un primer acercamiento a la obra "Milagro de la Virgen de Guápulo en su Santuario" desde esta perspectiva y aplicando esta metodología, permitió entender el lenguaje simbólico de estratificación social de la época, determinar que los materiales empleados son de alta calidad y costo e identificar que el maestro al cual le encargan la ejecución, fue uno de los pintores más reconocidos y estimados por la sociedad quiteña, lo cual, pone de manifiesto el prestigio y dignidad de la obra, de la ceremonia, de los personajes en ella representados y de los comitentes que encargaron su elaboración.

Y si a este detalle se suma que además el personaje central incorporado como la endemoniada, también constituye una imagen que se colocó allí en fecha posterior a la concepción y hechura del cuadro, ya que las gradas que conducen al altar no se ven interrumpidas para la colocación del personaje, que se presenta sobre las mismas, nos lleva a deducir la intencional utilización posterior de la obra, que puede obedecer a una nueva oportunidad de manejo de la imagen ante importantes crisis sociales que enfrentó posteriormente la Audiencia.

Al buscar acercarnos a la fecha de manufactura de la obra, hemos encontrado imprecisión en la cita de los acontecimientos respecto a las autoridades mencionadas, ya que estas comienzan a ejercer sus funciones el año de

1647 y no el año de 1646 como reza en la leyenda al pie de la obra; lo que nos lleva a considerar la existencia de una discordancia entre el título de la obra y la narrativa representada, que abre paso a futuras investigaciones.

Notas

[1] Dentro de la tabla de pigmentos estándar no se encuentra con exactitud un patrón de gualda, para recabar esta información se buscó bibliográficamente semejanzas entre colorantes orgánicos disponibles. Se comparó por medio de sustancias de referencia y se concluyó que los xantatos del Gamboge y los flavonoides de la Gualda son cromáticamente iguales tanto en imagen visible como en infrarrojo falso color.

[2] "En el año de 1646 en presencia del Sr. Obispo Don Agustín Duarte y el presidente Don Martín de Arriola llegó una india endemoniada estando en la misa mayor....."

Referencias

- BARBU, O-H. ZAHARIADE, A. (2016). *Noninvasive in situ study of pigments in artworks by means of VIS, IRFC image analysis, and X ray fluorescence spectrometry*: <https://doi.org/10.1002/col.22038>
- BENJAMIN, W. (1936). *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica*. Berlin: RLull.
- CARBÓ, M.; REIG, F.; ADELANTADO, J. et al. (1996). "Fourier transform infrared spectroscopy and the analytical study of works of art for purposes of diagnosis and conservation", en: *Analytica Chimica Acta*. [https://doi.org/10.1016/0003-2670\(96\)00177-8](https://doi.org/10.1016/0003-2670(96)00177-8).
- CENNINI, C. (1988). *El libro del Arte*. Madrid: AKAL.
- CHACÓN ZAPAN, J. (1986). *Historia de la minería en Cuenca Juan Chacón Z*. Cuenca. Universidad de Cuenca: Instituto de Investigaciones Sociales.
- COSENTINO, A. (2013). "A Practical Guide to Panoramic Multispectral Imaging", en *Cultural Heritage Science Open Source Scientific Examination for Art and Archaeology – Conservation and Authentication*. <http://chsopensource.org/panoramic%20multispectral%20imaging.pdf>.
- DE LA PUERTA, R. (2008). "La moda civil en la España del siglo XVII inmovilismo e influencias extranjeras", en *Ars longa: cuadernos de arte*, 17: 77-85. <http://roderic.uv.es/handle/10550/28302>. [consulta: 5/3/2019]
- DIAZ, R. (2017). "La Imagen de la Virgen María con advocación de la Merced y su culto local en Portoviejo", Quito: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador.
- DOLEŻYŃSKA-SEWERNIAK, E & KLISIŃSKA-KOPACZ, A. (2019). A characterization of the palette of Rafał Hadziewicz (1803–1886)

through the following techniques: Infrared false colour (IRFC), XRF, FTIR, RS and SEM-EDS, en *Journal of Cultural Heritage* 36: 238-246. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.09.001>

DURAN, A. *et al.* (2010). "Murillo's paintings revealed by spectroscopic techniques and dedicated laboratory-made micro X-ray diffraction", en *Analytica Chimica Acta*, 671(1-2): 1-8: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2010.05.004> [consulta: 25/01/2021]

ESTEBARANZ, Á. J. (2011). *Pintura y sociedad en Quito en el siglo XVII*. Quito: Pontificia Univ. Católica del Ecuador.

ESTEBARANZ, Á. J. (2013). *El pintor quiteño Miguel de Santiago (1633-1706), su vida, su obra y su taller*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

GALLI, A. *et al.* (2020). "Imaging and spectroscopic data combined to disclose the painting techniques and materials in the fifteenth century Leonardo atelier in Milan", en *Dyes and Pigments* 187 <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2020.109112> [consulta: 25/01/2021]

GARGANO, M. *et al.* (2020). "Multi-analytical investigation of panel pigments and varnish of The Martyrdom of St. Catherine by Gaudenzio Ferrari (16th century)", en *Journal of Cultural Heritage*, 46: 289-297, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.06.014> [consulta: 25/01/2021]

HAUSER, A. (1974). *Sociología del Arte*. Guadarrama. https://www.academia.edu/14950675/Arnold_Hauser_Sociologia_del_Arte [consulta: 25/01/2021]

IACOPO, O. *et al.* (2020). "Argento Deaurato" or "Argento Biancheggiato"? A Rare and Interesting Case of Silver Background in Italian Painting of the XIII Century, en *Appl. Sci.* 2020, 10(7), 2404; <https://doi.org/10.3390/app10072404>. [consulta: 14/12/2020]

LA RUSSA, M. F. *et al.* (2009). "The Use of FTIR and Micro-FTIR Spectroscopy: An Example of Application to Cultural Heritage", en: *International Journal of Spectroscopy*, <https://doi.org/10.1155/2009/893528> [consulta: 25/01/2021]

LEMONNIER, P. (1992). *Elements for an Anthropology of Technology. Anthropological Papers Series*. Michigan: University of Michigan, Museum of Anthropology, Publications Department.

MATTEINI, M., MOLES A. (2001). "La química en la restauración". Donostia San Sebastian: NEREA.

MORIN, E. (1990). "Introducción al pensamiento complejo". Cladema. https://norberto2016.files.wordpress.com/2016/10/morinedgar-introduccion-al-pensamiento-complejo_parte1.pdf. [consulta: 25/01/2021]

PACHECO, F. (1649). "Arte de la pintura, su antigüedad y grandeza". https://books.google.com.ec/books?id=litPAAAYAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. [consulta: 8/3/2019]

PALET I CASAS, A. (2002). "Tratado de pintura: color, pigmentos y ensayo". Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona.

PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, A. (1796-1797). "El museo pictórico y escala óptica : practica de la pintura, en que se trata de el modo de Pintar a el Oleo, Temple, y ... / por Don Antonio Palomino Velasco"; tomo segundo". 2ª ed. 1796-1797, Biblioteca Virtual Andalucía. <http://www.bibliotecavirtualdeandalucia.es/catalogo/es/consulta/registro.cmd?id=7373> [consulta: 24/3/2019]

PARRILLA, M. A. (2009). "El arte de los pigmentos. Análisis histórico-artístico de su evolución a partir de los tratados españoles de Francisco Pacheco y Antonio Palomino", Tesis doctoral, Universidad de Valencia. Servei de Publicacions. <http://hdl.handle.net/10803/9974>

PONCE, P. (1992). "Relación de la ciudad y provincia de Quito (1570-71). Salazar de Villasante, Lic, (1570-71)". Quito: Abya Yala.

ROMERO, M. & SÁNCHEZ POLO, A., 2018. "Pigmentos y Brillos, En la Costa del Ecuador Precolombino". Quito: La Caracola Editores.

SALGADO GÓMEZ, M. (1997). "La Imagen de María. La Historia de una Imagen, Tesis de Maestría en Historia", Quito: Flacso.

SIRACUSANO, G. (2005). "El poder de los colores. De lo material a lo simbólico en las prácticas culturales andinas. Siglos XVI-XVIII". Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

TEKE, M. BAŞESKI, E., ÖZGÜN OK, A. *et al.* (2011). "Multi-spectral False Color Shadow Detection". Lecture Notes in Computer Science, vol 6952. Springer, Berlin: Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-24393-6_10 [consulta: 9/3/2019]

VARGAS, J. M. (1959). "Historia de la Cultura Ecuatoriana". En Fundación Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes: http://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/historia-de-la-cultura-ecuatoriana-0/html/0027fcd4-82b2-11df-acc7-002185ce6064_21.html. [consulta: 13/3/2019]

WEBSTER, S. V. (2016). "Materiales, modelos y mercado de la pintura en Quito, 1550-1650". *Procesos*, 1(43): 37-64.

WEBSTER, S. V. (2017). "Lettered Artist and the languages of empire. Painters and the Profession in Early Colonial Quito". Austin: University of Texas Press.

Autor/es



Martha Elizabeth Romero
 laboratorioinpc@gmail.com
 Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador

Formación profesional en las ciencias experimentales y las ciencias sociales a las que se aproximó a partir de mis estudios de maestría. En los últimos años ha trabajado fundamentalmente en la caracterización de materiales de bienes culturales a través del uso

de técnicas analíticas como difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido, orientada al estudio de las técnicas de producción y los procesos de deterioro.



Michelle Carolina Mármol
michelle.marmol@patrimoniocultural.gob.ec
Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador

Investigadora Química, se ha formado en las bases de las diferentes técnicas analíticas orientadas al estudio de bienes patrimoniales. Lleva tres años trabajando como investigadora en el laboratorio especializándose en la caracterización de materiales a través de análisis microquímicos, microscopía óptica y electrónica, y fluorescencia de rayos X. Ha trabajado en policromía de pintura caballete, mural y escultura, así como otro tipo de soportes como son papel, piedra y metales.



Carlos Andrés Vásquez
carlos.vasquez@patrimoniocultural.gob.ec
Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador

Investigador Químico durante 8 años y, 7 de ellos en el ámbito de patrimonio cultural. Su especialidad es la caracterización de materiales de origen orgánico en soportes papel, pintura, policromía y análisis microbiológico de bienes culturales. Ha trabajado también en la aplicación de nuevas tecnologías digitales de imagen a través del uso de reflectografía infrarroja y análisis de imagen multiespectral.



Fernando Espinoza Guerra
fernando.espinoza@patrimoniocultural.gob.ec

Restaurador y artista plástico con manejo de diferentes técnicas tradicionales en escultura, pintura, grabado, orfebrería y cerámica. Vinculado a la investigación para la conservación y puesta en valor del patrimonio cultural en la Unidad de Laboratorio y Análisis del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. Director de proyecto Senescyt para la puesta en valor de las técnicas tradicionales y ancestrales para la producción cerámica, también ha participado como miembro de equipo técnico en diferentes proyectos para caracterización, diagnóstico y conservación de material cultural: Material pétreo en Capac Ñan, monumento arqueológico de Ingapirca, caracterización de tecnología de producción de objetos culturales metálicos y estudio de los recursos técnico pictóricos empleados en la generación de imagen en la obra de Miguel de Santiago.



Rita del Consuelo Díaz
rita.diaz@patrimoniocultural.gob.ec
Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador

Por espacio de 25 años ha desempeñado su actividad como historiadora del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, dirigiendo y colaborando en más de 100 investigaciones de bienes patrimoniales muebles, inmuebles e inmateriales. Durante los últimos 7 años ha formado parte del contingente interdisciplinario de la Unidad de Investigación y Análisis del INPC participando fundamentalmente en proyectos de investigación de caracterización de materiales de bienes culturales para la conservación, autenticación y puesta en valor del Patrimonio cultural del Ecuador.



Edgar Santamaría Robles
edgar.santamaria@patrimoniocultural.gob.ec

Restaurador de Obras de Arte con especialización en Escultura Policromada en el Instituto Real de Patrimonio Artístico IRPA en Bruselas, Bélgica. Participó en la Conservación, Restauración y Puesta en Valor del Proyecto Bilateral ECUABEL (Ecuador-Bélgica) del convento de Santo Domingo de la ciudad de Quito. Responsable del Proyecto de Conservación, Restauración y Puesta en Valor del Museo Santa Catalina de Siena del Monasterio del mismo nombre en la ciudad de Quito. Conservador y Restaurador en la colección de la Fundación Oswaldo Guayasamín. Inspector de Bienes Culturales de la Dirección de Tráfico Ilícito e Investigador de la Dirección de Investigación e Innovación del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador INPC. Al momento participa junto a un equipo multidisciplinario de investigadores del INPC en la caracterización de obras de pintores ecuatorianos, especialmente en el área de análisis Multiespectrales, análisis de fibras, estados de conservación, estudios iconográficos, estudios estilísticos y de composición artística de Bienes Culturales.

Artículo enviado el 11/01/2020
Artículo aceptado el 21/05/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.728>

Principales patologías de degradación y técnicas de restauración de las vidrieras de hormigón

Pepe Cubillo

Resumen: El presente estudio se centra principalmente en las llamadas vidrieras de hormigón, su historia, técnica de realización, los materiales que las componen, las principales patologías de deterioro que les afectan y una serie de directrices básicas para afrontar las tareas de conservación y restauración. El objetivo es poner de relieve la necesidad de impulsar el estudio, catalogación, restauración, conservación y valoración de esta parte importante de nuestro patrimonio vidriero entre los diferentes agentes implicados: escuelas, instituciones culturales, organismos oficiales, historiadores, restauradores, conservadores y talleres de creación de nuevas vidrieras.

Entre las principales conclusiones que pueden extraerse en este documento destaca la vital importancia de realizar tareas periódicas de mantenimiento, pues de esta manera no sólo se garantiza una vida sana y duradera de la vidriera, sino que también pone de manifiesto que sin una regularidad en las inspecciones, los daños ocasionados pueden llegar a ser irreversibles.

Palabras clave: vidrieras, "dalle de verre", deterioro, patologías, técnicas de restauración, conservación, mantenimiento

Main degradation pathologies and restoration techniques of concrete stained glass

Abstract: This study focuses mainly on the so-called dalle de verre stained glass windows, their history, production techniques, the materials they are made of, their main deterioration pathologies and a series of basic guidelines for their conservation and restoration. The aim is to highlight the need to promote the study, cataloguing, restoration, conservation and valuation of this important part of our stained glass heritage among the different agents involved: schools, cultural institutions, official bodies, historians, restorers, conservators and stained glass workshops.

Among the main conclusions that can be drawn from this document is the vital importance of carrying out regular maintenance work, as this not only guarantees a healthy and lasting life for the stained glass, but also shows that without regular inspections, the damage to the objects can be irreversible.

Keyword: stained glass, "dalle de verre", deterioration, pathologies, restoration techniques, conservation, maintenance

Principais patologias de degradação e técnicas de restauro de vitrais de cimento

Resumo: Este estudo centra-se principalmente nos chamados vitrais de cimento, na sua história, na técnica de produção, nos materiais que os compõem, nas principais patologias de deterioração que os afetam e numa série de orientações básicas para enfrentar as tarefas de conservação e restauro.

O objetivo é evidenciar a necessidade de promover o estudo, a catalogação, o restauro, a conservação e a valorização desta importante parte do nosso património vidreiro entre os diferentes agentes envolvidos: escolas, instituições culturais, organismos oficiais, historiadores, restauradores, conservadores e oficinas para a criação de novos vitrais.

Entre as principais conclusões que podem ser extraídas deste documento, destaca-se a importância vital da realização de trabalhos de manutenção periódica, pois desta forma não só se garante uma vida saudável e duradoura dos vitrais, mas também mostra que sem inspeções regulares, os danos causados podem tornar-se irreversíveis.

Palavras-chave: vitrais, "dalle de verre", patologias de deterioração, técnicas de restauro, conservação, manutenção

Materiales

—Los materiales tradicionales

• Vidrio: El componente principal del vidrio es la arena o el óxido de sílice (SiO_2), cuyo punto de fusión es de unos $1.710\text{ }^\circ\text{C}$. Esta temperatura tan elevada es generalmente muy difícil de obtener, por lo que para disminuirla se le añade sosa, que lo reduce hasta los $700\text{-}900\text{ }^\circ\text{C}$, y óxido de calcio, que actúa como estabilizador del vidrio. La composición estándar para el vidrio común de vidrieras, el sílico-sódico-cálcico es aproximadamente: 69-75% de sílice (SiO_2), 12-15% de sosa (Na_2CO_3) y 5-12% de óxido de calcio (CaO). El color del vidrio se obtiene mediante la adición de determinados óxidos metálicos en reducidas cantidades, generalmente inferiores a un 5%.

Las dallas (del francés dalle que significa losa o placa) son los vidrios que se utilizan para la realización de las vidrieras de hormigón. Se diferencian de los vidrios utilizados tradicionalmente en las vidrieras emplomadas en sus dimensiones estándar, la paleta de color es generalmente más reducida, absorben más la luz, son muy resistentes a los impactos y su fabricación continúa siendo artesanal, no por soplado sino por colado en bandejas metálicas. [figura 1]

La dalla presenta una superficie ligeramente texturada creada intencionadamente durante su fabricación por contacto directo con la base del molde, y otra totalmente lisa. En el proceso de realización de la vidriera, la cara lisa estará en contacto con la lámina de metacrilato de 1 mm, material que utilizamos en la actualidad como separador entre la vidriera y la mesa de trabajo, determinando también su posición en la arquitectura, situando preferiblemente la cara lisa hacia el exterior y la texturada hacia el interior. Escogemos esta posición no sólo porque va en consonancia con la superficie fina del hormigón (la textura del fraguado del hormigón sobre el metacrilato es siempre más liso y uniforme que el fraguado superior) sino porque esta cara



Figura 1.- Fábrica artesana, Société Albertini

de la dalla retiene menos agua y refleja mejor la luz. Esta premisa puede verse afectada en caso de utilizar grisallas o efectuar desconchados, los cuales, en ambos casos, se realizan por la cara lisa que se posicionará hacia el interior.

• Hormigón armado: El hormigón armado es una mezcla integrada por cuatro componentes fundamentales: cemento Portland, agua, árido y las varillas de acero que forman las armaduras internas.

• El cemento Portland: Aunque fueron los ingleses Joseph Aspdin y James Parker quienes patentaron el cemento Portland en 1824, denominado así por su color gris verdoso oscuro similar a la piedra de Portland, se considera al químico franc s J.L.Vicat como su creador. En 1818 Vicat estudia los aglomerantes naturales, estableciendo las bases científicas para la fabricación del cemento artificial. Sin embargo, la base del cemento moderno a escala industrial, con una base más científica, fue establecida en 1844 por Isaac Charles Johnson (1811-1911) al emplear temperaturas suficientemente altas para clinkerizar ^[1] la mezcla de arcilla y caliza. Las fabricaciones de material calcinado a más alta temperatura daban un producto escorificado de color más oscuro, el cual tenía un endurecimiento más lento, con mayor hidraulicidad y alcanzaba resistencias mucho más elevadas. La función del conglomerante es la de unión de los áridos y la protección de la armadura frente a la corrosión y el resto de agentes agresivos.

• El agua: El agua permite que se produzcan las reacciones químicas necesarias para el posterior endurecimiento del cemento. Además, permite que la masa se pueda trabajar fácilmente. Sin embargo, la cantidad de agua que se emplee debe limitarse lo máximo posible. Como recomendación de carácter genérico el exceso de agua en el amasado disminuye enormemente la resistencia final, mientras que una escasez del agua de curado perjudica la hidratación y provoca retracción. La relación agua/cemento está determinada entre 0,45 L (baja) y 0,52 L (alta) x kg de cemento utilizado. La EHE ofrece algunas recomendaciones sobre el tipo de aguas utilizadas en la preparación del hormigón con la finalidad de evitar ataques ácidos. La EHE prohíbe el empleo de aguas ácidas obligando que su pH sea mayor o igual a 5. Un pH inferior puede ser perjudicial a la armadura debido a que la acidez del agua puede disolver la pasta endurecida del cemento, aumentando su poder disolvente al decrecer el pH.

•  ridos finos o arenas: Se denominan áridos a los pequeños fragmentos (granulometría de 2-3 mm/mm  ) de materiales duros, en general de arenas o rocas, que se introducen en la mezcla del hormigón junto al cemento y al agua para conferirle un mayor agarre y resistencia a la mezcla. Los más utilizados son la arena de rio lavada (cuarzo) y la granilla de mármol, que aumentan su resistencia y durabilidad. Son los encargados de conferir resistencia y durabilidad al hormigón, y son también los responsables de sus propiedades físicas, químicas y térmicas.

• **Varillas de acero:** Proporcionan una mayor cohesión al conjunto y tienen la misión de resistir las tensiones de tracción y flexión que aparecen en la estructura, mientras que el cemento resistirá la compresión. En este sentido, el uso de varillas de acero convierte a este hormigón en hormigón armado. Para aquellas vidrieras muy expuestas a la humedad o situadas en zonas cercanas al mar es preferible utilizar acero inoxidable 316 para la armadura interna. Más adelante, en el apartado de alteraciones y patologías de deterioro, hablaremos sobre las propiedades del hormigón para proteger a las armaduras metálicas de la corrosión. En el caso que nos ocupa del uso de hormigón para la realización de vidrieras no es una excepción esta cualidad protectora, pero la fina capa que existe entre la superficie y las armaduras reduce esta protección, por lo que recomendamos, no sólo el uso de varillas de acero, sino también creemos beneficioso una imprimación anticorrosiva monocomponente basada en resinas epoxídicas y zinc para la protección de armaduras (Nitoprime Zincrich Plus®). Otra posibilidad es el uso de varillas de acero inoxidable 304 o 316.

• **Aditivos:** Los aditivos son aquellos productos que añadidos durante la realización del hormigón permiten modificar sus propiedades, tanto químicas como cromáticas, ayudándonos a adaptarnos a cualquier tipo de proyecto de una forma susceptible de ser prevista y controlada. El más comúnmente usado entre los creadores de nuevas vidrieras de hormigón es el SikaLatex®, una emulsión sintética de estirenobutadieno, cuyas propiedades más importantes son las siguientes: mayor elasticidad y resistencia a la tracción, mayor impermeabilidad, mayor plasticidad y trabajabilidad, mayor resistencia química, menor riesgo de fisuras, mayor resistencia a la abrasión

—Nuevos materiales

• **Mortero de reparación clase R4:** Esta nueva línea de morteros epoxi son empleados tanto para la reparación como para la realización de nuevas vidrieras. Estos morteros sólo necesitan agua para ser utilizados, eliminando la necesidad de utilizar agregados de áridos y armadura interna, aunque nosotros sí recomendamos el uso de varillas, al menos en una tercera parte. Además ofrecen nuevas propiedades en su composición, fruto de un mejor conocimiento de los materiales, lo que nos aporta más garantías de conservación, alargando así la vida de las vidrieras y reduciendo las tareas de mantenimiento. Entre las características más importantes de estos morteros de resina epoxi destacamos: permeables al vapor de agua, alta resistencia a la carbonatación, resistentes a ciclos de hielo-deshielo, regeneración del hormigón, retracción compensada, resistentes a la intemperie.

• **Resinas epoxi:** Artistas franceses como Frédérique Duran experimentaron ya por los años 60 del siglo XX con las primeras resinas epoxi como posible sustituto del hormigón armado en las vidrieras. Asimismo, en Inglaterra, en la misma época, los artistas John Piper y Patrick Reyntiens,

experimentaron con el uso de resinas en la famosa linterna de la Catedral Metropolitana de Liverpool. Con el paso del tiempo se comprobó que estas resinas no proporcionaban la estabilidad adecuada, degradándose rápidamente y generando problemas serios de conservación. Las resinas actuales, sin embargo, al igual que los morteros de reparación R4, vienen a cubrir las carencias de sus predecesores, y entre sus características más importantes podemos destacar: resistencia completa a la humedad, resistencia a la adherencia de 2.000 psi, baja contracción, gran estabilidad dimensional, resistencia a los agentes químicos, alta resistencia mecánica, capacidad de unir materiales de diferente naturaleza

Técnica de realización

Físicamente, la vidriera de hormigón es una vidriera robusta y pesada, pudiendo llegar a los 35-40 kg/m². Estas vidrieras se integran con la arquitectura, hasta el punto que ya no hablamos de ventanales para referirnos a los espacios que tradicionalmente ocupaban las vidrieras emplomadas, sino de muros de luz. Estas características también han contribuido a ubicarlas en nuevos espacios, como plantas bajas directamente a pie de calle sin necesidad de protección exterior y a experimentar con nuevas geometrías, creando vidrieras con formas cóncavas, convexas o incluso semiesféricas, en forma de cúpulas. De igual modo, en los últimos años se ha abandonado su condición natural de muro de luz y se ha experimentado con resultados muy positivos en un nuevo campo como es el de la escultura en vidrio.

Desde un punto de vista estético, la evolución de la vidriera de hormigón es fascinante. Los diseños de las primeras vidrieras estaban en parte inspirados en la estética del mosaico, generando muy rápidamente un lenguaje único de expresión artística a través del vidrio y la luz. Asimismo, al contrario que la vidriera emplomada, donde prácticamente toda ella es luz, las vidrieras de hormigón integran perfectamente las fuertes líneas opacas del cemento como una parte más a tener en cuenta a la hora de elaborar el diseño.

— Proceso de Realización

A continuación haré una breve descripción técnica del proceso de realización tradicional, pensado para el uso de hormigón armado, tal y como mi maestro Antoni Castejón me lo enseñó. Esta forma de proceder puede verse alterada entre diferentes talleres o por la utilización de nuevos materiales como los cementos de reparación o resinas.

1. Como con cualquier otro tipo de vidriera, comenzamos con la ejecución del diseño, creando el boceto a escala 1:10, que trasladaremos a escala real para obtener las plantillas de corte del vidrio mediante papel vegetal. En el diseño de la vidriera tendremos en cuenta las varillas



Figura 2.- A) Boceto. B) Diseño a escala real

de acero de 6 mm Ø, las cuales aconsejamos situarlas cada 20 cm aprox. Las varillas se soldarán entre sí, y todo el conjunto a una pletina perimetral de acero de aproximadamente 2,5 cm de ancho x 0,3 mm de grosor que hará la función de contención del hormigón, refuerzo y premarco, facilitando asimismo su transporte, montaje y futuro desmontaje [figura 2]. Actualmente, en mis propias obras, estoy descartando esta pletina perimetral de acero en los nuevos proyectos por el propio hormigón. Realizo la contención con listones de madera y de esta manera toda la estructura de varillas de acero queda protegida en el interior. Pensamos que la contención rígida de la pletina perimetral de hierro reduce la flexibilidad del panel aumentando la posibilidad de generar más fracturas en los vidrios y en el hormigón. La eliminación de estas pletinas reduce la posibilidad de corrosión de las varillas de acero, así como el proporcionar una mayor flexibilidad del panel en los procesos de congelación-descongelación en el interior de las fracturas del hormigón o por una insolación excesiva sobre los materiales.

2. El corte de la dalla de vidrio puede realizarse bien mediante disco de diamante refrigerado por agua o con el método tradicional. Para proceder a cortar la dalla de forma tradicional marcamos la línea con una rulina, a continuación apoyaremos la cara opuesta sobre una cuña

de hierro fijada a un bloque de madera, coincidiendo con la línea de corte, y finalizaremos con un golpe seco, sobre la cara superior, con un martillo con cabeza de tungsteno. En esta parte del proceso es posible proporcionar a los vidrios cortados una bella cualidad estética única, brillos y matices característicos sólo de las vidrieras de hormigón, como son los desconchados y descamaciones realizadas por un golpe seco con el martillo en el lateral de la dalla y en determinado ángulo. Finalmente, protegeremos mediante masilla o plastilina los desconchados durante el vertido de cemento o resina. La razón de esta práctica es la de mantener uniforme el grosor del hormigón en todo el panel, porque al realizar desconchados reducimos su grosor en estas zonas concretas de la Dalla. [figura 3]

3- Sobre una mesa o tablero pondremos el dibujo a escala real y sobre éste un metacrilato transparente de 1mm de grosor que actuará como separador. Fijaremos el premarco perimetral con la trama interna de varillas de hierro (a partir de ahora llamada armadura interna), coincidiendo con el dibujo. Por último las piezas de vidrio irán pegadas con pegamento universal al metacrilato para evitar su movimiento durante el vertido del hormigón. Es muy importante, a fin de evitar futuras fracturas en los vidrios, que estos nunca entren en contacto con las varillas de acero, permitiendo al cemento penetrar entre ambos. [figura 4]



Figura 3.- A) Corte Disco. B) Corte Manual. C) Delalle desconchados

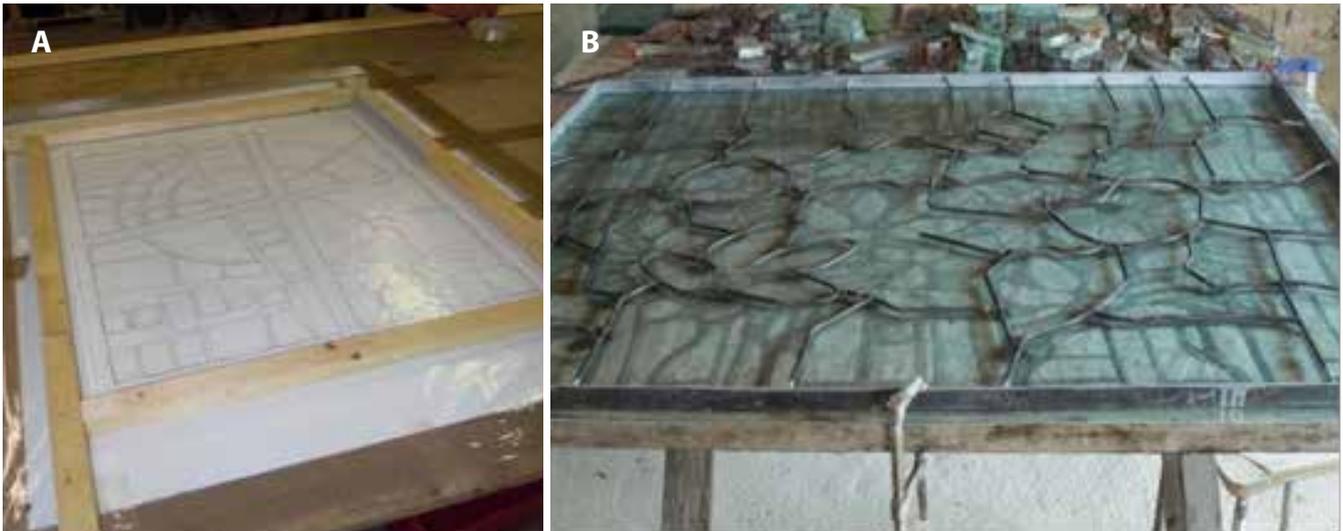


Figura 4.- A) Premarco provisional madera. B) Premarco fijo hierro

4. Prepararemos la mezcla adecuada de cemento, arena y agua que verteremos cuidadosamente a fin de evitar burbujas de aire, distribuyéndola cuidadosamente por toda la superficie hasta llegar a cubrir por completo la altura de las dallas. Cuando empiece a fraguar, entre 10 y 20 horas dependiendo de la temperatura, tipo de mezcla o cemento utilizado, retiraremos la capa superficial de hormigón para proceder a su limpieza con serrín y cepillo. Si hemos utilizado listones de madera para la contención perimetral del hormigón los retiraremos después de la limpieza. Concluiremos el proceso de fraguado volteando la vidriera y limpiando los restos de hormigón pasadas las 48 horas. La superficie de la vidriera donde el hormigón ha fraguado en contacto con el metacrilato se instalará hacia el exterior del edificio. El acabado liso de esta cara soportará mejor las condiciones de agua y humedad, facilitando su secado, así como un menor acumulación de suciedad. [figura 5]

Preparación del Hormigón: 4 partes de arenilla de mármol, 1 parte de cemento y una relación de agua entre 0,45 a 0,52 Litros x kg de cemento dependiendo de los condicionantes atmosféricos a los que estará sometida la vidriera. Opcionalmente, para un acabado oscuro añadiremos tinte universal concentrado negro, y para un acabado en blanco es preferible sustituir el cemento gris por blanco.

Diseño estructural

Consideramos importante mencionar en este estudio la importancia del diseño estructural de la vidriera como elemento imprescindible para prevenir determinadas patologías de degradación así como facilitar su intervención en futuras tareas de conservación y restauración. El proceso de diseño de los marcos de acero inoxidable que soportarán los diferentes paneles que forman la vidriera debe lograr una combinación armónica entre el camino intuitivo y el científico, en la búsqueda de la proporción correcta. Para proyectos de gran envergadura, este debería ser un trabajo interdisciplinar llevado a cabo entre el técnico especializado y un profesional vidriero y teniendo en cuenta las premisas de funcionalidad, seguridad y desmontaje, tanto de paneles independientes como del conjunto de la obra.

Instalación de la vidriera a la estructura

Tradicionalmente, la mayoría de las vidrieras de hormigón se han anclado directamente a la obra con cemento, sin necesidad de estructuras ni juntas de dilatación. La creencia en la fortaleza y durabilidad del hormigón estaba muy extendida, y nada hacía pensar en la aparición de patologías

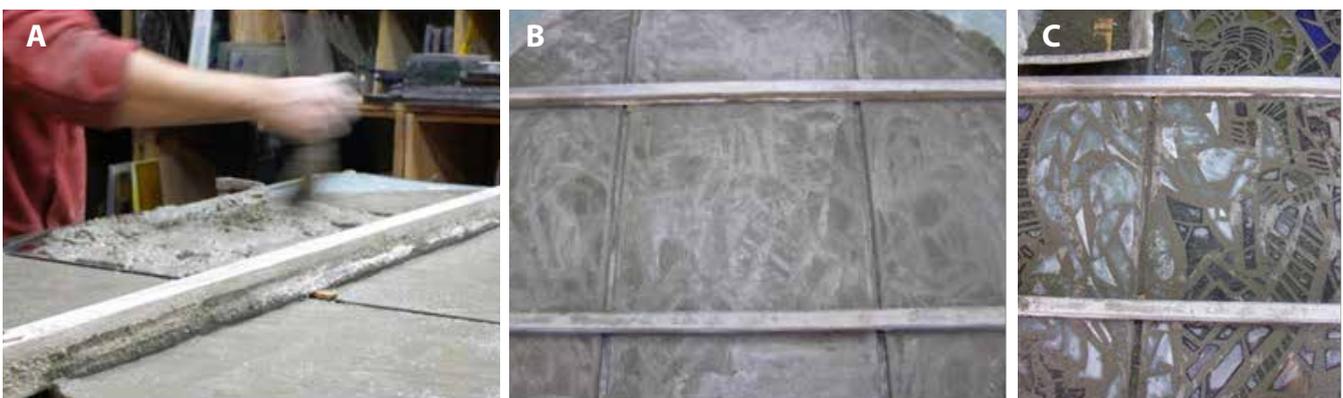


Figura 5.- A) Vertido cemento. B) Fraguado cemento. C) Limpieza cemento

graves de deterioro, pero, como con todos los materiales, el hormigón no está exento de sufrir alteraciones.

Estas prácticas han dificultado enormemente las tareas de desmontaje de las vidrieras para su posterior restauración en el taller. Asimismo, la ausencia de una junta de dilatación entre la vidriera y la estructura de la obra provoca que los pequeños movimientos estructurales del edificio afecten negativamente a la vidriera, como veremos más adelante en el apartado 7 de alteraciones y patologías de deterioro.

Tanto las nuevas vidrieras de hormigón como aquellas que hayan sido restauradas, si carecían de marcos de acero, deberían ser instaladas preferentemente dentro de nuevas nuevos marcos de acero anclados a la obra y contar con juntas de dilatación de poliuretano internas alrededor de la vidriera. También es aconsejable diseñar un sistema funcional, seguro y reversible para facilitar su desmontaje en futuras tareas de restauración o conservación. [figura 6]

Otra característica que también hemos observado en el sistema tradicional de fijación de grandes vidrieras de hormigón formadas por diferentes paneles era

la posibilidad de suprimir las estructuras de acero que soportan los diferentes paneles, eliminado así la geometría y simetría que estas creaban. Esta opción es sin duda muy interesante estéticamente, pero, como hemos descrito anteriormente, dificulta enormemente actuar sobre paneles independientes. De esta manera la vidriera se convertía en un todo. En este sistema, los paneles se iban montando unos sobre otros, soldados entre sí por las pletinas exteriores o ligados con cemento. Estos no necesariamente debían tener contornos rectos, pudiéndose encastar entre sí en diferentes formas geométricas. La única premisa que todavía hoy en día es válida es la referente a la superficie máxima que debería tener cada panel. En este sentido, no es recomendable que estos sean superiores a 1 m², (35-40 kg aprox.), y preferiblemente que se mantengan entre 0,6 y 0,8 m², unas proporciones y peso que facilitan su adecuada manipulación y montaje. [figura 7]

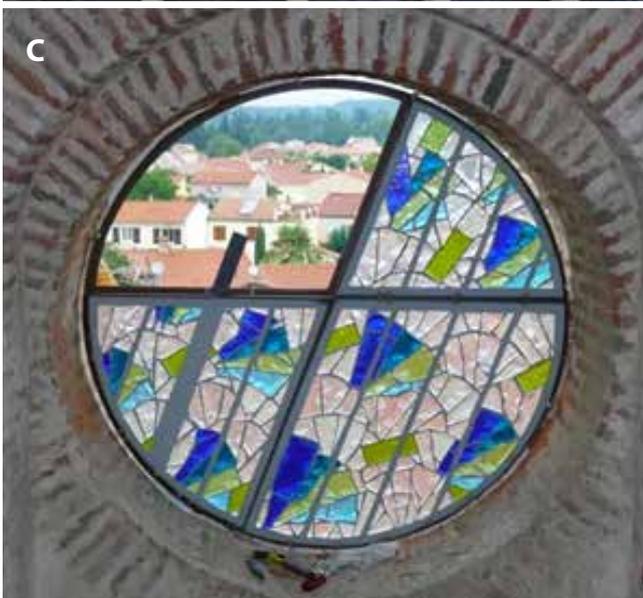


Figura 6.- A) St Andrew's Methodist Church in Worcester. B) Clotilde Gontel, 2019. Eglise Palau-de-vidre



Figura 7.- Erwin Lutz-Waldner, 1967. Kirche St. Josef

Otros problemas derivados por la superposición de paneles es el estrés por carga de peso, o fatiga estática, que es una disminución de la resistencia de los materiales en el tiempo, afectando significativamente al vidrio. Se ha comprobado que los vidrios de los paneles inferiores pueden sufrir una mayor cantidad de grietas y roturas debido al peso que deben soportar. Asimismo, otro fenómeno detectado en los paneles inferiores son los abombamientos. Estos se producen cuando la presión que han de soportar es superior a la fuerza que pueden resistir y comienzan a abombarse. Este es un camino de no retorno que hace necesario actuar rápidamente, pues la integridad de la vidriera está en peligro, así como el riesgo de desprendimientos. Este tipo de patología sólo ha sido constatada en vidrieras de hormigón realizadas con resinas. [figura 8]



Figura 8.- Vidrieras de resina. Abombamientos. L'ÉGLISE ST ANDRE. Guadalupe. (Carlo Roccella)

En la actualidad se ha producido una transformación técnica, fruto de la necesidad natural de un mayor refinamiento estético, un mejor conocimiento de los materiales tradicionales y sus patologías, y la aparición de nuevos materiales. En efecto, hoy día conocemos mejor cómo se comporta el hormigón y existen nuevos productos relacionados con el cemento, como son los nuevos morteros de reparación. Asimismo, las resinas epoxi de última generación, utilizadas tanto en restauración como en obra nueva, ofrecen nuevas soluciones a los problemas de conservación que sufren algunas de las vidrieras de hormigón más antiguas.

En la práctica, deberemos tener muy en cuenta las particularidades de cada proyecto y decidir correctamente la elección de materiales, técnicas de fabricación y procedimientos de ejecución, ya que estas decisiones afectarán a la vidriera durante toda su vida útil. Sin embargo, estas dificultades no deberían echarnos para atrás, más bien al contrario, deberían suponer un aliciente para fomentar en la investigación de esta técnica tan poco estudiada.

Alteraciones y patologías de deterioro

Como ya hemos mencionado anteriormente, los estudios científicos sobre los diferentes materiales, sus patologías y las posibles vías de actuación en este tipo de obras son muy escasas. Disponemos, eso sí, de una extensa información actualizada, particularmente sobre el uso del hormigón, cementos de reparación y resinas epoxi, la cual profundiza sobre sus patologías de deterioro y técnicas de restauración, extrapolables en muchos casos también a este tipo de vidrieras. En este sentido, es importante tener en cuenta que estos estudios nunca se han realizado teniendo en cuenta las particularidades de las vidrieras de hormigón.

Aunque las primeras vidrieras realizadas con esta técnica tienen ya casi 100 años, no es hasta después de la segunda guerra mundial, en la década de los años 60 del siglo XX, cuando comienza a haber un incremento notable en la utilización de esta técnica. Así pues, no es de extrañar

que las primeras intervenciones de mantenimiento o restauración comenzaran hace no más de 30 años, por lo que realmente se trata de un campo joven y en pleno desarrollo. Si bien todavía no disponemos de un protocolo oficial de intervención, si podemos enumerar, consensuar y analizar, entre los profesionales que nos dedicamos a la realización de vidrieras de hormigón, una serie de patologías de deterioro, detectadas en base a nuestra propia experiencia. Para comprender las causas de deterioro de las vidrieras de hormigón deberemos prestar atención al comportamiento de sus diferentes materiales, así como a los factores externos y a las técnicas empleadas.

Causas y efectos generales de deterioro

—Las propiedades químicas y físicas de los distintos elementos

La composición química y las propiedades físicas de los diferentes materiales utilizados en la elaboración de vidrieras, como el hormigón armado tradicional, los morteros de reparación R4, las resinas epoxi y las dallas, condicionan irremediablemente el tipo y el grado de su deterioro. Es importante poner especial atención en la preparación del hormigón armado, pues es el único elemento en el que resulta extremadamente importante el proceso de elección, mezcla, preparación y curado de los diferentes materiales que lo componen (cemento, agua, áridos, armaduras internas y aditivos). Las técnicas utilizadas en su fabricación y el procedimiento de ejecución resultarán en un hormigón más o menos duradero, que soporte la exposición a determinadas condiciones ambientales, que proteja a las armaduras contra la corrosión y que en definitiva tenga una durabilidad lo mayor posible.

Los nuevos morteros de reparación y las resinas son materiales relativamente modernos, de altas prestaciones y especializados para cada tipo de aplicación, ya sea obra nueva o restauración y conservación, por lo que deberemos conocer sus propiedades químicas y físicas y elegir los que mejor se ajusten a las características del proyecto y las condiciones climáticas de la zona. Si bien la actual composición de sílice-sódico-calcio de las dallas nos garantiza una gran estabilidad química en el tiempo, éstas no están exentas de daños por agentes físicos externos, como impactos, bruscos contrastes de temperatura, etc., o por recocidos inadecuados en su realización, los cuales pueden provocar tensiones internas.

— La alteración atmosférica o meteorización. Agresividad del ambiente de exposición

Para evitar los efectos de este ataque resulta fundamental que en la etapa de diseño de la vidriera se conozcan las condiciones ambientales a las que van a estar sometidos los materiales, ya que, dependiendo de ellas, habrá que elegir el tipo de cemento, áridos, relación agua/cemento, grado de consolidación, curado y protección que tendrá el hormigón. La relación agua/cemento constituye un parámetro que

desempeña un papel esencial en el proceso de curado y en su resistencia, durabilidad y retracción posteriores. A menor agua en relación al cemento, mayor será su resistencia a la compresión, menor su fluidez o trabajabilidad y mayor su durabilidad. Asimismo, al poseer menos agua, el hormigón tiene también menor cantidad de poros y vasos capilares que se forman durante su evaporación y por donde pueden penetrar los agentes agresivos cuando el hormigón no está protegido de los factores climáticos, y atacar a las armaduras. Por ello, en condiciones climáticas extremas deben utilizarse relaciones agua/cemento bajas, y en condiciones moderadas estas relaciones pueden incrementarse. La relación agua/cemento está determinada entre 0.45 litros (baja) y 0,52 litro (alta) x kg de cemento utilizado.

Para que se produzca cualquier ataque químico resulta fundamental la presencia de agua, ya sea en forma líquida o gaseosa, porque es la encargada de la disolución de los componentes agresivos. Lamentablemente no disponemos de ningún estudio científico específico sobre los efectos del agua de condensación en las vidrieras de hormigón. Este fenómeno natural ocasionado por un contraste de temperatura y humedad sobre ambas caras de la vidriera podría acelerar cualquier ataque químico tanto en el vidrio como en el hormigón.

- **Congelación:** Las vidrieras instaladas a la intemperie en climas donde las temperaturas descienden con frecuencia por debajo de los cero grados, pueden originar la absorción de agua en el interior del hormigón, seguido de las consiguientes fases de congelación y descongelación, las cuales pueden provocar fracturas en el mortero. Un aumento del 9% en el volumen del agua al congelarse provoca tensiones en el hormigón, pudiendo resultar en daños irreversibles. Pero lo realmente peligroso es la repetición de este fenómeno en el tiempo. En este sentido, recomendamos relaciones agua/cemento bajas, el uso de agentes aireantes, un curado adecuado que reduzca la porosidad del hormigón y la colocación de la cara lisa de la vidriera siempre hacia el exterior.

Los aditivos aireantes proporcionan al hormigón aire en forma de minúsculas burbujas que rompen la continuidad de los poros capilares, con lo cual éstos resultan más impermeables, menos absorbentes por capilaridad y resistencia a las heladas, al actuar las burbujas como cámaras de expansión cuando se hiela el agua contenida en los capilares. Los aditivos aireantes tienen además un papel secundario de lubricante sobre el hormigón fresco, es decir, ejercen una función de fluidificante que permite reducir la relación agua/cemento y una determinada cantidad de áridos. Todo esto se traduce en un aumento de resistencias mecánicas que compensa en cierta medida la disminución a que da lugar la inclusión del aire.

- **Calor:** el cemento, el vidrio y el acero (con un grosor de material similar) tienen casi el mismo coeficiente de dilatación. Sin embargo, los vidrios de diferentes colores se calientan de manera dispar dependiendo de la intensidad de la luz, resultando en distintos niveles de dilatación. Este ligero

aumento de volumen puede conducir al desconchado y fisura del vidrio y a la aparición de grietas finas en el cemento, que contribuyen a la absorción de agua. En el caso de vidrieras con una mayor exposición a la radiación solar se recomienda sustituir el cemento gris por blanco (o bien pintar la cara exterior de la vidriera con Sikagard -670 W® de color blanco). Asimismo se recomienda, en la medida de lo posible, evitar la elección de vidrios oscuros de gran tamaño y la colocación de la cara brillante y lisa de la dala hacia el exterior (generalmente es la posición natural de la dala en la vidriera).

Todas las resinas se alteran con el tiempo y las elevadas temperaturas. En este sentido, un tema muy poco estudiado en este tipo de obras es el efecto de las radiaciones solares sobre las resinas utilizadas en sustitución del cemento. Otra medida que nos parece válida para reducir los efectos de la radiación solar es la instalación de un acristalamiento isotérmico ventilado con el aire procedente del interior del edificio. Este sistema, que hasta donde alcanza nuestro conocimiento no ha sido utilizado hasta la fecha en este tipo de vidrieras, conseguiría en gran parte igualar la temperatura y humedad en ambas caras de la vidriera.

— *La orientación geográfica*

A lo largo de la historia la orientación geográfica de las vidrieras en el edificio ha desempeñado tradicionalmente un papel importante, tanto en su diseño como en su iconografía. El hecho de que las caras sur reciban una mayor insolación y las norte sean las más frías influye claramente en la elección de la gama cromática utilizada por parte del vidriero. Este fenómeno tiene también su influencia en las posibles patologías de deterioro que puedan producirse. Así pues, el aumento de la temperatura en las vidrieras orientadas hacia la cara sur puede producir desconchados en el vidrio y grietas en el cemento. Por el contrario, las vidrieras orientadas hacia la cara norte acumulan mayor humedad, pudiendo resultar en la formación de agua de condensación, biodeterioro, ataque químico y daños por congelación.

— *El efecto antrópico*

Son todos aquellos daños ocasionados por la acción humana: vandalismo, vibraciones del tráfico terrestre, aéreo o campanarios, el hollín de las velas, guerras, etc. Las intervenciones de restauración y conservación incorrectas pueden ser asimismo importantes factores de deterioro. Sin embargo, el problema principal radica en la ausencia de inspecciones y operaciones de mantenimiento regulares. Estas tareas están muy poco difundidas en el campo de las vidrieras y del patrimonio en general, a la vez que la legislación al respecto es absolutamente nula. Esta situación se agrava con el hecho de que en la mayoría de los casos los propietarios o custodios de los edificios donde se encuentran estas vidrieras no suelen estar preparados para detectar los signos y las consecuencias del deterioro. Como consecuencia, no es frecuente recurrir a un especialista

hasta que el problema resulta obvio, momento en el que la reparación es ya muy costosa.

— *El deterioro biológico o bioalteración*

Cuando confluyen las circunstancias adecuadas, los agentes biológicos pueden afectar gravemente la vida útil de los materiales que forman parte de nuestro patrimonio. Si bien tanto en el campo de la construcción como en el de las vidrieras tradicionales emplomadas existen estudios sobre este tema, en el caso de las vidrieras de hormigón no hemos logrado encontrar información alguna sobre sus posibles efectos. Aun así, es posible extrapolar ciertos datos de un soporte a otro.

En líneas generales, el deterioro biológico sobre vidrieras tradicionales puede ser causado por micro y por macro organismos y puede producirse mediante mecanismos físicos y químicos. Los microorganismos son sin embargo los más frecuentes y por tanto los más estudiados en el campo de las vidrieras, dentro de los cuales se destacan las bacterias, cianobacterias, algas y hongos. Si las circunstancias son las adecuadas, estos organismos son capaces de deteriorar el cemento y el vidrio.

Las algas cianobacterias secretan sustancias mucilaginosas que sirven para que estos microorganismos retengan la humedad necesaria. Dichas sustancias pueden reaccionar con los materiales, alterándolos. Los hongos y líquenes también pueden ocasionar un daño por acción mecánica, ya que sus hifas (los filamentos que los constituyen) van penetrando en el sustrato. Además, generan ácidos orgánicos como el ácido oxálico, que pueden erosionar la superficie del vidrio. La presencia de estos organismos se ve favorecida por unas condiciones concretas como son: una humedad relativa elevada (superior a un 70%), unas temperaturas elevadas (próximas a los 30°C) y un pH del agua condensada sobre el vidrio de entre 4 y 6.

Otros agentes de deterioro de gran importancia pueden ser las aves. Cuando se establecen en un edificio, las deyecciones que generan pueden provocar un ataque de tipo tanto ácido como básico. Por otra parte, esas mismas deyecciones son un medio ideal que favorece el desarrollo de bacterias que a su vez deterioran los materiales.

— *Catástrofes naturales*

La fortaleza natural atribuida a las vidrieras de hormigón no les excluye de padecer las consecuencias desastrosas que los fenómenos incontrolados de la naturaleza, como movimientos sísmicos, terremotos, incendios, huracanes, tornados, etc., pueden tener sobre los edificios y, en particular, sobre las vidrieras, afectando en la mayoría de los casos a la estructura de hormigón. En este sentido es importante destacar que las vidrieras de hormigón son estructuras rígidas y no presentan la flexibilidad y

capacidad de absorción de movimientos de las vidrieras emplomadas.

— *Las condiciones del edificio*

Como en el caso anterior, este factor puede afectar en la mayoría de los casos a la estructura de hormigón de la vidriera. Movimientos en la cimentación, originado por posibles fallamientos del subsuelo o de defectos estructurales del propio edificio, pueden ocasionar alteraciones en los marcos o directamente sobre la vidriera. Las consecuencias pueden llegar a ser fracturas estructurales del hormigón, fracturas de vidrios, abombamientos de los paneles (vidrieras de resinas) y, en última instancia su desprendimiento. Para reducir el impacto del movimiento estructural de los edificios sobre las vidrieras de hormigón es importante tener en cuenta la creación de juntas de dilatación adecuadas, las cuales absorberán este tipo de movimientos. Otro factor a tener en cuenta son las posibles filtraciones de agua y humedades derivadas de un mal estado de las cubiertas o de las bajantes.

— *Fatiga natural de los elementos de la vidriera*

La fatiga se define como la pérdida de propiedades de un material debido a la actuación de una carga repetida o a la exposición prolongada a determinadas condiciones, las cuales pueden afectar a todos los materiales de la vidriera. La fatiga del hormigón está gobernada por un proceso de microfisuración interna que tiene como resultado la modificación de las propiedades mecánicas, en particular, la reducción de la rigidez y el crecimiento de las deformaciones totales y residuales en función del nivel de la tensión. La acción repetida conlleva la propagación y crecimiento de las fisuras, hasta que se produce la rotura repentina del material. En el vidrio, como ya vimos en el apartado 4, es la aparición de fracturas en los paneles inferiores de grandes vidrieras a causa del estrés por una carga continuada de peso.

— *El tiempo de exposición o factor acumulativo*

Ambos factores son consecuencia de una exposición a determinadas condiciones agresivas prolongadas en el tiempo, y el resultado de un fenómeno acumulativo, como la corrosión de vidrios, fracturas en el hormigón, oxidación de armaduras internas de hierro y marcos de soporte.

— *Deterioro del hormigón y corrosión de las armaduras internas*

Una de las propiedades más interesantes del hormigón es su carácter protector de las armaduras metálicas frente a la corrosión gracias a la alta alcalinidad que aporta la hidratación de la pasta de cemento ($\text{pH} > 13$), incluso en presencia de humedad y oxígeno. Ahora bien, si el hormigón pierde su carácter básico ($\text{pH} < 9$), la película protectora pierde efectividad en las zonas próximas a las armaduras internas y

puede verse afectada por fenómenos corrosivos. La corrosión de las armaduras internas supone un punto de no retorno y nos obliga a actuar de manera directa sobre la obra, iniciando su desmontaje y traslado al taller para su estudio y posterior reparación. Si la corrosión está en un estado avanzado será necesario sustituir todo el hormigón, lo cual supone una operación de gran envergadura. [figura 9]



Figura 9.- Detalle corrosión armadura.

Las patologías más habituales del hormigón y las armaduras son la carbonatación y la presencia de sales (cloruros).

•Carbonatación: Este proceso se produce cuando el dióxido de carbono del aire reacciona con el hidróxido de carbono del hormigón, volviéndose el hormigón más duro y reduciendo su alcalinidad, lo cual, eventualmente, produce la corrosión de la armadura.

Indicador de pH por disolución de fenolftaleína: El indicador de pH de fenolftaleína permite diferenciar tres zonas de pH, inferior a 8, donde la disolución se torna incolora, entre 8 y 9,5, donde adquiere una tonalidad rosa suave, y mayor de 9,5, donde adquiere un color rojo púrpura intenso. En la prevención de la corrosión del hormigón armado la coloración por fenolftaleína es una técnica muy utilizada ya que a pH por debajo de 8 el acero se puede corroer, mientras que a pH muy alcalinos se encuentra pasivo. A la profundidad que alcanza la zona de pH inferior a 8, zona incolora, se le suele llamar 'profundidad de carbonatación. La aplicación se



Figura 10.- Disolución de fenolftaleína

realiza mediante un pulverizador disolviendo la fenolftaleína al 1% en alcohol etílico, en pocos minutos se produce la coloración de las diferentes zonas. [figura 10]

• Sal (cloruros): Los problemas causados por la sal se suelen deber al contacto permanente con agua salina. El cloruro reduce el valor del Ph del agua, lo que puede producir corrosión en la armadura y daños significativos al hormigón. En la línea de costa, la brisa marina arrastra importantes contenidos de humedad que, naturalmente, lleva en sí cloruros; de esta manera, estructuras que no están en contacto directo con el agua de mar, sufren igualmente sus embates.

Podríamos concluir que los problemas de conservación derivados por carbonatación y por cloruros son dos de las patologías más graves de deterioro y que suelen ser comunes en la mayoría de las vidrieras de hormigón que utilizan el hormigón armado tradicional. Esto se agrava por la insuficiencia de recubrimiento del armazón interno y supone una velocidad de carbonatación cuatro veces mayor.

Para combatir algunos de estos problemas aquí mencionados, recomendamos: Relaciones agua/cemento bajas, el empleo de cementos con aditivos aireante, un curado adecuado, armadura metálica de acero inoxidable 316 (no necesita imprimación anticorrosiva), Tratamientos preventivos (apartado 5) Sikagard -670 W (pintura de protección frente a la carbonatación), Armaduras metálicas de acero con una Imprimación anticorrosiva monocomponente basada en resinas epoxídicas y zinc para la protección de armaduras, como por ejemplo Nitoprime Zincrich Plus®.

— Fisuras en el hormigón

Las fisuras en el hormigón pueden generarse tanto como resultado del propio proceso de mezcla y aplicación (curado deficiente, exceso de cemento en la composición, falta de vibración, excesivo calor, etc., por las condiciones del edificio (defectos estructurales del propio edificio, fatiga de los materiales, etc.) o durante su instalación (transporte inadecuado de las vidrieras, errores en su colocación, falta de junta de dilatación, sellado inadecuado, etc.) Estos daños pueden clasificarse en dos grupos: daños no estructurales (se producen tanto durante el estado fresco como durante el endurecimiento) y daños estructurales (resultado de acciones mecánicas que sufre la estructura del edificio).

Normalmente estas fisuras no afectan estructuralmente al material, pero sí suponen una puerta abierta a los agentes exteriores que puede aparecer cuando un material ha superado la tensión que es capaz de soportar, de ahí la importancia de conocer cuáles son las patologías que sufre el hormigón, paso previo y necesario para la aplicación de una solución adecuada. [figura 11]



Figura 11.- Detalle fisuras

Conservación y restauración de vidrieras de hormigón

Lamentablemente, como ya hemos mencionado anteriormente, son muy escasos los estudios científicos-experimentales en el campo específico de la Restauración y Conservación de las vidrieras de hormigón. Tampoco disponemos de una serie de protocolos o directrices básicas de actuación, como las que podemos encontrar en el caso de las vidrieras emplomadas. En este sentido es necesario recordar que las Líneas Directrices del CVMA no cuentan con la aprobación y respaldo oficiales de las diferentes administraciones públicas, paso este absolutamente necesario para mejorar la situación actual en la conservación y restauración de vidrieras en España.

La solución a una parte de los problemas a los que se enfrenta el campo de la conservación-restauración de bienes culturales en la actualidad pasa por la formación de equipos interdisciplinarios que trabajen desde una perspectiva más diversificada, enriquecedora y completa. Solo mediante el trabajo en equipo podemos lograr un mejor análisis de los materiales y entender sus patologías, impulsar el desarrollo de nuevas técnicas y productos al servicio de la conservación, avanzar en el conocimiento de métodos y procedimientos que minimicen la acción de los agentes responsables del deterioro, asesorar en tareas de conservación y restauración, así como establecer sistemas, protocolos de trabajo y pautas o criterios de intervención. Finalmente, es esencial hacer una divulgación de esta actividad investigadora a través de publicaciones, participación en congresos, seminarios, coloquios y otras actividades similares que contribuyan a la formación de especialistas y al intercambio de conocimiento a nivel nacional e internacional.

Esta realidad, junto a un mayor incremento de las vidrieras de hormigón que necesitan ser conservadas y restauradas, genera a los talleres especializados en ésta técnica artística, una serie de incertidumbres a la hora de afrontar una nueva restauración. En base a la propia experiencia adquirida, los escasos estudios publicados y a la información compartida con colegas de profesión, intentamos solventar estas

incertidumbres con el máximo respeto y preservación de los valores originales de cada obra.

Creo apropiado complementar la siguiente exposición con un artículo escrito por Fernando Cortés Pizano, "*Principales actuaciones de Conservación- Restauración de vidrieras Históricas*", y publicado en el 2015 en la revista Nº8 de Ge-Conservación, donde hace una revisión de los métodos, productos y criterios más comúnmente utilizados hoy en día en la restauración de vidrieras tradicionales emplomadas. Se analiza de forma cronológica el proceso de intervención de una vidriera tradicional, desde las actuaciones iniciales de desmontaje, embalaje, transporte, almacenaje y documentación, hasta su restauración y transporte final, además de la protección mediante un adecuado sistema ventilado. El tipo de intervenciones descritas se centra principalmente en vidrieras históricas situadas en un contexto arquitectónico, y realizada con la técnica tradicional de vidrios emplomados, pero que perfectamente podemos adaptar, a excepción del apartado de restauración, a las vidrieras de hormigón, desarrollando una metodología similar de trabajo en muchos de los procesos de intervención descritos.

Otra particularidad que creemos conveniente mencionar en relación a los criterios de intervención es la referente a las restauraciones in situ o en taller. En el caso de las vidrieras tradicionales emplomadas generalmente se aconseja su traslado al taller, excepto en el caso de pequeñas reparaciones de emergencia o de mantenimiento. Pero en las intervenciones sobre vidrieras de hormigón, el desmontaje y posterior traslado al taller para su restauración, se considera una operación de emergencia, sólo necesaria para aquellas vidrieras en las que su estado de degradación ha llegado a una situación límite, no pudiéndose solucionar con ningún tratamiento correctivo in situ. Asimismo, el traslado al taller también podría ser necesario en aquellas vidrieras en las que gracias a las tareas de mantenimiento periódicas, se detecten patologías de degradación expansiva originadas por factores externos, como pueden ser las generadas por las condiciones del edificio o por una insuficiente junta de dilatación, incapaz de absorber los movimientos estructurales.

Con esto, no queremos decir que para llevar a cabo cualquier tipo de tratamiento preventivo o correctivo, como explicaremos a continuación, resulte más efectivo realizarlo "in situ", sin desmontar la vidriera. En cada intervención hay que saber valorar si las patologías detectadas se limitan a un único panel, conjunto de paneles o a toda la vidriera, y en consecuencia estudiar el modo de fijación, la complejidad de la intervención, el posible riesgo de intensificar los daños existentes y, como no, los costes del desmontaje. Toda esta información nos será sin duda de gran ayuda a la hora de actuar sobre la vidriera de la manera más segura, eficiente y responsable.

A continuación voy a proponer una serie de directrices básicas de actuaciones muy concretas y centradas

exclusivamente en los materiales, con el deseo que, de alguna manera, puedan ayudar a allanar el camino a seguir en futuros estudios sobre este tema.

Por último analizaremos cómo afrontar la reconstrucción de lagunas, producidas generalmente por actos vandálicos o impactos fortuitos.

Actuaciones de restauración y conservación sobre el hormigón

— Tratamientos preventivos

En el caso de vidrieras históricas, la protección del hormigón por medio de la aplicación de sistemas eficaces constituidos por pinturas, barnices y revestimientos, los cuales ofrecen resistencia química y física ante las acciones de los agentes atmosféricos u otras agresiones a las que la obra está sometida, es sin duda una opción de conservación preventiva muy interesante. Estos trabajos de protección pueden asimismo ser ejecutados preventivamente en las vidrieras de nueva creación, como parte de las actividades de mantenimiento correctivo, contribuyendo de forma decisiva a aumentar su vida útil, aplicándose en estos casos por las dos caras de la vidriera. En vidrieras ya instaladas priorizaremos estas actuaciones a la cara externa y siempre que sea posible, por accesibilidad o presupuesto, se intervendrá por las dos caras.

En relación con las operaciones periódicas de mantenimiento de la vidriera, estos sistemas de protección deberán ser controlados para así constatar su funcionalidad y verificar si necesitan ser renovados. Los objetivos básicos de su utilización son reducir la absorción de agua, la penetración de gases agresivos, sales, y, en algunos casos, utilizar las propiedades de ciertos materiales para actuar como barrera protectora contra el ataque de posibles elementos químicos agresivos.

Los sistemas de protección superficiales del hormigón pueden clasificarse en dos grandes grupos:

— Impregnación hidrófuga

Se logra una superficie cubierta y repelente al agua, no obstante el interior de sus poros y capilares no están rellenos y su aspecto no resulta alterado. Principalmente están compuestos por silanos o siloxanos. Su finalidad principal es la de reducir la absorción de agua por el hormigón, ya que, sin agua, no puede deteriorarse químicamente el hormigón. Su desventaja principal es el hecho de que no ofrecen ninguna protección química o mecánica al hormigón al no impedir la entrada de agua si el hormigón se fisura.

Productos más comúnmente utilizados: Sikagard®-917 W es una emulsión, base siloxano, hidrofugante y repelente al aceite que se suministra lista para su uso, Weberneto S400

Penetra profundamente en los capilares ofreciendo una hidrofugación de máxima efectividad prolongando la vida útil del material tratado y previniendo el crecimiento de microorganismos. Es asimismo efectivo en el tratamiento contra la carbonatación de hormigones y morteros.

— Impregnación de sellamiento o pinturas de protección

Se reduce la porosidad superficial y se consolida la superficie mejorando el anclaje del recubrimiento. Los poros y capilares están parcial o completamente rellenos. Los principios activos suelen ser polímeros orgánicos. Son productos líquidos que forman una fina película sobre el hormigón y, a diferencia de los hidrofugantes transparentes, consolidan la primera capa superficial del hormigón y tienen una mayor durabilidad. Pueden utilizarse durante la fase de curado del hormigón o por impregnación una vez fraguado. Las pinturas y barnices a base de poliuretano son más duraderos y alargan la vida útil del hormigón, reduciendo los problemas por carbonatación al eliminar la absorción de agua.

Propiedades: reducen significativamente la carbonatación, limitan la permeabilidad e inhiben el crecimiento de hongos y bacterias.

Productos más comúnmente utilizados: Sika ferroGard -903 plus. Es un inhibidor de la corrosión por impregnación. Tratamiento de control de corrosión para hormigón sin daños, donde el acero de refuerzo se corroe o está en riesgo de corrosión debido a los efectos del hormigón carbonatado o contaminado con cloruro. Se puede usar como un sistema de reparación y protección del hormigón.

Sikagard -670 W. Es una pintura de protección frente a la carbonatación, monocomponente, a base de resinas acrílicas. Excelente resistencia a la intemperie y al envejecimiento. Impermeable al agua de lluvia. Color blanco, gris piedra y sobre pedido.

— Tratamientos correctivos

La situación más común es que las operaciones de mantenimiento sean correctivas, donde a partir de manifestaciones de lesiones patológicas y de la realización de un diagnóstico previo del problema para la identificación de las causas se procede a la corrección y protección del hormigón. Existen técnicas adecuadas de corrección y productos de conocida eficacia, los cuales deben ser usados sobre el hormigón previamente a recibir la nueva pintura de protección.

La pérdida de alcalinidad o contaminación por cloruros en el hormigón constituye una problemática que puede comportar problemas graves para el sistema estructural en su conjunto. Pero donde el problema se vuelve realmente delicado es en la armadura, en la cual, al

quedar desprotegida químicamente o al ser atacada por los iones de cloruro, se producirá un proceso de corrosión generalizado. Los síntomas principales de esta corrosión expansiva son las fisuras, oquedades, fracturas de las dallas y hasta desprendimientos en la superficie del hormigón, los cuales evidencian los verdaderos problemas que se generan en su interior.

Para evitar llegar a estas situaciones límite lo aconsejable es tratar de evitar la corrosión de la armadura durante la ejecución de la estructura. En el caso de las estructuras existentes también podemos actuar preventivamente, sin que sea necesario esperar a la aparición de los primeros síntomas de la corrosión. Abordar este problema, una vez iniciada la corrosión, resulta realmente difícil. La solución que se viene aplicando, siempre que nos encontramos en una fase inicial y no generalizada de la corrosión es intentar reducir su velocidad de propagación e incluso parar completamente el proceso de corrosión de la armadura, actuando sobre el verdadero problema evitando que se produzca la corrosión en primer lugar.

Estas técnicas se disponen en 4 etapas diferentes de intervención: Eliminación del hormigón deteriorado, Reparación de fisuras, Aplicación morteros de reparación, Sistemas de protección superficiales.

— Eliminación del hormigón deteriorado

El proceso se realizará con medios manuales o automáticos (Dremel®) y consiste en la extracción de todos los fragmentos del hormigón deteriorado, como consecuencia de la expansión de la armadura en su proceso de corrosión, de una mala calidad del hormigón, de fases de congelación o de movimientos estructurales. De esta forma se retira todo el material suelto o mal adherido hasta alcanzar el hormigón sano. Toda esta operación debe realizarse con sumo cuidado de no perjudicar la integridad estructural de la vidriera que se encuentra en una situación muy vulnerable.

— Reparación de fisuras

Antes de proceder a la recomposición de la sección con el nuevo material se debe observar la superficie que ha quedado descubierta para detectar futuras fisuras. En el caso de que existan es importante conocer las causas que permitieron su formación y estar seguros de que no siguen presentes para evitar realizar la reparación de una patología que pueda volver a aparecer. En todos los casos de fisuración las resinas epoxi han demostrado ser adecuadas para realizar el sellado y, mediante la unión, convertir de nuevo en monolíticos los elementos estructurales separados por los planos de las fisuras. Se recomiendan los siguientes tipos de resinas epoxi en función de la anchura de la fisura:

Inferiores de 0,5 mm/mm: A veces no son visibles a simple vista. Generalmente, no implican problemas estructurales,

pero pueden provocar consecuencias más graves como permitir la entrada de agentes agresivos que pueden corroer las armaduras internas. Utilizar resinas epóxicas bicomponentes de viscosidad igual o inferior a 500cp.

•Entre 0,6mm/mm y 3mm/mm: formulaciones epoxi bicomponentes puras o cargadas con polvo de cuarzo o de vidrio, pero con viscosidad inferior a 1500cp. La especificación de la ASTM C881, identifica los criterios básicos para la selección del grado y clase de resinas a usar.

— Aplicación de morteros de reparación

Sika monotop 612 es un mortero de reparación estructural de un componente reforzado con fibras y humo de sílice que cumple con los requerimientos de la clase R3 de la UNE-EN 1504-3. Se trata de un mortero preparado, listo para su empleo con la sola adición de agua y de fácil aplicación en superficies verticales. Se adhiere perfectamente sin imprimación, es adecuado para trabajos de refuerzo estructural y restituye el hormigón contaminado por carbonatación. De esta manera se conseguirá que la zona de hormigón reparada tenga la resistencia, la inercia y la durabilidad suficientes, equiparables a sus prestaciones originales, que es el objetivo cuando se hace una reparación.

— Sistemas de protección superficiales

Actuar como si se tratara de un tratamiento preventivo, aplicando tratamientos de impregnación hidrófuga, selladora o pinturas de protección sobre toda la superficie del hormigón de la vidriera.

— Desmontaje y restauración en taller

Casi todas las vidrieras de hormigón que llegan a un estado límite de conservación donde se llega a cuestionar su integridad estructural y la seguridad de las personas, tienen en común una suma de patologías de degradación, las cuales, a su vez, se retroalimentan mutuamente, siendo realmente difícil, llegados a este punto, repararlas con tratamientos correctivos. Se precisa de un estudio muy detallado y respetuoso para determinar si una vidriera de hormigón ha alcanzado ese punto de no retorno que implica su desmontaje y traslado al taller para proceder a un tipo de actuación más agresiva, que implica en la mayoría de los casos la sustitución del hormigón y, a menudo, muchas de las dallas.

La dificultad y costos, junto a la posibilidad de roturas a la hora de desmontar una vidriera o conjunto de paneles, debe ser siempre la última opción que ha de ser planteada sólo en aquellos casos donde la integridad estructural está realmente degradada, evidenciando un riesgo claro para la obra y para la seguridad de las personas por el riesgo inminente de desprendimientos.

Los fenómenos que observamos en estos casos a simple vista suelen ser grietas, desprendimientos de mortero, expansión de las armaduras, vidrios con múltiples fracturas y roturas, incluso en casos extremos, deformaciones en la planimetría de los paneles.

— Procedimiento

Previo al desmontaje, trabajaremos por la cara donde se instaló la vidriera a la obra o a la estructura-marco de acero, asegurándonos de sacar fotografías de todas las zonas dañadas y de todos los paneles que vayan a ser desmontados, así como obtener plantillas de toda la vidriera. Será suficiente con un papel vegetal marcando la forma de todos los vidrios, enumerándolos y anotando su color correspondiente.

Aseguraremos los paneles con una malla pegada con una disolución de cola blanca y agua a toda la superficie para evitar desprendimientos y así garantizar su integridad y seguridad durante su manipulación. Si tenemos acceso a la cara opuesta también recomendamos realizar la misma operación. Sobre esta malla también enumeraremos cada panel de manera que sepamos el lugar concreto que ocupa.

Teniendo en cuenta como se fijaron los paneles entre sí y a la obra iniciaremos su desmontaje comenzando de abajo



Figura 12.- Chapelle de Montalaurou – Pailhès. (Carlo Roccella)

hacia arriba, excepto en aquellos casos de superposición de paneles donde se iniciará siempre por la parte superior. Deberán de tomarse todas las medidas de seguridad pertinentes por el riesgo elevado de desprendimientos por ambas caras de la vidriera.

Una vez en el taller, seleccionaremos los vidrios que se encuentren en buen estado para su reutilización en la nueva vidriera eliminando todo el hormigón y armaduras originales. Dataremos todos los vidrios nuevos para diferenciarlos de los originales. [figura 12]

Como se comentó en el apartado de realización de una nueva vidriera, debemos tener muy en cuenta las particularidades de cada proyecto y decidir correctamente la elección de materiales, técnicas de fabricación y procedimientos de ejecución, ya que estas decisiones afectarán a la vidriera durante toda su vida útil. Los nuevos paneles restaurados se diseñarán teniendo en cuenta la nueva estructura de acero que los soportará.

Actuaciones de restauración y conservación sobre las dallas

La aparición de fracturas en los vidrios puede ser causada por estrés o factores internos (composición o manufactura incorrecta del vidrio) o por estrés o factores externos (carga de peso, falta de juntas de dilatación, impactos, corrosión de las armaduras internas o una insolación excesiva). Las roturas cambian la forma en que la luz incidente interactúa dentro del vidrio creando una refracción, cambio de dirección que provoca una pérdida de transparencia. También dan como resultado un aislamiento más deficiente y una pérdida de estabilidad. La intervención sobre cualquier fractura o rotura de los vidrios conlleva una investigación preliminar con el fin de adquirir la información necesaria para determinar y dar solución a las causas responsables de la fractura antes de proceder a su restauración

— Reparación de fracturas

Los limitados estudios realizados para la consolidación de fracturas o roturas de los vidrios mediante adhesivos y consolidantes no han sido suficientes para conseguir un tratamiento efectivo que dé solución a los diferentes retos a tener en cuenta: reversibilidad de los materiales, propiedades de envejecimiento (coloración amarillenta, fragilidad), facilidad de tratamiento (una o varias capas) o neutralización del efecto reflectante de las superficies internas.

El mayor problema de consolidación del vidrio es que debe penetrar piezas de vidrios de varios milímetros de grosor, entre 20 mm y 30 mm, además de aplicarse in situ, en vertical, donde el uso de jeringuilla se ha demostrado poco efectivo.

De entre los adhesivos seleccionados en el proyecto CONSTGLASS ninguno se considera adecuado, ni el adhesivo ni la técnica de aplicación y se requiere más investigación. Sólo el Paraloid B-72 (5% en peso) y el LV740 destacaron entre los demás, aunque su penetración y técnica de aplicación in situ es insuficiente.

Por lo tanto, los conservadores-restauradores deben seguir un proceso de razonamiento para determinar si la consolidación de las roturas y grietas es absolutamente necesaria para evitar una mayor descomposición o pérdida de vidrio. Una posible intervención de emergencia podría ser la aplicación de un tejido de seda (20 g / m²) a la superficie del vidrio por medio de un consolidante reversible como Paraloid® B-72 u ORG®. El consolidante también se infiltrará en las roturas y grietas, y esta infiltración será restringida a varios mm solamente, permitiendo futuros tratamientos de reversibilidad. Además, la tela de seda de vidrio es prácticamente invisible in situ. Esta técnica aún se está investigando en el contexto de la prevención-conservación de vidrios del siglo XIX susceptibles de fracturarse como resultado de su composición química. Para ello se llevó a cabo un experimento en un vidrio de una vidriera de hormigón ubicada en el estudio de conservación de vidrieras de la Universidad de Amberes, en Bélgica, como parte de nuevas investigaciones sobre el comportamiento a largo plazo del vidrio restaurado, teniendo en cuenta aspectos tales como reversibilidad y re-tratabilidad de las intervenciones y productos aplicados.

— Reparaciones de actos vandálicos o impactos fortuitos

Las lesiones que puede recibir una vidriera de hormigón por el impacto violento de un objeto sobre uno de sus paneles, ya sea fortuito o premeditado, puede provocar daños muy graves, aunque al contrario de las anteriores, pueden ser muy localizados, sin llegar a generar un problema de integridad estructural generalizada, pudiendo generalmente ser restaurada "in situ". No obstante, la reparación de este tipo de obras requiere una actuación rápida por el riesgo de evitar un mayor deterioro del resto de la vidriera.

Estas reparaciones requieren otro planteamiento, que consiste generalmente, en estudiar detalladamente el grado de afectación tanto de la zona afectada como del conjunto del panel. Si la estructura del panel es estable sería posible intervenir in situ sobre la zona deteriorada. [figura 13]

En estos casos se procede a obtener una plantilla de la zona a sustituir, retirar íntegramente todo el material deteriorado utilizando medios mecánicos, (amoladora o Dremel®), todo ello con el máximo cuidado para no dañar el conjunto de la vidriera. Recuperaremos todos los vidrios que se encuentren en buen estado y los incorporaremos al nuevo fragmento de vidriera. Si se incorporan nuevos vidrios serán identificados por la cara interior utilizando una punta de diamante o una Dremel®. [figura 14]



Figura 13.- Iglesia Don Bosco. Montpellier. (Carlo Roccella)



Figura 14.- Iglesia Don Bosco. Montpellier. (Carlo Roccella)

El nuevo fragmento deberá encajar en la vidriera con una junta perimetral de 1mm que será rellenada con resina epoxi como si se tratara de una reparación de fisuras.

Las decisiones a favor o en contra del reemplazo (parcial) de determinadas piezas de vidrio pueden depender de factores artísticos, argumentos históricos, estéticos y funcionales que deben saber valorarse en cada caso en particular. El artículo 12 de la Carta de Venecia nos dice: "los reemplazos deben integrarse armoniosamente con el conjunto pero al mismo tiempo deben ser distinguibles del original".

Agradecimientos:

Muy especialmente a Fernando Cortés Pizano, por su motivación, consejos y preciadas aportaciones tanto en corrección-redacción de texto como en estructura. A mi colega vitralista, también creador y restaurador de vidrieras de hormigón, Carlo Roccella, por su generosidad y confianza, compartiendo sus proyectos y amplia experiencia para la realización de este artículo. Y a mi mujer Ariadna, por su apoyo continuo para que yo tuviera el tiempo y la dedicación para la realización de este proyecto.

Referencias

CAEN, J. JANSSENS, k. JACOBS, P. (2014). *The Consolidation of Architectural Glass and Dalle de Verre; Assessment of Selected Adhesives*. Antwerpen. Faculteit Ontwerpwetenschappen

CORTÉS PIZANO, F. (2015). Principales Actuaciones en la Conservación – Restauración de Vidrieras. *Ge-Conservacion*, 8: 122-133. <https://doi.org/10.37558/gec.v8i0.298>

GALÁN GARCIA, I. (2012). *Carbonatación del hormigón*. Madrid. Tesis de la Universidad Complutense de Madrid, facultad de Ciencias Químicas.

GONZÁLEZ LUCAS, A. (2014). *Comportamiento frente a la durabilidad de morteros de reparación de cemento modificados con Polímeros*. Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.

KRISTEL DE VIS, JOOST CAEN, KOEN JANSSENS y PATRIC JACOBS. (2013). *The Consolidation of Cracks and Fissures in Dalle de Verre*: Amsterdam. Forum of the International Scientific Committee for the Conservation of Stained Glass (Corpus Vitrearum-ICOMOS).

KRISTEL DE VIS, JOOST CAEN, KOEN JANSSENS, PATRIC JACOBS. (2015). *The Consolidation of Cracks and Fissures in Dalle de Verre: Assessment of Selected Adhesives*. Netherlands. ©Icom Committee for conservation.

PEPI, RAYMOND M. (2014). *Conservation of Dalle de Verre at the New York Hall of Science*. Springfield. Association of Preservation Technology International.

PORTO QUINTIÁN, J. (2005). *Manual de Patologías en las estructuras de hormigón armado*. La Coruña. Universidad de la Coruña. Escola Universitaria de Arquitectura

ZANUY, C. ALBAJAR, L. DE LA FUENTE, P. (2011). *El proceso de fatiga del hormigón y su influencia estructural, en Materiales de construcción*. Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.

<https://blog.sagradafamilia.org/es/especialistas/la-resina-epoxi/>

<https://proasur.com/es/nosotros/actualidad/resina-en-los-procesos-productivos-de-proasur/>

Autor/es



Pepe Cubillo
info@mondovitral.com
 Arcobe

Artesano del vidrio con taller propio, Mondovitral, desde el año 2002. Especializado en la Creación, Restauración y Conservación de vidrieras. En 1995 tuvo su primer contacto con el vidrio artístico, trabajando durante 5 años en el taller de Antonio Luis Sainz "Keshava", en Barcelona. Durante los años 2000-2002 completó

sus conocimientos estudiando en la Fundació Centre del Vidre de Barcelona técnicas aplicadas a la vidriera contemporánea. Gracias a la generosidad de Antonio Callejón, propietario de la empresa de vidrio soplado Regiopistrina en Molins de Rei, y con una extensa trayectoria en la realización de vidrieras de hormigón, aprendió la técnica para la elaboración de este tipo de vidrieras. En el año 2018 recibió el premio Restaura de la mano del President de la Generalitat de Catalunya, un reconocimiento por la restauración integral del Portal de la Boqueria de Barcelona. En esta obra coordinó y dirigió su propio equipo multidisciplinar que intervinieron en la restauración. Actualmente forma parte de la junta directiva de Arcove y coordina la comisión centrada en la catalogación e inventario de vidrieras de España.

Artículo enviado el 18/03/2021
 Artículo aceptado el 22/05/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.977>



Vicente Poleró y Toledo y los métodos de limpieza en el contexto de la restauración de pinturas en el siglo XIX

Antoni Colomina Subiela

Resumen: El *Arte de la restauración* (1853) de Vicente Poleró y Toledo representa el primer tratado específico sobre el tema en España que, desmarcándose de las antiguas prácticas, manifiesta una nueva visión disciplinar, más crítica y científica. A pesar de su concisión, supone la fuente documental básica que marcará la metodología fundamental en la intervención de pinturas durante la segunda mitad del XIX y que influirá, posteriormente, en los criterios que se adopten en la conservación y restauración contemporánea.

En lo que se refiere a la limpieza de pinturas, el tratado reúne los aspectos esenciales que recogieron igualmente los más importantes manuales aparecidos en otros países europeos. Así, este artículo coteja la obra de Poleró con estos otros trabajos coetáneos, especialmente con *De la conservation et de la restauration des tableaux*, del francés Simon Horsin-Dèon (1851); y los textos italianos *Il restauratore dei dipinti*, de Giovanni Secco-Suardo (1918), y *Manuale del pittore restauratore*, de Ulisse Forni (1866), con los que guarda una considerable analogía; sin olvidar referir otros trabajos como los de Köster (1827), Prange (1832), Bedotti (1837) y Mogford (1851). Esta correspondencia de modos y recetas sentará las bases sobre las que se ordenarán los protocolos actuales de limpieza de superficies pictóricas.

Palabras clave: Vicente Poleró y Toledo, limpieza de pinturas, tratado, pintura de caballete

Vicente Poleró y Toledo and cleaning methods in the context of the restoration of paintings in the 19th century

Abstract: The *Arte de la Restauración* (1853) by Vicente Poleró y Toledo, represents the first specific treatise on the subject in Spain that, distancing itself from the old practices, manifests a new disciplinary vision, more critical and scientific. Despite of its conciseness, it is the basic documentary source that will mark the fundamental methodology in the intervention of paintings during the second half of the 19th century and that will subsequently influence the criteria that are adopted in contemporary conservation and restoration.

Regarding the cleaning of paintings, the treatise brings together the essential aspects that were also collected by the most important manuals published in other European countries. Thus, this article compares Poleró's work with these other contemporary works, especially with *De la conservation et de la restauration des tableaux*, by the Frenchman Simon Horsin-Dèon (1851); and the Italian texts *Il restauratore dei dipinti*, by Giovanni Secco-Suardo (1918), and *Manuale del pittore restauratore*, by Ulisse Forni (1866), with which has a considerable similarity; being mindful to refer to other works too, such as the texts by Köster (1827), Prange (1832), Bedotti (1837) and Mogford (1851). This correspondence of methods and recipes will establish the basis on which the current protocols for cleaning pictorial surfaces will be determined.

Keyword: Vicente Poleró y Toledo, cleaning paintings, treatise, easel painting

Vicente Poleró y Toledo e os métodos de limpeza no contexto do restauro de pinturas do século XIX

Resumo: A *Arte de la Restauración* (1853) de Vicente Poleró e Toledo representa o primeiro tratado específico sobre o assunto na Espanha que, distanciando-se das antigas práticas, manifiesta uma nova visão disciplinar, mais crítica e científica. Apesar da sua concisão, é a fonte documental básica que marcará a metodologia fundamental na intervenção da pintura durante a segunda metade do século XIX e que, posteriormente, influenciará os critérios adotados na conservação e restauro contemporâneos.

No que diz respeito à limpeza de pinturas, o tratado reúne os aspetos essenciais que também foram recolhidos pelos mais importantes manuais publicados noutros países europeus. Assim, este artigo compara a obra de Poleró com essas outras obras contemporâneas,

especialmente com *De la conservation et de la restauration des tableaux*, do francês Simon Horsin-Dèon (1851); e os textos italianos *Il restauratore dei dipinti*, de Giovanni Secco-Suardo (1918), e *Manuale del pittore restauratore*, de Ulisse Forni (1866), com os quais ele mantém uma analogia considerável; sem esquecer de referir a outras obras como as de Köster (1827), Prange (1832), Bedotti (1837) e Mogford (1851). Esta correspondência de modos e receitas lançará as bases sobre as quais os protocolos atuais para limpeza de superfícies pictóricas são ordenados.

Palavras-chave: Vicente Poleró e Toledo, limpeza de pinturas, tratado, pintura de cavalete

Introducción

Exceptuando algún caso anterior, como el protagonizado por Pietro Edwards al frente de la restauración de pintura pública en la Venecia del último cuarto del siglo XVIII (Ruiz de Lacanal 2018: 83-90; Conti 1988: 154-187; Macarrón 1997: 114-120; Perusini 2012: 61-82), podría afirmarse que la centuria ochocentista marca un nuevo modo de cumplir con la conservación del arte. La creación de las Academias y los Museos manifiestan una clara transformación en cuanto a la consideración del arte y los artistas, al mismo tiempo que emerge el sentimiento de Patrimonio Cultural como señal de identidad colectiva. Los cambios culturales e intelectuales que se habían producido con el movimiento ilustrado anticipan de manera premonitoria un panorama de revolución en todos los ámbitos, especialmente a nivel técnico y científico, sobre el que se asentarán las bases de la restauración contemporánea (Macarrón 1997: 145-148). En el terreno de la limpieza de pinturas surge igualmente una inédita confianza en la ciencia, que contribuirá a la actualización de procesos y materiales, sometidos al uso del conocimiento y la razón.

Esta nueva corriente se desmarca claramente de las prácticas llevadas a cabo con anterioridad, produciéndose un claro distanciamiento de la faceta artística de los antiguos restauradores (Vicente 2012: 121), y señala un nuevo itinerario metodológico y espíritu científico (Ruiz de Lacanal 2018: 82). Se viabilizará entonces el nacimiento y reconocimiento de la profesión (Vicente 2012), con el paso del artista-restaurador al profesional especializado (Ruiz de Lacanal 1999: 122; 2018: 93), al tiempo que empezará a definirse la idiosincrasia del oficio y propiciará la aparición de los primeros tratados de restauración. No obstante, no hay que olvidar que, antes o paralelamente a estos primeros textos específicos, algunos manuales sobre pintura (Burtin 1808; Mérimée 1830; Prange 1832; Riffault et Vergnaud 1843), también aportan importantes conocimientos al mundo de la restauración que, sin duda, influenciaron en las publicaciones que les siguieron.

Entre esta serie de manuales hay que mencionar con especial relevancia el de François Xavier de Burtin (1808) [figura 1] que, por su antigüedad, anterior incluso a los primeros tratados de restauración, merece especial atención por lo que repercute en el resto. Su principal aporte radica en recoger en su texto, de manera inédita y anticipada, en los primeros años del siglo XIX, los métodos

de restauración más significativos que se llevaban a cabo en los talleres de la época, atribuyéndose el mérito de haber ordenado todo el caos de recetas y procesos, juzgándolos según las reglas de la química y la sana razón (Burtin 1808: 384). En lo que se refiere a los sistemas de limpieza de pinturas, influenció especialmente en los manuales italianos que aparecieron más tarde, como el de Secco-Suardo (1918)^[1] y Ulisse Forni (1866) [figura 2], cuyos autores lo citan como fuente documental de significativa importancia, el primero para comentar sus procesos y el segundo para traducir del francés y volcar textualmente en su propio libro gran parte de sus recetas y métodos^[2].

En este contexto, el tratado de Vicente Poleró y Toledo (Cádiz, 1824 - Madrid, 1911) [figura 3], *Arte de la restauración* (1853) [figura 4], supone la primera publicación específica sobre restauración de pinturas en España, aunque no

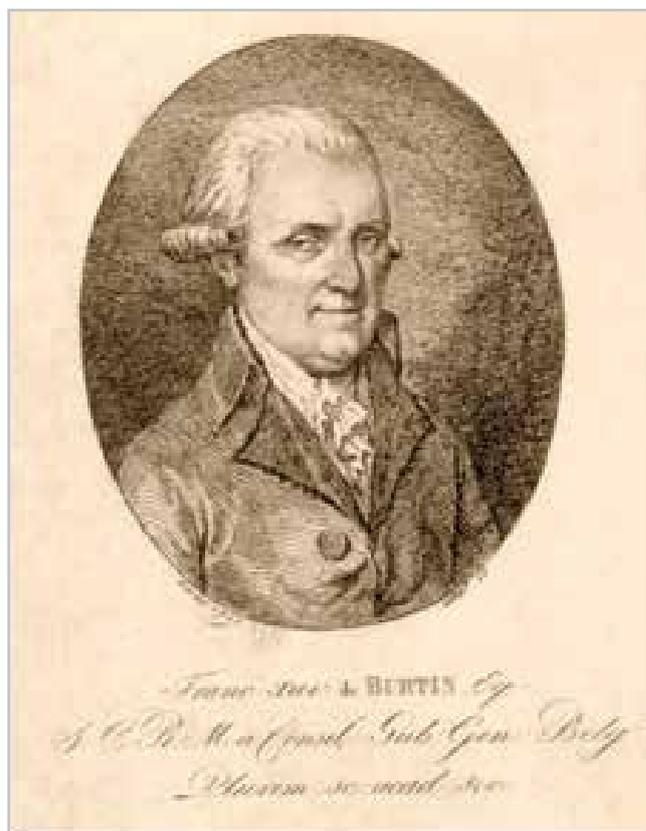


Figura 1.- Retrato de François Xavier de Burtin, incluido en el primer tomo de su *Traité des connoissances nécessaires aux amateurs de tableaux* (1808).



Figura 2.- Página de créditos de los tratados *Il restauratore dei dipinti*, de Giovanni Secco-Suardo (1918), y *Manuale del pittore restauratore*, de Ulisse Forni (1866).



Figura 3.- Vicente Poleró y Toledo. Fotografía: Jean Laurent, ca. 1865. Imagen extraída del catálogo de la exposición *Primeros tiempos de la fotografía en Zaragoza. Formatos "carte de visite" y "cabine card"* (Cajalón, Zaragoza, 2010), comisariada por José Antonio Hernández Latas.

hay que olvidar otras reflexiones previas como las del catalán Josep Arrau i Barba, que dejó importantes apuntes manuscritos, como *Sobre el modo de limpiar y restaurar las pinturas antiguas*, de 1834 (Vicente 2012: 199). Estos textos refuerzan ese proceso de profesionalización que sufre el restaurador del siglo XIX (Martínez 2008: 262), en la medida en que confluye en su actividad el saber teórico y la habilidad práctica (Ruiz de Lacanal 1994: 500). En comparación con otros tratados de la época, considerados más completos y científicos (Carretero 2005: 177), en todo caso más extensos, el escrito de Poleró es un compendio técnico bastante modesto que, por su carácter eminentemente práctico, prescinde de complicadas argumentaciones teóricas o explicaciones complementarias acerca de técnicas pictóricas e historiografía del arte (Perusini 2010: 19-23). Básicamente, rompiendo con el secretismo profesional y partidario de la enseñanza de la disciplina (Martínez 2008: 266), Poleró expone de una manera muy sintética lo más destacado de la práctica de la restauración de pintura y es, precisamente esta capacidad de concreción, uno de los aspectos más determinantes de su texto. Como trabajo de referencia en España inspiraría, unos años más tarde, diversos escritos de Mariano de la Roca y Delgado (Martínez 2008: 268; Vicente 2012: 181-182), como el *Tratado de la limpieza, forración y restauración de las pinturas al óleo*, publicado en 1872.

En lo referente a los procesos de limpieza, en esta línea, no plantea exactamente un protocolo sistematizado, pero sí una guía de actuación muy simple y estructurada,

también marcada por la cautela con la que se aproxima a esta tarea y que le induce a proponer un número reducido de procedimientos y descartar los métodos más ingeniosos o extravagantes. En la introducción de su tratado pretende distanciarse de la tradición anterior, personificada en la figura del restaurador de la colección real Juan García de Miranda (Ruiz de Lacanal 2018: 216-218; 1999: 81) que, aunque reconocería su mérito como pionero de la restauración en España (Vicente 2012: 51), cuestionaría sus trabajos, realizados “con más buena fe que acierto” (Poleró 1853: 10). Esta diferenciación generacional viene justificada por la incorporación de nuevos procesos de intervención y avances, esencialmente, en el terreno de la forración, el estucado y la reintegración cromática.

En la forración, Poleró (1886: 167) apela a la necesidad de tener en cuenta la calidad y grosor de los lienzos, así como el tipo imprimación y el estilo distintivo de los pintores; además de llamar al correcto y cauto uso de los útiles e ingredientes necesarios, cuestiones que parecen no dominarse con anterioridad (Vicente 2012: 171). En lo referente al estucado, defiende la composición del yeso mate diluido y amasado con cola, frente a otras argamasas utilizadas hasta entonces, optimizando su aplicación con su posterior raspado, limpieza e imitación de los hilos del cuadro (Poleró 1853: 47-63). En la reintegración cromática subraya el uso del barniz de almáciga para la preparación de los colores para la imitación de las tintas (Poleró 1853: 72).

No queda demostrado con total seguridad cómo Poleró incluye en sus textos estos progresos técnicos que mejoran la disciplina en España. No obstante, a falta de que se realicen estudios que profundicen en su itinerario formativo y profesional antes de que escribiera su tratado a los 29 años y de que se ocupara de la catalogación, ordenamiento y restauración en las importantes colecciones de El Escorial y del Real Museo (Moraleda 2019: 322-326; Carretero 2002), la profesora Perusini (2010: 21) sostiene que podría haber recibido la influencia, aunque fuera indirecta^[3], del restaurador italiano Manuel Nápoli tras su llegada a Madrid en 1802 (Ruiz de Lacanal 1999: 131-135; 2018: 263-264). Esta inmadurez profesional durante la redacción de su texto, sin embargo, no desvirtúa la pertinencia de sus métodos. En particular, en lo que a la limpieza de pinturas se refiere, esta aseveración queda respaldada por el hecho de que, con la publicación de su *Tratado de la pintura en general* (1886), en la que transcribe casi literalmente su texto de 1853 en uno de sus capítulos, esta vez, respaldado por una demostrada trayectoria profesional, Poleró sigue manteniendo sus prácticas, a excepción del uso de la ceniza de madera como agente alcalino en la limpieza de cuadros.

Como han hecho otros autores (Ruiz de Lacanal 2018: 272-274; 1999: 167-180; 1994; Vicente 2012: 171-182; Perusini 2010; Moraleda 2019; Carretero 2002), este artículo acentúa la importancia de la obra escrita de Vicente Poleró como primera referencia tratadística sobre la restauración de pinturas en España. No obstante, incide en su trascendencia como referente fundamental para contextualizar los

métodos actuales de limpieza de pinturas, en la línea de los tratados coetáneos, incluso adelantándose a algunos de los más prestigiados de la época como los de los italianos Secco-Suardo y Forni. El propósito fundamental es subrayar los siguientes aspectos del proceso de limpieza, que consideró Poleró y que siguen marcando las pautas de los protocolos actuales:

- La diferenciación clara entre la limpieza de la suciedad superficial y la eliminación de estratos filmógenos como el barniz, para lo cual hay que atender a un proceso de extracción progresiva y metodológicamente diverso.
- La búsqueda de un nivel de limpieza moderado y respetuoso con la pátina natural y como consecuencia de una reflexión crítica del proceso.
- La utilización de disolventes orgánicos, en distintas proporciones, para confeccionar combinaciones de diferente fortaleza, conforme al uso de mezclas de polaridad creciente.
- El uso de sustancias alcalinas para la preparación de soluciones acuosas con las que acometer la limpieza superficial y la remoción de estratos, atendiendo al incremento del pH del agua como parámetro de trabajo fundamental.



Figura 4.- Página de créditos del *Arte de la Restauración* (1853). Ejemplar digitalizado por la Universitat Autònoma de Barcelona.

Las controversias sobre la limpieza de pinturas en el siglo XIX

A mediados del siglo XIX, se desencadenan encendidos debates en torno a los procesos de limpieza a los que habían sido sometidas diferentes pinturas de la *National Gallery* de Londres y el museo del Louvre de París. Estos focos de discusión, conocidos como “*the First Cleaning Controversy*” (Anderson 2004), consiguieron animar la participación de diferentes voces que, a su vez, a través de sus diatribas y opiniones en la prensa, algunas de ellas incluso satíricas [figura 5], lograron alentar a la opinión pública en el debate sobre el nivel de limpieza de las pinturas y el mantenimiento o eliminación de su pátina.

Muchos de estos ataques estaban condicionados inevitablemente por el apego hacia las pátinas que, bien las modas, bien como signo deseable e indiscutible de antigüedad (Vicente 2012: 61), desde el punto de vista de una valoración historicista (Macarrón 1997: 164), habían determinado el gusto estético y el hábito visual de la época. Y es que, frente a tendencias más intervencionistas, esta corriente de moderación optaba por reconocer los valores relacionados con la identidad, originalidad, autenticidad e historicidad de la obra (Ruiz de Lacanal, 2018: 183-184), considerando tanto el acto creativo por parte del artista, como la acción del tiempo que provoca el desgaste natural y deseable de las cosas (Baldini 1997: 7-8).

En esta línea, lo que se desprende de los textos de Poleró es siempre un respeto hacia el tono apacible que infunde el tiempo, preferible a las obras exageradamente limpias en las que se corre el riesgo, además, de barrer sus capas de color y veladuras. Sin embargo, en este punto hay que diferenciar esta envoltura deseable de aquella pátina simulada que, por el gusto romántico del momento, se extendía como un barniz coloreado para recargar la obra con una máscara artificial, a la que Poleró, igualmente, se oponía.

Por esto, por esa actitud prudente y siempre perceptible en los textos, resulta difícil encontrar referencias de su participación, o de otros críticos españoles, en los debates que se generaron en torno a la limpieza de pinturas en los talleres de los más importantes museos europeos. No obstante, a pesar de esta moderación en beneficio de la pátina que el tiempo imprime, de ese tiempo pintor del que ya hablaba Goya (Zapater 1860: 63), las controversias acabaron también por salpicar las actuaciones de Poleró al frente del Real Museo de Pintura y Escultura, más tarde Museo del Prado.

Estas críticas, a las que el restaurador español tilda de voces aficionadas, no obstante, favorecieron la agitación generalizada de la opinión pública, propensa a dar crédito a valoraciones infundadas, muy peligrosas para la credibilidad de la dirección del museo y para su taller de restauración.

Una de las acusaciones más deletéreas vino de la mano del hispanista Richard Ford (1845: 419) que, en su popular libro de viajes “*A hand-book for travellers in Spain and readers at home*” alude a las lastimosas operaciones practicadas sobre las pinturas del Real Museo. De hecho, tan poderoso es el dictamen que estas opiniones propiciaron que el propio Pedro Madrazo, director de la institución, consideró oportuno contradecirlas, hasta el punto de desafiar al autor de la guía de viaje a que “cite un solo cuadro barrido y repintado en su tiempo, y una sola Galería de Europa donde se haga menos uso que en la de Madrid de los corrosivos, del rascador y de los barnices para las restauraciones” (Madrazo 1854: 12).

Poleró (1868: 9-20), a través de un folleto que se publicaría como un estudio sobre el estado de conservación en el que se encontraban los cuadros del Real Museo, se defiende también de estos ataques. En este texto, además, listaba el número de pinturas malparadas, barridas o repintadas, al tiempo que señalaba las causas efectivas



Figura 5.- Viñeta de John Leech, publicada en 1847 en el periódico satírico londinense *Punch*, donde se ponía de manifiesto la agresividad metodológica de determinados restauradores

de sus daños y las razones que demostraban que no era imputable su deterioro a las acciones llevadas a cabo para su restauración y exposición y que, en todo caso, estos perjuicios se debían a intervenciones muy anteriores. Especialmente reseñables, de acuerdo con las notas de Poleró (1868: 23), eran los retoques y limpiezas apuradas en cuadros como “La recuperación de Bahía de Todos los Santos” (P000885) de Maíno, “Combate de mujeres” (P001124) de José de Ribera o “Lot y sus hijas” (P000144) de Francesco Furini.

Richard Ford, con su literatura coloquial y efectista, también habla de las prácticas adoptadas por los talleres españoles después de comprobar las intervenciones de los franceses en las pinturas que fueron devueltas años después de ser expoliadas por las tropas napoleónicas. De este modo, de acuerdo con la opinión del viajero inglés, cautivados por estas restauraciones, Madrazo, Poleró y su equipo, “pensando que el resto de su galería lucía apagada y pasada de moda, prefirieron el colorete de una ramera al simple rubor de una doncella” (Ford 1845: 419).

Llama la atención como las defensas de los españoles no se centran exclusivamente en hacer frente a las acusaciones de Ford, sino que lo hacen al mismo tiempo arremetiendo duramente contra las prácticas llevadas a cabo en el Louvre^[4]. Pedro de Madrazo rechaza la moda francesa de barrer, repintar y charolar los cuadros, mientras defiende la limpieza indispensable a favor de la armoniosa pátina del tiempo frente a los brillantes lienzos a fuerza de manos de barniz (Madrazo 1854: 11). Por su parte, Poleró también acomete contra las restauraciones del museo parisino y el uso inmoderado de los barnices y falsas pátinas para encubrir los males de las limpiezas desiguales y excesivas que les otorgaba a las pinturas un brillo ridículo, un velo amarillento y un color muy similar que imposibilitaba la diferenciación de autores y escuelas pictóricas (Poleró 1886: 206-208).

La limpieza de la suciedad superficial

Los protocolos actuales de restauración inciden en la necesidad de acometer inexcusablemente el proceso de limpieza sobre una pintura de una manera gradual y selectiva, de modo que atrás quedan aquellas formulaciones que pretendían levantar de una sola vez la totalidad de estratos impropios que se acumulan sobre los colores originales. Los métodos de hoy anteponen una acción progresiva que considera, como primera operación, “la simple extracción, realizada con métodos acuosos, del material de depósito de la superficie de una pintura, sin afectar al barniz protector” (Cremonesi 2009: 69). Esta primera limpieza superficial, conocida comúnmente como *surface cleaning*, se ha erigido como punto de partida de cualquier operación que tienda a devolver la legibilidad de la imagen pictórica, en la medida en que revela su aspecto real, encubierto por cúmulos de suciedad que, de manera más o menos grave, se extienden como una masa oscura.

Estos métodos acuosos apuestan por la modificación del pH del agua como principal factor de acción y, asimismo, consideran la incorporación de aditivos que cumplen con diferentes cometidos, como los tensoactivos, los quelantes y los gelificantes; e incluso, el aporte de calor al sistema como variable igualmente relevante.

Salvando las distancias metodológicas y materiales, hay que advertir que los restauradores del siglo XIX, de igual modo como hoy se recomienda, lejos de buscar un producto que consiguiera de una vez la eliminación de todos los estratos espurios, sugerían igualmente una limpieza gradual sobre las pinturas y diferenciaban entre la suciedad superficial y la eliminación de otras capas superpuestas, puesto que, efectivamente, “una cosa es limpiar un cuadro y otra cosa es quitar el barniz” (Secco-Suardo 1918: 320).

Para sustraer la suciedad superficial, Poleró refería el lavado con agua pura, frotando con una esponja. Esta sencilla operación, aunque podía contemplar el ligero calentamiento del agua (Poleró 1853: 45), no incluía la incorporación de productos aditivos, como sí lo hacían otros tratadistas de la época, que sugerían la utilización de agua jabonosa (Burtin 1808: 402; Horsin-Déon 1851: 85; Forni 1866: 131; Secco-Suardo 1918: 569) o la adición de productos como la hiel de buey (Mogford 1851: 49), que funcionaba igualmente como agente tensoactivo.

A pesar de tratarse de un proceso generalizado, el lavado con agua no dejaba de ser una práctica peligrosa si no se realizaba con cautela. Pietro Edwards ya advertía de las consecuencias negativas de los lavados sistematizados desde la centuria anterior (Conti 1988: 178), mientras que Mérimée (1830: 263) alertaba de que el agua podía penetrar por las grietas, disolver y aumentar la aridez de algunos colores y desprender los estratos pictóricos. Este último riesgo era especialmente palmario en las obras con aparejo de yeso, que podían reblandecerse y separarse junto con la pintura (Burtin 1808: 413-414).

El propósito del lavado con agua tenía para Poleró el doble objetivo de averiguar el tipo y resistencia de la suciedad acumulada y observar si, con esto, bastaba como para dar por concluidas las operaciones de limpieza. Esta intención sigue manteniéndose vigente en la actualidad cuando, una vez efectuada esta primera sustracción de la suciedad superficial, con frecuencia se advertirte que el amarilleamiento del barniz que subyace no era tan fuerte, hasta el punto de determinar su mantenimiento y dar por concluida la operación, una vez alcanzado este nivel (Cremonesi 2009: 69).

En esta misma línea de cautela y respetuosidad, antes de plantearse la retirada del barniz, otras veces cabía la posibilidad de mantenerlo tras haberlo sometido a un proceso de regeneración cuando no era demasiado duro. Este método (Forni 1866: 429-434; Secco-Suardo 1918: 408-420), patentado en 1863 por el farmacéutico, médico y profesor de química en la Universidad de

Mónaco, Massimiliano Pettenkoffer, y mejorado por el conde Giuseppe Uberto Valentini (Perusini 2002), consistía en exponer la obra a los vapores del alcohol, a menudo untada con bálsamo de copaiba (Carretero 2005: 174), para revertir el blanqueamiento, enturbiamiento y pérdida de transparencia del barniz. Para ello [figura 6], se preparaba una caja de madera con un fondo de metal que se llenaba de alcohol unos pocos milímetros; la pintura se introducía vuelta hacia el líquido, a una distancia de unos 5 cm y quedaba sujeta a la caja por unas ménsulas de hierro. Se calculaba que, para que el barniz volviera a regenerarse por exposición a los vapores del alcohol, debían transcurrir al menos unos 30 minutos. Inmensamente criticado (Martínez 2008: 254), el método dejó de utilizarse por sus inconvenientes y falta de control (Macarrón 1997: 168), como lo verifican determinados estudios (Schmitt 1990; 2000) que han demostrado los contraproducentes efectos de este sistema, que acaba exhibiendo problemas con el barniz y las capas de pintura como resultado de un significativo hinchamiento y la consiguiente dislocación de partículas y migración de componentes por lixiviación.

Aunque no se tiene constancia de que el proceso Pettenkofer fuera aplicado por Poleró, existen referencias a su utilización por Julián Jiménez García (1900; 1901), restaurador del Museo del Prado que, entre los años 1899 y 1900, como atestigua su informe donde se relacionan las restauraciones que efectuó en estas fechas [figura 7], aplicó este sistema en muchas pinturas, especialmente en lienzos de Velázquez, como en los retratos de “Felipe IV” (P001183), “Juan Martínez Montañés” (P001194), “El bufón Calabacillas” (P001205) o “Pablo de Valladolid” (P001198). Según especifica el propio Jiménez (1901) en la relación de objetos, herramientas y material que formaban parte del departamento de restauración del Prado, para el sistema Pettenkofer se contaba con una caja de madera de pino de unas dimensiones de 160 x 190 cm, con una tapa, en cuyo interior se disponían 27 cubetas de zinc para contener el alcohol.

También para Poleró, el uso de los disolventes orgánicos, en concreto la popular mezcla de alcohol y aguarrás, servía para levantar la suciedad más incrustada cuando no se habían conseguido unos resultados satisfactorios con el agua que, según sus procedimientos, no incluía en disolución productos tensoactivos que pudieran aumentar la efectividad del sistema acuoso frente a determinados depósitos más grasos. En este punto cabe pensar que, con esto, también se levantarían a menudo los barnices más blandos, cumpliéndose un proceso de limpieza que removería conjuntamente varias capas de diversa naturaleza, cosa bastante común por lo que se desprende de otros textos (Forni 1866: 122).

Para todos aquellos casos donde podía utilizarse la mezcla de aguarrás y alcohol, igualmente aconseja como alternativa el uso de la ceniza común. Para esto, el restaurador debía procurar mayor destreza, sobre todo, porque en este caso no podía regular su acción como lo hacía con la mezcla de disolventes, por “la facultad que por sí sola tiene el aguarrás de enervar la fuerza del alcohol” (Poleró 1853: 39). La ceniza de madera^[5], convenientemente tamizada, se fregaba sobre la pintura con la ayuda de una esponja ligeramente humedecida en agua.

Resulta extraño, o en cuanto menos curioso, comprobar cómo en el *Tratado de la pintura en general* (1886), donde Poleró transcribe en diversos capítulos casi literalmente su tratado de restauración de 1853, no recomienda el uso de la ceniza para la limpieza de pinturas. Indudablemente, lo más razonable es considerar que, por su agresividad y dificultad técnica, además de por tratarse de un método tradicional, heredado de las técnicas del pasado^[6], estaba condenado a desaparecer.

Para aquellas limpiezas más resistentes, allí donde no habían hecho efecto los disolventes ni la ceniza, confiaba en la enérgica acción de la potasa^[7], conocida comúnmente como lejía de jaboneros. Sus indicaciones pasaban por hacer

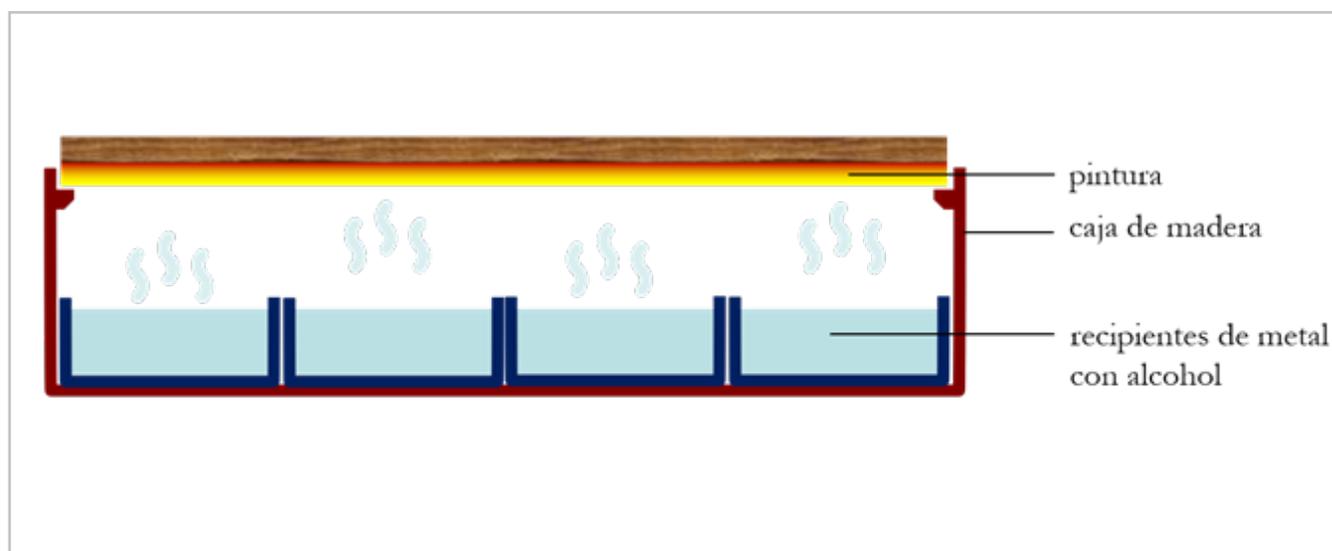


Figura 6. - Esquema del proceso Pettenkofer para la regeneración del barniz.

uso de esta sustancia en contadas ocasiones, diluyendo unas pocas gotas en un recipiente de agua y pasando esta disolución por la superficie de la pintura con una brocha espesa y suave (Poleró 1853: 43). Por último, la zona tratada con la lejía se aclaraba con una esponja empapada en agua. La disolución de este producto cáustico debía realizarse de una manera muy controlada. Algunos autores (Burtin 1808: 403; Forni 1866: 128-129) proponían añadir la lejía gota a gota hasta que el agua se volviese viscosa entre los dedos, de manera que cuanto mayor fuera su densidad, mayor grado de fortaleza adquiriría. Con este sencillo método de comprobación, el restaurador experimentado podía componer y ajustar mezclas de diferente alcalinidad, como quien mide hoy las soluciones acuosas con un pH-metro.

Podrían mencionarse otras sustancias alcalinas que se utilizaban con frecuencia para remover los cúmulos de suciedad más resistentes, siempre bajo la recomendación de comenzar con soluciones débiles, haciéndolas cada vez más concentradas según fuera necesario. Algunas de las más empleadas eran el borato de sodio, conocido comúnmente como bórax; el bitartrato de potasio o cremor tártaro; y la sal común (Prange 1832: 630-631; Forni 1866: 130).

Por otro lado, era frecuente el uso de productos que consiguieran espesar estas disoluciones, con la finalidad de aumentar el tiempo de contacto en superficie del agente de limpieza. Por citar algún ejemplo, Burtin (1808: 404) sugería adensar las soluciones de lejía de jaboneros con arena de cuarzo blanco, lavada y purificada, para mejorar su acción y ablandar con mayor eficiencia la suciedad.

Es interesante revisar, finalmente, el recetario de algunos autores del siglo XIX (Prange 1832: 632; Forni 1866: 131), donde se corrobora que, tal y como ocurre en la actualidad, los antiguos sistemas acuosos para la limpieza de la suciedad superficial contemplaban la participación de diferentes variables. La temperatura, la adición de sustancias alcalinas, el uso de técnicas espesantes y la incorporación de tensoactivos, confluían con la finalidad de modificar la acción del agua. De este modo, las pinturas ennegrecidas podían limpiarse con agua templada, en la que se disolvía jabón y sal común y a la que se le daba una consistencia espumosa al golpearla o batirla enérgicamente.

La eliminación del barniz común

Aunque es cierto que en el primer artículo de su tratado Poleró declara la conveniencia de lavar la pintura con agua como primera acción, cualquiera que sea su condición o estado, esta aseveración parece quedar en entredicho cuando, en el siguiente apartado, antepone “la extirpación del barniz al acto de la limpieza de los cuadros” (Poleró 1853: 21). Estos momentos de

contradicción, o simplemente de falta de precisión argumental, hacen que no pueda determinarse exactamente qué prioridad de actuación establecía. No obstante, de acuerdo con el criterio más generalizado, los textos de la época coinciden en que, antes de proceder a disolver el barniz o cualquier repinte, debía limpiarse la suciedad acumulada (Secco-Suardo 1918: 569).

Dejando de lado el debate sobre si el tratadista español prefería retirar antes la suciedad o el barniz, en el segundo artículo de su tratado queda claro que el método más generalizado para levantar el barniz común^[8] era su pulverización al frotar la superficie de la pintura con la palma de la mano (Poleró 1853: 21-22). Esta técnica en seco, que aprovechaba la reducida dureza y cohesión de la resina de almáciga, era conocida con el vocablo francés de *déroutage* (Secco-Suardo 1918: 420), por lo que cabe suponer que fuera desarrollada en Francia, donde se vendría practicando de manera habitual, al menos desde principios del siglo XIX (Burtin 1808: 387).

La propia resina pulverizada durante el procedimiento, por su aspereza, hacía más eficaz el frotamiento (Poleró 1853: 21-22). La ceniza tamizada y las resinas duras en polvo, como la colofonia o la sandárica, igualmente, servían como abrasivos y mejoraban la acción mecánica (Riffault y Vergnaud 1843: 312; Mogford 1851: 57; Horsin-Déon 1851: 61; Forni 1866: 121), mientras que otras recomendaciones apelaban a la interposición de un trozo de piel para evitar dañarse demasiado la epidermis de la yema de los dedos (Mérimeé 1830: 253).

El método no estaba exento de problemáticas y limitaciones (Burtin 1808: 389). Su dificultad aumentaba con los cuadros de grandes dimensiones y, en el caso de los lienzos, debían tensarse bien y procurar un soporte auxiliar rígido para evitar deformaciones y roturas. Cuando la tela presentaba una textura considerable el frotamiento dejaba en los intersticios los restos de suciedad y barniz, alcanzándose una limpieza irregular. Además, había que tener la precaución de retirar con un paño seco el polvo que se iba creando y que, al concentrarse sobre la superficie, dificultaba la visión de la pintura durante el procedimiento.

Todas estas problemáticas fueron las que hicieron dudar de la idoneidad de la técnica a algunos restauradores, que exponían que era de difícil ejecución cuando el barniz se había vuelto muy compacto (Forni 1866: 121) o que, como método recomendado por los aficionados no profesionales, estaba predestinado a dañar la superficie, desgastando los empastes y pudiendo pulverizar la pintura (Horsin-Déon 1851: 61-64).

La eliminación del barniz por frotamiento en seco requería ejercer una fuerza considerable, por lo que la fricción podía ocasionar abrasiones que conferían a la pintura un aspecto lanoso (Mogford 1851: 55). El castigo al que se le sometía, especialmente si presentaba una

fragilidad manifiesta, implicaba a menudo la realización previa de determinados tratamientos. Secco-Suardo (1918: 422) apuntaba la conveniencia de fijar la pintura antes de frotarla, así como la necesidad de desengrasar el barniz y acelerar su friabilidad con alcohol diluido o con una solución muy ligera de potasa o sosa.

La alternativa al *déroulage* para la sustracción del barniz era la utilización de una mezcla de alcohol con aguarrás^[9], una composición que en italiano recibe el nombre de *mista* (Secco-Suardo 1918: 321) y que era conocida en francés con las expresiones de *esprit mitigé* (espíritu mezclado) (Secco-Suardo 1918: 426) o *eau à nettoyer* (agua para limpiar) (Prange 1832: 633); y en alemán como *putzwasser* (agua de limpieza) (Köster 1827: 18).

Poleró habla de graduar el alcohol con el aguarrás, estableciendo mezclas de diferentes grados de fortaleza, algo que podría semejarse a los ensayos de polaridad creciente que los químicos de la restauración contemporánea proponen a través de sus pruebas de solubilidad (Cremonesi 2004: 102). De esta manera, el tratadista español expone que:

“se pondrá en una taza cierta cantidad de aguarrás, y en otra de las mismas dimensiones igual ó menor porción de este líquido. A esta última taza se agregará una pequeña parte de espíritu de vino, y se irá aumentando progresivamente, hasta que adquiera el aguarrás la fortaleza bastante á desalojar la broza incrustada en el color, sin que este sufra detrimento.” (sic) (Poleró 1853: 25)

Según esta explicación, el lector no acaba de entender el uso que se le daba a esa primera taza de aguarrás, aunque queda parcialmente aclarado cuando manifiesta, unas páginas más adelante (Poleró 1853: 28), que un algodón empapado en este líquido serviría para modificar los efectos de la *mista*, que actuaba como verdadero agente de limpieza al frotarse con otro algodón sobre la pintura. De la lectura de otros textos más aclaratorios (Bedotti 1837: 42; Mogford 1851: 53; Horsin-Déon 1851: 63), se desprende que el aguarrás, al contrarrestar la acción del alcohol, se utilizaba para neutralizar o detener la actividad disolvente y retirar el barniz reblandecido.

Hay que puntualizar que, en la *mista*, el aguarrás tenía la función de rebajar la polaridad en esta combinación, participando en mayor proporción cuanto más delicado estaba pintado el cuadro o su capa de barniz era más delgada. Por el contrario, en las pinturas con grandes y sólidas masas de color y con capas de barniz más espesas y duras, normalmente, la cantidad de alcohol se incrementaba (Burtin 1808: 389-390; Horsin-Déon 1851: 62-63; Poleró 1853: 16; Forni 1866: 122). Para determinar la proporción justa, como se ha visto, se iba aumentando la cantidad de alcohol hasta conseguir una relación adecuada con el aguarrás que fuera capaz de eliminar el barniz sin afectar a la pintura original.

Además, era frecuente incluir en la mezcla una pequeña cantidad de algún tipo de aceite, como el de linaza, nueces, amapola, lavanda o cedro, que evitaba que se produjeran blanqueamientos o pasmados^[10] en la superficie de la pintura debido al efecto de los disolventes (Burtin 1808: 409; Köster 1827: 18; Prange 1832: 633; Mogford 1851: 52; Secco-Suardo 1918: 425-426).

Barnices duros y coberturas grasientas

En los casos en los que la capa filmógena era más resistente, Poleró también recurría al uso de la ceniza tamizada o a la lejía de jaboneros, al igual que hacía con la suciedad más incrustada. En estas situaciones era posible que sobre la superficie de la pintura existiera un barniz oleo-resinoso, de una resina dura como el copal, o que estuviera cubierta por algún estrato grasiento, como resultado de la impregnación de sustancias como la manteca, el aceite de oliva o la corteza de tocino que, por lo común, se untaban sobre los cuadros para iluminar los colores o disipar el blanqueamiento producido por el polvo y la humedad (Riffault y Vergnaud 1843: 313; Forni 1866: 125).

Es cierto que los productos recomendados por Poleró, especialmente la lejía de jaboneros, actuarían de manera efectiva sobre estas capas, puesto que la sustancia alcalina convertiría en jabón estos revestimientos grasos, por medio de un proceso de saponificación sobradamente conocido (Burtin 1808: 399; Secco-Suardo 1918: 380-381).

Era frecuente, igualmente, extender barnices o aceites nuevos que, después de dejarlos actuar el tiempo apropiado, se ligaban a los depósitos más consistentes para ablandarlos. Algunos autores (Burtin 1808: 397-398; Forni 1866: 125), sugerían embadurnar durante varios días la superficie de la pintura con aceite de linaza hasta conseguir un revestimiento pegajoso que acababa por reblandecer estas capas tenaces; finalmente, uno y otro estrato se retiraban, conjuntamente, con alcohol. Otras veces (Horsin-Déon 1851: 88), este aceite emoliente se aplicaba en caliente, lo que permitía suavizar el barniz o el estrato grasiento con mayor efectividad.

Otros procedimientos más drásticos, como el propuesto por Secco-Suardo (1918: 377-379) y que había recogido de su maestro e informador boloñés Giuseppe Guizzardi (De Pascale y Giannini 1995: 8), parece que tuvo una amplia repercusión en algunos talleres de restauración dentro del conjunto de métodos para la remoción de ciertas resinas (Jones 1961: 79-80), a pesar de recomendarse su uso exclusivamente en caso de extrema necesidad para eliminar barnices duros y costras grasas. En esencia, el método consistía en impregnar la superficie del cuadro con alcohol y prenderle fuego hasta que, una vez reblandecida o fundida la capa a eliminar, se apagaba el incendio con un trapo humedecido en agua y se retiraba con un algodón empapado en *mista*.

Eliminación y tratamiento de concreciones puntuales

La limpieza de la suciedad y la eliminación de barnices y otros estratos dejaban a la vista, a menudo, concreciones de diversa naturaleza. Las deyecciones de las moscas y los repintes ejecutados en antiguas intervenciones, entre otras manchas que no convenía dejar, debían extirparse con la ayuda de un instrumento cortante llamado rascador. Este utensilio tenía forma de punta de lanza y se utilizaba, efectivamente, para levantar cualquier tipo de suciedad que enturbiara puntualmente la correcta visión de la pintura (Poleró 1853: 17-18; 1886: 279).

Poleró es muy parco en el tratamiento de este tipo de incrustaciones, en las que confía exclusivamente en la acción mecánica del rascador, sin ningún otro método complementario que el de aprovechar su relativo ablandamiento tras la limpieza con aguarrás y alcohol. En cambio, es frecuente encontrar referencias del reblandecimiento previo de los repintes con compresas de *mista* o alcohol^[1], disoluciones de potasa o diversos ungüentos suavizantes (Horsin-Déon 1851: 77; Mogford, 1851: 59; Forni 1866: 135; Secco-Suardo 1918: 402); o del uso de sustancias como la esencia de hinojo o la miel (Forni 1866: 132; Secco-Suardo 1918: 393), que tenían la función de ablandar las materias excrementicias de los insectos para facilitar su eliminación posterior con la ayuda del metal.

Sin embargo, en algunos casos, estos métodos no aseguraban la total eliminación de estas concreciones y eran consideradas como lagunas positivas (Colomina y Cusso 2015). Entonces, en el caso de que no se integraran bien en el conjunto de la obra, se hacían desaparecer retocándolas con color, una práctica habitual en muchos talleres de restauración y recomendada entre la gran mayoría de los tratadistas ochocentistas (Poleró 1853: 84; Horsin-Déon 1851: 88; Forni 1866: 132; Secco-Suardo 1918: 403-404).

Conclusiones

La limpieza de pinturas encuentra en los tratados que aparecen a lo largo del siglo XIX una importante fuente documental de medios y procedimientos que marcarán el modo de proceder hasta la actualidad. Obviamente, los productos y tratamientos han ido cambiando y evolucionando, pero en esencia, las recetas del pasado comparten aspectos comunes con los protocolos de actuación de hoy.

El uso de sistemas acuosos es en el presente el procedimiento apropiado para la limpieza de la suciedad superficial, igual que lo era para Poleró cuando aconsejaba como primera operación la limpieza de los lienzos por medio del agua. Además, de igual manera que en la actualidad el control del pH de las soluciones tampón juega un papel decisivo, en la tratadística

del siglo XIX se indican sustancias que, con la misma finalidad, proporcionaban soluciones alcalinas.

En cuanto al uso de los disolventes orgánicos, lo más destacable de los textos de Poleró reside en los diferentes grados de fortaleza que hace valer para los procesos de limpieza con mezclas de etanol y aguarrás. La relación de sustancias era escasa, pero resultaba suficiente como para componer combinaciones binarias de diferentes polaridades con las que incidir con mayor o menor fuerza en los estratos a remover. En las últimas décadas, los test proporcionados por químicos y restauradores como Robert Feller, Richard Wolbers y Paolo Cremonesi (Colomina, Guerola y Moreno 2020: 54-57) siguen la misma pauta, aunque mejorándola de acuerdo con los parámetros de solubilidad de un repertorio de disolventes más extenso.

El tratado de Vicente Poleró, a pesar de su sencillez y parquedad metodológica, supone un punto de partida de especial relevancia, en la medida en que rompe con las fórmulas de los antiguos restauradores, ampliamente conocidas gracias a los estudios de Conti (1988), Macarrón (1997), Carretero (2005) o Ruiz (2006), entre otros autores; a la vez que aparece en consonancia con el resto de los tratados sobre restauración de pinturas que surgirán a lo largo de esta centuria en otros países europeos como Francia, Inglaterra, Italia o Alemania. Coincide con otros autores como Secco-Suardo, Forni y Horsin-Déon en realizar una primera limpieza de la suciedad superficial con agua, aunque también son muchas las voces que, como Pietro Edwards y Mérimée, advierten del peligro de esta operación. En cuanto al uso de disolventes, todos los tratadistas coinciden en recomendar la mezcla de etanol y aguarrás como combinación destacada en la limpieza del barniz común y otras capas filmógenas.

En definitiva, pueden constatarse unos procesos comunes de actuación en lo referente a la limpieza de la suciedad superficial y el levantamiento de barnices, repintes, recubrimientos grasos y otras concreciones de diversa naturaleza [tabla 1]. Y efectivamente, los sistemas aplicados en la actualidad, aunque evolucionados conforme al progreso científico, siguen en esencia aquellas reglas ochocentistas.

Notas

[1] Giovanni Secco-Suardo concluye en 1873 la segunda parte de su *Manuale ragionato per la parte meccanica dell'Arte del Restauratore di dipinti* (1866), pero su muerte ese mismo año impide su publicación. Finalmente, en 1894 y de manera póstuma, se publican ambos escritos bajo el título *Il restauratore dei dipinti*. La fuente que se maneja para este artículo se corresponde con un ejemplar de la tercera edición de este último libro compilatorio, de 1918.

Tabla 1.- Principales soluciones propuestas para los procesos de limpieza en los tratados analizados, de acuerdo con los estratos a eliminar.

	Vicente Poleró (1866)	S. Horsin-Déon (1851)	G. Secco-Suardo (1918)	Ulisse Forni (1866)
Suciedad superficial	Lavado con agua	Lavado con agua jabonosa	Lavado con agua tibia y un poco de jabón	Lavado con agua tibia y un poco de jabón
Suciedad incrustada	Ceniza común frotada con una esponja humedecida	Reblandecimiento con aceite de linaza y remoción con sustancias alcalinas, como ceniza o jabón negro, frotando con una esponja empapada en agua	Sustancias tensoactivas, como saponaria y hiel de buey en agua	Ceniza común frotada con una esponja humedecida
	Lejía de jaboneros Mezcla de etanol y aguarrás		Reblandecimiento con aceite de linaza o pomada ablandadora de jabón y limpieza con aguarrás o <i>mista</i>	Lejía de jaboneros y otros álcalis como el bórax, la sal de tártaro o la magnesia cáustica Jabón disuelto en agua caliente Mezcla de etanol y aguarrás
Barniz común	Frotado mecánico en seco con la palma de la mano	Frotado mecánico en seco con los dedos, con partículas abrasivas	Frotado mecánico en seco con las yemas de los dedos, con partículas abrasivas	Frotado mecánico en seco con los dedos, con partículas abrasivas
	Mezcla de alcohol y aguarrás	Mezcla de alcohol y aguarrás	Mezcla de alcohol y aguarrás, con un poco de aceite de nuez	Mezcla de alcohol y aguarrás
Barnices duros, adiciones extensas y costras grasientas	Ceniza común frotada con una esponja humedecida	Sustancias alcalinas como la ceniza o la lejía de jaboneros	Método Guizzardi: impregnación con alcohol e ignición	Sustancias alcalinas como la lejía de jaboneros
	Lejía de jaboneros	<i>Mista</i> con alto porcentaje de alcohol, aplicada en compresas de algodón. Uso del rascador Reblandecimiento con aceite de linaza y remoción con alcohol y aguarrás	Reblandecimiento con pomada ablandadora de jabón y limpieza con aguarrás o <i>mista</i> . Uso del rascador	Alcohol, diluido a menudo con aguarrás o mezclado con jabón u otras sustancias como la lejía Reblandecimiento con aceite de linaza o esencia de romero o trigo; y remoción con alcohol
Deyecciones, repintes y concreciones puntuales	Eliminación mecánica con rascador metálico	Eliminación mecánica con rascador metálico	Eliminación mecánica con rascador metálico, previo reblandecimiento con pomada ablandadora	Eliminación mecánica con rascador metálico, previo reblandecimiento con benzina o esencia de trigo o hinojo

[2] Es posible encontrar fragmentos del tratado de Forni extraídos no solo del manual de Burtin, sino de otros textos como el de Prange (1832).

[3] El restaurador Manuel Nápoli permanecerá en Madrid hasta su muerte, acaecida en 1831, cuando Poleró solo contaba con 7 años. Por esta razón, es improbable que pudiera conocer personalmente a Nápoli, aunque es posible que adquiriera indirectamente sus métodos a partir de otros restauradores, compañeros o discípulos del italiano, afincados en la capital.

[4] Esta crítica a las operaciones de los franceses es constante, no solo en los procesos de limpieza y barnizado, sino también en otros tratamientos como la forración.

[5] La ceniza de madera contiene carbonato de potasio que, al entrar en contacto con el agua, se convierte en hidróxido de potasio o potasa cáustica, un potente álcali con un pH muy elevado.

[6] La utilización de la ceniza para la limpieza de pinturas era muy habitual antes de los nuevos métodos recomendados en los primeros tratados sobre restauración. Una de las referencias más significativas puede encontrarse en el *Arte de la pintura* de Francisco Pacheco (1649: 394).

[7] Bajo esta misma denominación se englobaban una serie de variedades equivalentes. La potasa cáustica, el aceite o la sal tártaro, el agua maestra, la lejía cáustica de jaboneros, el *acqua prima* o el agua de *Lechi* referían, en definitiva, diferentes tipos de carbonato de potasa, en mayor o menor concentración (Secco-Suardo 1918: 334-335).

[8] En el siglo XIX se conocía como barniz común al elaborado con almáciga o mástique (Horsin-Déon, 1851: 61).

[9] Estos eran los disolventes más ampliamente utilizados, aunque en esta época empiezan a recomendarse otras sustancias como el éter etílico o diferentes destilaciones minerales como la nafta o la bencina (Mogford 1851: 51;

Forni 1866: 246; Secco-Suardo 1918: 444). El alcohol se obtenía por la fermentación de productos agrícolas; de acuerdo con los procesos de destilación, el disolvente podía contener diverso porcentaje de agua, que marcaba la graduación del líquido y hacía que adquiriera una u otra denominación, como aguardiente crudo, aguardiente, espíritu de vino, alcohol, *acquarzenta* y alcohol anhidro (Secco-Suardo 1918: 331-332). Por su parte, el aguarrás o esencia de trementina proviene de la destilación de la resina de diferentes tipos de coníferas, especialmente pinos.

[10] Este tipo de alteraciones que hacían perder la transparencia del barniz se conocían con el término francés de *chanci* y se achacaban a la humedad y a la escasa ventilación (Burtin 1808: 407-409; Horsin-Déon 1851: 89-90). Vicente Poleró (1853: 19) los denomina "apanación".

[11] Los restauradores ochocentistas no utilizaban geles tal y como hoy los conocemos. No obstante, para potenciar el efecto de los disolventes y controlar su acción recurrían al uso de *empacos* o compresas de algodón (Horsin-Déon 1851: 88), que dejaban actuar en superficie.

Referencias

- ANDERSON, J. L. (2004). "The First Cleaning Controversy at the National Gallery. 1846-1853". En *Issues in the Conservation of Painting*, Bomford, D. y Leonard, M. (Ed.). Los Angeles: Getty Conservation Institute, 441-453.
- BEDOTTI, J. (1837). *De la restauration des tableaux*. Paris: Chez l'Auteur.
- BALDINI, U. (1997). *Teoría de la restauración y unidad de metodología* (vol. 1). Florencia: Nardini Editore.
- BURTIN, F. X. DE (1808). *Traité des connoissances nécessaires aux amateurs de tableaux*. Bruselas: De l'Imprimerie de Weissenbruch.
- CARRETERO, M. C. (2005). "Restauración en el siglo XIX. Materiales, técnicas y criterios", en *II Congreso del GE-IIC. Investigación en Conservación y Restauración*, Barcelona: Grupo Español del IIC, 169-179.
- CARRETERO, M. C. (2002). "La restauración de pintura en el Museo del Prado en el siglo XIX. Vicente Poleró y el Real Sitio de San Lorenzo de El Escorial", en *Conservación del Patrimonio, evolución y nuevas perspectivas: actas del I Congreso del GEIIC*. Valencia: Grupo Español del IIC, 421-427.
- COLOMINA, A., GUEROLA, V. Y MORENO, B. (2020). *La limpieza de superficies pictóricas. Metodología y protocolos técnicos*. Gijón: Ediciones Trea.
- COLOMINA, A. AND CUSSO, M. (2015). "When criteria adjusts its definition. Retouching and the concept of positive loss", en *2nd International Meeting on Retouching of Cultural Heritage, RECH2*, Porto: Escola Artística e Profissional Árvore, 54-58.
- CONTI, A. (1988). *Storia del restauro e della conservazione delle opere d'arte*. Milano: Electa.
- CREMONESI, P. (2004). *L'uso dei solventi organici nella pulitura di opere policrome*. Padova: Il Prato.
- CREMONESI, P. (2009). "Reflexiones sobre la limpieza de las superficies policromadas", *Unicum*, 8: 63-72.
- DE PASCALE, E. E GIANNINI, C. (1995). *Giovanni Secco Suardo (1798-1873). Fonti, strumenti, materiali di ricerca*. Bergamo: Associazione Giovanni Secco Suardo.
- FORD, R. (1845). *A hand-book for travellers in Spain and readers at home*. London: John Murray.
- FORNI, U. (1866). *Manuale del pittore restauratore*. Firenze: Successori le Monnier.
- HORSIN-DÉON, S. (1851). *De la conservation et de la restauration des tableaux*. Paris: Chez Hector Bossange.
- JIMÉNEZ, J. (1901). *Relación de objetos, herramientas y material del Departamento de Restauración del Museo Nacional de Pintura y Escultura*. Madrid, Museo Nacional del Prado, Caja: 1357 / Nº Exp: 6.
- JIMÉNEZ, J. (1900). *Relación de las restauraciones hechas por Julián Jiménez, Restaurador del Museo Nacional de Pintura y Escultura, desde el año 1899 hasta marzo de 1900*. Madrid, Museo Nacional del Prado, Caja: 1264 / Legajo: 11.207 / Nº Exp: 4.
- JONES, E. H. (1961). "The effect of aging and re-forming on the ease of solubility of certain resins", *Studies in Conservation*, 6(1): 79-83. <https://doi.org/10.1179/sic.1961.s020>
- KÖSTER, C. (1827). *Ueber Restauration alter Oelgemälde*. Heidelberg: Winter.
- MACARRÓN, A. M. (1997). *Historia de la conservación y la restauración* (2ª ed.). Madrid: Editorial Tecnos.
- MADRAZO, P. DE (1854). *Catálogo de los cuadros del Real Museo de Pintura y Escultura de S.M.* Madrid: Imprenta de don José M. Alonso.
- MARTÍNEZ, M. J. (2008). *Historia y teoría de la conservación y la restauración artística*. Madrid: Editorial Tecnos.
- MÉRIMÉE, J. F. L. (1830). *De la peinture à l'huile*. Paris: Mme. Huzard.
- MOGFORD, H. (1851). *Hand-book for the preservation of pictures; containing practical instructions for cleaning, lining, repairing and restoring oil paintings*. London: Winsor and Newton.
- MORALEDA, M. (2019). "Vicente Poleró: pintor, restaurador y teórico", *Anales de Historia del Arte*, 29: 317-340.
- PACHECO, F. (1649). *Arte de la pintura. Su antigüedad y grandezas*. Sevilla: Simon Faxardo.

PERUSINI, G. (2012). *Il manuale di Christian Koester e il restauro in Italia e in Germania dal 1780 al 1830*. Firenze: Edifir Edizioni.

PERUSINI, G. (2010). "L'Arte de la restauración di Vicente Poleró y Toledo (1853) e alcuni trattati di restauro europei del XIX secolo". En *L'Arte del restauro. Osservazione sul restauro dei dipinti*, Signorini, E. Saonara: Il Prato, 17–34.

PERUSINI, G. (2002). *Il restauro dei dipinti nel secondo Ottocento. Giuseppe Uberto Valentini e il metodo Pettenkofer*. Udine: Forum.

POLERÓ, V. (1886). *Tratado de la pintura en general*. Madrid: Eduardo Cuesta.

POLERÓ, V. (1868). *Breves observaciones sobre la utilidad y conveniencia de reunir en uno solo, los dos museos de pintura de Madrid, y sobre el verdadero estado de conservación de los cuadros que constituyen el Museo del Prado*. Madrid: Eduardo Cuesta.

POLERÓ, V. (1853). *Arte de la restauración: observaciones relativas a la restauración de cuadros*. Madrid: M.A. Gil.

PRANGE, C. F. (1832). "L'art de restaurer et de conserver les vieux tableaux; supplément au manuel de M. Bouvier". En *Manuel des jeunes artistes et amateurs en peinture*. 2nd edn., Bouvier, M. Paris: De l'imprimerie de F. G. Levrault, 619-652.

RIFFAULT, J. R. ET VERGNAUD, A. D. (1843). *Nouveau manuel complet du peintre en bâtiments du fabricant de couleurs du doreur, du vernisseur, du vitrier et de l'argenteur*. Paris: Roret.

RUIZ DE LACANAL, M. D. (2018). *Conservadores y restauradores. La historia de la conservación y restauración de bienes culturales*. Sevilla-Gijón: Universidad de Sevilla-Ediciones Trea.

RUIZ DE LACANAL, M. D. (1999). *El conservador-restaurador de bienes culturales. Historia de la profesión*. Madrid: Editorial Síntesis.

RUIZ DE LACANAL, M. D. (1994). "El gaditano Vicente Poleró y Toledo y su importancia en la conservación y restauración de obras de arte", *Boletín de la Real Academia de Córdoba de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes*, 127: 496–505.

RUIZ, L. (2006). "La restauración en el Museo del Prado". *Enciclopedia del Museo del Prado*, 5: 1836-1843.

SCHMITT, S. (2000). "Progress in research on effects of the Pettenkofer process". En *Art et chimie, la couleur: actes du congrès*. Paris: CNRS Editions, 137–140.

SCHMITT, S. (1990). "Examination of paintings treated by Pettenkofer's process", *Studies in Conservation*, 35(1): 81–84.

SECCO-SUARDO, G. (1918). *Il restauratore dei dipinti* (terza edizione). Milano: Ulrico Hoepli.

VICENTE, T. (2012). *El restaurador de obras de arte en España durante los siglos XVIII y XIX. Nacimiento y reconocimiento de una profesión*. Valencia: Universitat Politècnica de València.

ZAPATER, F. (1860). *Colección de cuatrocientos cuarenta y nueve reproducciones de cuadros, dibujos y aguafuertes de Francisco de Goya precedidos de un epistolario del gran pintor y de noticias biográficas*. Madrid: Ed. Saturnino Calleja.

Autor/es



Antoni Colomina Subiela

ancosu@upvnet.upv.es

Universitat Politècnica de València

Licenciado en Bellas Artes y doctor por la Universitat Politècnica de València (UPV). Adscrito al Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de esta universidad como Profesor Ayudante Doctor, su perfil docente se encuentra vinculado con las disciplinas de escultura policroma y pintura sobre lienzo y tabla. Como personal investigador del Instituto de Restauración del Patrimonio (IRP) de la UPV ha participado y dirigido diferentes proyectos de investigación e intervenciones en el patrimonio cultural. Como especialista en conservación y restauración ha colaborado en diversos proyectos promovidos por instituciones como la Fundación *La Llum de les Imatges*, el Instituto Valenciano de Conservación y Restauración de Bienes Culturales (IVC+r), la Fundación Blasco de Alagón o Bombas Gens Centre d'Art. Sus líneas de acción e investigación se centran en los procesos de limpieza de superficies pictóricas; las industrias creativas al servicio de la cultura festiva y sus valores específicos como patrimonio inmaterial; y la intervención curativa y restauración de la escultura en soporte orgánico y el arte contemporáneo. <https://orcid.org/0000-0003-3447-3730>

Artículo enviado el 13/09/2020

Artículo aceptado el 30/05/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.830>

Aportación al mapa del brocado aplicado en el territorio histórico de Gipuzkoa: nuevos casos, filiación entre modelos y evolución estilística

Maite Barrio Olano, Ion Berasain Salvarredi, Jesús Muñiz Petralanda, Vera Aldabe Gil, Iratxe Colado García

Resumen: En este artículo se presentan tres obras escultóricas guipuzcoanas (España, País Vasco), en las que la presencia de la técnica policroma del brocado aplicado no había sido detectada hasta la fecha. Se trata de los retablos del Oratorio de Loiola (1498-1512) y San Martín de Azpeitia (1521) y la talla de la Virgen con el Niño de Zumaia (ca. 1500). El análisis de sus modelos de brocado ha motivado la revisión formal de esta técnica en el territorio, desvelando filiaciones complejas entre retablos ubicados en la región e incluso en poblaciones más lejanas. Igualmente se propone una sencilla ordenación estilística de los mismos, ya que su periodo de producción coincide con la transición de dos estilos artísticos: el tardogótico y el primer renacimiento.

Palabras clave: brocado aplicado, policromía, retablo, escultura policromada, Gipuzkoa, País Vasco, España

Contribution to the map of the applied brocade in the historical territory of Gipuzkoa: new cases, affiliation between patterns and stylistic evolution

Abstract: This article presents three sculptural works in Gipuzkoa, Spain/Basque Country), in which the presence of the polychrome technique of applied brocade had not been detected to date. These are the altarpieces of the Oratorio de Loiola (1498-1512) and San Martín de Azpeitia (1521) and the carving of the Virgin and Child of Zumaia (ca. 1500). The analysis of their brocade models has motivated the formal revision of this technique in the territory, establishing complex affiliations between altarpieces located in the region and even in more distant places. At the same time, a simple stylistic arrangement of them is proposed, because their production period coincides with the transition of two artistic styles: the late Gothic and the early Renaissance.

Keyword: Applied brocade, polychromy, altarpiece, polychromed sculpture, Gipuzkoa, Basque country, Spain

Contribuição para o mapa do brocado aplicado no território histórico de Gipuzkoa: novos casos, relação entre modelos e evolução estilística

Resumo: Este artigo apresenta três obras escultóricas de Gipuzkoa (Espanha, País Basco), nas quais, até à data, não foi detetada a presença da técnica policromada de brocado aplicado. As três obras são os retábulos do Oratório de Loiola (1498-1512) e de San Martín de Azpeitia (1521) e a talha da Virgem com o Menino de Zumaia (ca. 1500). A análise dos seus modelos de brocado motivou a revisão formal desta técnica no território, revelando complexas relações entre retábulos localizados na região, e em regiões mais distantes. É proposto um arranjo estilístico simples, uma vez que o seu período de produção coincide com a transição de dois estilos artísticos: o gótico tardio e o primeiro renascimento.

Palavras-chave: brocado aplicado, policromia, retábulo, escultura policromada, Gipuzkoa, País Basco, Espanha

Introducción

El brocado aplicado es una técnica de policromía en relieve de gran laboriosidad que permite la imitación de los lujosos textiles bordados en hilo de oro y plata del final de la Edad Media y comienzos de la Edad Moderna mediante una reproducción seriada. Fue utilizada en Europa durante los siglos XV y XVI, enriqueciendo el rico repertorio de decoraciones tardogóticas y renacentistas, principalmente en escultura y pintura, aunque son abundantes los ejemplos en pintura mural y piedra policromada.

En estas líneas no pretenderemos definir la técnica en sí, ni detallar sus procedimientos, cronología, contexto o variables técnicas, aspectos todos ellos estudiados anteriormente y que exceden el marco del artículo. El objetivo de este escrito es doble: por un lado, ampliar con tres nuevos casos el elenco de obras de arte con brocado aplicado en el marco geográfico de Gipuzkoa; por otro, establecer filiaciones formales entre los diversos modelos registrados, bien en el propio territorio, bien en zonas limítrofes, sugiriendo una evolución estilística de los mismos.

Metodología de trabajo

Ciertos trabajos precedentes realizados por los autores en el curso de su carrera han sido especialmente valiosos a la hora de plantear este artículo: es el caso del proyecto *Guía de Retablos Esculpidos Flamencos en Euskadi*^[1] y *Aplicación del Método de Evaluación de Bienes Muebles del Patrimonio Religioso a la Escultura Mueble Tardogótica en Gipuzkoa*^[2]. Ambos nos condujeron a la revisión sistemática de un conjunto de obras que por cronología podían incluir esta técnica policroma.

Al abordar el presente estudio, las líneas de trabajo principales han sido dos: búsqueda documental y trabajo de campo. En la primera, el eje fundamental se ha basado en la revisión bibliográfica, el estudio de informes de intervención inéditos y el contacto con ciertas empresas de conservación-restauración.

En cuanto al trabajo de campo, este ha consistido en la visita a aquellas obras con brocado aplicado que no habían sido estudiadas precedentemente: toma de fotografías generales y de detalle, con luz visible y rasante, macrofotografías e imágenes con microscopio digital, recogida de datos sobre los propios brocados y realización de dibujos y calcos.

De igual manera se examinaron de nuevo ciertas obras estudiadas anteriormente, revisando dibujos y datos. A partir de ello, se procedió a la estructuración de la información y a la realización de nuevos dibujos y gráficos siguiendo la metodología propuesta por el *Grupo Europeo de Policromía en Relieve GEPR*^[3] (Carrasón López de Letona *et al.* 2021).

Finalmente se procedió al cotejo entre modelos, lo que ha permitido la oportunidad de relacionar obras ubicadas tanto en el territorio de Gipuzkoa como en Bizkaia, Araba, Burgos, Asturias y Toledo.

Antecedentes

La primera noticia sobre la técnica del brocado aplicado en Gipuzkoa se encuentra en la tesis doctoral de Arrazola sobre el Arte del Renacimiento en este territorio, publicada en 1967. La autora transcribe el contrato firmado en 1545 por Juan de Alda, policromador del retablo de san Pedro de Bergara (Arrazola 1988: tomo 2, 402). En dicho documento se solicita el uso de "brocados de chapa", utilizando una terminología empleada en textos de la época que alude a esta técnica (Roberto 2005: 260)^[4].

En cualquier caso, la detección de brocado aplicado en Gipuzkoa ha estado ligada generalmente a operaciones de conservación-restauración. La primera vez que se certifica su utilización es durante la restauración del retablo renacentista del monasterio de Bidaurreta en Oñati (1988-89). En la publicación realizada, Berasain le dedicó un capítulo específico (Martiarena *et al.* 1991 64-71).

En este mismo libro se señala la presencia de brocado aplicado en el retablo de san Antón de la parroquia de san Pedro de Zumaia, objeto años más tarde de un artículo (Berasain y Barrio 1998), donde a su vez se reseña su empleo en el retablo de la Coronación de la Virgen de la parroquia de la Asunción de santa María en Errenteria^[5].

A finales de esta década, durante los trabajos de restauración de los retablos de san Miguel y de la Virgen del Rosario de la parroquia de san Juan Bautista de Arrasate, la empresa Equipo 7 recoge varios ejemplos de esta técnica (Astigarraga 2000). Y en los años 2000 Artelan Restauraciones referencia nuevos casos en los retablos de la Piedad en la capilla del mismo nombre de san Miguel de Oñati y en el de san Miguel de la parroquia de san Miguel de Alzaga (Artelan Restauración 2000; Artelan Restauración 2002: 37-48).

En 2009 Rodríguez dedica su tesis doctoral a este tema. La autora se centra en cinco de los siete retablos guipuzcoanos citados e incorpora el de san Juan Bautista de la Parroquia de san Miguel de Oñati, estableciendo fichas de datos y realizando análisis de materiales de todos ellos (Rodríguez 2009).

En 2010, el estudio realizado durante la intervención del retablo de la Coronación de Errenteria permite profundizar sobre el conocimiento del brocado en esta obra (Barrio 2013: 152-158), señalando filiaciones con otros utilizados en obras bruseleses (Geelen y Steyaert 2011: 107-116).

Posteriormente, ciertos trabajos inéditos mencionados en la introducción permitieron desvelar la presencia de brocado aplicado en otras obras, siendo precisamente estos ejemplos los que exponemos a continuación.

Nuevos casos de estudio

—*Retablo de la Anunciación. 1498-1512. Oratorio de la santa Casa de Loiola. Azpeitia* [figura 1]

El origen de este retablo está vinculado al cuadro de la Anunciación atribuido a Jean Provost que se incluye en su parte inferior. De acuerdo con la tradición, esta tabla fue un regalo que hizo la reina Isabel la Católica a Magdalena de Araoz, doncella que estuvo a su servicio hasta que en 1498 casó con Martín García de Loyola (Arrázola 1988: 23-27). Tras haberse atribuido a la pintura ciertos hechos milagrosos, sus propietarios decidieron construir una capilla e instalarla en un retablo que incluía el relieve de la Lamentación sobre Cristo muerto. No se conoce la fecha de su realización, pero en 1573 ya debía existir la disposición actual (Lopetegui 1945: 370).

El retablo fue repolicromado en época indeterminada, tanto a nivel de mazonería como del relieve y tallas, y en la década de 1980 fue objeto de una intervención de conservación-restauración (Martirena 1980). A pesar de

los recubrimientos posteriores, se deduce claramente que la policromía primitiva seguía los cánones de la época, con dorado bruñido, lacas rojas y veladuras verdes sobre lámina metálica, azul azurita y pequeños esgrafiados, etc. Se observan igualmente algunas aplicaciones de papel en forma de flores plateadas y corladas (11 x 11/12 mm), salpicadas sobre las túnicas de varios personajes.

El brocado aplicado ornamentaba originariamente los atuendos de varios personajes del retablo. Desafortunadamente, ha llegado hasta nuestros días en pésimo estado de conservación, habiéndose podido identificar únicamente cuatro modelos, dos continuos y dos aislados, ubicados todos ellos en el relieve.

La túnica de la Virgen luce un brocado continuo incompleto, que podemos describir gracias a la similitud con otras obras. De placa rectangular, es dorado, con realces en azul que subrayan líneas del dibujo y rellenan ciertos campos lisos. El relieve marca los contornos de las formas y los nervios de las hojas, haciendo vibrar el oro con estrías multidireccionales [figura 2].

María Magdalena, a su vez, deja adivinar bajo un grueso repinte una sucesión de motivos sinuosos que corresponden sin lugar a dudas a un modelo de esta técnica. La comparación con otros modelos nos permitirá su identificación.



Figura 1.- Retablo de la Anunciación de Loiola. Conjunto y localización de los campos decorados con brocado aplicado, en rojo con motivos yuxtapuestos y en verde aislados.

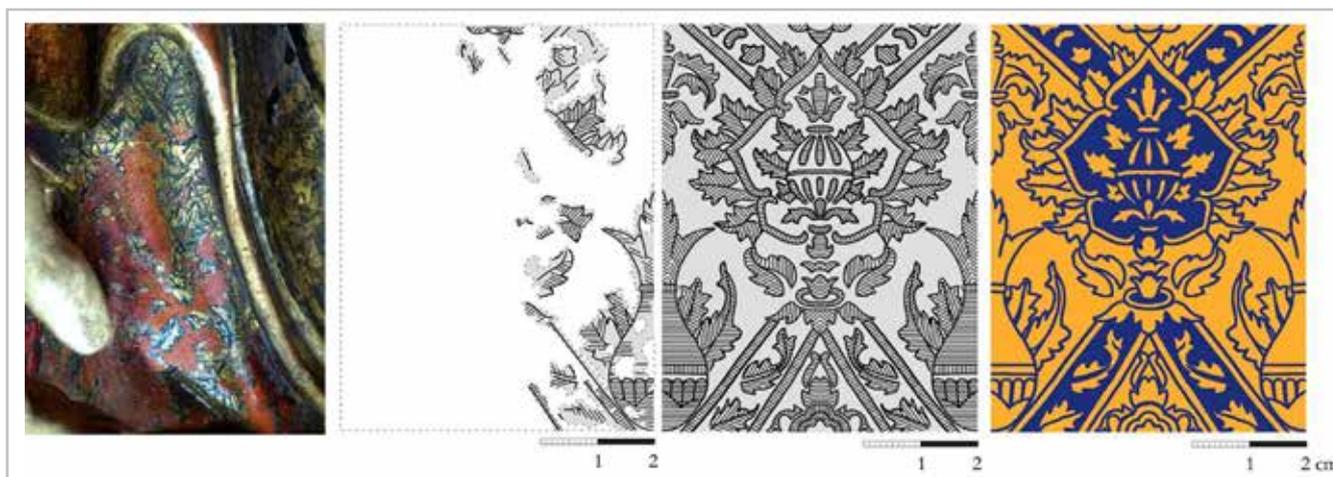


Figura 2.- Brocado aplicado continuo de la túnica de la Virgen del Retablo de Loiola, 7,2 x 5,5 cm y 12 estrías por cm. De izquierda a derecha fotografía, dibujo de calco, gráfico hipotético de relieve, gráfico hipotético de color.

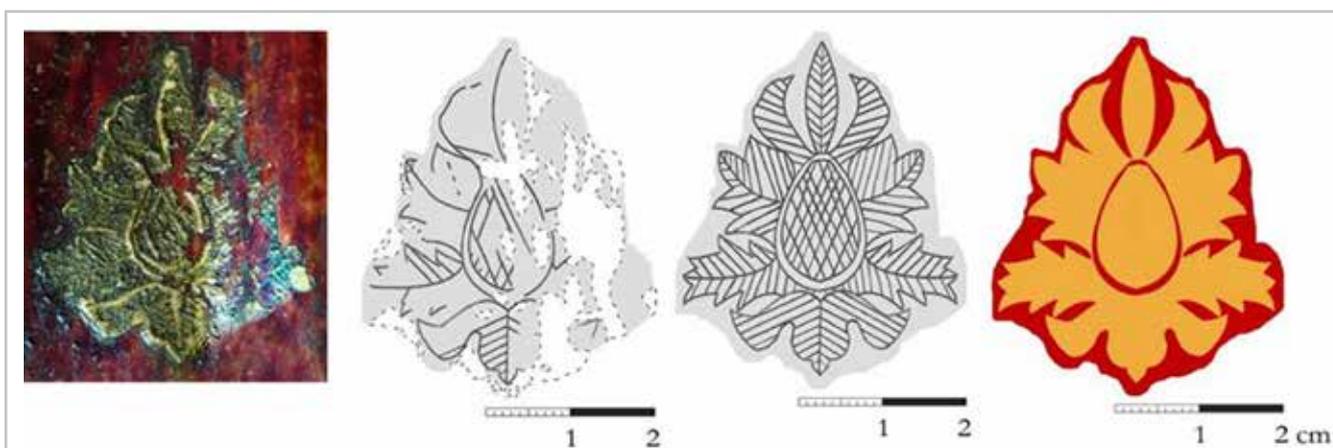


Figura 3.- Brocado aplicado aislado de la túnica de San Juan. Retablo de la Anunciación de Loiola. 3,4 x 2,8 cm y 12 estrías por cm. De izquierda a derecha fotografía, dibujo de calco, gráfico hipotético de relieve, gráfico hipotético de color.

Por su parte, el manto de san Juan está decorado con dos brocados aplicados aislados. El mayor consiste en un despliegue vegetal, con un cogollo central del que surgen un conjunto de hojas. Es dorado, con relieve en el dibujo de las formas y estriado en varias direcciones [figura 3]. Queda una huella en la laca (1,3 x 1,8 cm), de forma circular achatada con pequeños fragmentos dorados que remite a la presencia de otro brocado aislado de menor tamaño.

— *Retablo de san Martin. 1521. Iglesia de san Sebastián de Soreasu, Azpeitia*

Martín de Zurbano, miembro del Consejo Real, obispo de Tuy y presidente del tribunal de la Inquisición, dispuso en su testamento en 1516 la construcción de una capilla para ubicar su sepulcro y un retablo dedicado al santo Obispo (Odriozola 1993: 69-73). Las obras comenzaron en 1517, terminándose en 1520. El retablo es obra de Johan de París y Antonio de Piniel, tal y como testimonia el contrato firmado el 26 de febrero de 1521 (Arrázola 1988:

16-17)^[6], finalizándose el mismo año. Está dedicado a la Pasión de Jesús, con san Martín en la imagen titular.

En esta pieza conviven la tradición artística nórdica con un incipiente conocimiento del Renacimiento, carácter híbrido muy propio de su cronología. Actualmente las esculturas y los relieves se hallan colocados sobre una estructura de mármol a modo de fondo. La mazonería del retablo se perdió en un momento indeterminado de su historia, si bien hasta la drástica intervención de comienzos de los años 80, el retablo conservaba una arquitectura presuntamente inspirada en la original (Odriozola 1993: 69-73).

El documento del contrato es bastante preciso en lo relativo a la iconografía del retablo, sus medidas y coste. Sin embargo, no aborda detalles sobre la policromía, salvo una disposición muy genérica que pretendía garantizar la calidad de ejecución: "Yten asimismo el oro y la pintura fuese muy fino, qual devia ser para tal obra"^[7].

La policromía que hoy apreciamos es confusa y corresponde al momento de la eliminación de la última mazonería. Se

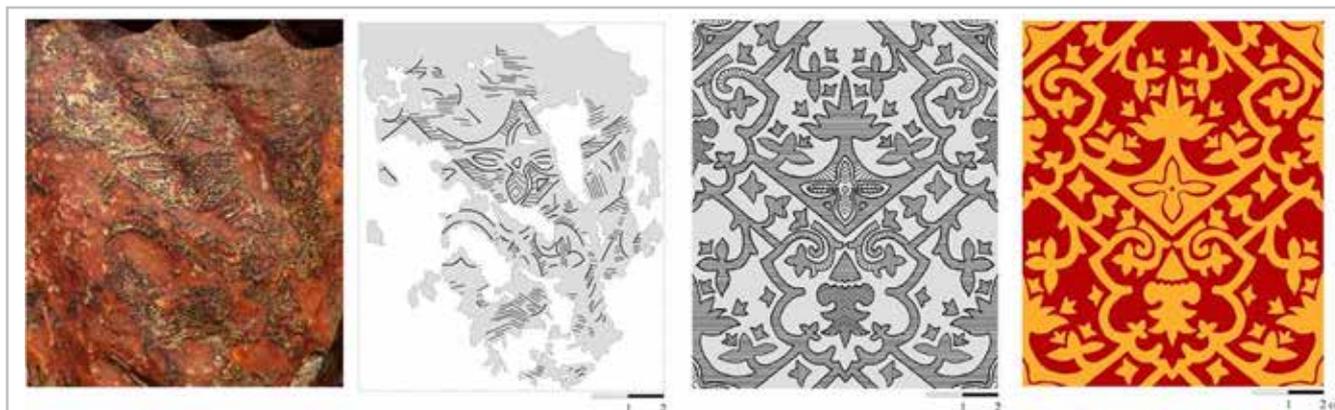


Figura 4.- Brocado aplicado continuo. Túnica de Pilatos, relieve del *Juicio de Jesús*. Retablo de San Martin, Azpeitia. 10,5 x 8,6 cm, 13 estrías por cm. De izquierda a derecha fotografía, dibujo de calco, gráfico hipotético de relieve, gráfico hipotético de color.

pueden observar al mismo nivel fragmentos originales, amplios repintes de la última intervención y restos de una repolicromía precedente en tonos pasteles que se eliminó de manera parcial. Bajo la suciedad y pátinas artificiales, se percibe que el colorido primitivo seguía los patrones habituales de la época, con aplicaciones varias, esgrafiado en azul, rojo y blanco y brocado aplicado.

Con respecto a este último, se han observado tres modelos, si bien es probable que en origen hubiera más. Entre los yuxtapuestos sobresale la decoración de la túnica de Pilatos [figura 4]. De placa rectangular, relieve en las líneas del dibujo, rayado paralelo en varias direcciones, dorado y realces en rojo en las zonas lisas.

En peor estado de conservación se encuentra el modelo del manto de Cristo en el mismo relieve. Los fragmentos existentes revelan un dibujo similar al hallado en la túnica de la Virgen de Loiola, esta vez de dimensiones superiores y con realces en rojo.

Un ejemplo de brocado aplicado aislado se ubica en el relieve de *El Camino del Calvario*, sobre la túnica de Cireneo [figura 5]. Dispuesto sobre laca roja, es de

contorno cuadrilobulado, con los lóbulos superior e inferior en forma de arco conopial. La banda que define el perfil alberga un círculo y cuatro semiesferas irregulares. El relieve, aplanado parcialmente, es patente en los perfiles de las formas y en el rayado en varias direcciones. El brocado ha sido dorado y realzado en los campos lisos con laca roja.

—*Virgen con Niño, ca 1500. Zumaia*

Esta escultura de la Virgen con el Niño, de principios del s. XVI, probablemente fue la imagen titular de un altar dedicado a Nuestra Señora, uno de los ocho existentes en la iglesia por aquella época (Odriozola 1998: 222).

La primera mención de la talla la proporciona el Padre Lizarralde (Lizarralde 1926: 126, grab. 71), quien la describe presidiendo un retablo colateral de 1828 diseñado por Pedro José de Urquiola, hoy desaparecido y la califica como una “escultura flamenca del siglo XV”. Un año más tarde G. Weise la consideraba una peculiar variación de las influencias neerlandesas, incluyéndola en un breve listado de piezas valiosas (Weise 1927, II: 87-88); valoración

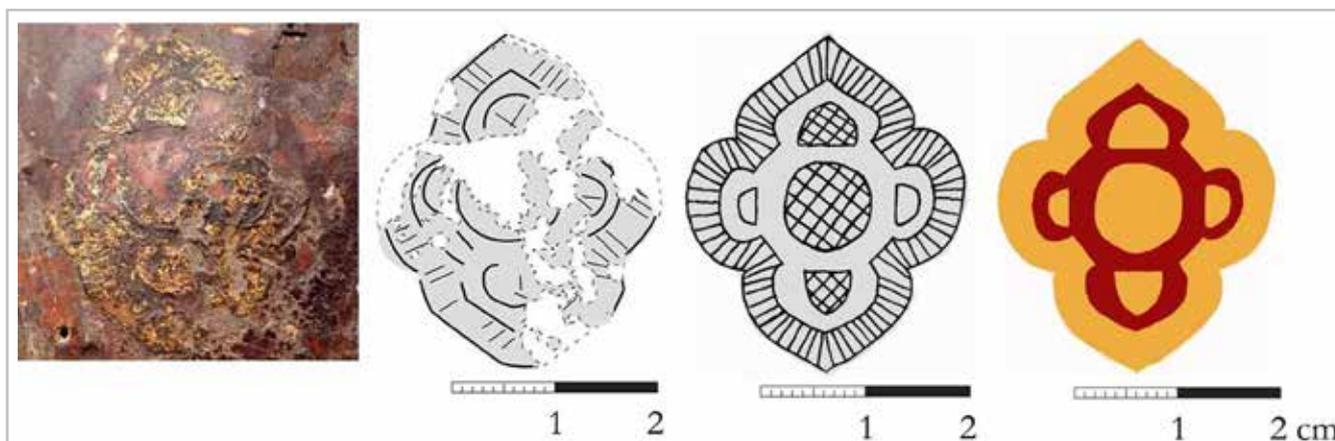


Figura 5.- Brocado aplicado aislado. Retablo de san Martin, Azpeitia. 3,3 x 2,7 cm, 10 estrías por cm. De izquierda a derecha fotografía, dibujo de calco, gráfico hipotético de relieve, gráfico hipotético de color

positiva y origen foráneo que con alguna variante se ha repetido en las breves reseñas posteriores.

Destaca en esta escultura la caracterización de sus personajes. La fisonomía de la Virgen se asemeja a la de una talla de santa Bárbara de la catedral de san Quintín de Hasselt (Bélgica), donde acaso debería buscarse su origen. Podría fecharse en torno al año 1500.

Su policromía original está oculta por una intervención del siglo XVII. Bajo el estofado barroco de la túnica de la Virgen, la superficie permite adivinar, entre otras técnicas de aplicación, el relieve inconfundible del brocado aplicado continuo. Lamentablemente se halla en un estado demasiado fragmentario como para reconocer el motivo representado.

Relación entre modelos de brocado aplicado

El examen de estos nuevos casos ha permitido vislumbrar ya ciertas coincidencias entre ellos. Si además se amplía el análisis a los modelos detectados hasta la fecha en Gipuzkoa, las relaciones se incrementan, percibiéndose filiaciones claras entre motivos localizados en diversos retablos de este territorio e incluso de zonas limítrofes.

En este texto se van a establecer comparaciones entre modelos muy similares o incluso idénticos. La comparación partirá siempre desde Gipuzkoa hacia el exterior, no abordando las relaciones que pudieran existir entre retablos no guipuzcoanos; tampoco se plantea la clasificación del repertorio completo de motivos utilizados en Gipuzkoa, sino solamente de aquellos repetidos en varios retablos.

Las obras aludidas corresponden a retablos escultóricos de madera policromada. Estilísticamente pertenecen al periodo tardogótico y al primer renacimiento, lo que servirá de punto de partida para trazar una hipótesis de ordenación de los modelos de brocado continuo.

— A) Modelos con decoración vegetal estructurada en red

Los motivos que incluimos en este apartado muestran diseños que, una vez colocados de forma yuxtapuesta, crean una malla o red continua. Dicha trama es predominantemente ojival o romboidal, con figuras polilobuladas o formas conopiales que alojan un conjunto variado de flores, hojas, palmetas y frutos. Este tipo de modelos podrían incluirse en el término genérico “patrón de granada”, creado en el siglo XIX para describir una variedad de formas naturales estilizadas, tales como la piña, la alcachofa, el cardo, el loto y la palmeta (Bonito 1994: 193).

Se trata de un patrón muy habitual y su uso como elemento ornamental ha sido muy dilatado en el tiempo, perdurando en pinturas y esculturas europeas durante más

de siglo y medio a pesar de los cambios de moda y gustos sociales. Extensión aplicable también a diversos ámbitos geográficos y diferentes manufacturas artísticas.

Son diseños ornamentales utilizados en los ricos terciopelos y sedas bordados con hilos de oro de las vestimentas y ornamentos litúrgicos de esta época, que el brocado aplicado pretende emular con gran realismo. Según los estudiosos, su origen se situaría en Oriente. Ya en el siglo XIII Italia importaba sedas de Bizancio, ampliando posteriormente el mercado a Oriente próximo y Egipto, llegando a Asia central y Oriente medio. Al mismo tiempo, a partir del XIV, Italia produciría motivos propios basados en los anteriores. En su realización colaboraron a menudo pintores, bordadores, diseñadores textiles y tejedores (Borgioli 2011: 65-66) y sus modelos se divulgaron a través de libros utilizados por bordadores y pintores

Los modelos presentados aquí con decoración vegetal en red son el 1, 2 y 3 [ver tablas 1 y 2]

• Modelo nº 1

Presente en:

- Retablo de la Anunciación. santa Casa de Loiola. Azpeitia. 1498-1512.
- Retablo de san Martín. Iglesia de san Sebastián de Soreasu. Azpeitia. 1521.
- Retablo Mayor. Iglesia Basílica de santa María. Llanes. 1517.

El modelo no es idéntico en los tres retablos, aunque sí muy similar, cambiando las decoraciones de ciertos elementos en gallones (Loiola) por formas de tipo foliáceo (Llanes). En ambos casos se ha seguido el mismo sistema de policromado: los campos lisos de la forma central y bandas bifurcadas están coloreados, mientras que en el resto de la placa sólo se pintan los perfiles de las formas.

• Modelo nº2 :

- Retablo de la Anunciación. santa Casa de Loiola. Azpeitia. 1498-1512.
- Retablo Mayor. Iglesia san Juan Bautista. Aspuru. Álava. 1515-1520.
- Retablo Mayor. Iglesia Basílica de santa María. Llanes. 1517.

Una serie de arcos enlazados crea una estructura romboidal concatenada que alberga hojas y frutos fuertemente esquematizados. En Loiola, a pesar de encontrarse embebido bajo un espeso repinte, se aprecia la doble cinta que configura el perfil del motivo y el remate del mismo. Aspuru y Llanes son muy similares, con ciertas variaciones, como el elemento en forma de rombo,

Tabla 1.- Modelos de brocado aplicado continuo

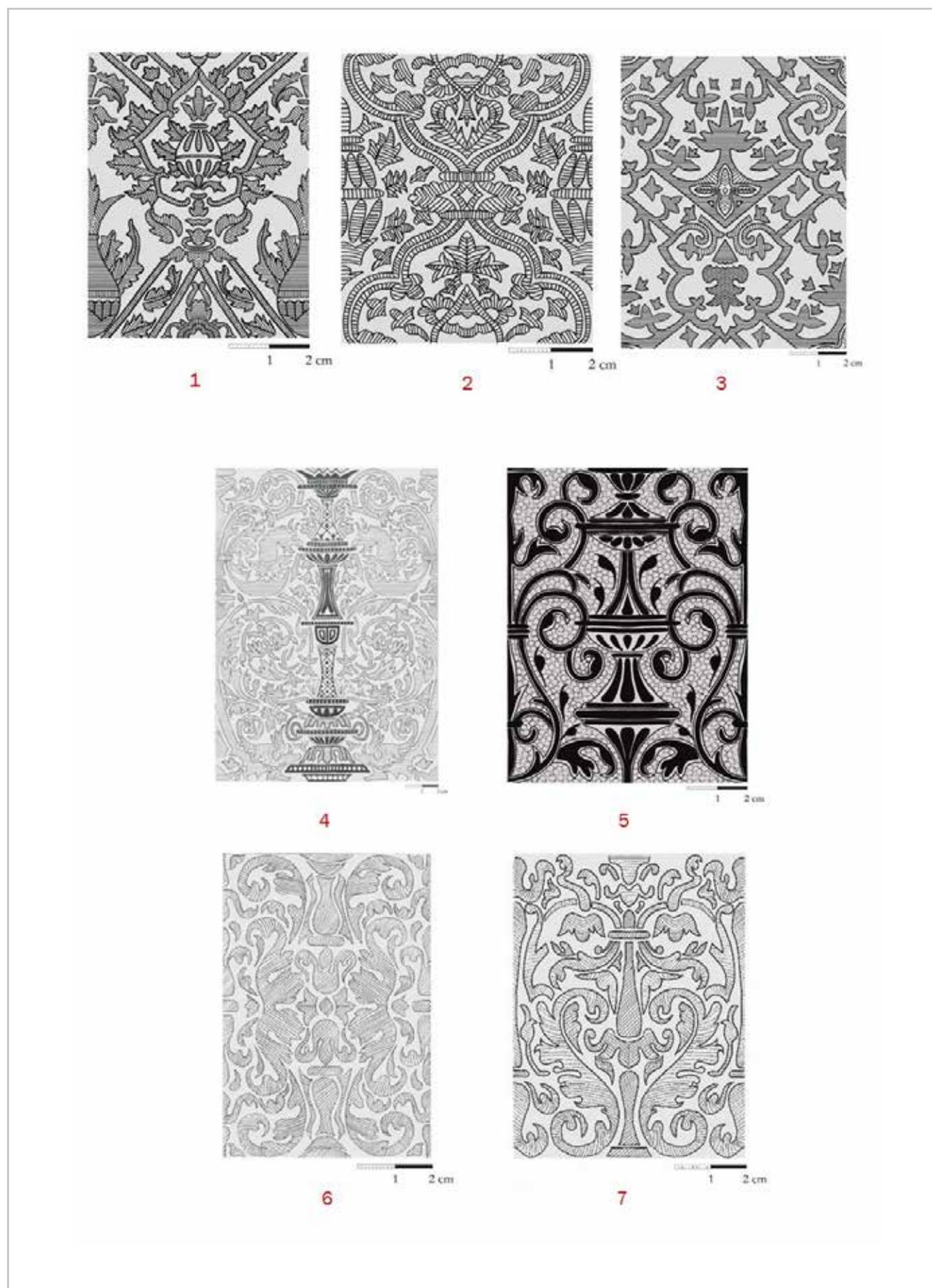


Tabla 2.- Relación de retablos con modelos de brocado coincidentes. En amarillo, los similares, aunque con alguna variación. En verde los iguales. En rojo, los que pueden provenir de la misma placa. Con fondo gris los retablos pertenecientes a Gipuzkoa.

	MODELOS CONTINUOS							MODELOS AISLADOS					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Retablo de la Anunciación. Oratorio de la Santa Casa de Loiola. Azpeitia. 1498-1512.	✓	✓											
Retablo Mayor de Santa María. Parroquia de Santa María. Lekeitio. 1507?-1514. Autores: Juan García de Crisal, Pierres de Plumason, Chordon.			✓	✓				✓					
Retablo Mayor. Iglesia San Juan Bautista. Aspuru 1515-1520 Banco: atrib. taller Lope de Larrea y Ercilla.		✓											
Retablo Mayor. Iglesia Basílica de Santa María. Llanes. 1517 Escultor: atrib. Felipe de Bigarny. Policromador: atrib. Andrés de Espinosa.	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓
Retablo de San Martín. Iglesia de San Sebastián de Soreasu. Azpeitia. 1521. Autor: Johan de Paris, Antonio de Piniel.	✓		✓					✓					
Retablo de los Santos Emeterio y Celedonio. Parroquia de los Santos Emeterio y Celedonio de Goikolegea. Larrabetzu. 1520-25.				✓	✓								
Retablo de San Antón. Parroquia de San Pedro. Zumaia. 1520-25.				✓	✓			✓					
Retablo de San Bartolomé. Parroquia de San Bartolomé. Olano. 1525.			✓										
Retablo de San Martín Obispo. Parroquia de San Martín Obispo. Arrieta. H.1525.				✓	✓								
Retablo mayor. La Puebla de Arganzón. H. 1531-1536. Traza: atrib. Felipe de Bigarny Entalladores: Juan de Ruan, Juan Matinez de Ayala; Policromador: Atrib. Diego de Torres.						✓	✓						
Retablo del Monasterio de Bidaurreta. Oñati. 1533. Autor: Juan Martínez de Olazarán.						✓	✓						
Retablo de la Piedad. Parroquia de San Miguel de Oñati. 1533-37. Traza: Gaspar de Tordesillas. Entalladores: Andrés de Mendiguren, Miguel de Iragorri y Juan de Olazarán, Juan de Ayala II pintor. Policromador: Andrés de Espinosa.									✓	✓	✓	✓	✓

liso en Aspuru y estriado en Llanes. En ambos casos el tratamiento de policromado ha sido similar, perfilando las formas, en azul en Aspuru, en rojo en Llanes.

• Modelo nº3

- Retablo de san Martín. Iglesia de san Sebastián de Soreasu. Azpeitia. 1521.
- Retablo Mayor de santa María. Parroquia de santa María. Lekeitio. Bizkaia. 1507?-1514.
- Retablo de san Bartolomé. Parroquia de san Bartolomé. Olano. Álava. 1525.

El modelo no es idéntico en los tres casos. El de Azpeitia es el más decorado, mientras que Lekeitio tiene menos follaje y en Olano ha sido simplificado en gran medida. Cabe destacar que el mismo motivo se ha reconocido en el retablo mayor de la Catedral de Toledo (1498-1504), muy similar en dibujo y dimensiones a Lekeitio.

Los modelos de brocados 1, 2 y 3, inspirados en modelos textiles decoran preferentemente las vestimentas de los personajes de relieves y esculturas, aunque en algunos casos cubren paneles de cajas (Llanes) o fondos de pinturas (Olano). Comparten tramas simétricas y repetitivas [figura 6], enriquecidas por una intrincada

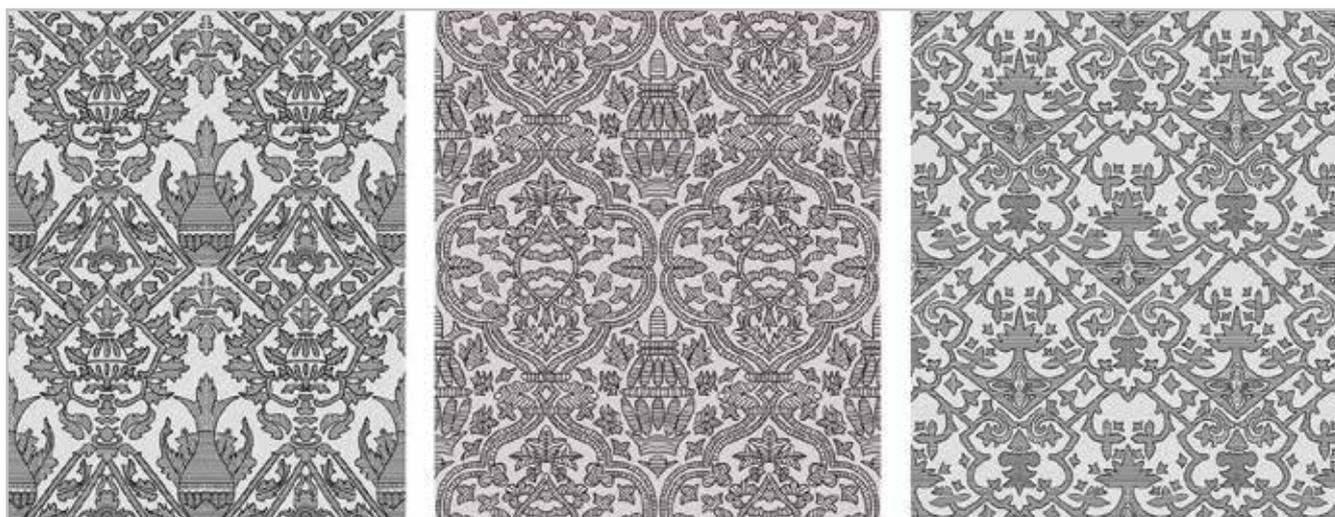


Figura 6.- Modelos 1, 2 y 3 en mosaico de 4 placas

decoración vegetal. Su ejecución oscila desde un carácter lineal y esquemático (modelo 3) a otros más carnosos o naturalistas (modelo 1), lo que sugiere a su vez una evolución estilística.

— B) *Modelos Renacentistas “del romano” o “a la antigua”*

Estos ejemplos responden a motivos derivados de la ornamentación utilizada en algunos edificios clásicos de la Roma antigua. Se trata de grutescos, combinación de elementos vegetales, animales, figuras humanas y fantásticas, vasijas, balaustres, etc. dispuestos *a candelieri* es decir, organizados simétricamente a ambos lados de una espiga central como los brazos de un candelabro. Estos grutescos tempranos se relacionan concretamente con la decoración realizada por Pinturicchio en las estancias Borgia del Vaticano, difundida en el norte de Italia por Morto da Feltre a partir de 1492 y generalizada en Europa bajo la denominación de “lombardos” (Echeverría 1990: 140).

• Modelo nº4

- Retablo de san Antón. Parroquia de san Pedro. Zumaia. 1520-25.
- Retablo Mayor de santa María. Parroquia de santa María. Lekeitio. 1507?-1514.
- Retablo de los santos Emeterio y Celedonio. Parroquia de Goikolegea. Larrabetzu. 1520-25.
- Retablo de san Martín Obispo. Parroquia de san Martín Obispo. Arrieta. H. 1525.

Una superposición de copas de bases gallonadas coronadas en un flamero sirve de eje central para desplegar a ambos lados hojas y tallos entrelazados combinados con cabezas de caballos y tritones que rellenan profusamente el espacio.



Figura 7.- Modelo 4, retablo de san Antón de Zumaia. Detalle del estriado en los tritones

En Zumaia, Arrieta y Larrabetzu el brocado presenta unas dimensiones de 19,5 x 13,8, relieve en los contornos de las formas y estrías en su interior, con una densidad máxima de 12 l/cm. Destaca el volumen del elemento central. Además de otros detalles, la singularidad de la distribución de las líneas del tritón, idéntica en los tres retablos, sugiere la hipótesis de haber sido realizados a partir de la misma matriz [figura 7]. En el caso de Lekeitio, la placa en cambio es más ancha y el balaustre central está decorado diferentemente.

En todos los casos se refuerzan las formas mediante realces en color aplicados en los campos lisos, en azul, rojo, blanco o verde^[8]. ; aunque existen algunos ejemplos bicolors. En Zumaia, el brocado de la túnica de un personaje de la Flagelación combina en la misma placa franjas horizontales doradas con realces de laca roja con otras no doradas coloreadas en verde^[9]. En Arrieta en los laterales de las cajas del banco se divide la placa en diagonal en dos secciones contrastadas, una en blanco, la otra en azul (Muñiz y Yaniz 2020:105)^[10].

Los retablos de Zumaia y Lekeitio, más allá de la utilización de este modelo, presentan claras similitudes en el tratamiento general de la policromía, tanto en el colorido y pequeñas aplicaciones, como en la repetición de otro patrón de granada ejecutado esta vez no con brocado aplicado sino pintado sobre lámina plateada en los fondos de las hornacinas.

• Modelo nº5

- Retablo de san Antón. Parroquia de san Pedro. Zumaia. 1520-25.
- Retablo de los santos Emeterio y Celedonio. Parroquia de Goikolegea. Larrabetzu. 1520-25.
- Retablo de san Martín Obispo. Parroquia de san Martín Obispo. Arrieta. H. 1525.

Este modelo, de gran elegancia y relieve pronunciado, desarrolla a partir de un motivo central una serie de vástagos vegetales muy estilizados, en una configuración de roleos. Los campos lisos de fondo se encuentran grabados mediante un ojeteado de pequeños círculos vaciados, practicados con un punzón sobre la matriz del brocado.

La placa mide 10,7 x 8,1 cm, y en ninguno de los ejemplos se ha aplicado color para el acabado final, dejando la lámina de oro vista. Es de destacar que, al igual que en el anterior brocado, la matriz empleada parece ser la misma, ya que la irregularidad del trabajo manual del punzón se repite con exactitud en los tres ejemplos.

Esta coincidencia en la matriz de los motivos 4 y 5 en los tres retablos podría indicar una misma autoría a nivel de policromador o taller, o al menos la utilización de una placa heredada, vendida o compartida. Desafortunadamente, nada se conoce sobre los autores de estas obras. Muñiz destaca parecidos formales a nivel de encasamientos y dimensiones de personajes (Muñiz y Yaniz 2020:110), lo que tal vez denota una filiación más allá de la policromía, que en general se muestra con mayor presencia de esgrafiados y menos aplicaciones en Arrieta que Zumaia.

• Modelo nº6

- Retablo renacentista. Monasterio de Bidaurreta. Oñati. 1533.
- Retablo mayor de La Puebla de Arganzón. H. 1531-1536.

El esquema compositivo de este grutesco de 8,6 x 5,6 cm. se articula respecto a un doble eje ortogonal, de forma que el motivo se repite simétricamente tanto vertical como horizontalmente. Salvo mínimos elementos que hacen referencia a jarrones, la casi totalidad del espacio se encuentra ocupada por elementos vegetales rizados

sobre sí mismos. El relieve marca el contorno de las formas, con rayado en diferentes direcciones (16 estrías por cm) y realces en laca roja, azul y blanco. A pesar de compartir la misma factura, no se puede asegurar que se haya utilizado la misma matriz en ambas obras.

• Modelo nº7

- Retablo renacentista. Monasterio de Bidaurreta. Oñati. 1533.
- Retablo mayor de La Puebla de Arganzón. H. 1531-1536.

Una suerte de jarrón fitomórfico centra simétricamente el desarrollo de una serie de hojas de acanto carnosas y otros vegetales que se entrelazan ocasionalmente. El motivo (9 x 6,5 cm) ha sido realizado con contornos y estrías en relieve, 15 por cm, y realces de color en rojo y blanco.

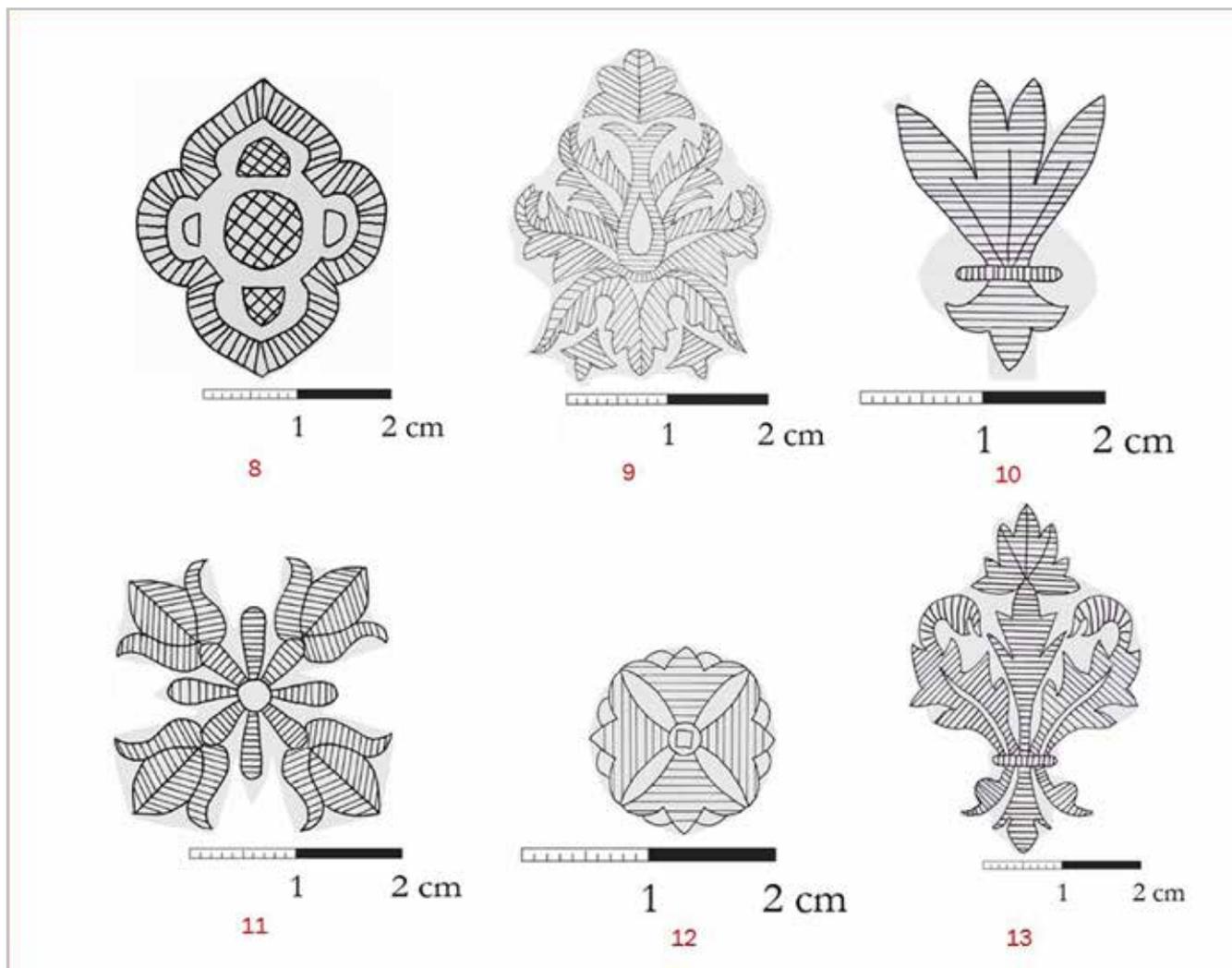
La utilización de los modelos 6 y 7 en estos retablos pudiera ser significativa. Pertenecientes ambos al primer renacimiento, la realización del primero corrió a cargo de Juan Martínez de Olazarán, natural de Oñati, nombrado como entallador o pintor en la documentación (Martiarena *et al.* 1991: 16-28). En Arganzón, cuya traza ha sido atribuida a Bigarny, la policromía podría deberse al pintor Diego de Torres, vecino de Burgos (Echeverría y Vélez 2011:104). Ningún dato hasta el momento permite establecer más conexiones, más allá de una policromía similar, de arquitectura dorada, blanca y azurita, timidez en el uso de esgrafiados (más abundantes en Bidaurreta), motivos con troquel dorados a la sisa y decoración a pincel negra y roja en los paños blancos.

A pesar de constituir en su origen una ornamentación arquitectónica, este tipo de motivos a la romana decoraron igualmente los textiles de las vestimentas y ornamentos litúrgicos de esta época, conservándose ejemplos en iglesias^[11] y museos. En cuanto a su reproducción en brocado aplicado en los retablos, ornamentaron tanto fondos de caja (Zumaia, Arrieta, Arganzón, Larrabetzu, Lekeitio), como vestimentas y textiles (Zumaia, Arrieta, Bidaurreta). Parece apreciarse un ligero desplazamiento en la preferencia de localización en las cajas laterales, aunque para poder afirmarlo debería hacerse un análisis de un número mayor de casos.

• Modelos aislados [ver tablas 2 y 3]

En el grupo de brocados aislados se detectan igualmente numerosas filiaciones. Se trata de diseños vegetales, preferentemente ramilletes de hojas, flores, etc. o figurativos, en forma de cruces, jarrones o similares.

El modelo presentado en Azpeitia [figura 5] decora los retablos Zumaia y Lekeitio. A su vez, la Piedad de Oñati posee al menos 5 brocados aislados similares a los que

Tabla 3.- Modelos de brocado aplicado aislado

ornamentan Llanes (modelos 9, 10, 11, 12, 13). En el primero la ejecución de la policromía por Andrés de Espinosa, afamado pintor, está documentada por contrato (Echeverría y Martiarena 2006:24-26). En el segundo, Nodal plantea la atribución al mismo maestro (García 2015:6) a partir de su identificación de la misma matriz para uno de los motivos coincidentes.

Conclusión

Los nuevos casos presentados se ubican entre las obras más tempranas con brocado aplicado detectadas hasta ahora en Gipuzkoa: Oratorio de Loiola (1498-1512), Virgen de Zumaia (ca. 1500) y más tardío, san Martín de Azpeitia (1521).

El marco cronológico en el que se ubican las piezas guipuzcoanas con brocado conocidas hasta la fecha se extiende desde 1498 hasta 1537, es decir apenas cuarenta años de producción artística. Este periodo coincide con la transición y convivencia de dos estilos artísticos: el tardogótico y el primer renacimiento. Los brocados aplicados continuos que decoran los nuevos

casos responden a modelos textiles derivados del “patrón de granada”, extendido durante la etapa tardogótica. La irrupción del Renacimiento provoca la aparición de nuevos diseños, inspirados de la antigüedad clásica. En el caso de Gipuzkoa, en los retablos que han llegado hasta nuestros días, ello supondrá prácticamente el abandono de modelos continuos más gotizantes, con la excepción de Bidaurreta, donde conviven ambos. Además del cambio de modelos en el brocado, asistimos al cambio de técnicas polícromas, apareciendo el esgrafiado y abandonando progresivamente las aplicaciones. En los dos retablos más tardíos (La Piedad de Oñati y Altzaga), el brocado aplicado se limita a los motivos aislados salpicados.

La calidad de los retablos viene determinada en parte por la categoría de sus comitentes, relacionados con la corte y los centros de innovación artística. Personajes ilustres como Martín de Zurbano, Jofre de Sasiola o Juan López de Lazarraga, miembros del Consejo Real y secretario de la reina respectivamente, o el obispo Rodrigo de Mercado, han marcado de forma decisiva el programa y la estética de los retablos encargados (Azpeitia, Zumaia, Bidaurreta y La Piedad respectivamente).

En cuanto a la procedencia de autores y estilos, la producción guipuzcoana está perfectamente enraizada en las corrientes artísticas predominantes de la época. Los puertos cantábricos eran la salida natural de la relación comercial de Castilla con Flandes, y Burgos era el centro neurálgico de esta actividad, de donde llegaban las novedades importadas de Europa central; al igual que numerosos maestros y artistas que acudían a la península atraídos por un periodo de bonanza y el gusto por lo nórdico (Gómez y Gómez 2005: 266-7). Así, dentro de este pequeño elenco, contamos con obras de importación, tales como la virgen de Zumaia y el retablo de Erreterria. A su vez, la influencia nórdica resulta patente en obras de factura local, como los retablos de Azpeitia, ejecutado por un maestro foráneo, y Zumaia, cuyas pinturas han tenido en algún momento atribuciones flamencas. Ya más avanzado el siglo XVI, las obras se emparentan con la producción del entorno burgalés, como deseaban los propios comitentes^[12].

Sobre la relación entre los modelos de decoración de brocado aplicado que hemos ido desgranando, se pueden extraer varias conclusiones:

- Existen múltiples filiaciones entre motivos en diferentes retablos guipuzcoanos y entre estos y los territorios limítrofes de Bizkaia y Álava^[13], y los más lejanos de Burgos y Asturias. [figura 8].

- No todos los retablos guipuzcoanos presentan relación entre motivos. Así los motivos textiles de la Virgen y de san Miguel de Arrasate, no se han detectado hasta la fecha en ninguna otra obra. De la misma manera, los modelos de Erreterria, de procedencia bruselense, son estilísticamente

diferentes y se asemejan a obras brabanzonas, como el retablo de Orduña.

- El marco geográfico es significativo a la hora de establecer filiaciones, y por el momento se han hallado semejanzas más allá de la comunidad del País Vasco, con modelos del entorno castellano, la más alejada en Toledo.

- La trama de filiaciones que se establece entre los retablos por coincidencia de motivos de brocado resulta extremadamente compleja: Azpeitia y Lekeitio se relacionan con 5 retablos; Zumaia, Loiola y Llanes con 4; Arrieta, Larrabetzu, Olano y Aspuru con 3. Bidaurreta solo presenta semejanzas con Arganzón y la Piedad de Oñati únicamente con Llanes (en el estado actual de la investigación).

- La semejanza entre modelos es de distinto orden. Así encontramos motivos que, a pesar de sus pequeñas diferencias, resulta evidente que han compartido la misma fuente, sea el propio textil, sea un grabado o cartón con el dibujo. Al mismo tiempo, vemos motivos idénticos, cuya semejanza nos ha llevado a plantear el uso de la misma placa o matriz para su realización, como es el caso de los retablos de Zumaia, Arrieta y Larrabetzu, con analogías importantes, que tal vez demuestren una filiación más profunda o una autoría compartida.

Las agrupaciones y filiaciones presentadas por el momento plantean más preguntas que respuestas. ¿Qué relación entre artistas y talleres hay en este grupo de obras? ¿Cuáles son los retablos o los artistas que marcaron el hito y posteriormente otros emularon? El marco apenas está apuntado y el campo abierto a próximas investigaciones que puedan aportar luz a este intrincado entramado de obras singulares. En esta época,

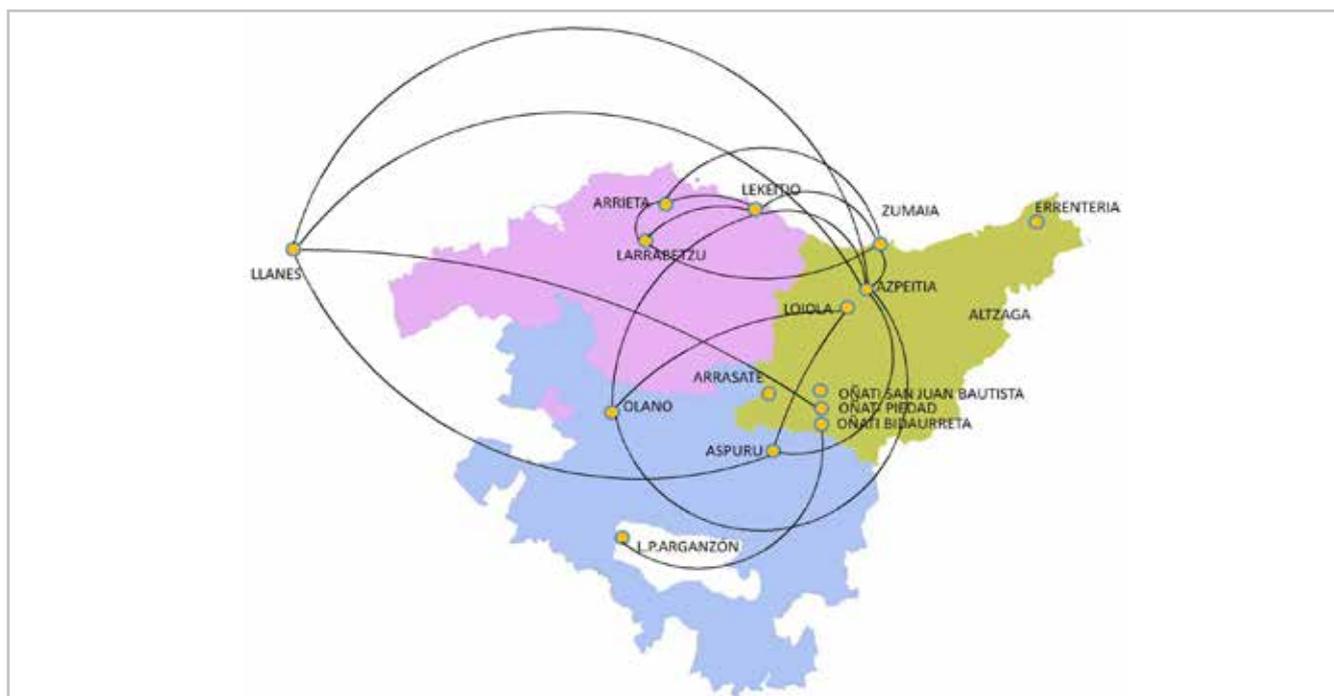


Figura 8.-Relación entre retablos a partir de los modelos de brocado aplicado.

donde la documentación escrita conservada es escasa, el estudio de la técnica y la detección de modelos de brocado aplicado coincidentes pueden convertirse en una herramienta muy útil para el establecimiento de relaciones entre obras.

Agradecimientos

Queremos agradecer especialmente a J. de Miguel (Equipo 7) por los modelos mostrados de Lekeitio, Arrasate y Markina; a Camino Roberto por la información sobre el retablo de Llanes, a Teresa Gómez por los datos sobre el retablo de Toledo y a Ana Carrasson y Marisa Gómez por la ayuda prestada generosamente. Igualmente, señalar la contribución de las memorias inéditas de restauración de Aspuru (Petra coop.), Fontecha (Croma, S.C., Geroa S.C. y Trateggio S.C.) y Olano (Trateggio S.C.), que nos han ayudado en la consecución de esta investigación.

Notas

[1] Proyecto de investigación que analiza siete retablos esculpidos de origen brabantón y seis de producción local del periodo tardogótico ubicados en el País Vasco. Una parte de este trabajo es accesible on line en *Retablos esculpidos flamencos en España* (Barrio, Berasain y Muñiz 2014).

[2] Proyecto de investigación dirigido por Muñiz en 2016-2017. Este trabajo ha servido igualmente para descartar la presencia de brocado aplicado en cuatro tallas de Malinas del Monasterio de Bidaurreta (tres con sello de garantía "M" y una con escudo de la villa) y en la escultura santa Ana Triple del convento de santa Clara de Elgoibar (castillo y mano de la marca de garantía de Amberes).

[3] *El Grupo Europeo de Policromía en relieve* ha sido creado en 2018 por una quincena de investigadores con la finalidad inicial de proponer una metodología común para la representación gráfica de modelos de brocado aplicado.

[4] La fecha relativamente tardía del retablo y el hecho de no haber podido probar a día de hoy su uso en este mueble litúrgico, podría poner en duda el cumplimiento de las condiciones de este contrato.

[5] Nos gustaría citar en este contexto los trabajos de R. García Ramos y E. Ruiz de Arcaute, que abordaron en estos años el estudio de esta técnica en España (García y Ruiz de Arcaute 1996).

[6] El retablo y el sepulcro del Obispo Zurbarano son las primeras obras conservadas del patrimonio artístico de Gipuzkoa de las que se posee documentación. Corregimos la lectura del apellido que Arrazola interpretó como Pigmel.

[7] AHPG-GPAH, 2-0007, A, Fol. 281r-285r

[8] El redorado del retablo de Larrabetzu nos impide observar el colorido original.

[9] No se han realizado análisis de identificación de materiales, por

lo que desconocemos si es el propio estaño lo que se observa u otra hoja metálica oxidada. Roberto ya había detectado ejemplos de brocados aragoneses bicolors (Roberto 2014:278).

[10] Muñiz plantea la posibilidad de que con ello se deseara crear un efecto que aumente la profundidad de las cajas.

[11] Barrón señala una casulla y una dalmática de la iglesia de san Cosme y san Damián de Burgos y un terno fúnebre de la iglesia de san Gil, que data en torno a 1520 (Barrón 2011:89).

[12] Sobre el retablo de Bidaurreta: "el cual dicho retablo llevando las medidas a Burgos fagase facer de muy buena mano e pintura" (Arrazola et al 1991:22).

[13] También entre retablos de la región que no abordamos aquí por no coincidir con obras guipuzcoanas. Entre los brocados continuos, Lekeitio comparte un motivo de patrón de granada con Aspuru; Arganzón uno de palmeta con Markina; el retablo mayor de Artziniega dos patrones de granada con el retablo de la Capilla de las Viejas en san Martín de Briviesca (Barrio y Equipo 7 Restauración S.L. 1999:53); el del santo Cristo de Artzeniega uno geométrico/vegetal con el retablo de la capilla Bardecí de Délica, dato señalado por García Ramos (Barrio 1999: 5). Entre los aislados, un clavel de Arganzón con Markina y Fontecha, una estrella con rayado paralelo de Arganzón con Olano, una estrella compartimentada de la Virgen del Socorro de Martioda con el retablo de la pasión de Délica y el retablo de Portugaleta.

Referencias

ARRAZOLA, A. (1988, 1967). *Renacimiento en Guipúzcoa, t. II Escultura*. Donostia-San Sebastian: Departamento de Cultura, Gipuzkoako Foru Aldundia/Diputación Foral de Gipuzkoa.

ASTIGARRAGA, J. M. (coord.) (2000). *San Juan Bautista de Mondragón-Arrasate*. Una interesante e inacabada historia. Arrasate: Parroquia de san Juan. Ed. Parroquia de San Juan.

ARTELAN RESTAURACIÓN, S.L. (2000). Informe de Restauración del Retablo de la Capilla de la Piedad en la Iglesia Parroquial de San Miguel en Oñate". Inédito.

ARTELAN RESTAURACIÓN, S.L. (2003). *Informe de Restauración del Retablo de San Miguel de Alzaga (Siglo XVI)*. Inédito.

BARRIO, J.A. (1999). *El Retablo Mayor del Santuario de la Encina de Arceniega en Álava*, Vitoria-Gasteiz: Iberdrola.

BARRIO, M. (2013). "Estudio técnico de la policromía en una perspectiva comparativa". En *El retablo de la coronación de la Virgen. Parroquia de la Asunción de Errenteria/Ama Birjinaren koroatzearen erretaula. Errenteriako Jasokundeko parrokia*, Barrio, M y Berasain, I. (coord.). Donostia-San Sebastián: Gipuzkoako Foru Aldundia/Diputación Foral de Gipuzkoa, 141-165.

BARRIO, M., BERASAIN, I., MUÑIZ, J. (2014). *Retablos esculpidos flamencos en España* <http://retablos-flamencos.albayalde.org/> [

consulta: 28/02/2021].

BARRÓN, A. (2011). "Telas y bordados en Burgos durante el Renacimiento", *Biblioteca. Estudio e Investigación*, 26: 73-94.

BERASAIN, I. y BARRIO, M. (1998). "Aproximación a la policromía del Retablo de San Antón. Parroquia de San Pedro de Zumaia (Gipuzkoa)". En: *Revisión del Arte del Renacimiento*. Donostia-San Sebastián: Eusko Ikaskuntza-Sociedad de EstudiosVascos, Ondare. Cuadernos de Artes Plásticas y Monumentales 17: 377-387.

BONITO, R. (1995). "The Pomegranate Pattern in Italian Renaissance Textiles: Origins and Influence". En *Proceedings of the Fourth Biennial Symposium of the Textile Society of America*, September 22-24, 1994, Los Angeles, CA: Textile Society of America, 193-204 <https://digitalcommons.unl.edu/tsaconf/1042/> [consulta: 28/2/2021]

BORGIOLO, C. (2011). "Tessuti e ricami. Progettualità ed esecuzione tra Medioevo e Rinascimento". En *Chirurgia della creazione. Mano e arti visive*, Ducci, A. Pisa: Felici Editore, 59-72.

CARRASSÓN LÓPEZ DE LETONA, A. ET AL. (2021) Propuesta metodológica para el examen, registro y representación gráfica de los brocados aplicados. *Ge-Conservacion*, 19(1). <https://doi.org/10.37558/gec.v19i1.843>.

ECHEVERRÍA, P. (1990). *Policromía del Renacimiento en Navarra*. Pamplona: Gobierno de Navarra.

ECHEVERRÍA, P. y MARTIARENA, X. (2006). *Oñatiko Unibersitatearen Kaperako Erretaula: historia eta zaharberritzea/Retablo de la Capilla de la Universidad de Oñati: historia y restauración*. Donostia-San Sebastián: Gipuzkoako Foru Aldundia/Diputación Foral de Gipuzkoa.

ECHEVERRÍA, P. y VÉLEZ, J.J. (2011). "Arte religioso en La Puebla de Arganzón, villa de los Condestables". En *Los valles occidentales entre el Zadorra, el Ayuda y el Inglares. La villa de La Puebla de Arganzón*. Catálogo Monumental. Diócesis de Vitoria. Tomo X, Tabar, F. (coord), Vitoria-Gasteiz: Fundación Caja Vital, 155 – 220.

GARCÍA, E. "El retablo de Llanes ya tiene firma". En *La Nueva España* 5/7/2015. 5-7 <https://www.lne.es/mas-domingo/2015/07/05/restaurador-portico-gloria-asturiano-descubre-19773813.html> [consulta: 28/2/2021].

GARCÍA, R. y RUIZ DE ARCAUTE, E. (1996) "Aproximación al brocado aplicado en España. Desarrollo y extensión". En XI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales: Diputación Provincial de Castellón. Castellón de la Plana, 747-756.

GEELEN, I. y STEYAERT, D. (2011). *Imitation and illusion: Applied Brocade in the Art of the Low Countries in the Fifteenth and Sixteenth Centuries*. Brussels: Royal Institute for Cultural Heritage.

GÓMEZ ESPINOSA, T. y GÓMEZ GONZÁLEZ, M.L. (2005). "Policromía tardogótica española". En *Actas del congreso internacional, Ao modo da Flandres: disponibilidade, inovação e mercado de arte a época dos descubrimentos (1415-1580)*, Universidad de Lisboa. García, B.J. y Grilo, F. (coords). Madrid: Fundación Carlos de Amberes, 265-278.

LIZARRALDE, J.A. (1926). *Semblanza religiosa de la provincia de Guipúzcoa: ensayo iconográfico, legendario e histórico*. Bilbao: Imprenta C. Dochau de Urigüen.

LOPETEGUI, P. (1945). "Cuestiones Loyoleas. El oratorio antiguo de la Casa de Loyola y el cuadro de la Anunciación – Una interesante relación de 1573, del P. Ubilla, rector del Colegio de Oñate". En *Boletín de la Real Sociedad Vascongada de Amigos del País*, año 1, cuaderno 4º, 365-371.

MUÑIZ, J. y YANIZ, S. (2020). *San Martín de Arrieta. El retablo recuperado*. Arrieta: Parroquia de san Martín Obispo.

MARTIARENA, X. (1980). *Oratorio de la familia Loyola. Santuario de San Ignacio de Loyola*. Azpeitia. Informe. Inédito.

MARTIARENA, X. ET AL (1991). *Bidaurretako erretaula errenazentista: Zaharberritzea/Retablo renacentista de Bidaurreta: Restauración*. Donostia-San Sebastián: Gipuzkoako Foru Aldundia/Diputación Foral de Gipuzkoa.

ODRIOZOLA, I. (1993). *Iglesia parroquial de San Sebastián de Soreasa, de Azpeitia*, Donostia-San Sebastián, Sociedad Guipuzcoana de Ediciones y Publicaciones.

ODRIOZOLA, L. (1998). *Historia de Zumaia, Zumaiaen Historia*. Zumaia: Zumaiaiko Udala.

ROBERTO, C. (2014). *El brocado aplicado en Aragón. Fuentes, tipologías y aspectos técnicos*, Huesca: Instituto de Estudios Altoaragoneses.

RODRÍGUEZ, A. (2009). *Análisis y clasificación de los brocados aplicados de los retablos de Guipúzcoa*. Tesis doctoral, Bilbao: Universidad del País Vasco /Euskal Herriko Unibertsitatea.

WEISE, G. (1927). *Spanische plastik aus sieben jahrhundertern, t. II*, Reutlingen: Gryphius-Verlag.

Autor/es



Maite Barrio Olano
mbarrio@albayalde.org
ALBAYALDE-conservatio

Directora de ALBAYALDE-conservatio desde 1989, empresa dedicada a la conservación del patrimonio cultural (www.albayalde.org). Trabaja principalmente para el sector público realizando numerosas intervenciones en el campo de la conservación preventiva y restauración; diseño de reservas de colecciones (Gordailua, Disseny Hub Barcelona, Museo de Colecciones Reales de Madrid); proyectos de investigación (POLICROM) y de difusión (Retablos Flamencos en España); proyectos europeos (Policromía) y de colaboración inter-institucional (Capilla Real de Granada). Licenciada en Hª del Arte y Arqueología (Sorbona), licenciada en Conservación de

Bienes Culturales (Panteón Sorbona), diplomada en Conservación y Restauración de Obras de Arte y Museología (UIA, Florencia), con estadía de formación en el Instituto Real de Patrimonio Artístico de Bruselas. En la actualidad desarrolla su labor principalmente en Gordailua, Centro de Colecciones Patrimoniales de Gipuzkoa, perteneciente a Diputación Foral.

realizando funciones de conservación preventiva, restauración, gestión de documentación y manipulación de material gráfico. Ha colaborado en la restauración de obras como el Retablo de la Coronación de la Virgen de Rentería, el Retablo de los Santos de Covarrubias, o la Tabla votiva de Juan Martínez de Mendaro de Zumaia, todas ellas de origen flamenco. También ha participado en proyectos de difusión del patrimonio como la web Retablos flamencos en España.



Ion Berasain Salvarredi
ionberasain@gmail.com
ALBAYALDE-conservatio

Co-fundador de ALBAYALDE-conservatio, empresa dedicada a la conservación del patrimonio cultural (www.albayalde.org). Trabaja principalmente para el sector público realizando numerosas intervenciones en el campo de la conservación preventiva y restauración; diseño de reservas de colecciones (Gordailua en Irún, Disseny Hub Barcelona, Museo de las Colecciones Reales de Madrid); proyectos de investigación (POLICROM) y de difusión (Retablos Flamencos en España); proyectos europeos (Policromía). Los estudios sobre retablos flamencos es una de sus líneas de trabajo destacadas. Licenciado en Historia del Arte por la Universidad Autónoma de Madrid, diplomado en Restauración (CEROA), diplomado en Conservación y Restauración de Obras de Arte y Museología (UIA, Florencia).



Iratxe Colado García
ircoga_90@hotmail.com
Estudiante de la Universidad del País Vasco

Licenciada en Bellas Artes en la Universidad del País Vasco, especialidad Conservación Restauración de Bienes Culturales. Actualmente cursando el Máster de Conservación y Exhibición en Arte Contemporáneo (CYXAC) en la misma universidad. Ha realizado trabajos para diversos organismos, así como prácticas en el Museo de BBAA de Bilbao, siendo becaria de Restauración en Gordailua, centro de colecciones patrimoniales en 2019-2020.



Jesús Muñoz Petralanda
jmpboreal@gmail.com
Conservador

Licenciado en Historia del Arte (Universidad de Salamanca, 1988) y Diplomado en Especialización en Documentación y Gestión del Patrimonio Histórico (Universidad de Deusto, 1999). Entre 2002 y 2013 fue Conservador del Museo Diocesano de Arte Sacro de Bilbao, institución que editó su estudio sobre La Escultura Mueble del Gótico Tardío en Bizkaia. Se ha especializado en el estudio del arte mueble de la Baja Edad Media en el País Vasco, tema de la tesis doctoral que prepara actualmente.

Artículo enviado el 18/03/2021
Artículo aceptado el 28/05/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.976>



Vera Aldabe Gil
veraldabe@hotmail.com
Conservadora

Licenciada en Bellas Artes en la especialidad de Conservación y Restauración de obras de arte (Universidad del País Vasco, 1997) y formada en diseño gráfico, trabaja para el sector público y el privado,

Multianalytical Investigation and Conservation of Unique Copper Model Tools from Ancient Egyptian Dark Age

Manal Maher, Yussri Salem

Abstract: The article presented multianalytical investigation of a unique set of copper model tools dated back to Dark Age, from the tomb of KHENNU AND APA-EM-SA-F (289) in the south of Memphis, Saqqara. Stereomicroscope was used to examine the morphology of outer surface corrosion products. Metallographic microscope was used to investigate the microstructure of the metal core and the stratigraphy of corrosion layers. SEM-EDX was used to identify the elemental composition of the objects. XRD and Raman spectroscopy were used to analyze the outer surface and the internal corrosion respectively. The microscopic investigation revealed the corrosion layers consists of external layer, under-surface layer and internal corrosion products. Cuprite, paratacamite, nantokite, atacamite, malachite and chalconatronite were identified by XRD and Raman spectroscopy as a surface and internal corrosion. SEM-EDX revealed that the case-study objects consist of copper metal without any further alloying elements. The study presented suitable treatment for these friable objects or such cases, and then presented a safe fixing procedure by a sewing technique via transparent inert threads.

Keyword: Dark Age, copper model tools, first intermediate period, corrosion products, transparent inert threads

Investigación multianalítica y conservación de herramientas de cobre únicas de la Edad oscura del Antiguo Egipto

Resumen: El artículo presentó una investigación multianalítica de un conjunto único de herramientas de cobre que se remonta a la Edad Oscura, de la tumba de KHENNU Y APA-EM-SA-F (289) en el sur de Memphis, Saqqara. Se utilizó estereomicroscopio para examinar la morfología de los productos de corrosión de la superficie exterior. Se utilizó un microscopio metalográfico para investigar la microestructura del núcleo metálico y la estratigrafía de las capas de corrosión. Se utilizó SEM-EDX para identificar la composición elemental de los objetos. Se utilizó espectroscopía XRD y Raman para analizar la superficie externa y la corrosión interna, respectivamente. La investigación microscópica reveló que las capas de corrosión consisten en una capa externa, una capa debajo de la superficie y productos de corrosión internos. Cuprita, paratacamita, nantokita, atacamita, malaquita y calconatronita fueron identificadas por espectroscopía XRD y Raman como corrosión superficial e interna. SEM-EDX reveló que los objetos del estudio de caso consisten en metal de cobre sin ningún elemento de aleación adicional. El estudio presentó un tratamiento adecuado para estos objetos frías o tales casos, y luego presentó un procedimiento de fijación seguro mediante una técnica de costura a través de hilos inertes transparentes.

Palabras clave: Edad Oscura, herramientas de modelo de cobre, primer período intermedio, productos de corrosión, hilos inertes transparentes

Investigação multianalítica e conservação de ferramentas de cobre únicas da Idade Média do Antigo Egipto

Resumo: O artigo apresenta uma investigação multianalítica de um conjunto único de ferramentas modelo de cobre datadas da Idade Média, da tumba de KHENNU E APA-EM-SA-F (289) no sul de Memphis, Saqqara. Foi usado um estereomicroscópio para examinar a morfologia dos produtos de corrosão da superfície externa. Foi utilizado um microscópio metalográfico para investigar a microestrutura do núcleo metálico e a estratigrafia das camadas de corrosão. Utilizou-se a espectroscopia SEM-EDX para identificar a composição elementar dos objetos. A espectroscopia XRD e de Raman foram usadas para analisar a superfície externa e a corrosão interna, respetivamente. A investigação microscópica revelou que as camadas de corrosão consistem numa camada externa, numa camada abaixo da superfície e em produtos de corrosão internos. Foram identificados cuprite, paratacamite, nantokite, atacamite, malaquite e calconatronite por XRD e por espectroscopia Raman como corrosão superficial e interna. SEM-EDX revelou que os objetos do estudo

de caso consistem em metal de cobre sem quaisquer outros elementos de liga. O estudo apresentou um tratamento adequado para esses objetos frágeis ou casos similares, e apresentou um procedimento de fixação seguro mediante uma técnica de costura e através de fios inertes transparentes.

Palavras-chave: Idade Média, ferramentas modelo de cobre, primeiro período intermediário, produtos de corrosão, fios inertes transparentes

Introduction

Dark Age is a term described the first intermediate period in the ancient Egyptian history (c.2181–2055 BC). This era was succeeded the old kingdom (c.2613-2181 BC) and preceded the middle kingdom (2040-1782 BC). It spanned approximately one hundred and twenty-five years through the dynasties VI to XII (c.2181–2055 BC). Tombs of this mysterious dark era were famous of including the models of ancient Egyptian daily-life. Copper-based tools such as chisels, axes, adzes were used as the principal tools for the ancient Egyptian craftsmen, artists, sculptors, carpenters, masons, quarry workers...etc (Driessen 1984; Evely 1992). So, due to the importance of the copper tools and the ancient Egyptian beliefs of resurrection and eternity, they buried their essential copper tools in their tombs for the worldly afterlife (Odler 2015). While, for uncertain reasons the ancient Egyptian craftsman resorted to manufacture small models for different daily-life features and put them in the elite burial's tombs of the old Kingdom. Thus, the copper model tools were usually as a part of funeral furniture in the tombs of the kings, queens, princesses and important official's persons. Older (Odler 2016) presented different suggestions to explain the purpose of existence of these copper model tools in the ancient Egyptian elites tombs. One of these suggestions explained that the copper model tools were most probably symbol of the patron–craftsman relationship. So, its existence is proof of the tomb's patron was so rich. While, the other suggestion is the ancient craftsmen might be kept the original tools and replaced them by small models which simulated to the original ones in the material and shape. There are previous studies investigated the microstructure, metal core, corrosion patina morphology/stratigraphy, corrosion mechanism, and treatment processes of the old kingdom's copper artifacts (Rademakers *et al.* 2018; Ibrahim & Maher 2018). While, little of these studies interested in study of copper modal tools especially that date back to the old kingdom and/or the first intermediate period (Odler & Dulíková 2015; Kmošek *et al.* 2016; Maher & Salem 2021). This work presented the morphology of the corrosion products, stratigraphy, and composition of hammered copper model tools dated back to Xth dynasty from Cairo Egyptian Museum collection. The study was performed by using different microscopies and multianalytical procedures to investigate the case-study artifacts'. Finally, the study introduced suitable treatment/conservation/display strategies for the case-study set or other such cases.

Materials and methods

The case-study is a copper model tools set from Cairo Egyptian Museum collection [Figure 1]. The set was discovered among the beads that were laid in a heap below the chest of the west coffin in the TOMB OF KHENNU AND APA-EM-SA-F (289). KHENNU AND APA-EM-SA-F tomb dated back to the Dynasty Xth, 1st Intermediate Period (c.2134-2050 BC). The KHENNU AND APA-EM-SA-F tomb is located in the south of Memphis (Saqqara), and it was excavated by Quibell in (1906-1907) (Quibell 1908). Firstly, the set was registered by excavation number (507), and then it was enrolled under the registration number JE39230 in Cairo Egyptian museum's archives. The set consists of twenty-five objects "three axes, fourteen chisels, seven adzes, and one dead-end needle". Table 1 shows a list of the identification name, dimensions, weights, corrosion description of the set objects, and the performed analysis procedures on each object. The set was badly stored inside a carton box in base 1, pup.3 of the showcase L in the room 32 at the upper floor of the museum [Figure 2]. Visual examination revealed that all the set objects suffer from severe corrosion products with different degrees and sandy-soil residues. Fortunately, it's the first time the set will be undergoing a study; this gives authenticity to all taken samples.

Different microscopes were used to examine the morphology and stratigraphy of corrosion layers. Dnt DigiMicro Mobile USB/TT Portable Digital Stereomicroscope 500X, 5.0 Megapixel was used to examine the outer-surface corrosion products on all the objects. Metallographic microscope was used to investigate the microstructure of the remaining metal core. This was performed via computerized optical light microscope model Olympus BX41M attached with a digital video camera. Three small samples (3×3 mm) were cut off the chisels (E, I) and adze (R) by using a jewelry saw (Figure 1 - dashed lines indicate the locations of the samples). The cross-sections samples were prepared to the microscopic examination by fixing in epoxy resin, and then polished by different coarseness emery papers (800–4000 grit) and diamond paste (1-3 μm). Polishing process is very important to obtain a smooth cross-section surface suitable to the metallographic examination. Polished cross-sections were examined before and after treated by diluted solution from alcoholic ferric chloride etching. Since, this etching solution attacked the oxide inclusions only and eventually the metal grain structure becomes

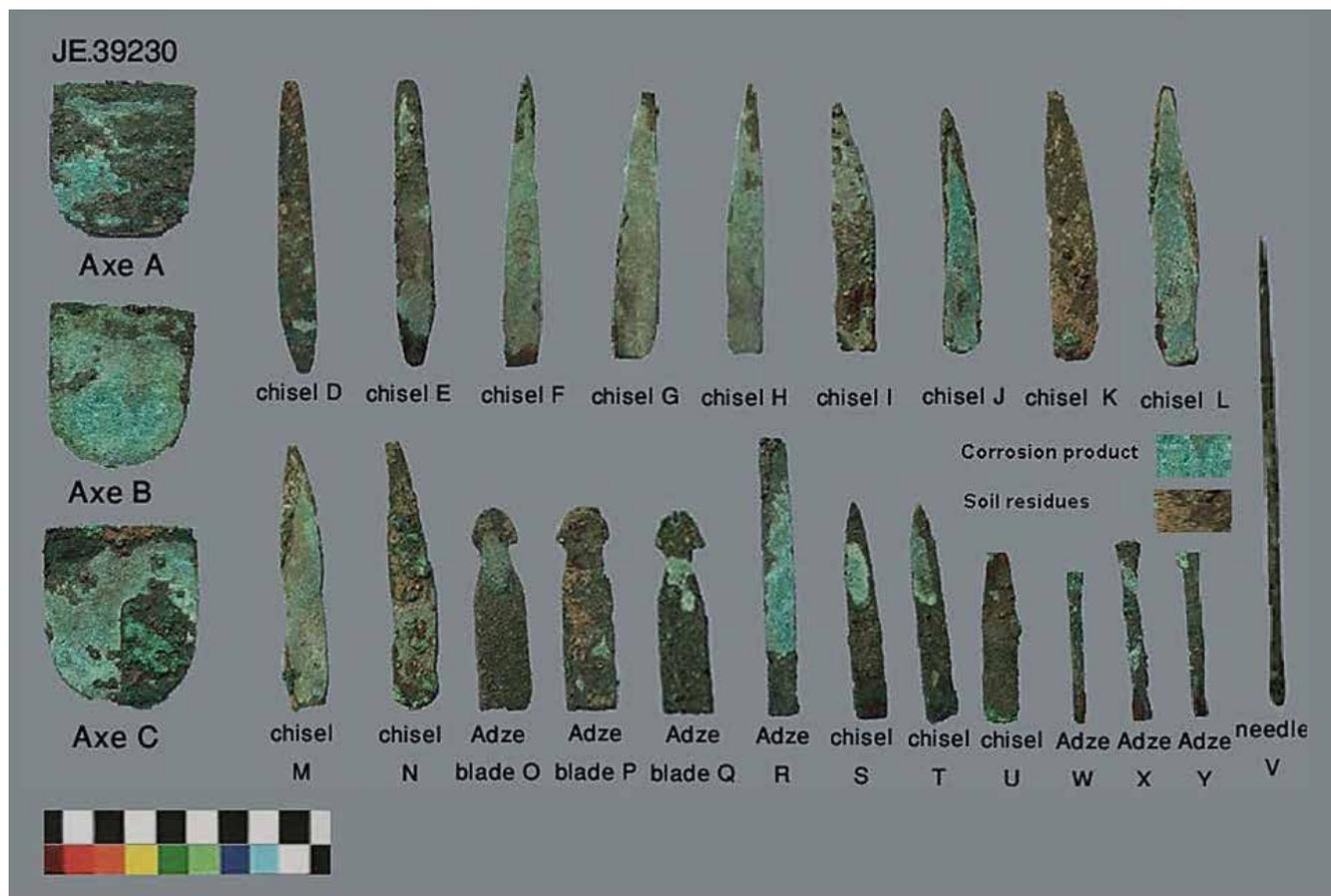


Figure 1.- Case-study set of the copper model tools; dashed lines and arrows point out the samples locations

visible (Scott 1991). Scanning Electron Microscope attached with Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM-EDS) was performed to analyze the elemental composition of the remaining metallic core and corrosion product layers. The examination was carried out on SEM-EDS apparatus Model FEI INSPECT S50, EDS Quantax Bruker. The polished cross-sections were examined without coating. The analysis was performed under low vacuum mode at 0.8 torr. Backscatter electron images (BSE) were gotten at acceleration voltage 25.0 kV with a backscattered detector at 5 mm working distance and spot size 6. X-ray diffraction was used to investigation the chemical composition of the outer-surface corrosion products. Three powder samples were scraped off parallel to the surface of the chisels (E, I) and adze (R) [Figure 1- red arrows pointed out the locations of scraped off samples]. The samples were grinded in an agate mortar to be a very fine powder. The samples were analyzed via XRD equipment PAN analytical X'pert PRO Diffractometer model. The analysis was performed under experimental conditions as follow: secondary monochromator with a Cu-Kα1 target of λ 0.1542 nm, operated at generator power 45 kV and 40 mA, the scanning steps rate and range were 0.02°, 0.05°/s, and 70° respectively. 2θ values and relative intensities (I/I₀) were determined and the resulted minerals were identified via JCPDS (Joint Committee for Powder Diffraction Studies) and AMCSD (American Mineralogist Crystal Structure Database) cards.



Figure 2.- Archival photograph of the case-study set during its storage in case L - base 1 - pup 3 in room 32, Cairo Egyptian Museum

Raman spectroscopy was used to study the micro-stratigraphic of the inner-corrosion layers in the cross-sections and hence identify its chemical composition. Raman spectroscopy is an ideal technique for the

Table 1.- List of twenty-five objects of the case-study set illustrates its identification name, dimensions, weight, corrosion description, and the performed analysis procedures

Serial	Object identification	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Weight (g)	Corrosion Description	Analysis*
A	Axe	2.6	2.3	≈ 1	0.53	Week adherent blue, pale green and solid dark green agglomerated corrosion products. Sandy-brown soil residues sometimes mixed with the corrosion products, while on some object it takes a flaking impact.	OM
B	Axe	2.6	2.3	≈ 1	0.53		OM
C	Axe	2.6	2.3	≈ 1	0.53		OM
D	Chisel	5.7	0.8	≈ 1	0.40		OM
E	Chisel	5.4	0.7	≈ 1	0.33		OM, XRD, SEM-EDS, Raman
F	Chisel	5.7	0.7	≈ 1	0.36		OM
G	Chisel	4.6	0.9	≈ 1	0.37		OM
H	Chisel	4.7	0.8	≈ 1	0.34		OM
I	Chisel	5.0	0.7	≈ 1	0.31		OM, XRD, SEM-EDS, Raman
J	Chisel	4.6	0.7	≈ 1	0.29		OM, XRD, SEM-EDS
K	Chisel	4.4	0.8	≈ 1	0.32		OM
L	Chisel	4.2	0.9	≈ 1	0.38		OM
M	Chisel	4.3	0.8	≈ 1	0.31		OM
N	Chisel	4.0	0.6	≈ 1	0.22		OM
O	Adze blade	3.7	1.0	≈ 1	0.33		OM
P	Adze blade	3.7	0.9	≈ 1	0.30		OM
Q	Adze blade	3.6	0.9	≈ 1	0.29		OM
R	Adze	4.4	0.5	≈ 1	0.20		OM, XRD
S	Chisel	3.3	0.5	≈ 1	0.15		OM
T	Chisel	3.0	0.5	≈ 1	0.13		OM
U	Chisel	2.9	0.6	≈ 1	0.16		OM
V	dead-end needle	9.5	--	0.5	0.67		OM
W	Adze	3.5	0.3	≈ 1	0.30		OM
X	Adze	3.6	0.3	≈ 1	0.33		OM
Y	Adze	2.9	0.3	≈ 1	0.31		OM

* OM: Metallographic optical microscope, XRD: X-ray Diffraction; SEM-EDS: Scanning Electron Microscope with X-Ray Energy Dispersive analysis

investigation the metals patinas and inner corrosion layers (Bellot-Gurlet, L., *et al.* 2009). Raman measurements were carried out at room temperature by using dispersive Raman microscope model Senterra produce of Bruker Company. Spectra were acquired with a wavelength of 785 nm, laser power 25 MW, and aperture setting 50×1000 μm. The cross-sections were scanned twice and the spectrometer calibration was obtained from a silicon crystal in which the Raman signal is at 520.5 cm⁻¹.

Results and discussion

Morphology and micro-startifaction structure

—Portable digital stereomicroscope

A portable digital stereomicroscope was used to investigate the external corrosion layer. Figure 3 (a-j) shows different copper corrosion products and soil

residues on the studied objects' surfaces. The pale blue color corrosion is the main corrosion product on the most studied objects and this phase was weakly adherent and easily scraped off whether during the sampling or treatment processes [figure 3 a, b]. The dark green corrosion covers the objects G, J, V, Y, X, W, U, and some areas on other objects. This dark green corrosion phase is strongly adherent, agglomerated on the objects' surfaces and difficulty scraped off during the sampling and treatment processes [figure 3 c, d]. Additionally, the pale green corrosion is the main corrosion product on the objects R, W, P, and on some areas on other objects [figure 3 e, f]. The reddish-brown corrosion appears above the green and blue corrosion layers on the surface of the axe B [Figure 3g]. Sandy-brown soil residues appear on all the set objects which sometimes take a flaking shape as appeared on the adzes X, Y surfaces (Figure 3 h), and sometimes it was incorporated with the green and blue corrosion products and sometimes take a massive granular lumps which is obviously on the surface of the axe C and the chisel K [figure 3 i, j].

— Metallographic microscope

Generally, the metallographic examination elucidated the internal structure of metals and the relationship between the inclusions and the matrix. Three samples were cut off the objects (E, I, R) and prepared as polished cross-sections for the microscopic examinations. To examine the microstructure of these cross-sections, it must be studied before and after treated with a freshly prepared etching solution of alcoholic ferric chloride in ethyl alcohol. Figure 4-I shows the stratification structure of the studied cross-sections consecutively (a) the outer corrosion layer, (b) the original surface, (c) the under-surface corrosion layer, (d) the metallic structure remnants, (e) the internal corrosion products within the metallic structure, (f) the sandy-soil residues and quartz grains in the outer corrosion layer. Figure 4-II (a, b, c) shows the elongation of metal grains indicating to the direction of hammering process. Also, it is obvious high deformation of metal grains with a lot of strain lines and relatively coarse structure of the metal grains. This high deformation is due to the heavy working of the objects which entirely obliterated the initial segregated sponge-cored structure of the metal. The Figure also shows an intergranular corrosion through the strain lines (slip bands) which is resulted to the hammering process for the objects manufacture. Logically, the stress corrosion is formed due to the progressive nucleation and growth of the localized corrosion along the grain's boundaries around the metal grains especially in the presence of the moisture and oxygen as corrosion conditions (King, A. *et al.* 2008). Figure 4-II (d, e) shows the twins, which it is existence indicate to hammering and annealing cycles during the manufacture of the objects. The annealing process is a very important procedure during the hammering process, since it was performed at high temperatures for many hours prior to the striking the object. Abundance of strain lines and littleness of the twins indicate to the extensive cold-worked which did not follow up by sufficient annealing time especially in the final stage of the objects manufacture (Scott 1991).

— Scanning electron microscope-energy dispersive X-ray

Essentially SEM-EDS were performed to identify the elemental composition of the metal core and the corrosion products in different layers of the studied cross-sections. Table 2 shows EDS' elemental analysis of the three objects E, I, R respectively. Figure 5 (I-III) shows the back-scattered SEM micrographs and EDS patterns through different layers of the objects (E, I, R) respectively.

EDS' results show the studied cross-sections' metal-cores consist only of copper without any alloying element [spots (E1, I1, R1-3)]. Also, EDS' results show the presence of the elements Cu, C, O, Cl, S, Si, Mg, Ca, Al, Fe through different layers of the studied cross-sections. Since, the presence

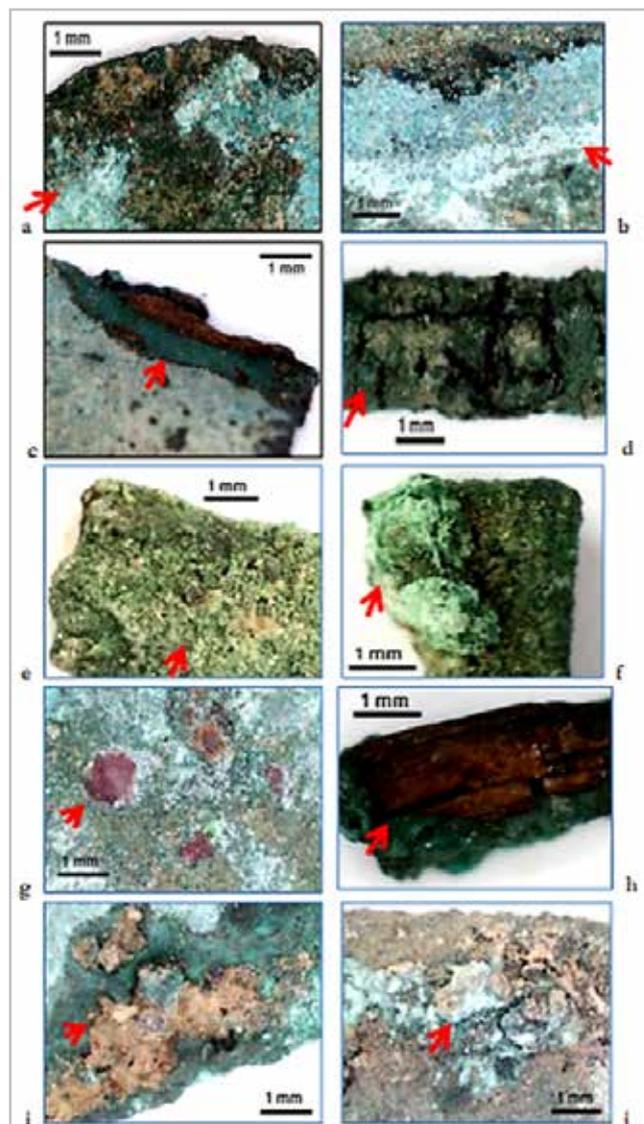


Figure 3. - Portable Stereomicroscope micrographs show different copper corrosion products: (a, b) pale blue corrosion on the surface of the chisel's J and U; (c, d) dark green corrosion on the surface of the chisel's G and J; (e, f) pale green corrosion on the surface of R and W adzes; (g) reddish-brown corrosion on the surface of axe B ; (h) flaking sandy-brown soil residues on the surface of the adze X ; (i, j) massive granular lumps of soil residues mixed with green corrosion products on the axe C and chisel K surfaces.

of O, Cl, C, and S elements are due to the formation of copper oxides, chlorides, basic carbonate, sulfides and/or sulfates corrosion products. EDS' analyses show an increase of the carbon percentage than the chlorine in all spots. It is high probability this increase indicates to the existence of copper carbonates as major corrosion products while the copper chlorides as minor. Since, EDS' analyses shows high percentage of chlorine in the outer corrosion layer in values 13.95 %, 11.72 % in the chisels E, I respectively [Table 2, spots E4, I3]. While, its presence in the metallic cores appears in values 0.67%, 1.67%, and 17.85% respectively [Table 2, spots E1, I1, R2]. The presence of chlorine element in the metal cores indicates to attack the studied objects by bronze disease. Additionally, BSED micrographs show

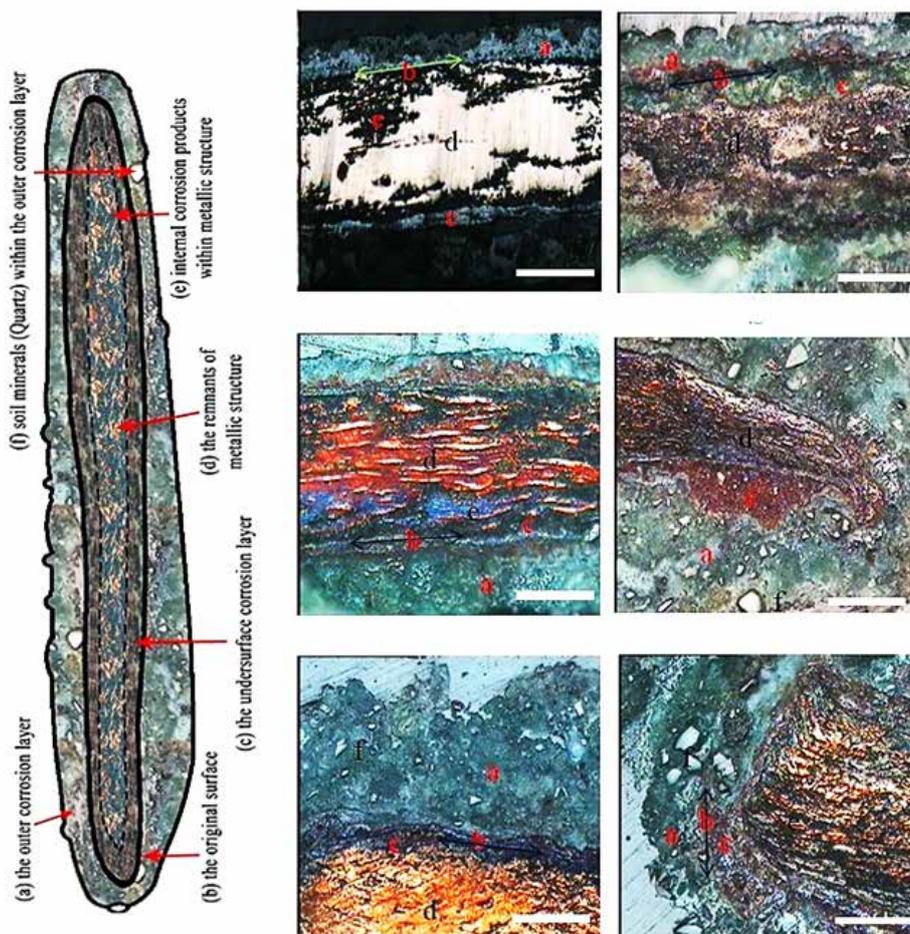


Figure 4.- I. Metallographic micrographs of the three cross-sections from the chisels E (a-c), I (d-e), and adze R (f) respectively before and after applied etching solution. Schematic description of the corrosion layers consecutively: (a) the outer corrosion layer, (b) the original surface, (c) the under-surface corrosion layer, (d) the metallic structure remnants, (e) the internal corrosion products within the metallic structure, (f) the sandy-soil residues and quartz grains which in the outer corrosion layer

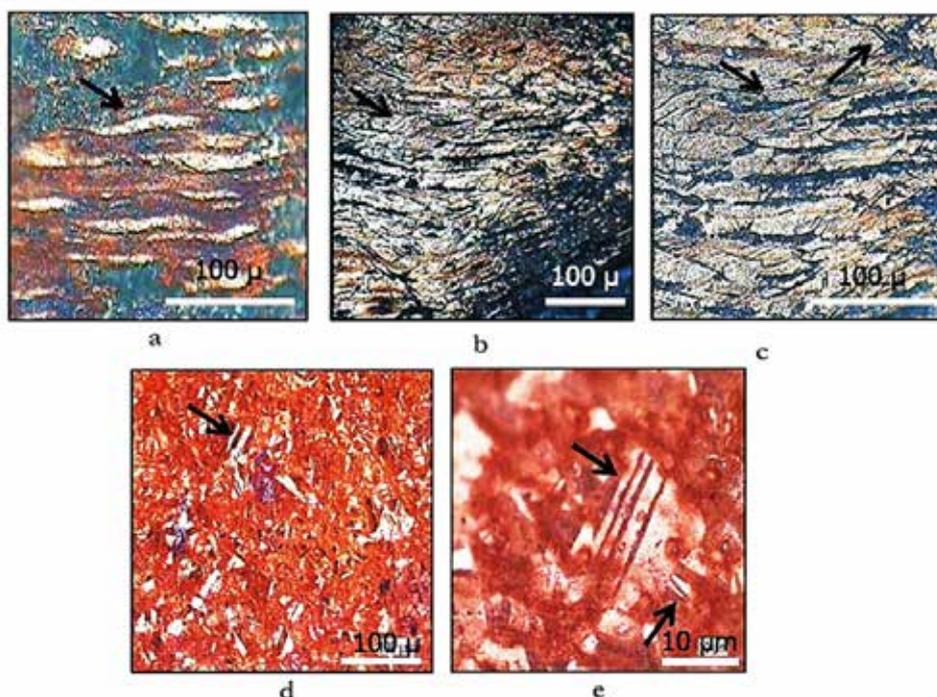


Figure 4.- II (a, b, c) the elongation of individual metal grains parallel to flat surfaces of the hammered chisels; (d, e) the twins as a result of the hammering and annealing cycles during the manufacture of the set objects

Table 2.- EDS' analysis results of the cross-sections from the objects E, I, R respectively

Object symbol	Spot	Sample Description	Cu	C	O	Cl	S	Si	Mg	Ca	Al	Fe
Chisel E	1	Metallic core	84.91	12.75	1.57	0.67	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	The outer corrosion layer	42.01	26.36	18.35	11.24	0.00	0.44	0.76	0.56	0.27	0.00
	3	The under-surface corrosion layer	61.39	19.08	8.10	6.54	4.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	The outer corrosion layer	43.36	18.31	24.40	13.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Chisel I	1	Metallic core	98.33	0.00	0.00	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	The under-surface corrosion layer	67.20	15.14	15.42	2.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	The outer corrosion layer	54.18	20.48	10.71	11.72	0.00	1.83	0.00	0.00	0.55	0.54
Adze R	1	Metallic core	74.31	11.60	11.04	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2		54.34	18.75	9.06	17.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3		84.17	12.02	2.46	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	The inner corrosion layer	48.75	14.72	22.00	14.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

the existence of an under-surface corrosion layer between the outer corrosion crust and remnants of the metallic core which also contains a high percentage of chlorine. The chlorine presents through this under-surface layer in values 6.54 %, 2.24 %, 14.54 % respectively [table 2, spots E3, I2, R4]. The existence of oxygen indicates to the presence of copper oxides corrosion products such as reddish-brown corrosion product which appears on the surface of the axe B. Finally, the existence of Si in the outer corrosion layer indicated to the presence of quartz as a confirmation to the initial buried environment of the studied objects is sandy soil [table 2, spots E2, I3]. The presence of Mg, Ca, Al, Fe elements also indicates to presence of clay components in the buried soil. Generally, the microscopic examinations of the cross-sections of the chisels E, I, and adze R show a multilayered corrosion structure of three layers as follows: an outer corrosion layer which contains sandy-soil residues and quartz grains followed by an under-surface layer, then an internal layer within the metallic structure.

Characterization of corrosion products

— X-ray diffraction

X-ray diffraction was used to identify the chemical composition of powder corrosion products samples. The identification was achieved by matching the samples d-spacing values with JCPDS and AMCSD cards. Figure 6 (a-c) and Table 3 show XRD patterns and the results of three corrosion samples which were scraped off the surfaces of the objects E, I, R respectively. XRD results show the samples consist of copper oxides, chlorides and basic carbonates. These corrosion products are commonly identified on most of the ancient copper-based alloys. Cuprite [JCPDS cards (071-4310), (05-0667)] was detected in the three samples. Copper chlorides were detected with various phases; paratacamite [JCPDS card (025-1427)] was detected in the

chisel E sample; atacamite [JCPDS cards (078-03772), (23-948)] and Nantokite [JCPDS cards (082-2117), (06-0344)] in the samples of the objects I, R. The pale blue copper chloride corrosion product "Bronze disease" is common on most ancient copper-based alloys due to the presence of chlorides ions in the Egyptian soils (Scott 1990). The green and dark green copper carbonates corrosion products malachite [(AMCSD 0009305), JCPDS (10-0399) cards] was detected in the samples of the objects E, R; while chalconatronite [JCPDS (10-442), AMCSD (0010801) cards] was detected in the chisel E sample. Finally, quartz [AMCSD card (00110099)] was detected in the chisel I sample. The existence of quartz was explained due to the soil residues which were mixed with the outer corrosion layer.

— Raman spectroscopy

Raman spectroscopy was used to identify the chemical composition of under-surface and internal corrosion layers. The results show the presence of atacamite ($\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}_2$) and malachite ($\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$) corrosion products. Figure 7 shows Raman patterns of atacamite and its micrograph in the under-surface corrosion layer of the chisel I. Also, it shows Raman pattern of malachite corrosion and its micrograph in the internal corrosion layer through the metallic structure of the chisel E. Malachite shows a very intensive strong band at the wavenumber 271 cm^{-1} which is represented its finger print, in addition its actualization in other secondary bands at the wavenumbers 144, 340, 545, 811 and 1052 cm^{-1} (Zhang *et al.* 2014; Inberg *et al.* 2018; Łukasz Ciupiński, 2010, Frost R L. 2002; Daniel Cosano 2018). While, atacamite exhibits strong Raman bands at wavenumbers 511, 3460, 3320 cm^{-1} in addition its actualization at the wavenumbers 820, 890 and 985 cm^{-1} (Frost *et al.* 2002; Frost 2003; Bertolotti 2012; Ropret 2012; Schindelholz 2018). This is besides its matching with the equipment library standard as shown in the Figure 7-b. Cuprite is a usual corrosion product on the copper-based

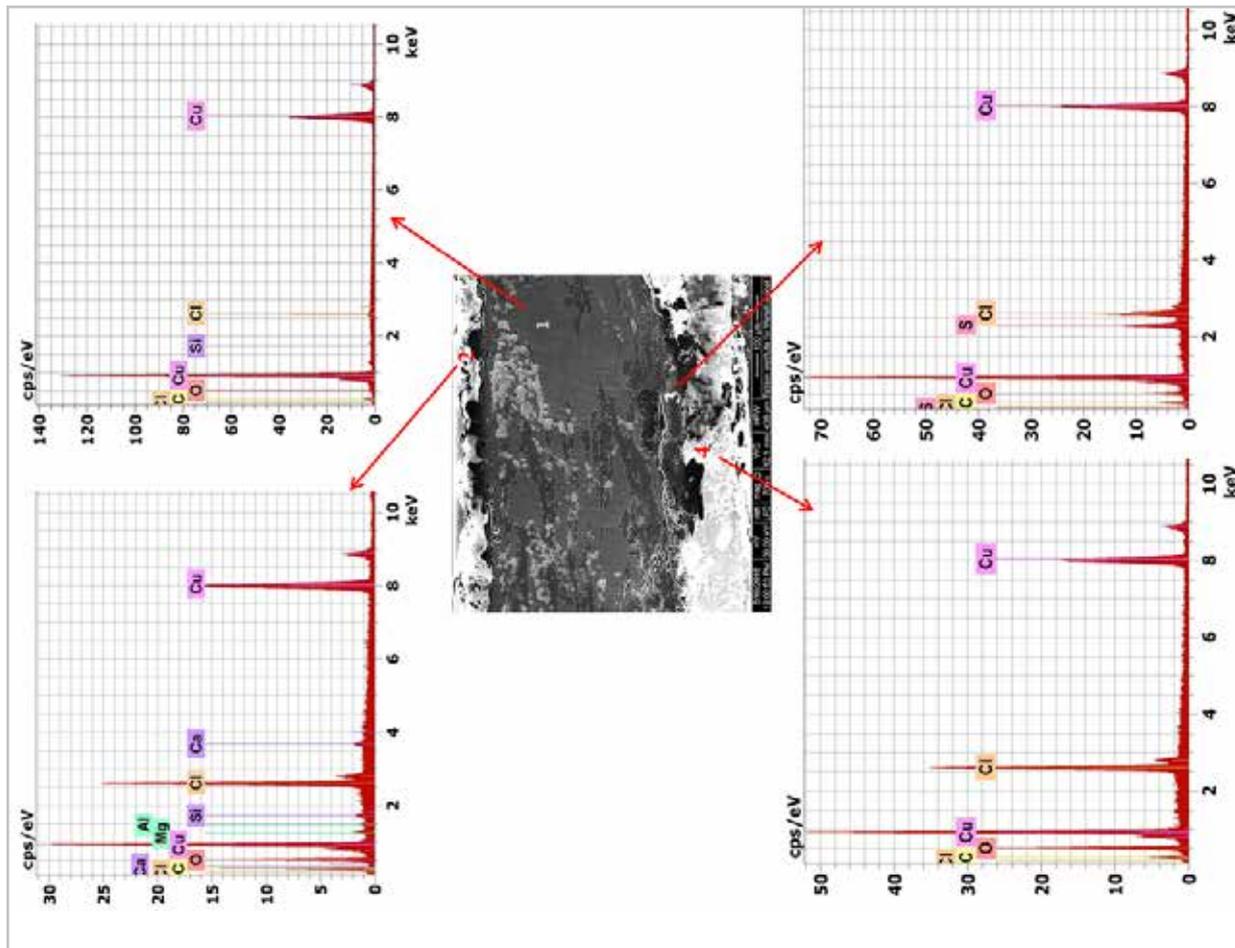


Figure 5.-I. SEM-EDS of different stratification layers of the cross-section of the chisel I

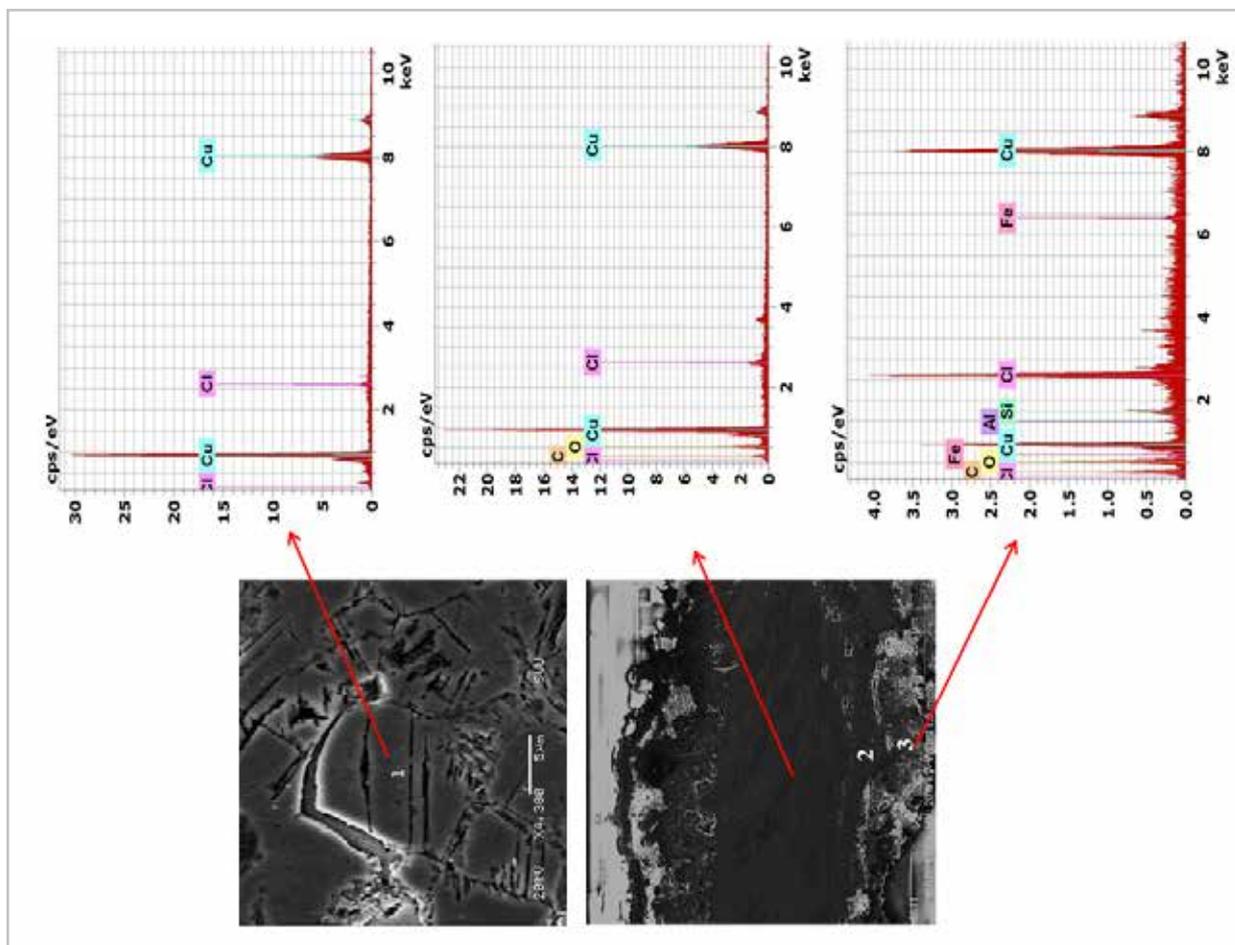


Figure 5.-II. SEM-EDS of different stratification layers of the cross-section of the chisel II.

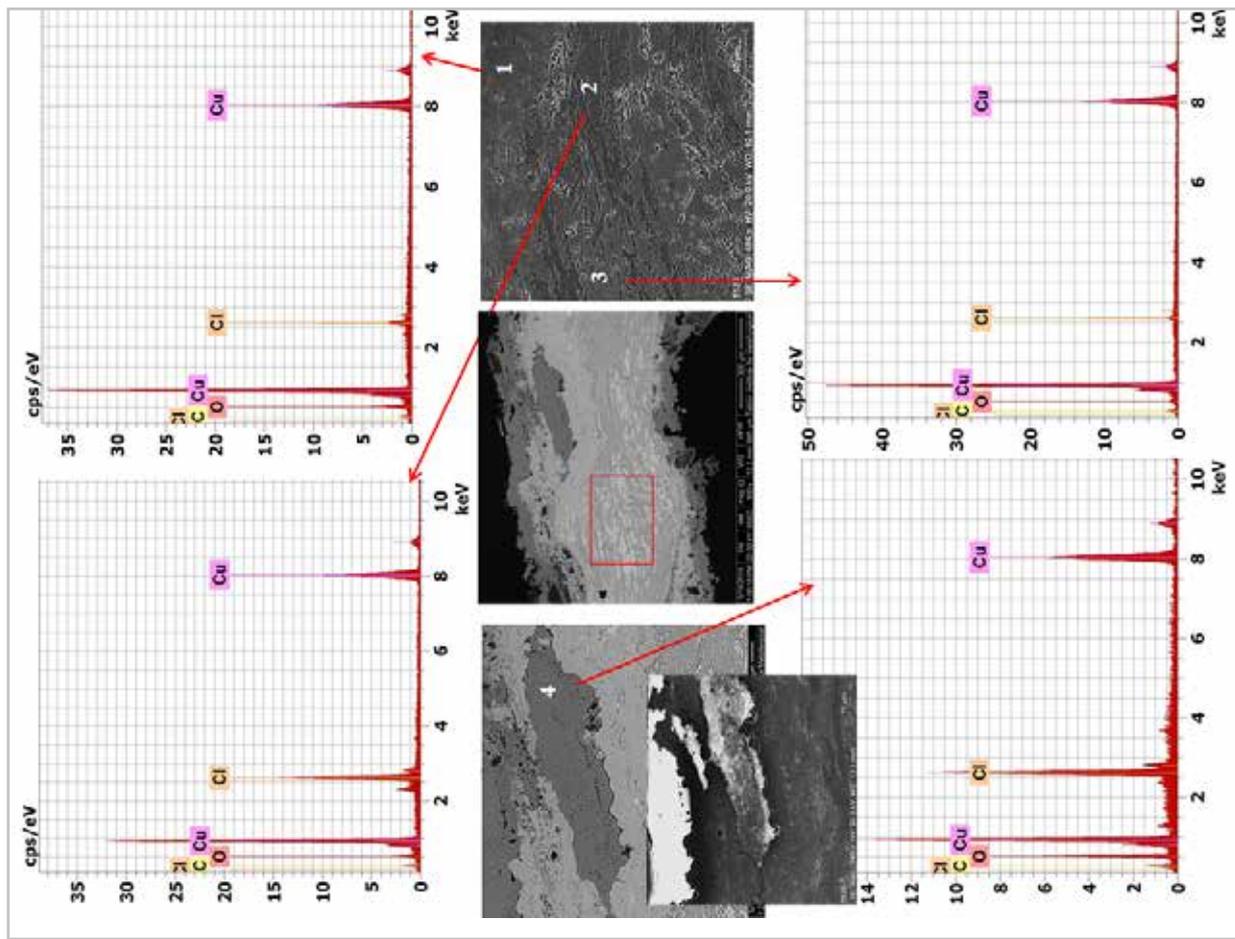


Figure 5.-III. SEM-EDS of different stratification layers of the cross-section of adze R.

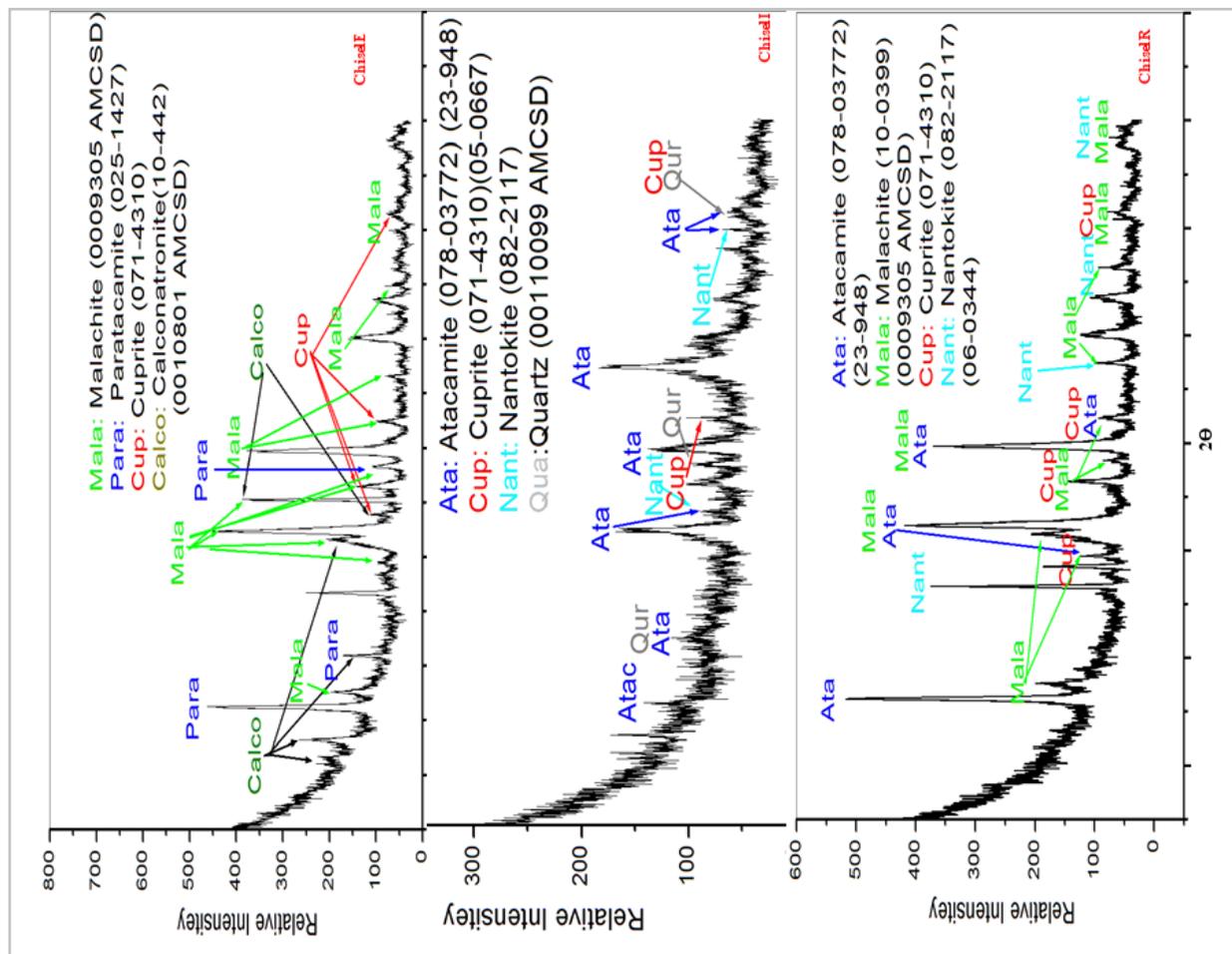


Figure 6.-(a-c). XRD patterns of the three powder corrosion samples scraped off the objects E, I, R respectively

Table 3.- XRD analysis results of the three powder corrosion samples scraped off the objects E, I, R respectively

Object symbol	cuprite Cu_2O	paratacamite $Cu_2(OH)_3Cl$	nantokite $CuCl$	atacamite $Cu_2(OH)_3Cl$	malachite $CuCO_3.Cu(OH)_2$	chalconatronite $Na_2Cu(CO_3)_2.3(H_2O)$	quartz SiO_2
Chisel E	+	+			+	+	
Chisel I	+		+	+			+
Adze R	+		+	+	+		

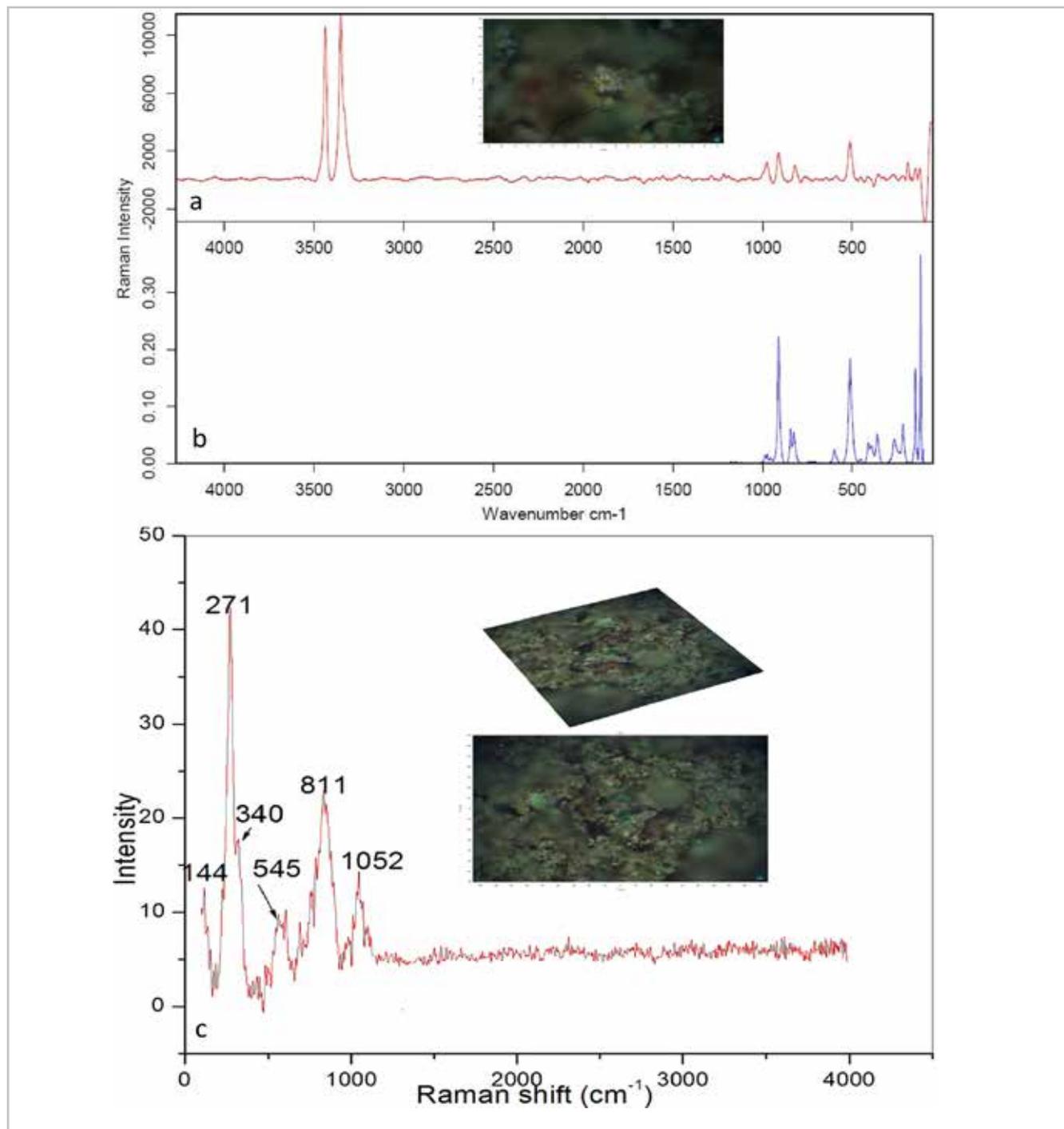


Figure 7.- (a,b) Raman pattern and micrograph of atacamite in the under-surface corrosion layer of the chisel I matched with equipment library standard; (C) Raman pattern and micrograph of malachite in the internal corrosion layer through the metallic structure of the chisel E

artifacts; since it can form as an original corrosion layer due to the direct chemical reaction between the copper and the oxygen during the long burial time (FitzGerald *et al.* 2006). Nantokite often can form on the copper-based artifacts as an original corrosion product due to the direct reaction between the chlorines ions and the cuprous corrosion (Strandberg & Johansson 1998). Also, it can form as a secondary product due to dissolution of cuprite corrosion in the presence of high humidity, oxygen and chlorines in the surrounded environments (Fitzgerald *et al.* 1998).

XRD results detected also atacamite and paratacamite corrosion products as basic copper chloride isomers. Atacamite can form as an original corrosion product whether during the burial or storage time due to the direct chemical reaction between the chlorines and the dissolved copper ions. Additionally, it can form as a secondary product as result to transformation of nantokite and cuprite in the existence of chlorine ions, high humidity, and oxygen in the storage environment (Strandberg & Johansson 1998). While, paratacamite usually appeared as an outer secondary corrosion layer in a powdery pale blue corrosion product on other corrosion layers (Scott 2002). Additionally, the formation of paratacamite can be attributed also as a result to the conversion of nantokite in the presence of high humidity and the oxygen. Also, it can form due to the transformation of an unstable atacamite isomer in the presence of high humidity and the oxygen (Krätschmer *et al.* 2002; Zhang *et al.* 2014). Thus, all these suggestions of the formation the nantokite, atacamite, and paratacamite on the case-study set are acceptable. Whereas, this transformation process can be facilitated due to increase of the porosity and cracking in the outer corrosion layers [See Figure 3 d]. Since, this cracking in the outer corrosion layer ease the penetration of the moisture and the oxygen into the internal metal core and thus formation the under-surface and internal corrosion layer which will be increase the corrosion rate of the studied objects (Krätschmer *et al.* 2002). Malachite usually can form above the initial cuprite layer due to the direct chemical reaction of the carbonate/bicarbonate anions and the copper and/or cuprous oxide patina in the presence of the high humid environment (Vink 1986). The carbonate/bicarbonate anions can be resulted due to the dissolution of the salts through the buried soils. Malachite can form also due to the presence of carbon dioxide gas in humid air (He, L., *et al.* 2011). Additionally, EDS' results indicated to increase of carbon than chlorines ions [Table 2]; this can be explained due to the presence of the carbonate corrosion as the main corrosion products than the chlorides in the remaining metallic structure. Also, Raman measurements confirmed the existence of atacamite and malachite corrosion products in the internal corrosion layers of the studied cross-sections.

Finally, the formation of various corrosion products on the case-study set can be explained due to not only the long-burial time in the tomb but also due to the uncontrolled storage conditions after its excavation and transportation to the museum.

Since, the set was exposed to indirect burial conditions in the tomb's burial chamber for a long time in an equilibrium condition. Then after its excavation and transportation to the museum, it was exposed to uncontrolled humid storage environment for more than 110 years. During this long storage time, the objects were stored in a carton box [See figure 2]. This bad storage conditions facilitated the corrosion process of the set objects especially when the relative humidity increased. Whereas, the most museums' halls doesn't prepare with a central air condition or air filters in order to preventing the pollution gases and the solid pollutants from the outdoor source. Additionally, since the late of seventies the museum's halls were covered with gray and black vulcanization rubber slabs, which is represented the main indoor source of pollution gases [(Maher & Salem 2021)]. Thus, the uncontrolled storage condition is the main cause of the resulted progressive morphologies and layered structure of the corrosion products and the partial mineralization for all set objects.

Treatment and conservation

Firstly, the case-study set was cleaned mechanically by using dental vibrottools and different coarseness carborundum 'Silicon carbide (SiC)' vibrottools' heads according to the hardness of corrosion layers. Sometimes, the dental ultrasonic scaler was used to clean the bronze disease spots. After finishing the mechanical cleaning, the set was treated with a corrosion inhibitor benzotriazole 3% in ethanol alcohol then coated by Paraloid B72 3% in acetone. To assess the effectiveness of pervious treatment processes, the set was put in a closed environment containing a high humidity source for three weeks. Unfortunately the pale green and dark green corrosion products emerged from the first day of the test especially in the bronze disease locations [figure 8 (a-c)]. So, the authors cleaned the set objects chemically to removing the emerged corrosion products. Then, the set was treated with 5% sodium carbonate in distilled water for 24 hours as a pre-treatment before applied the inhibitor and coating (Weisser & Black 1987). Figure 9 shows the success of this pre-treatment by sodium carbonate. After the treatment processes, the set was mechanically fixed on a Plexiglas plate by sewing technique with transparent inert plastic threads no.50 (Diameter 0.5 mm). Since, the use of plastic sewing threads is more suitable and safe for fixing the metal artifacts because it has good flexibility, especially at low temperatures. Since, this flexibility is very useful during the sewing process because it allows to stretching the threads without cutting-off, besides it has high tensile strength. More importantly, it has high corrosion resistance thus it is more suitable for fixing the metal artifacts. Also, it is characterized by good durability because it has excellent resistance against the abrasion, UV, and mildew. In addition, it is substantially inert against the alkalis and unaffected by most mineral acids (Anon 1968). Furthermore, it has good transparency/or semi-transparency thus it did not visible for the visitors.

Conclusion

The set of copper model tools dated to Dynasty Xth from Cairo Egyptian Museum were characterized and conserved. The multianalytical investigation results of the set give insight into its microstructure features, composition, and corrosion mechanism. EDS' showed that the chemical composition of the metal core of the analyzed objects consists of copper metal and didn't detect any alloying elements. The metallographic examination of the cross-sections showed features of metallic structures concerning a manufacturing process that was a hammering method.

The microscopic investigation revealed elongation of metal grains which indicating to the direction of hammering process. Twins and strain lines are indicators to use sequential cycles of cold-working and annealing processes during the manufacture the case-study. The microscopic investigation revealed stratification structure of the corrosion as two sequence layers; an under surface layer followed by an outer thick layer. Besides, exist of internal corrosion products within the metallic structure in the center of the samples. The mechanism of corrosion products of the case-study was attributed to deterioration the case-study set during the burial time as well as due to



Figure 8.- (a) Photograph of the case-study set during RH test assessment; (b, c) stereomicroscope images of the emerged pale and dark green corrosion products due to exposure the set to high humidity



Figure 9.- Photograph of the case-study set after treatment and fixing on a Plexiglas plate by transparent sewing threads

transformations of the corrosion phases during the long-term uncontrolled storage environment. X-ray diffraction and Raman spectroscopy confirmed that the corrosion products consist of a mixture of copper oxides, chlorides, and basic carbonates minerals. Additionally, the samples contain a certain portion of sand particles (quartz) which is an indicator of the burial soil type. Eventually, the set had been mechanically cleaned, pre-treated with 5% sodium carbonate in distilled water, then treated by diluted 3% Benzotriazole corrosion inhibitor in ethyl alcohol and coated by 3% Polaroid B72 in acetone. Finally, the set was fixed on Plexiglas plate by sewing technique via inert transparent plastic threads no.50 to be ready to display.

Acknowledgments

The authors acknowledge the valuable support given by Prof. M.A. Moustafa, X-head of Heat Treatment Department, Central Metallurgical R & D Institute (CMRDI) to help in the metallographic examination of the cross-sections. Also, they thank Dr. Gamal El-Balam the curator in the Cairo Egyptian Museum for his approval to investigate the case-study set.

References

- ANON (1968). The World Book Encyclopedia Volume 7. s.l.: Field Enterprises Educational Corp.
- BELLOT-GURLET, L., *et al.* (2009). Raman Studies of Corrosion Layers Formed on Archaeological Irons in Various Media. *Journal of Nano Research*, Issue 8: 147–156. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JNanoR.8.147>
- BERTOLOTTI, G., BERSANI, D., LOTTICI, P.P., ALESIANI, M., MALCHEREC, T. AND SCHLÜTER, J. (2012). Micro-Raman study of copper hydroxychlorides and other corrosion products of bronze samples mimicking archaeological coins. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 402(4): 1451-1457. <https://doi.org/10.1007/s00216-011-5268-9>
- DANIEL COSANO, DOLORES ESQUIVEL, LAURA D. MATEOS, FERNANDO QUESADA, CÉSAR JIMÉNEZ-SANCHIDRIÁN, J. RAFAEL RUIZ (2018). Spectroscopic analysis of corrosion products in a bronze cauldron from the Late Iberian Iron Age. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, Volume 205: 489–496.
- DRIESSEN, J. (1984). Notes on building materials and quarries. In "An Archaeological Survey of the Roussolakkos Area at Palaikastro", Volume BSA 79, J.A. MacGillivray, L.H. Sackett, and J. Driessen, eds., 143–149
- EVELY, D. (1992). "Stone Vases and Other objects". s.l.: In Well Built Mycenae, the Helleno-British Excavations within the Citadel at Mycenae, 1959-1969, Fasc. 27. Ground Stone. Part 1, edited by Don Evely and Curtis Runnels, 1 20. Oxford: Oxbow books.
- FITZGERALD *et al.* (2006). Atmospheric corrosion of copper and the colour, structure and composition of natural patinas on copper. *Corrosion Science*, 48(9): 2480-2509. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2005.09.011>
- FITZGERALD, K. P., NAIM, J. & ATRENS, A. (1998). The chemistry of copper patination. *Corrosion science*, 40(12): 2029-2050. [http://dx.doi.org/10.1016/S0010-938X\(98\)00093-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0010-938X(98)00093-6)
- FROST, R. L., MARTENS, W., KLOPPROGGE, J. T. & WILLIAMS, P. A. (2002). "Raman spectroscopy of the basic copper chlorine minerals atacamite and paratacamite: implications for the study of copper, brass and bronze objects of archaeological significance". *Journal of Raman Spectroscopy*, 33(10): 801-806 <https://doi.org/10.1002/jrs.921>
- FROST, R. (2003). Raman spectroscopy of selected copper minerals of significance in corrosion. *Spectrochimica acta Part A: molecular and biomolecular spectroscopy*, 59(6): 1195-1204 [https://doi.org/10.1016/S1386-1425\(02\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S1386-1425(02)00315-3)
- GETTENS, R. J. & FRONDEL, C. (1955). Chalconatronite: an alteration product on some ancient Egyptian bronzes. *Studies in Conservation*, 2(2): 64-75. <https://doi.org/10.1179/sic.1955.009>
- HE, L., LIANG, J., ZHAO, X., & JIANG, B. (2011). "Corrosion behavior and morphological features of archeological bronze coins from ancient China". *Microchemical Journal* 99(2): 203-212. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2011.05.009>
- IBRAHIM A. G. & MAHER M. A. (2018). "A Case-study of Copper-Arsenic Ewer from the Egyptian Museum in Cairo, Egypt". *Journal of The General Union of Arab Archaeologists*, Volume (3), pp. 1-25. <https://doi.org/10.21608/JGUA2.2018.2766.1009>
- INBERG, A., *et al.* (2018). Corrosion products and microstructure of copper alloy coins from the Byzantine-period Ma'agan Mikhael B shipwreck, Israel. *Microchemical Journal*, Volume 143: 400-409. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.08.033>
- KING, A., JOHNSON, G., ENGELBERG, D., LUDWDIG, W., & MARROW, J. (2008). "Observations of intergranular stress corrosion cracking in a grain-mapped polycrystalline". *Science*, 321(5887): 382-385. <https://doi.org/10.1126/science.1156211>
- KMOŠEK J., *et al.* (2016). Archaeometallurgical study of copper alloy tools and model tools from the Old Kingdom necropolis at Giza, chapter in the volume "Old Kingdom copper tools and model tools". s.l.: Archaeopress Publishing Ltd., Oxford, 238-290. ISBN 978 1 78491 443 1 (e-Pdf)
- KRÄTSCHEMER, A., WALLINDER, I. O., & LEYGRAF, C. (2002). "The evolution of outdoor copper patina". *Corrosion Science*, 44(3): 425-450 [https://doi.org/10.1016/S0010-938X\(01\)00081-6](https://doi.org/10.1016/S0010-938X(01)00081-6)
- MAHER, M.A. & SALEM, Y., 2021. An unusual corrosion product, kobyashevite, from ancient egyptian copper artifacts: a technical Note. *Egyptian Journal of Chemistry*, 64(1): 11 – 23. <https://doi.org/10.21608/EJCHEM.2020.36950.2763>

- MARTENS, W., FROST, R. L., KLOPROGGE, J. T., & WILLIAMS, P. A. (2003). "Raman spectroscopic study of the basic copper sulfates implications for copper corrosion and "bronze disease". *Journal of Raman Spectroscopy*, 34(2): 145-151. <https://doi.org/10.1002/jrs.969>
- ODLER, M., & DULÍKOVÁ, V. (2015). "Social context of the Old Kingdom copper model tools". *World Archaeology*, 47(1): 94-116. <https://doi.org/10.1080/00438243.2014.991805>
- ODLER, M. (2015). Adzes in the Early Dynastic period and the Old Kingdom, Conference Paper • January 2012 "Copper and Trade in the South–Eastern Mediterranean „Trade routes of the Near East in Antiquity”, Edited by Karolina Rosińska-Balik Agnieszka Ochał-Czarnowicz Marcin Czarnowicz Joanna Dębowska-Ludwin 85-109. ISBN 978 1 4073 1414 3
- ODLER, M., (2016). *Old Kingdom copper tools and model tools*. s.l.: Archaeopress Publishing Ltd., Oxford. ISBN 9781784914431 (e-Pdf)
- PEKOV, I. V., ZUBKOVA, N. V., YAPASKURT, V. O., BELAKOVSKIY, D. I., CHUKANOV, N. V., KASATKIN, A. V., & PUSHCHAROVSKY, D. Y. (2013). Kobyashevite, Cu₅(SO₄)₂(OH)₆•4H₂O, a new devilline-group mineral from the Vishnevye Mountains, South Urals, Russia. *Mineralogy and Petrology*, 107(2): 201-210. <https://doi.org/10.1007/s00710-012-0236-4>
- QUIBELL, J. E. (1908). *Excavations at Saqqara (1906-1907) with a section on the religious texts*. s.l.: Le caire: imprimerie de l'institut francais d'archeologie orientale. <https://archive.org/details/excavationsatsaq1908quib>
- RADEMAKERS, F. W., VERLY, G., DELVAUX, L., & DEGRYSE, P. (2018). "Copper for the afterlife in pre Dynastic to Old Kingdom Egypt: provenance investigation by chemical and lead isotope analysis". (RMAH collection, Belgium). *J Archaeol Sci.*, 96: 175-190. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.04.005>
- ROPRET P., K. T. (2012). Raman investigation of artificial patinas on recent bronze – Part I: climatic chamber exposure. *J. Raman Spectrosc.*, 43: 1578–1586. <https://doi.org/10.1002/jrs.4068>
- SCHINDELHOLZ E.J., CONG H., JOVE-COLON C.F., LIS., OHLHAUSEN J. A., MOFFAT H.K. (2018). Electrochemical aspects of copper atmospheric corrosion in the presence of sodium chloride. *Electrochimica Acta*, 276: 194-206. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2018.04.184>
- SCOTT, D. A., (1990). "Bronze disease: a review of some chemical problems and the role of relative humidity". *Journal of the American Institute for Conservation (JAIC)*, 29(2): 193-206. <https://doi.org/10.1179/019713690806046064>
- SCOTT, D. A. (1991). *Metallographic and Microstructure of Ancient and Historic Metals* (No. 77). s.l.: Los Angeles, CA: The Getty Conservation Institute. ISBN 0-89236-195-6 (pbk.)
- SCOTT, D. A. (2002). Copper and bronze in art: corrosion, colorants, conservation. s.l.: Getty publications. ISBN 0-89236-638- 9
- STRANDBERG, H., & JOHANSSON, L. G. (1997). "Role of O₃ in the atmospheric corrosion of copper in the presence of SO₂". *Journal of the Electrochemical Society*, 144(7): 2334. <https://iopscience.iop.org/article/10.1149/1.1837814/meta>
- STRANDBERG, H., & JOHANSSON, L. G. (1998). "Some aspects of the atmospheric corrosion of copper in the presence of sodium chlorine". *Journal of the Electrochemical Society*, 145(4): 1093-1100. <https://iopscience.iop.org/article/10.1149/1.1838422>
- STRANDBERG, H., LANGERV., & JOHANSSON L.G. (1995). Structure of Cu₂.5(OH)3SO₄•2H₂O: a Novel Corrosion Product of Copper. *Acta Chemica Scandinavica*, 49(1): 5-10. http://actachemscand.org/pdf/acta_vol_49_p0005-0010.pdf
- VINK, B. W., (1986). "Stability relations of malachite and azurite". *Mineralogical Magazine*. 50(355): 41-47. <https://doi.org/10.1017/minmag.1986.050.355.06>
- WEISSER, T. D., & BLACK, J. (1987). "The use of sodium carbonate as a pre-treatment for difficult-to-stabilise bronzes". London, In *Recent Advances in the Conservation and Analysis of Artifacts*, edited by J. Black, Summers Schools Press, 105-108.
- ZHANG, X., WALLINDER, I. O., & LEYGRAF, C. (2014). "Mechanistic studies of corrosion product flaking on copper and copper-based alloys in marine environments". *Corrosion Science*, 85: 15-25. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2014.03.028>

Autor/es

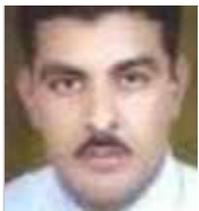


Manal Ahmed Maher Abdel Raouf

manal.a.maher@gmail.com

Head of Computed Tomography X-Ray unit, Cairo Egyptian Museum, Ministry of Antiquities, Egypt.

Graduated from Faculty of Science; physics Dept. Ean-Shames University 1993. Gained a diploma of conservation science from conservation department, faculty of Archaeology, Cairo University 1997. Gained M.Sc. in metals conservation from conservation department, faculty of Archaeology, Cairo University 2006. Gained Ph.D. in metals conservation from conservation department, Archaeology faculty, Sohag University 2013. Physicist in the scientific laboratories in the Conservation researches center, Supreme Council of Antiquities, Egypt from 1998. General supervisor of Scientific Labs, Grand Egyptian Museum, Ministry of Antiquities 2010. PHD holder researcher at Post Graduate Studies College of Nanotechnology, Cairo University; and Head of Computerized Tomography X-ray unit, Cairo Egyptian Museum, Ministry of Antiquities, Egypt.



Yussri Salem Mahrous Ali
yousry.ali@arch.svu.edu.eg
Conservation Department, Faculty of
Archaeology, South Valley University,
Qena, Egypt.

BSc., BA, PhD in Study and conservation of archaeological metals and their alloys. lecturer in conservation department at faculty of archaeology at south valley University. He is research interests include: Study and conservation of archaeological metals and their alloys, corrosion and corrosion inhibition of archaeological metals, electrochemical techniques in metal conservation, innovative analytical techniques applied to conservation science, and archaeometallurgy. Lecturer at the Department of Restoration, South Valley University.

Artículo enviado el 25/01/2021
Artículo aceptado el 01/06/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i1.898>



Mantenimiento de las portadas de la catedral de Sevilla. Un ejemplo de intervención sostenible

Jaime Navarro Casas, Elena García Martínez, Ángel Luis García Pérez

Resumen: En el período comprendido entre el año 1999 y el año 2006 el Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE) dirigió la intervención de restauración de las portadas de Nacimiento, Bautismo, Palos y Campanilla de la Catedral de Sevilla, en cuyo proyecto se preveía un mantenimiento anual que debería ser asumido por el Cabildo Catedralicio. Este compromiso se ha materializado en veinte años de colaboración, fruto del trabajo conjunto de los técnicos de la catedral, la empresa Artyco y la supervisión y respaldo científico de los técnicos del IPCE.

El presente artículo presenta las novedades acontecidas en el programa de mantenimiento en estos últimos cuatro años, consistentes, principalmente, en la incorporación de la portada de La Asunción, que ha supuesto un reto en cuanto a sus dimensiones, técnica de ejecución y materiales, así como la adecuación a la legislación medioambiental vigente que ha implicado la sustitución de productos utilizados hasta el momento.

Palabras clave: Restauración, hidrofugación, biocida, herbicida, vencejo

Maintenance of the façades of the Cathedral of Seville. An example of sustainable intervention

Abstract: Between the years 1999 and 2006 the Spanish National Institute for Cultural Heritage (Instituto del Patrimonio Cultural de España, IPCE), led the restoration of the Portals of Nacimiento, Bautismo, Palos y Campanilla of the Cathedral of Seville. This project included an annual maintenance, that should be assumed by the Chapter of the Cathedral. This commitment has been translated in 20 years of collaboration and team work between the Chapter's Technicians, the Conservation-Restoration Company Artyco and the scientific support of the IPCE's technicians.

This paper features the latest developments of the maintenance program in the last four years, consisting in the addition to the program of the Asunción Portal, that has been a challenge due to its great dimensions, technique and materials, and also the adjustment of the maintenance works to the current environmental laws, that has led to the replacement of some products used in the former years.

Keyword: Restoration, waterproofing, biocide, herbicide, swift

Manutenção das fachadas da Sé Catedral de Sevilha. Um exemplo de intervenção sustentável

Resumo: No período entre 1999 e 2006, o Instituto Espanhol do Património Cultural (IPCE) dirigiu a intervenção de restauro das fachadas do Nascimento, Batismo, Paus e Sinos da Sé Catedral de Sevilha. Este projeto incluiu uma manutenção anual, que deveria ser assumida pelo Conselho da Sé Catedral. Este compromisso materializou-se em vinte anos de colaboração e trabalho de equipa conjunto entre os técnicos da Catedral, da empresa de Conservação e Restauro Artyco, com a supervisão e apoio científico dos técnicos do IPCE.

Este artigo apresenta os desenvolvimentos do programa de manutenção nos últimos quatro anos, consistindo principalmente na incorporação do portal da Assunção, o que tem sido um desafio devido às suas dimensões, técnica de execução e materiais, bem como os ajustes do trabalho de manutenção à legislação ambiental vigente que implicou a substituição dos produtos utilizados até então.

Palavras-chave: Restauro, impermeabilização, biocida, herbicida, rápido

Introducción

La sostenibilidad de una intervención en patrimonio cultural debe ser el resultado de la interacción y el compromiso entre la idoneidad en la intervención, la responsabilidad medioambiental, la garantía del beneficio sociocultural y la eficiencia económica en la gestión. En el caso que nos ocupa procuramos tener presentes todas estas premisas y aportar, en la medida del cumplimiento de nuestro trabajo, las soluciones que más se ajusten a su conservación.

El interés por la sostenibilidad en actuaciones en patrimonio ya se reflejó en los criterios generales descritos en el proyecto COREMANS de 2013^[1] sobre intervención de materiales pétreos que, entre otros, propone que las actuaciones deben favorecer la sostenibilidad ambiental, económica y social.

El mantenimiento en el ámbito del patrimonio cultural no es una metodología desconocida, aunque apenas se realiza en la práctica. Las causas son diversas y apuntaremos algunos posibles motivos al comentar la sostenibilidad de la gestión económica. Sin embargo, la realidad es que el mantenimiento es una excepción dentro de la gestión de las intervenciones en conservación-restauración.

El programa de mantenimiento de las portadas de la Catedral de Sevilla se viene realizando desde el año 2000, con la primera revisión de la portada de Nacimiento, durante el transcurso de la restauración de la portada de Bautismo. Esta dilatada trayectoria es fruto del compromiso adquirido por parte del Cabildo Catedralicio, el Ministerio de Cultura y Deporte y la empresa Ártico, y gracias a la profesionalidad de los técnicos que han participado en las sucesivas campañas [figura 1].

La restauración de las portadas históricas Nacimiento, Bautismo, Palos, Perdón y Campanilla, y la consolidación del programa de mantenimiento fue objeto del artículo presentado en el VI Congreso de Ge-IIC, celebrado en Vitoria-Gasteiz en 2018 (Navarro, Cirujano y Guerra-Librero 2018: 78).

El presente artículo describirá el trabajo realizado en las últimas cuatro campañas, con los cambios sustanciales que ha sufrido la programación, y que resumimos en tres líneas principales de actuación:

1. Incorporación de la Portada de la Asunción.
2. Adecuación a la legislación medioambiental vigente.
3. Sustitución de técnicas y productos utilizados hasta el momento en fomento de la sostenibilidad.

Definición

El mantenimiento ^[2] en el ámbito del patrimonio cultural, aunque no es una metodología desconocida, apenas se realiza en la práctica. En el presente artículo vamos a describir el trabajo que se lleva a cabo en este sentido



Figura 1.- Portada de Bautismo. Campaña 2020

en las portadas de la Catedral de Sevilla. En primer lugar, quisiéramos comenzar con la definición que más se ajusta a esta intervención en particular y que, pensamos, podría extrapolarse a un conjunto de bienes patrimoniales encuadrados en la categoría de inmuebles pero con unos requerimientos especiales de conservación.

El artículo 2 de la Carta de 1987 de la conservación y restauración de objetos de arte y cultura define mantenimiento como:

El conjunto de acciones recurrentes en los programas de intervención, encaminadas a mantener los objetos de interés cultural en condiciones óptimas de integridad y funcionalidad, especialmente después de que hayan sufrido intervenciones excepcionales de conservación y/o restauración.

Esta carta es fruto del Congreso celebrado en Siena en 1986, coordinado por P. Marconi^[3] en el que se propuso una revisión a la Carta de 1972. Salvando las distancias, creemos que se ajusta a las tareas que realizamos, si bien los programas, de intervención a los que hace referencia la definición se

denominan en la actualidad planes directores, de gestión o manejo, dependiendo del tipo de inmueble del que se trate o su ubicación^[4].

Quisiéramos hacer mención a la norma técnica “Glosario de los términos en patrimonio cultural”, muy frecuente en publicaciones, y que define mantenimiento *como las acciones periódicas de conservación preventiva orientadas a mantener un bien en estado adecuado para conservar su interés patrimonial* (UNE-EN 15898:2012) Definición sin aportaciones significativas y que se contradice con la definición que la propia norma apunta de conservación preventiva, ya que en esta última aclara especialmente que las intervenciones se realizan en el entorno del bien, entendidas como indirectas, sin manipulación del mismo.

De cualquier forma el matiz, que de ninguna manera puede desvirtuarse y que caracteriza y diferencia esta metodología de cualquier otro tipo de intervención, es que se trata de un conjunto de acciones coordinadas y periódicas o recurrentes, como explicamos en el siguiente apartado. [figura 2]

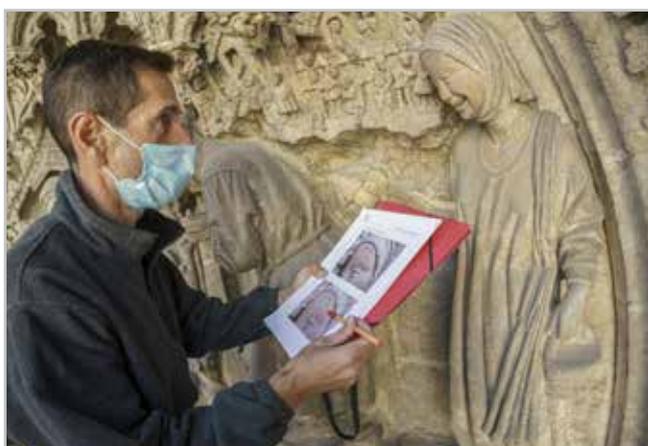


Figura 2.- Seguimiento de los puntos de control. Portada de Nacimiento.

Actuaciones específicas

Desde el presente artículo intentaremos explicar la estrategia que creemos ha resultado eficaz con el fin de que se pueda extrapolar a otras actuaciones similares y aportaremos ejemplos de intervenciones singulares. Sin embargo, quisiéramos insistir en la idea de que el mantenimiento siempre ha de tener un carácter holístico adaptándose, en nuestro caso, a las circunstancias especiales de cada portada, de manera que el protocolo, ya consolidado en la práctica, consiste en una “disciplina de atención”: encontrarse periódicamente con cada portada y analizar su evolución.

—Portada de La Asunción

Esta portada no la englobamos dentro del término de histórica, como es el caso de las que se incorporaron al

programa de mantenimiento inmediatamente después de su restauración por parte del Ministerio de Cultura (Cirujano 2002) y la de El Perdón, que se incorporó al programa en 2006. La Asunción es la portada principal y se halla a los pies de la nave mayor. Proyectada por el arquitecto Fernando de Rosales, se levanta entre 1829 y 1833, la decoración corre a cargo de Ricardo Bellver y Ramón: tímpano en 1882 y 39 esculturas que entrega de forma escalonada hasta 1899.

Que la rentabilidad económica es un hecho en los programas de mantenimiento es algo que hemos corroborado en la portada de La Asunción. Esta portada se restauró gracias al patrocinio de la Fundación Caja Madrid y del propio Cabildo Metropolitano en 2010 (Jiménez 2013). En el artículo publicado en 2013 por Alfonso Jiménez, quien codirigió los trabajos, realiza un estudio constructivo de la catedral y comenta las dificultades y criterios adoptados para la intervención en las fachadas oeste y norte de la misma. En particular, de la portada de la Asunción documenta que en 1877 Fernández Ayarragaray realiza la reparación, que hoy se aprecia con claridad, consistente en el cajeado y posterior parcheado de los sillares con cemento. Los trabajos de restauración de la portada los dirigió D. Fabián Pérez Pacheco y consistieron en una limpieza, consolidación, hidrofugación y tratamiento herbicida sin especificar los métodos ni productos aplicados.

En el año 2016 se decidió incorporar la portada de La Asunción al programa de mantenimiento y nos encontramos, durante los trabajos, principalmente con tres problemas: ensuciamiento generalizado debido a la nidificación excesiva de palomas, tono amarillento en la superficie pétreo y por último y más preocupante, riesgo de desprendimiento y desplazamientos de elementos de las esculturas. [figura 3]

Sus dimensiones, geometría y las patologías comentadas nos obligaron a una ampliación del programa de mantenimiento con el fin de ir paliando alteraciones y los efectos de la falta de conservación de los últimos 6 años.

En cuanto al problema derivado de la nidificación de las palomas, (el caso de los vencejos lo abordamos en el siguiente apartado) se debía a un incorrecto funcionamiento del sistema electrostático implantado que hay que vigilar persistentemente. En el caso de la portada de La Asunción era un sistema sobredimensionado, con el fin de acceder a los puntos más distantes, pero no de forma homogénea, además de encontrarse unido al sistema que daba cobertura a la portada de Bautismo. Esta situación se soluciona en la campaña de 2018, se sectorizar los sistemas de forma independiente para cada portada con el fin de que, si se produjeran problemas, estos afectaran a la menor superficie posible. También se instalan temporizadores con el objetivo de que durante la noche el sistema no funcione, de esta forma se eliminan molestias derivadas del sonido y se evitan cortocircuitos



Figura 3.- Portada de la Asunción, medios auxiliares. Campaña 2017.

producidos por salamanquesas que hacían saltar el sistema. En el caso de La Asunción se amplía a los espacios que lo necesitaban como los estribos. En la campaña de 2019 se eliminaron solo dos nidos de paloma y se revisó el sistema fijando en algunas zonas los elementos de unión a las esculturas que se encontraban levantados a causa de cambios dimensionales por dilatación del metal.

Durante las operaciones de limpieza y eliminación de restos de nidos en la primera campaña, se descubre el desplazamiento de la parte superior, desde el arranque de los hombros, de la escultura de San Lucas. Las esculturas, no así el tímpano, son vaciados de cemento Portland y polvo de mármol, realizados en tres grandes bloques con unas dimensiones totales de 2,15 m y a los que se les da uniformidad con varias capas de pintura al óleo. Las esculturas se instalan en la portada con grapas de bronce (García 1993).

Se decide intervenir de urgencia y realizar un cosido, ya que se observa que este último bloque está unido al cuerpo con mortero, sin vástago alguno, con centro de

gravidad del peso desplazado, puesto que las esculturas miran hacia abajo. Durante las campañas posteriores se revisa el resto de las esculturas y se realiza la misma intervención de cosido en trece de ellas, con ayuda de vástagos de unión entre los dos bloques. Se trata de una intervención de emergencia surgida del seguimiento y control del programa de mantenimiento y, , estos cosidos se localizan como punto de control, al año siguiente se revisan y, tras corroborar su estabilidad, se dan de alta.

Ante esta circunstancia, investigamos si las esculturas afectadas correspondían a alguna partida en particular de las entregadas por el escultor y las cotejamos con las 9 que se sucedieron desde el 19 de julio de 1887, hasta 13 de mayo de 1899 (García 1990), pero sin resultados concluyentes. Sin embargo, la suma de otros deterioros, como pueden ser las oxidaciones de vástagos de hierro internos que producen desprendimientos del moldeado de cemento en báculos y otros atributos, nos inclina a considerar que este conjunto de patologías es derivado de las técnicas de fabricación e instalación en la fachada, sin menospreciar la sinergia medioambiental de su exposición.

Otros desprendimientos de menor tamaño en esta portada se deben, en su mayoría, a parches de cemento de a intervención del siglo XIX [figura 4].



Figura 4.- Parches de cemento. Estribo derecho Portada de la Asunción.

En el apartado de Estudios comentamos la cobertura que la *Sección de Análisis de Materiales del IPCE* realizaba en el programa de mantenimiento y que ha resultado de especial relevancia en la portada de La Asunción. María Antonia García, química de la sección, ha estudiado la policromía de las esculturas encontrando aceite de lino como aglutinante y la aplicación de un polímero acrílico fruto de antiguas restauraciones, cuyas conclusiones serán objeto de otra publicación.

En cuanto a la patología que nos ocupa, la capa amarillenta de la superficie pétreo, ha sido determinante el seguimiento que ha realizado J. Vicente Navarro, geólogo de la sección.

En la campaña de 2016 se toman las primeras muestras con el fin de identificar su origen y comprobar su estabilidad, ya que, a simple vista, parecía que se oscurecía con el tiempo. Los resultados se corroboran en un informe con fecha de mayo 2018, en el que se describe esta alteración:

“La capa es una película superficial discontinua con estructura craquelada de un espesor medio entre 17 y 20 µm. El rasgo analítico más destacable es la presencia de flúor, elemento asignable a fluoruro cálcico generado como subproducto de una posible limpieza realizada con bifluoruro de amonio”.

El fluoruro cálcico identificado en la pátina es un compuesto muy estable y no es previsible que participe en ningún proceso de alteración química de la piedra, pudiendo considerarse como una alteración estética. Por este motivo, aunque realizamos un seguimiento anual de las zonas afectadas, no se realiza ningún tratamiento específico dentro del programa de mantenimiento.

Los problemas asociados a este tipo de pátinas suelen ser de tipo físico, por presentar propiedades sustancialmente distintas a las del sustrato que recubren (dureza, dilatación, porosidad, color, etc.) y un posible efecto barrera frente a la transferencia de humedad desde el interior de la piedra. En este caso, dicho efecto quedaría minimizado por el craquelado de la pátina.

— Adaptación a la legislación vigente medioambiental

En este apartado describiremos las medidas adoptadas para el cumplimiento de la legislación vigente medioambiental en dos aspectos; el uso del glifosato y la protección de las especies de *Apus pallidus*, vencejo pálido^[5] y *Falco naumanni*, cernícalo primilla, con las que compartimos espacio.

El glifosato se usaba en el mantenimiento de las portadas como herbicida de forma puntual. Si bien es cierto el tratamiento más generalizado que se llevó a cabo durante la intervención de restauración, en especial en la portada de Palos donde la degradación por plantas superiores era alarmante. El tratamiento consistía en una aplicación del producto^[6] por aspersión, directa y puntual a la planta, y posteriormente su eliminación mecánica.

El Pleno del Ayuntamiento de Sevilla, en acuerdo aprobado el día 4 de abril de 2016, manifestó su voluntad de responsabilizarse de la protección de la salud de los vecinos y de su patrimonio natural de acuerdo con el Real Decreto 1311/2012^[7], prohibiendo la aplicación de herbicidas químicos para todos los usos no agrarios en los espacios de uso público, carreteras o redes de servicio en la totalidad del territorio del término municipal. El Ayuntamiento reconocía así los riesgos de los herbicidas comercializados que contenían el polémico glifosato, incluyendo la catalogación, como posible cancerígeno, que hacía la agencia de la OMS; pero también admitía su competencia

para “aplicar el principio de cautela, prohibiendo el uso de fitosanitarios en zonas o circunstancias específicas”.

Por otro lado, la legislación europea^[8] en el año 2017 renueva la licencia del glifosato por cinco años más, hasta 2022, debido a que es el herbicida más usado en la Unión Europea y se estaban buscando las alternativas a su uso. Por este motivo, el Pleno del Ayuntamiento de Sevilla el 25 de mayo de 2018 revoca la prohibición anterior y aprueba el uso de “herbicidas químicos siempre que estén permitidos por las normas españolas y de la Unión Europea”.

En cualquier caso, nuestra decisión fue dejar de usarlo por los riesgos que implicaba para la salud, decisión avalada tras los resultados de las sentencias condenatorias contra Bayer-Monsanto en EEUU.

Otra de las medidas adoptadas está relacionada con el vencejo pálido especie con la que compartimos espacio principalmente en la Portada de La Asunción, coincidiendo con su puesta anual. Las nidadas suelen producirse en abril-junio y julio-septiembre. En nuestro caso es colonial, con nidos situados en los huecos de separación entre los pies de las esculturas y el muro. Para realizar el nido tienen que levantar y ahuecar las mallas de protección que están colocadas sin ningún tipo de anclaje. Esta es la única medida preventiva para esta especie, adaptada para desarrollar todo su ciclo vital en el aire, excepto la nidificación.

En cuanto a las medidas a adoptar en la situación de una especie protegida y su interacción con un conjunto patrimonial ha sido de gran interés el estudio que se ha realizado en La Alhambra y el Generalife en Granada (Guerrero 2006). El conjunto contaba con una colonia inicial de 150 parejas de vencejo común con nidificación en diversos lugares, entre ellos los huecos de las yeserías, donde producen graves daños. Las medidas propuestas han consistido en instalación progresiva de estructuras protectoras para los arcos que eviten la entrada de las aves a sus nidos y actuaciones ligadas a medidas compensatorias necesarias para alcanzar la menor afección posible a la comunidad tras el cierre progresivo de los arcos. Entre las medidas compensatorias desarrolladas en La Alhambra se encuentran la creación de nuevos lugares de nidificación utilizando diferente tipología de nidos, como es el caso de cajas nido con éxito de ocupación desde 2014.

En nuestro caso, probablemente debido a que no es una gran superficie a la barrera que supone la malla, los nidos no son tan abundantes como en otras colonias, pero sí pensamos que va en aumento. Quizás, la subida de las temperaturas en las fechas en las que realizamos el mantenimiento pueda ser una causa.

Por este motivo hemos decidido un cambio de estrategia con el fin de adaptarnos a la legislación vigente y en previsión de un aumento de la colonia. En el caso de la documentación, en las dos últimas campañas se han

diferenciado los nidos de paloma de los de vencejo en los mapas de intervención, con el fin de censar los nidos y conocer las pautas de nidificación, diferenciando los que se eliminan -por ser de la puesta del año anterior y en desuso- de los de nueva puesta.

El deterioro observado producto de la nidificación es el ensuciamiento de la superficie pétreo, por deyecciones de los pollos. No se han observado daños físicos ni en el paramento ni en la superficie cerámica de las esculturas, debido a que esta especie no se posa. Los nidos son homogéneos y cuidados, con dos o tres huevos, consisten en una copa de 10-12 centímetros de diámetro, elaborada con materia vegetal entrelazada, plumas aglutinadas con saliva, y objetos pequeños que pueden transportar en el pico.

En el caso de encontrarnos un nido con pollos o huevos, no se recoloca la malla para dejar la entrada despejada y se adapta una malla recubierta de tela mosquitera debajo del nido, con el fin de recoger las deyecciones [figura 5]. Ya existían medidas similares, como el proyecto I+D+i denominado Birds Clean y desarrollado por la empresa WildLife EcoDesign (VV.AA. 2019); sin embargo, las estructuras de fábrica a modo de canalones rígidos no eran posible en nuestro caso. Las mallas moldeadas para adaptarse a la geometría de los huecos de las esculturas se comenzaron a utilizar en la campaña de 2019. Con anterioridad el nido se desplazaba a



Figura 5.- Malla para recoger deyecciones de nido de vencejo. Portada de Bautismo.

cornisas o superficies cercanas sin tener certeza del éxito de desarrollo de esa puesta.

Por otro lado, la presencia de una abundantísima colonia de palomas en el conjunto catedralicio ha sido motivo de preocupación en los últimos años. Se plantearon diversas estrategias complementarias con el fin de erradicar esta auténtica plaga. Dichas acciones consistían, básicamente, en una captura anual de palomas con trampas y cebo para disminuir progresivamente la población y completarla con la implantación de una pareja de halcones que se criarían en la catedral, de modo que la establecieran como su territorio. Es la llamada técnica de *hacking*. Mientras tanto, se realizarían vuelos de halcón, en horarios y fechas adecuados, para testar la respuesta de las palomas. La Consejería de Medio Ambiente solo autorizó la captura de palomas, esgrimiendo que la presencia de halcones supone un peligro para el cernícalo primilla. Así, desde hace tres años, se han realizado tres campañas de captura de palomas en los primeros meses de cada año, con excelentes resultados. En la primera campaña se capturaron seiscientos ejemplares, quinientos en la segunda y algo menos en la tercera. Con ello conseguimos un significativo descenso de la presencia de palomas en las portadas. No obstante, estamos convencidos de que el mejor modo de mantener a raya la población de palomas es la presencia de halcones. Hemos establecido un plan de colaboración con la autoridad medioambiental para contrastar si realmente existe la citada incompatibilidad entre el halcón y el cernícalo, proponiendo un conjunto de actuaciones encaminadas a mejorar las condiciones de cría del cernícalo primilla, al tiempo que se introduce la presencia del halcón. En la actualidad, tanto en la zona alta de la fachada interior de la Iglesia del Sagrario como en la cara este de la Giralda, se han preparado en varios mechinales un sistema que permite anidar al cernícalo, pero no a la paloma, siguiendo instrucciones de técnicos de Medio Ambiente. Estamos así estimulando el crecimiento de la colonia de cernícalos convencidos de que no serán molestados por el halcón.

A pesar de lo que hemos insistido en este artículo sobre las tareas rutinarias del mantenimiento, es la “disciplina de la atención” la que hace que el trabajo sea eficaz. Recordamos esta reflexión para comentar una incidencia al finalizar la campaña de 2019, en la que durante un paseo nocturno avistamos un cárabo común, *Strix aluco*^[9], posado en la cabeza de San Pablo, de la portada de El Perdón. Después de la perplejidad, intentamos recordar si en algún momento habíamos documentado daños de erosión, manchas, restos u otros indicios inexplicables que pudieran corroborar si se trataba de un posadero habitual o esporádico. Durante la campaña de seguimiento y control realizada en los meses de septiembre y octubre de 2020, pudimos comprobar que no se apreciaba ningún tipo de alteración.

— Sustitución de técnicas y productos

En este apartado comentaremos algunos cambios que, por diversos motivos, hemos adoptado en estos últimos cuatro

años y que describiremos en dos bloques: las operaciones que hemos dejado de realizar y en las que hemos sustituido los productos empleados.

En el primer bloque destacamos la eliminación de la operación de hidrofugación realizada con el fin de reducir la absorción de agua de las superficies (Navarro, Cirujano y Guerrero-Librero 2018: 85). Esta operación se repetía durante el mantenimiento anual, si bien es cierto que ya no de forma generalizada como en la intervención de restauración. En las últimas campañas de mantenimiento observamos que el problema de absorción superficial de agua, producto de escorrentías puntuales, se trasladaba de las zonas hidrofugadas a las adyacentes, ya que el agua debía discurrir de igual forma mientras no se paliara el problema en el origen. Por este motivo se ha dejado de aplicar.

Las soluciones adoptadas han sido dos, dependiendo de la escala del problema. En zonas puntuales pequeñas de las esculturas, como pliegues de ropajes, etc., dónde se acumulaba agua cuando se producía una lluvia torrencial, hemos reforzado la base cóncava con un mortero de sacrificio. Esto permite que el agua embebida y su evaporación posterior solo degrade este mortero ligero. Esta solución, mortero de sacrificio, se viene realizando de forma sistemática en la manga de una escultura de la portada de Campanilla, ya que sufre el goteo constante del pinjante superior.

A una escala superior, con el fin de proteger la yesería de la portada de Perdón, se ha colocado una lámina de protección longitudinal de aluminio, a modo de babero, que abarca toda la superficie [figura 6]. Esta es la solución constructiva ya conocida desde los almohades -se adoptó en el siglo XV a modo de tejaroz de madera- que se elimina a principios del siglo XIX durante una intervención (Jiménez 2013).

Por otra parte, en la consolidación ya no se emplean productos a base de silicato de etilo, por lo que ha variado también su procedimiento de aplicación. En la actualidad se realizan consolidaciones puntuales y de forma sistemática solo en la portada de Palos. El lateral izquierdo de la portada presenta disgregación superficial pétreo, patología derivada de la filtración de agua por rotura de una bajante desde la gárgola. Después del arreglo en el canalón afectado se realizaron orificios en el llagueado para favorecer el secado. Todos los años se mapea la zona tomando medidas de humedad y comprobando su secado progresivo [figura 7]. El seguimiento de las humedades en esta portada se implementó con un estudio termográfico realizado en junio del 2017.

En esta misma portada durante la campaña de 2018 se reparó una fuga interior de la bajante que evacúa el agua de la terraza y se sustituye parte del canalón eliminando curvas del recorrido.

La consolidación ha consistido en aplicaciones de agua de cal mediante *papetas*. Para favorecer la evaporación



Figura 6.- Lámina de protección de las yeserías. Portada del Perdón.



Figura 7.- Toma de medidas de humedades. Portada de Palos

de la humedad se han realizado orificios perimetrales en el llagueado de los sillares afectados, estos, a su vez, nos facilitan la toma de datos de la humedad interior, mapeada anualmente, y que nos ayudan a corroborar la disminución de la superficie afectada.

Los profesionales relacionados con la conservación de patrimonio cultural sabemos que equipamientos novedosos, de los que nos hemos beneficiado, son adaptaciones de los utilizados en diversas ramas industriales; un claro ejemplo es el empleo del láser. En el caso de productos empleados en restauración, los mayores esfuerzos han sido encaminados a su sustitución, por ser perjudiciales para la salud y estar prohibidos. Es el caso de los disolventes orgánicos sustituidos por líquidos iónicos y, principalmente, sistemas acuosos.

Las herramientas químicas de las que se disponen para diseñar productos menos tóxicos, el ser humano y el medio ambiente, ya se emplean, por ejemplo, en la industria farmacéutica desmaterializando las reacciones químicas y optimizando el uso de reactivos y compuestos auxiliares, intentando que, al acabar su vida útil no persistan en el ambiente y se degraden en productos inocuos. En nuestro caso la sustitución no solo busca la eliminación del riesgo en cuanto a toxicidad, sino la disminución del riesgo asociado a la dispersión de contaminantes, la minimización de compuestos residuales y el ahorro del consumo de recursos materiales y energéticos (Domenech 2005).

Como hemos explicado en el apartado anterior, *Adaptación a la legislación vigente*, nuestro primer reto es la sustitución del glifosato. Si bien es cierto que nuestro problema no es extrapolable a los que tiene que afrontar quitar la industria agroalimentaria, ya que el crecimiento de plantas se limita a zonas puntuales, semillas de gramíneas o herbáceas transportadas por el viento o las aves.

Nuestra elección fue el empleo de ácido acético, sustancia activa incluida en la categoría de herbicida dentro de los reglamentos europeos y las listas de sustancias aprobadas del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación^[10].

Por otro lado, no es ajena la alternativa de aplicar ácido acético para la eliminación de malas hierbas, es una experiencia corroborada desde el 2015 por la Concejalía de Sostenibilidad Ambiental de Castellón, entre otros municipios.

Este tratamiento se realiza desde la campaña de 2016 con el objeto de cumplir con la normativa municipal. La aplicación del ácido acético implica dos etapas, la primera, debilitamiento de la raíz, en la que el producto se aplica al 2 % en agua desmineralizada con ayuda de jeringuilla, y la segunda, su eliminación por medios mecánicos [figura 8]. Esta operación resulta más complicada que la aspersión a la hoja que se realizaba con el glifosato e implica una buena coordinación de los



Figura 8.- Aplicación del herbicida. Portada del Perdón

medios auxiliares, con el fin de garantizar la accesibilidad y no duplicar el tiempo necesario en los mismos.

Sin embargo, el mayor reto, en cuanto a cambios sustanciales en los tratamientos realizados, fue el empleo del biocida. Durante todo el mantenimiento se venía utilizando un biocida^[11] de amplio espectro que contenía como principios activos carbamato, entre otros. Este producto se aplicaba como refuerzo preventivo, no de forma generalizada pero sí en superficies de gran amplitud en todas las portadas. Aunque este tratamiento resultaba eficaz, pensamos que podría mejorar en varios sentidos. Primero eliminando los principios activos de una toxicidad sobredimensionada para este tipo de intervención. Por otro lado, el preparado presentaba una baja solubilidad en agua, produciendo el efecto indeseado de trasladar el agua ambiental a otras zonas -ya explicado en el apartado sobre la hidrofugación- motivo por el que creemos que no eliminaba la colonización biológica de forma duradero. Por último, el producto precipitó en dos ocasiones, produciendo una costra y coloración de difícil reversibilidad.

El biocida elegido para sustituir al Biotín es alcohol etílico al 70 %, lamentablemente hoy muy conocido. En nuestro caso lo hemos usado con 0,1% de cloruro de benzalconio. Este preparado se denomina alcohol reforzado y es de uso sanitario [figura 9].



Figura 9.- Aplicación del biocida. Portada de la Asunción.

El uso de alcohol al 70% en Patrimonio Cultural fue introducido por Nieves Valentín (Valentín 2018) en los años 90, aunque con especial atención en patrimonio bibliográfico y de archivo. Su empleo en materiales pétreos ha sido de más reciente incorporación, debido a la necesidad de intervenir en esculturas pétreas que se ubicaban en jardines históricos, con patrimonio natural de elevada vulnerabilidad. Su eficacia, en relación con otros biocidas, se estudió en la escultura de “Mujer Sentada” del jardín del Museo de Sorolla de Madrid, pero se ha corroborado en otros casos como “Galatea” del jardín del Museo Lázaro Galdiano, la restauración de la colección Loringiana de escultura romana que se llevó a cabo en el jardín de la Concepción de Málaga o “Banco decorativo de Federico Marés” en el Real Jardín Botánico de Madrid (García 2018).

Elegido el producto a emplear, queríamos que su incorporación a la rutina de mantenimiento fuera de forma progresiva, asegurándonos de que se evaluaba de forma correcta. La estrategia seguida, en la medida de lo posible, es la recomendada por el Instituto de Seguridad e Higiene en el trabajo en su Nota Técnica de Prevención 637, titulada “La sustitución de agentes químicos peligrosos: aspectos generales”.

Parte de los problemas para sustituir ciertas sustancias que afrontan otras disciplinas son de fácil resolución para la nuestra. La elección del nuevo biocida favorecía la eliminación de los riesgos, tanto de seguridad y salud como medioambientales, por lo que quedaban por solucionar factores organizativos como la adaptación al nuevo procedimiento, equipos técnicos y humanos, tratamiento de residuos etc.

Con respecto a la elección del biocida, seguimos las recomendaciones de la norma, nota técnica de prevención nº 637, y procedimos a realizar ensayos a pequeña escala. Durante la campaña del 2016, se realizaron pruebas en el machón exterior izquierdo de la portada de La Asunción. En las catas comparamos la eficacia del alcohol reforzado con el Biotín R utilizado hasta el momento.

El método, en el caso del alcohol reforzado, consta de una aplicación por aspersión del producto y, transcurridas 24 horas, un cepillado con el mismo.

Después de un año, se comprobó que la cata realizada con alcohol reforzado presentaba mejores resultados que la realizada con Biotín R. Por este motivo se decidió su implantación de forma paulatina.

Conclusiones

La eficacia del mantenimiento preventivo ha quedado de manifiesto en la excelente respuesta que el conjunto arquitectónico y escultórico de las portadas de la catedral está presentando. Los diferentes indicadores que se han venido siguiendo y analizando a lo largo de estos años de campañas así lo ponen de manifiesto.

También queremos destacar que otra derivada positiva del mantenimiento preventivo es el aspecto económico. Hemos podido comprobar cómo los costes de las campañas anuales, durante los veinte años que se viene realizando este programa, son claramente menores que los costes que habrían tenido las intervenciones de restauración de estas portadas tras veinte años en “evolución libre”. El esfuerzo económico que realiza el Cabildo para el sostenimiento de este plan de mantenimiento preventivo queda así plenamente justificado.

Estas líneas nos sirven para concluir que la eficacia del trabajo realizado durante 20 años se resume en una apuesta firme por el programa de mantenimiento de todas las partes implicadas en su ejecución.

Por último, querríamos hacernos eco de la reflexión que apuntó Juan Ignacio Lasagabaster en el congreso del 2018 en Vitoria-Gasteiz. “¿Abierto por mantenimiento?”, corroborando el interés de la sociedad por entender y participar en la conservación de su patrimonio y para recordarnos todo el camino que nos queda por recorrer en este sentido.

Agradecimientos

Los autores, en nombre del Cabildo Catedralicio, la empresa Artyco y el Instituto del Patrimonio Cultural de España, queremos agradecer a Gustavo A. García, Carmen Pérez, Lidia Salas, Josep Cervera y Regla Sánchez, pues sin su trabajo no habríamos podido escribir este artículo. La documentación fotográfica se la debemos a Juan Francisco Angulo.

Notas

[1] Estos criterios se han traspuesto de forma íntegra en la norma UNE-EN 41810:2017. Conservación del patrimonio cultural. Criterios de intervención de materiales pétreos.

[2] manu tenere- tener en la mano y el sufijo miento- acción o efecto.

[3] Il miglior restauro e quello che non si fa, perche una corretta e continua manutenzione conserva l'edificio nella sua integrita fisica e simbolica. P. Marconi 1984.

[4] Esta salvedad ya se tuvo en cuenta en las definiciones de la norma UNE-EN 41810:2017. Conservación del patrimonio cultural. Criterios de intervención de materiales pétreos. En la que la definición de mantenimiento es la de la Carta de 1987 salvo "en los programas de intervención".

[5] Especie protegida. Catálogo Nacional de Especies Amenazadas R.D. 439/1990. Identificación gracias a la colaboración de SEObirdLife delegación en Sevilla. <https://www.seo.org/ave/vencejo-comun/>

[6] FORTIN Green, con un 36% de glifosato como principio activo.

[7] Real Decreto 1311/2012, de 14 de Septiembre, que establece la actuación para el uso sostenible de los productos fitosanitarios en España, señala que «la Administración competente en cada caso pueda aplicar el principio de cautela limitando o prohibiendo el uso de productos fitosanitarios en zonas o circunstancias específicas» (Capítulo I. art. 2.3).

[8] <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-data-base/public/?event=activesubstance.selection&language=EN>

[9] Incluida en el ANEXO Relación de especies incluidas en el listado de especies silvestres en régimen de protección especial, sin catalogar, del RD 139/2011, y en el Listado de flora y fauna amenazada de Andalucía.

[10] SUSTANCIAS ACTIVAS CONVENCIONALES Y DE BAJO RIESGO INCLUIDAS en el anexo del REGLAMENTO (CE) Nº 1107/2009. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación la incluye en la LISTA COMUNITARIA DE SUSTANCIAS ACTIVAS APROBADAS, EXCLUIDAS Y EN EVALUACIÓN COMUNITARIA, SUSTANCIAS DE BAJO RIESGO, SUSTANCIAS CANDIDATAS A LA SUSTITUCIÓN Y LISTA DE SUSTANCIAS BÁSICAS, actualizada en agosto de 2020.

[11] Biotín R, a base de iodopropynyl butylcarbamate (IPBC) y octylisothiazolinone (OIT), de la marca comercial CTS, al 2% en etanol.

Referencias

BALDINI, U., DEL GRANO F., DI GESSO G., ET. (1987) *Carta del Restauro*. Siena. Ministerio de Bienes Culturales de Ambientales de Italia.

CIRUJANO GUTIÉRREZ C. (2002) "Proceso de intervención en las portadas del Nacimiento y del Bautismo de la Catedral de Sevilla". *Revista BIENES CULTURALES IPHE* Nº1

DOMENECH X. (2005) *Química Verde*. Rubes.

GARCÍA HERNÁNDEZ J.A. (1990) "La decoración escultórica de la portada principal de la Catedral de Sevilla". *Laboratorio de Arte* 3.

GARCÍA HERNÁNDEZ J.A. (1993) "Datos complementarios sobre los costos de la obra escultórica de la portada principal de la Catedral de Sevilla". *Atrio* 5.

GARCÍA MARTÍNEZ E. (2018) "Intervención en el Banco Decorativo Modernista de Federico Marés. Real Jardín Botánico de Madrid" *Informes y Trabajos* 16. Instituto del Patrimonio Cultural de España.

GUERRERO M. (2006) "Los vencejos de la Alhambra". *Blog del Patronato de la Alhambra y Generalife*. Junta de Andalucía.

JIMÉNEZ MARTÍN A. (2013) "Restauración de las fachadas de la catedral de Sevilla 2006-2013. Catedral de Sevilla". *Avla Hernán Ruiz*.

LABORDE A. coord. (2013) Proyecto COREMAS "Intervención en materiales pétreos". Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

LAGUNA PAÚL T. (2002) "Las portadas del Bautismo y del Nacimiento de la Catedral de Sevilla". *Revista Bienes Culturales IPHE* Nº1

LASAGABASTER GÓMEZ, J.I. (2018) "Del Abierto por obras al Abierto por mantenimiento". *VI Congreso GellC ¿Y después? Control y Mantenimiento del Patrimonio Cultural. Una opción sostenible*.

MARCONI, P. (1984) *Arte e Cultura della manutenzione de monumento*. Roma: Laterza.

NAVARRO CASAS J.; CIRUJANO GUTIÉRREZ C. GUERRA-LIBRERO FERNÁNDEZ F. (2018): "Extraordinaria Rutina". *VI Congreso GellC ¿Y después? Control y Mantenimiento del Patrimonio Cultural. Una opción sostenible*.

NTP (2004) Nota Técnica de Prevención 637, "La Sustitución de agentes químicos peligrosos: aspectos generales". INSHT.

PITÉR, P., ARDÍ, P., BARTELMUS, P. (2005). "Indicators of Sustainable Development: Proposals for a Way Forward. Expert Group Meeting on Indicators of Sustainable Development United Nations Division for Sustainable Development". http://www.iisd.org/pdf/2005/measure_indicators_sd_way_forward.pdf

UNE-EN 15898:2012. Conservación del patrimonio cultural. Principales términos generales y definiciones.

UNE-EN 41810:2017. Conservación del patrimonio cultural. Criterios de intervención en material pétreo.

VALENTÍN RODRIGO N. (2018) "Biodeterioro de los materiales de archivos y museos. Conservación y Prevención" <http://www.aacidcf.org.co/documentos/MI%2018.283%20Valentin,%20Nieves.%20Biodeterioro.pdf>

VV.AA. (2019) "100 Medidas para la conservación de la biodiversidad" *EOBirdlife*.

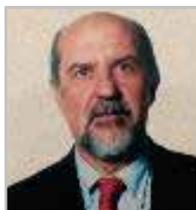
<https://www.sevilla.org/ayuntamiento/el-ayuntamiento/pleno-municipal/actas-plenos/2018/10o-pleno-25-05-2018.pdf>

<https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-databa->

[se/public/?event=activesubstance.selection&language=EN](https://www.mapa.gob.es/agricultura/pags/fitos/registro/fichas/pdf/Lista_Sustancias_activas_aceptadas_excluidas.pdf)

[https://www.mapa.gob.es/agricultura/pags/fitos/registro/fichas/pdf/Lista Sustancias activas aceptadas excluidas.pdf](https://www.mapa.gob.es/agricultura/pags/fitos/registro/fichas/pdf/Lista_Sustancias_activas_aceptadas_excluidas.pdf)

Autor/es



Jaime Navarro Casas
arquitectura@catedraldesevilla.es
 E.T.S. de Arquitectura de Sevilla

Arquitecto Conservador de la Catedral de Sevilla, Catedrático de Acondicionamiento e Instalaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Sevilla. Director de la E.T.S. de Arquitectura de Sevilla (2005/2009) Director del Instituto Universitario de Arquitectura y Ciencias de la Construcción (1987-2000). Premio Fundación Toledo como colaborador Monasterio Nuestra Sra. de las Cuevas de Sevilla, Plan Andaluz de Rehabilitación de Teatros de Andalucía , Programa de Intervención en el Patrimonio Público de Interés Arquitectónico de Andalucía. Premio Nacional concurso de arquitectura "Vivienda Rural en España"



Elena García Martínez
maelena.garcia@cultura.gob.es
 Departamento de Materiales Pétreos del IPCE

Restauradora por la Escuela superior de Conservación y Restauración BBCC en 1986. Máster en Bienes Culturales: Conservación, Restauración y Exposición por la Facultad de Bellas Artes (Universidad Complutense de Madrid) en 2008; y Máster en Estudios Avanzados de Museos y de Patrimonio Histórico-Artístico por la Facultad de Geografía e Historia (Universidad Complutense de Madrid), en 2011. Recorrido laboral vinculado al ámbito de museos y yacimientos arqueológicos, en 2010 se incorpora a la plantilla del Departamento de Materiales Pétreos del IPCE. Desde 2016 Asesora Técnica del Programa de Mantenimiento de la Portadas de la Catedral de Sevilla.



Ángel Luis García Pérez
artycorestaura@gmail.com
 Ártico

Diplomado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales por la Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Madrid. Especialidad Arqueología en 1989.

Desde el año 2005 es administrador solidario de la empresa de restauración Ártico. Su trayectoria laboral consistente en la redacción y ejecución de proyectos de conservación-restauración principalmente en patrimonio inmueble y yacimientos arqueológicos. Colaborador en el programa europeo Lasers in the Conservation of Artworks- LACONA bajo la dirección de Marta Castillejo del Instituto de Química y Física Rocasolano del CSIC. Entre los trabajos más destacables efectuados en la Catedral de Sevilla, se pueden destacar las fachadas exteriores del Patio de los Naranjos, la restauración de los sepulcros de alabastro del cardenal Cervantes y del arzobispo Gonzalo de Mena y las fachadas renacentistas incluida la Capilla Real de la Catedral. En 1999 interviene en la restauración de las fachadas históricas de la Catedral de Sevilla y desde 2000 coordina el Programa de Mantenimiento.

Artículo enviado el 22/03/2021

Artículo aceptado el 05/06/2021



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.979>

Suplemento:

**III Congresso Ibero-Americano Investigações em
Conservação do Património (ICP)**

24-25-26 Setembro 2020- Online-

Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Lisboa, en colaboración con
el Museo de Farmacia y el GEIC

III Congresso Ibero-Americano ICP|2020

INVESTIGAÇÕES EM CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO

Investigaciones en Conservación del Patrimonio

24 - 25 - 26 SETEMBRO 2020



Apresentação / Presentación

A Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa em parceria com o Museu da Farmácia e o Grupo Espanhol do IIC (*International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works*) organizaram o **III Congresso Ibero-Americano Investigações em Conservação do Património (ICP)**, entre os dias 24 a 26 de setembro de 2020. Em plena pandemia, o evento decorreu virtualmente, tendo sido para a maioria dos elementos envolvidos, seja na organização, seja nos oradores e público assistente, uma experiência desafiante e também enriquecedora.

Ao congresso foram submetidos 130 resumos. Foram definitivamente aceites e efetivamente apresentados, 91 trabalhos, 68 na forma de comunicações orais e 23 posters que se divulgaram através de curtas apresentações de 4 minutos, através do *Poster Flash Talk* e poster digital.

As apresentações para as quais a comissão organizadora obteve permissão de gravação estão disponíveis no canal youtube do evento em <https://www.youtube.com/channel/UCWkOFgWKHigloPIIv4pRyOw/videos?view=0&sort=da&flow=grid>

A avultada submissão de artigos à revista Ge-Conservación deu origem a um processo moroso na avaliação dos mesmos. Por esse motivo, os artigos serão publicados de forma faseada. Neste número publicam-se os primeiros 11 artigos.

La Facultad de Belas-Artes da Universidade de Lisboa en colaboración con el Museo de Farmacia y el Grupo Español del IIC (*International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works*) organizaron el **III Congreso Iberoamericano de Investigaciones en Conservación del Patrimonio (ICP)**, el 24 a 26 de setiembre de 2020. En medio de la pandemia, el evento se desarrolló de manera virtual, habiendo sido una experiencia desafiante y enriquecedora para la mayoría de los elementos involucrados, sea en la organización, ponentes y público.

Se enviaron 130 resúmenes al congreso. Fueron definitivamente aceptados y efectivamente presentados 91 trabajos, 68 en forma de comunicaciones orales y 23 carteles que se difundieron a través de presentaciones breves de 4 minutos, a través del *Poster Flash Talk* y cartel digital.

Las presentaciones para las que el comité organizador obtuvo permiso están disponibles en el canal de youtube del evento en <https://www.youtube.com/channel/UCWkOFgWKHigloPIIv4pRyOw/videos?view=0&sort=da&flow=grid>

El gran envío de artículos a la revista Ge-Conservación dio lugar a un largo proceso de evaluación. Por este motivo, los artículos se publicarán de forma escalonada. En este número se publican los primeros 11 artículos.

Muitos foram os participantes do III congresso que avaliaram o evento com relevante qualidade científica e proficiente organização, o que nos motiva a continuar a criar oportunidades de diálogo e colaboração científica.

A concretização do evento em formato virtual revelou-se, no momento, um grande desafio, pois estava pensado para ser presencial. Esse desafio foi superado com trabalho de equipa.

É por isso importante deixar aqui um agradecimento especial a todos os que tornaram possível a concretização do congresso e a sua divulgação científica, sejam da Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa, do Museu da Farmácia e do Grupo Espanhol do IIC (*International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works*), sejam os moderadores, os editores convidados, os revisores e a revista Ge-Conservação. Muito obrigado!

Muchos fueron los participantes del III congreso que evaluaron el evento con calidad científica relevante y organización competente, lo que nos motiva a seguir creando espacios de diálogo y colaboración científica.

La realización del evento en formato virtual resultó, en su momento, un gran desafío, ya que estaba diseñado para ser presencial. Este desafío se superó con el trabajo en equipo.

Por ello, es importante agradecer especialmente a todos aquellos que hicieron posible el congreso y su divulgación científica, ya sea desde la Facultad de Belas-Artes da Universidade de Lisboa, el Museo de Farmacia y el Grupo Español del IIC (*International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works*), sean los moderadores, los editores invitados, los revisores y la revista Ge-Conservação. ¡Muchas gracias!

Ana Bailão

Pela Comissão Organizadora/ Por el Comité Organizador

INVESTIGAÇÕES EM CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO

Investigaciones en Conservación del Patrimonio

Aplicação e análise da ferramenta ‘índice comportamental’ na gestão de uma obra conceptual de Joseph Kosuth

Francisca Sousa

Resumo: Este artigo documenta a aplicação da ferramenta de gestão de arte conceptual ‘índice comportamental’ (Stigter 2011) a *One and three plants*, 1965 de Joseph Kosuth. A arte contemporânea engloba diversas obras com características variáveis, frequentemente intrínsecas. A análise do ‘comportamento’ de determinada obra ao longo do tempo e das suas iterações, permite-nos construir uma perspetiva biográfica que pode auxiliar um processo de decisão mais consciente e responsável. Dado o vasto espectro de documentação gerada na instalação e conservação destas obras, urge apelar a uma abordagem de conservação que seja sistemática, simplificada e de fácil interpretação. O ‘índice comportamental’ permite abranger grandes quantidades de informação, frequentemente subjetiva, num sumário biográfico com uma importante componente visual e esquemática. A aplicação desta ferramenta a *One and three plants* permitiu delimitar o espectro da sua variabilidade, refletindo sobre apresentações passadas e eventuais exposições futuras numa apreciação crítica essencial para a sua preservação.

Palavras-chave: conservação de arte contemporânea, obras variáveis, índice comportamental, Joseph Kosuth, arte conceptual

Aplicación y analysis de la herramienta ‘índice comportamental’ en la gestión de una obra de arte conceptual de Joseph Kosuth

Resumen: Este texto documenta la utilización de la herramienta de gestión del arte conceptual ‘índice comportamental’ (Stigter 2011) a la gestión de *One and three plants*, 1965 de Joseph Kosuth. El arte contemporáneo incluye obras con características variables, a menudo intrínsecas. El análisis del ‘comportamiento’ de una obra a lo largo del tiempo y sus iteraciones, nos permite recoger una perspectiva biográfica que puede ayudar una toma de decisiones más consciente y responsable. Dado el amplio espectro de documentación generada en la instalación y conservación de estas obras, urge apelar a un enfoque de conservación sistemático, simplificado y de fácil interpretación. El ‘índice comportamental’ permite cubrir grandes cantidades de información, a menudo subjetiva, en un resumen biográfico con un importante componente visual y esquemático. Su aplicación a *One and three plants* permitió delimitar el espectro de variabilidad, reflexionando sobre presentaciones pasadas y eventuales exposiciones futuras en una valoración crítica imprescindible para su preservación.

Palabras clave: conservación del arte contemporáneo, obras variables, índice comportamental, Joseph Kosuth, arte conceptual

Using and analyzing the ‘behavior index’ tool to manage a conceptual artwork by Joseph Kosuth

Abstract: This article intends to apply a conceptual tool denominated ‘behavior index’ (Stigter 2011) to manage the artwork *One and three plants*, 1965 by Joseph Kosuth. Analyzing a variable artwork’s ‘behavior’ through time and its different iterations, allows us to have a biographical perspective on it and enables a more accountable decision-making process for its preservation. Given the broad spectra of documentation created and archived whenever artworks with variable characteristics are installed, a systematic, simple and easily interpreted approach is needed. This tool enables institutions to encompass great amounts of information, often subjective, into a visible summary of the artwork’s biography. Applying this tool to *One and three plants* has allowed the definition of limits in its variability, reflecting upon its previous exhibitions and eventual future presentations, giving place to a critical analysis, essential for its preservation.

Keyword: contemporary art conservation, variable media, behavior index, Joseph Kosuth, conceptual art

Arte conceptual

Arte conceptual denomina um grupo de obras produzidas nas décadas de 60 e 70 que negam intencionalmente o valor atribuído ao objeto único em arte, sendo que a ideia ou 'conceito' é o aspeto mais importante da obra. A sua materialização apenas tem lugar no momento de exposição, cumpridas as instruções dadas pelo artista, e não exigindo a presença deste. 'Não-materiais' tais como a linguagem, e técnicas reprodutíveis como a fotografia ou outras sem cunho pessoal, são usados frequentemente (Stigter 2011).

No seu manifesto "Art After Philosophy" de 1969 (Kosuth 1991), Joseph Kosuth refere que o que está em causa na estética conceptual é a crítica da noção modernista de visualidade (ou opticalidade), aqui definida como uma esfera autónoma, separada da experiência estética. Além disso, está em causa o aspeto problemático do objeto artístico enquanto coisa única, bem como da novidade no modo de distribuição (o livro, o póster, o jornal) e a 'espacialidade' desse objeto (Foster 2004).

Em *One and three plants* (1965), obra aqui em análise, o artista expande o *ready-made* dividindo-o em três partes relacionais - planta, símbolo linguístico e reprodução fotográfica, apresentando a obra de arte enquanto "proposição apresentada no contexto da arte como comentário à arte" (Foster 2004).

Kosuth, líder do movimento, apresenta as suas obras como 'arte como ideia como ideia' (Fabre e Schlatter 2009; Kosuth 1991). *One and three chairs* (1965), uma cadeira, apresentada em forma, imagem e texto, marca o início das suas 'proto-investigações', uma série de obras com o mesmo princípio mas diferentes objetos. Apesar de ser clara a irrelevância do objeto para a ideia da obra, foi o artista quem o escolheu, pelo que, na opinião de Stigter, o tipo e o material que os constitui acrescentam significado à 'investigação'. Assim, a atuação do conservador depende de questões como: de que forma interpretamos as instruções dadas pelo artista? (descritas no diagrama que acompanha a propriedade da obra); qual é a história da obra e da sua gestão curatorial? O que podemos aferir da *site-specificity*^[1] em relação com a intenção do artista? (Stigter 2011).

Documentar arte conceptual

A arte conceptual depende dum processo de materialização no contexto de uma exposição. Para tal, um somatório de escolhas determinantes e, por vezes, aparentemente insignificantes, são cruciais, apesar de raramente documentadas, já que o ímpeto documental surge frequentemente a partir do produto acabado. Este processo pode ser acompanhado pelo artista ou seus representantes, num diálogo fluido entre estes, curadores e conservadores (ou outros, dependendo das circunstâncias). O processo documental pode tornar rígida a fluidez destas relações adaptativas, podendo limitar materializações futuras

deste tipo de obras. Portanto, sendo a documentação frequentemente o ponto de partida para as materializações, ela não se presta tradicionalmente ao registo de processos de natureza dinâmica, o que resulta numa tensão ambígua entre documento e manutenção de autenticidade. A questão é, então, qual o tipo de documentação que melhor reconhece as apreciações subjetivas dos decisores e garante a continuidade da obra de acordo com a sua natureza conceptual? A 'abordagem auto-etnográfica' (Stigter 2016) refere esta imputação subjetiva no âmbito da conservação que é raramente articulada nas práticas documentais habituais. Dada essa natureza subjetiva que se concretiza naquilo que o público vê objetivamente enquanto obra de arte, as decisões devem ser documentadas e fundamentadas num registo biográfico que constitui, no seu fluxo variável, a identidade da obra (van de Vall, Hölling, Scholte, Stigter 2011). Esta mesma ideia define uma nova perspetiva de conservação. No contacto com obras de natureza variável, o conservador é frequentemente confrontado com novas questões relativamente à sua materialidade e aparência que, não tendo sido colocadas a priori, acabam por ser determinantes. No caso particular da arte conceptual, estas questões são remetidas imediatamente ao processo de criação, já que o artista se demite de as materializar, imputando essa responsabilidade a terceiros. Temos, por exemplo: 1 - o artista como criador inicial; 2 - o diretor de museu que define o local; 3 - o conservador a reunir materiais e técnicas para a materialização da obra. Este aspeto colaborativo é frequentemente relegado para segundo plano, deixando por documentar as decisões que são tomadas por estes diferentes intervenientes (Stigter 2017). E, já que esta informação pessoal será ainda interpretada a *posteriori*, ela reforça a importância do registo permanente deste tipo de depoimentos, alertando para a importância de manter um pensamento crítico (Stigter 2015). Não obstante, não pretende o presente artigo aprofundar os aspetos de auto-etnografia ainda que sejam da maior relevância para a compreensão do fenómeno da tomada de decisões, mas sim analisar a eficácia duma ferramenta de gestão de arte conceptual (Stigter 2017).

Adicionalmente, o 'modelo biográfico' ajuda a compreender de que forma a atribuição de significados varia ao longo da vida da obra de arte devido a mudanças no seu estado físico e na sua utilização, bem como de contextos social, cultural e histórico (Wharton 2015). A obra atravessa diferentes estados desde a sua criação e exposição inicial até à aquisição, documentação, armazenamento, exposição, empréstimo e intervenção de conservação e restauro, não necessariamente por esta ordem. Qualquer destes momentos representa uma oportunidade de contactar o artista (Wharton 2015). O artigo presente refere-se particularmente à fase de documentação, que apesar de ser frequentemente tida como o passo seguinte à aquisição, foi determinada como insuficiente, neste caso de estudo.

Importa referir que identificar a natureza autêntica ou verdadeira de uma obra para fins de conservação tem sido descartada pela literatura recente, por reconhecer que a

autenticidade é percebida subjetivamente e tem desvios ao longo do tempo, com efeito quer no objeto de arte em si, quer nos valores culturais das pessoas que o experienciam (Wharton 2015). O termo 'intenção artística' como dogma representativo da ideia expressa pelo artista no momento da criação torna-se instável, uma vez que se pretende que a recordação duma situação passada permita a avaliação da situação presente (Wharton 2015). No entanto, o mesmo termo associado a uma obra de arte conceptual adquire um significado mais estável, já que o diagrama de instruções de montagem liga diretamente a exposição da obra às orientações determinadas aquando da formação da ideia pelo artista ('arte como ideia como ideia').

—A ferramenta 'índice comportamental'

A ferramenta 'índice comportamental' tem por base três modelos teóricos desenvolvidos recentemente com o intuito de gerir graus de variabilidade no âmbito da conservação de obras variáveis: 'media variáveis', 'análise biográfica' e 'análise auto-etnográfica', no contexto da *Variable Media Initiative* (Depocas, Ippolito e Jones 2003). Assim, estes modelos concentram-se na análise do 'comportamento' de determinada obra em vez das suas propriedades materiais ou técnicas, relacionando-a com os seus episódios biográficos (Depocas, Ippolito e Jones 2003). Três categorias então criadas serão relevantes para o 'índice comportamental' aplicado à arte conceptual: *contido* - quando uma obra reside objetivamente no seu material ou técnica original; *instalado* - quando a obra se realiza através da montagem de partes no momento da sua instalação; *encenado* - quando a obra é sempre feita de novo e necessita de uma ação em particular para ser realizada. As categorias comportamentais *instalado* e *encenado* permitem variações nas apresentações de determinada obra.

Não obstante a vantagem na atribuição destas categorias, o comportamento de uma obra pode mudar com e através do tempo, resultando em materializações e estratégias de preservação ora corretas, ora incorretas. A utilização do 'índice comportamental' permite posicionar num aparato visual as várias apresentações de determinada obra ao longo do tempo e acompanhar as suas mudanças de comportamento - da esquerda para a direita: *contido*, *instalado*, *encenado*, sinalizando uma dependência maior ou menor do suporte material.

One and three plants, 1965

Passei a ver a linguagem como um material legítimo a utilizar. (...) Por isso, a seguir utilizei cópias foto mecânicas de definições de dicionários numa série inteira de peças. Utilizei objectos comuns (...) e à esquerda do objecto estava uma fotografia em escala real deste e à direita do objecto estava uma cópia fotomecânica de uma definição do objecto extraída do dicionário. Tudo o que víamos quando olhávamos para o objecto tinha de ser o mesmo

que víamos na fotografia, e por isso, sempre que o trabalho era exibido, a nova instalação precisava de uma nova fotografia. (...) Era muito interessante alterar a localização, o objecto, a fotografia, e continuar a ter o mesmo trabalho. Isto significava que podíamos ter uma obra artística que era a ideia de uma obra artística não sendo importantes os seus componentes formais. Senti que tinha encontrado uma forma de realizar arte sem os componentes formais se confundirem numa composição expressionista. A expressão estava na ideia, não na forma. As formas eram apenas um instrumento ao serviço da ideia². (Fabre e Schlatter 2009)

One and three plants, 1965, (Inv. Nr. UID 102-321) é uma obra conceptual de Joseph Kosuth, parte do acervo do Museu Coleção Berardo (MCB). A história da obra pode ser dividida em três momentos para maior coerência da análise dos seus dados biográficos, já que representam um número crescente de documentação registada:

- 1 - antes de integrar a Coleção Berardo (CB);
- 2 - após integrar a CB;
- 3 - após integrar o MCB³.

Partindo do momento de integração na CB, foi fornecido com a aquisição da obra o diagrama que especifica as instruções de montagem, e uma transparência com a definição de planta no dicionário de língua inglesa. A obra foi exposta no Sintra Museu de Arte Moderna - Coleção Berardo (SMAM-CB)⁶, antiga instituição de acolhimento da CB, tendo figurado em cinco exposições até 2007 (Coleção Berardo 2020), data em que integra o MCB. Presentemente, a obra está visível na exposição permanente do MCB e consiste especificamente em: uma planta euforbiácea⁴; duas impressões fotográficas a jato de tinta coladas sobre PVC e *K-line*.

—Instruções de montagem de One and three plants

A obra em análise consiste em: uma planta, uma fotografia dessa mesma planta, e uma impressão da definição de 'planta' no dicionário de língua inglesa, expostas *in situ* de acordo com as instruções do artista - [figura 1]. Estas instruções estão manuscritas no diagrama que acompanha a propriedade e que expressa ainda a escala da fotografia da planta (1:1), bem como a posição relativa de cada uma no espaço, mas carece de outras especificações. A literatura disponível existe maioritariamente à volta de *One and three chairs*, permitindo fazer pontes significativas entre ambas, já que são diferentes expoentes de um mesmo conceito. É partilhada a ideia de que o observador não se deva focar na autenticidade dos objetos materiais nem na ligação ao local, dado que a obra é sobre o esforço intelectual de conceptualizar e imaginar (Stigter 2011). Também se observa, em diferentes imagens de obras da mesma série, alterações na colocação dos objetos: alguns com a fotografia no chão, outros com a fotografia pendurada na parede.

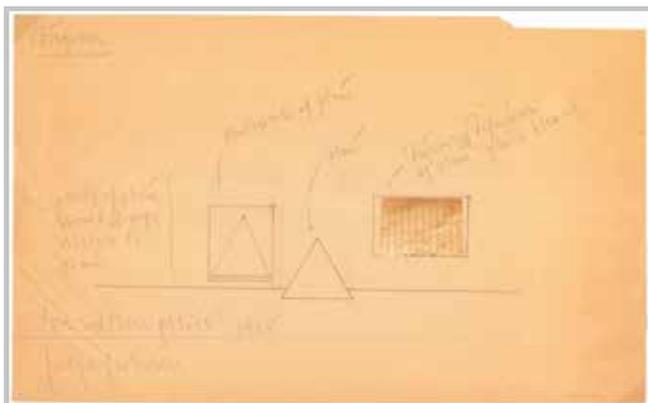


Figura 1.- Diagrama de montagem (Diagram) de One and three plants. Cortesia MCB.

Sempre que é necessário substituir a planta também se dá a substituição da imagem fotográfica. Tal como em todas as obras desta série, as características materiais não são determinadas porque não são relevantes para o conceito da obra, pelo que as imagens da planta e da definição podem ser reproduzidas em qualquer técnica^[5]. Eventuais variações refletem escolhas dos diferentes intervenientes, conscientes ou determinadas pelas circunstâncias.

—Site-specificity

Apesar de o local de exposição não ser escolhido pelo artista (e poder ser um qualquer), surgiu a dúvida se a fotografia da planta teria de ser registada no local em que a obra é exposta, após análise da literatura e comparação entre montagens de *One and three plants* e de outras obras da mesma série, já que este facto não foi respeitado nas diferentes materializações. Outras 'proto-investigações' são encontradas quer com uma nova fotografia feita *in situ*, quer sem relação com o local onde vai ser exposta a obra. Apesar de não especificado no diagrama, os escritos do artista bem como os catálogos autorizados mostram as 'proto-investigações' como *site-specific*, com uma fotografia feita no local de exposição da obra. Finalmente, através de esclarecimento direto com o artista, apurou-se que este aspeto é mandatório:

"The new cactus should then be situated in the exact location where it will be in the final installation as the floor will be visible in the photograph of the plant. The lighting situation must also be exactly replicated."(Smith 2020)

Apesar das diferentes materializações não datarem todas do mesmo tempo, o artista considera todas como sendo de 1965, ano da criação do conceito. Por tal, o argumento que teria sustento na primeira materialização de determinada obra desta série como sendo o modelo para subsequentes montagens, cede lugar ao da substituição da fotografia por uma nova sempre que a obra é reinstalada noutra local. É, também, aqui, que a ferramenta índice comportamental pode traduzir de que modo a renovação da obra não põe em causa as propriedades que a definem, verificando assim

uma unidade ética na sua preservação ao longo do tempo e em diferentes contextos (Stigter 2011).

—Tomada de decisões

As decisões a tomar em caso de nova montagem devem refletir a importância de combinar evidência material com investigação histórica. Isto é crucial no caso da arte conceptual em que os intervenientes estarão efetivamente a (co)recriar a obra, ou mesmo a incorrer numa performance que acaba por significar 'fazer' a obra (Stigter 2011). Em *One and three plants*, esta questão é-nos imposta pela natureza do objeto 'planta' que, pela sua existência perecível, nos força a tomar decisões acerca dos restantes materiais que a acompanham. É aqui que importa equacionar quais os aspetos que fazem parte da obra e quais os que não fazem. Havendo poucos registos fotográficos das mostras até 2007, podemos especular acerca da espécie de planta apresentada e se esta teria acompanhado a venda da obra. De acordo com o depoimento da gestora da coleção à data, Isabel Alves, a própria adquiriu um cato para ser fotografado e exposto. Ao ler-se a definição de planta, pode aferir-se que a questão levantada quanto à espécie a utilizar seria pertinente. Em 2014, o registar António Mendes contactou a diretora do SMAM-CB, Maria Nobre Franco, que retorquiu que o curador Fernando Capelo^[7] mencionava sempre que tinha 'comprado um cato do Kosuth'. O diretor do MCB, quando questionado acerca da espécie a escolher, notava, porém, que:

'A resposta à questão é muito simples: eufóbia ou cato é irrelevante, o que é fundamental é ser o mais próximo possível da fotografia original. A partir daí fazemos uma nova fotografia da planta de forma a que a imagem seja a da planta real que é mostrada na obra. O Kosuth nunca se preocupou se era uma coisa ou outra. O problema é outro, e a definição é mais genérica do que isso.'(Lapa 2014)

Será possível especular que o recurso a um cato ou similar se devesse às suas características de resistência e baixa manutenção. Na pesquisa em catálogos *on-line*, sustenta-se esta tese, uma vez que são identificadas outras espécies, nomeadamente pequenas palmeiras e outras plantas de interior, integrando outras obras da mesma série [figura 2]. Contactada a galeria Sprüth Magers, o diretor responde às questões da seguinte forma:

(...) the cactus can definitely be replaced with another plant. The plant will then need to be photographed in the very room in which the work is going to be shown and this print will replace the print with the cactus. Picking a cactus was a conscious yet arbitrary decision. (Gegner 2020)

Em conversa com Lapa em 2020 (Lapa 2020), acerca da sua referência a uma planta "o mais próximo possível da fotografia original", e do que se deve considerar como relevante (ou irrelevante) na série de 'definições' de Kosuth, Lapa descreve que não é desejável utilizar uma planta com

atributos estéticos particulares e que a proposição da obra é suportada de forma mais eficaz se o mesmo tipo de planta for utilizado.



Figura 2.- Formulação de outra versão de *One and three plants* para a Galeria Castelli na feira de arte Frieze em 2018. A planta foi selecionada pelo artista (Smith 2020). © Joseph Kosuth.

A imagem de referência que acompanhou a aquisição da obra foi publicada no livro *Joseph Kosuth 1965 & 1967* (Renée Ziegler 1992), no âmbito duma exposição em 1992 na *Galerie Renée Ziegler* em Zurique^[8] – [figura 3]. Porém, após contacto com o estúdio do artista com o intuito de obter registos relativos à sua primeira apresentação pública, conclui-se que essa imagem corresponde a uma exposição em 1965, apesar de se desconhecer o contexto (Smith 2020).

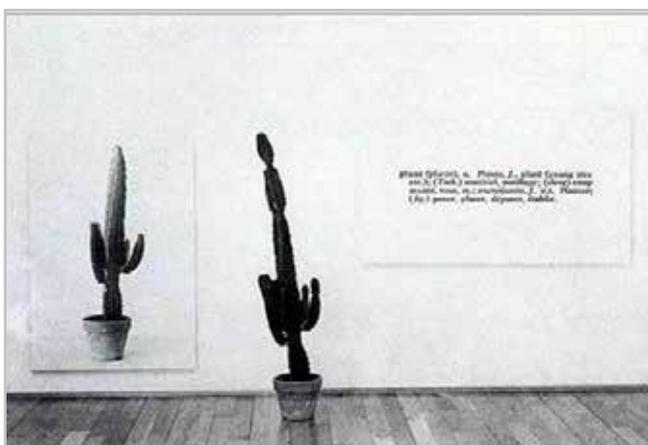


Figura 3.- Registo mais antigo da materialização de *One and three plants*^[9], data e localização desconhecidas (Smith 2020). © Joseph Kosuth

Além da técnica de reprodução fotográfica e impressão da definição não serem explicitadas pelo artista, também as dimensões de cada um desses suportes são omissas. Ao longo dos episódios biográficos no MCB, foi utilizada uma dimensão de referência com base nas versões de materializações anteriores, porém, não existe qualquer menção a uma hipotética dimensão original da primeira materialização. A escolha da planta assenta, assim, sobre duas suposições que têm sustento no histórico da obra.

A primeira, relativamente à espécie - cato, eufórbia, ou semelhante -, e a segunda relativamente à sua dimensão, já que essa não poderá ultrapassar a dimensão do painel fotográfico. Por fim, a própria escolha da fotografia a preto e branco - determinada pelas limitações tecnológicas à data - continua a remeter a obra para um determinado momento histórico, apesar da técnica escolhida ser habitualmente uma impressão a jato de tinta (um processo de impressão fotográfica a cores). Ainda que a técnica escolhida seja contemporânea e não remeta para esse momento de criação da obra, serve o argumento de que forçar essa relação seria novamente distanciar o processo de montagem da obra daquilo que é relevante reter e que se opõe a questões técnicas e materiais.

Registo biográfico

Antes de integrar a CB, o histórico da obra era desconhecido, não sendo possível rastrear a sua primeira materialização. Após contacto com o estúdio do artista, confirma-se que a obra terá sido materializada em 1992 em Zurique e em 1965 em versão francesa, sem possibilidade de obtenção de outros dados relativos a esta montagem (Smith 2020).

Quando analisado o sumário biográfico da obra, atestamos:

1 - Antes de 2014, a obra estava mais dependente das suas componentes 'originais', mas a necessidade de substituição de uma planta moribunda forçou a substituição do organismo vivo e, subsequentemente, da sua imagem fotográfica.

Assim, até 2014, houve uma procura por um 'cato' semelhante na tentativa de evitar transformar a obra numa outra coisa, e dando, assim, alguma contingência às suas componentes materiais. Com isto, a obra sofreu um ligeiro desvio no sentido do comportamento contido, apesar da substituição da planta, uma vez que se almejou a similitude a uma planta 'original'.

2 - Depois de 2014, considerando mais profundamente a verdadeira natureza da obra, um ligeiro desvio comportamental no sentido *encenado* (relativo à subjetividade inerente à escolha da 'planta') teve lugar, mas ainda apenas em teoria.

3 - Em 2020, questionados a galeria e o artista acerca da possibilidade de alteração da espécie de planta, confirma-se que a utilização de cato ou eufórbia não é mandatária, apesar de estar sujeita a aprovação do artista.

4 - Finda a investigação espoletada pelo artigo presente, confirma-se a necessidade de relacionar a fotografia da planta com a sua localização na sala onde a obra será exposta.

5 - No futuro, havendo a decisão curatorial de substituir a planta por outra espécie nunca utilizada na sua biografia, estar-se-á a provocar um desvio ontológico? Ou bastará a

definição de planta para estabelecer as fronteiras duma substituição ontologicamente aceitável?

Será claro que um elemento tem sido mantido desde o momento de aquisição - a definição de planta. Este comportamento *contido* deve-se, no entanto, a conveniência e economia de meios, dado que é desnecessário reimprimir a definição por ser sempre a mesma. Uma aproximação da última questão leva a indagar se a obra - que na sua natureza integralmente conceptual tem um comportamento *instalado* - pode existir legitimamente com um comportamento *contido*. Estar-se-á a promover uma apresentação incorreta da obra se a planta mudar radicalmente, ainda que englobada pela definição de planta? A indagação que surge do ímpeto documental do conservador-restaurador pode, no caso, desviar a proposição que a obra representa, atribuindo excessiva relevância à espécie de planta, o que resulta numa distração da verdadeira natureza da obra enquanto ideia. Portanto, pretende o presente demonstrar concordância com a posição de Lapa ao cingir a planta a uma 'semelhante', não por ela ser importante enquanto tal, mas precisamente por não o ser. Esta ideia reforça-se pela necessidade de autorização do artista se for pretendido alterar a espécie de planta, enfatizando a dependência deste que, se for mantida a aproximação à planta 'habitual' se torna desnecessária.

Pode ainda dar-se o caso de, no futuro, ser essencial a substituição da espécie de planta - pondo a hipótese extrema de extinção, dada a sua natureza orgânica. No caso, crê-se, finda esta explanação, que se tenha conseguido balizar os limites do aceitável na substituição deste elemento. No caso de necessidade de reimpressão da 'definição', pode ser necessário substituí-la por mostrar traços visíveis de deterioração, e pode ainda dar-se o caso de, no momento da sua substituição, a técnica previamente utilizada já estar obsoleta, obrigando a uma renovação dos meios técnicos. Isto significaria um desvio para o lado *encenado* da ferramenta de monitorização comportamental.

Aplicação da ferramenta 'índice comportamental'

O histórico da obra demonstra um desvio do comportamento *instalado* (1965) na sua primeira materialização, a *contido* na materialização sem data ilustrada na [figura 3] - onde não existe correlação entre o chão do local onde está exposta e o chão representado na fotografia, deduzindo-se que a fotografia foi recuperada duma montagem prévia -, a *instalado* quando foi adquirido pela CB.

Posteriormente à incorporação no MCB, é possível situar a obra nas seguintes categorias comportamentais, a partir dos diversos registos biográficos, todos ocorridos na sala de exposições do MCB:

1. *Contido*: Quando foi exposta no MCB 2008 (o chão da fotografia não coincide com o chão do local, perdeu-se a *site-specificity*) - [figura 4a]

2. *Contido*: Quando a obra não respeitou a posição relativa dos elementos em 2013 [figura 4b]

3. *Instalado*: Quando foi mudada a planta em 2014 - [figura 4c];

4. *Contido*: Antes da substituição tardia da planta em 2016 (uma planta morta não serve a intenção do artista) - [figura 4d]

5. *Instalado*: Quando foi mudada a planta em 2016

6. *Encenado*: Quando foi montada em 2019 (a iluminação da obra apresenta uma tonalidade vermelha que não corresponde às instruções obtidas do Estúdio do Artista em 2020, apesar dos elementos serem os mesmo de 2016) - [figura 4e]

7. *Encenado*: Quando foi mudada a planta em 2020 (a fotografia da planta não respeitou a escala 1:1) - [figura 4f]

O 'índice comportamental' localiza no tempo as diferentes montagens de *One and three plants* e a distância a que estas estiveram do eixo definido como o que mais se aproxima da natureza autêntica da obra. Partindo da informação agora adquirida, conclui-se que o comportamento *instalado* seria o que mais descreve uma correta materialização da obra. No entanto, o ato de registar a fotografia no espaço de exposição, bem como a escolha duma planta (sempre diferente, ainda que semelhante), e ainda a escolha da técnica de impressão da fotografia e dimensões, promovem um ligeiro desvio no sentido do comportamento *encenado*, já que requer apreciações subjetivas e ações únicas para efetivar a materialização - [figura 5].

Importa, então, analisar os eventuais desvios do comportamento de referência, nos sentidos *contido* e *encenado*, justificando as incorreções decorridas. Situa-se a obra num comportamento *contido* em duas das suas exposições porque as materializações utilizadas omitiram, por um lado, a ligação *site-specific* - chão da fotografia e chão da sala de exposição não coincidem -, e por outro, o estado orgânico da planta - deve estar viva e saudável, sob pena de prejudicar a apreciação estética e conceptual da obra. A última decorre de apreciações do senso comum, mas que acabaram por ser confirmadas pelo estúdio do artista: "*Last of all I am sending an image that I believe was on Instagram of the Berardo cactus in poor condition.*" (Smith 2020)

Apesar dos suportes materiais apenas servirem o propósito de revelar a ideia da proposição feita pelo artista, importa referir quais as condições que esses materiais devem observar, já que a sua substituição será frequente. A fotografia é, além duma imagem da planta, um objeto com determinadas características que ultrapassam a função da representação. Estas características estão relacionadas com a data de criação da obra e as escolhas feitas então: o facto de ser a preto e branco, provavelmente uma gelatina sal de prata na sua primeira materialização, como outras obras da

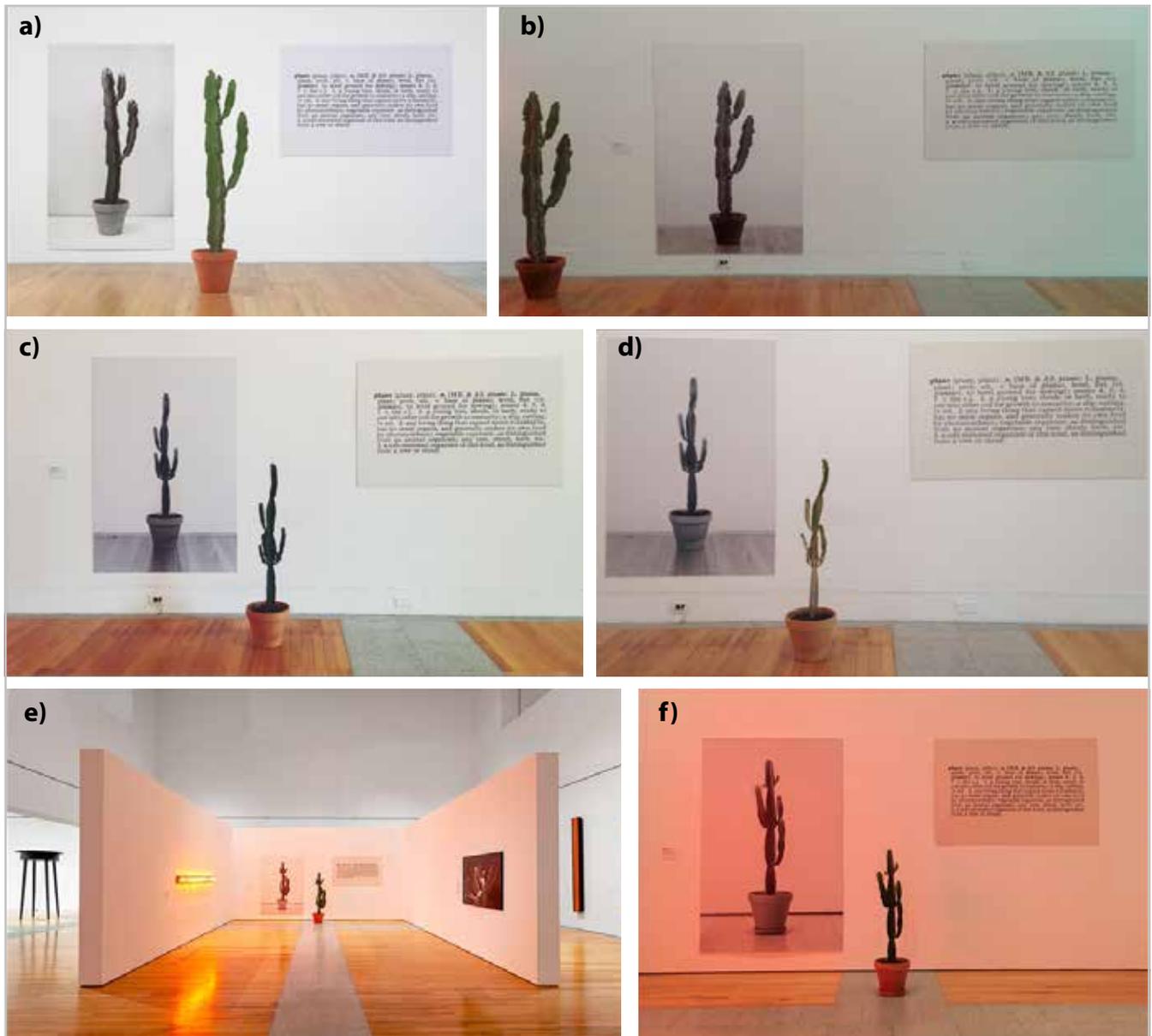


Figura 4.- 4a) Imagem de *One and three plants* montada em 2008: o chão visível na impressão fotográfica não é da sala de exposição. Crédito: David Rato. Cortesia MCB. 4b) Imagem retirada da internet, relativa à obra exposta em 2013 (Laborativo 2014). Cortesia MCB. 4c) Imagem de *One and three plants* com alteração da planta e sua fotografia, 2014. Cortesia MCB. 4d) Imagem de *One and three plants* com planta moribunda. Cortesia MCB. 4e) Sala de exposição com *One and three plants* iluminada pela obra *Self-described and self-defined* de Joseph Kosuth, na exposição *Constelações II: uma coreografia de gestos mínimos*, 10/10/2019 - 05/10/2020, no MCB. Crédito: David Rato. Cortesia MCB. 4f) Imagem de *One and three plants* em que a fotografia da planta não respeitou a escala 1:1. Cortesia MCB

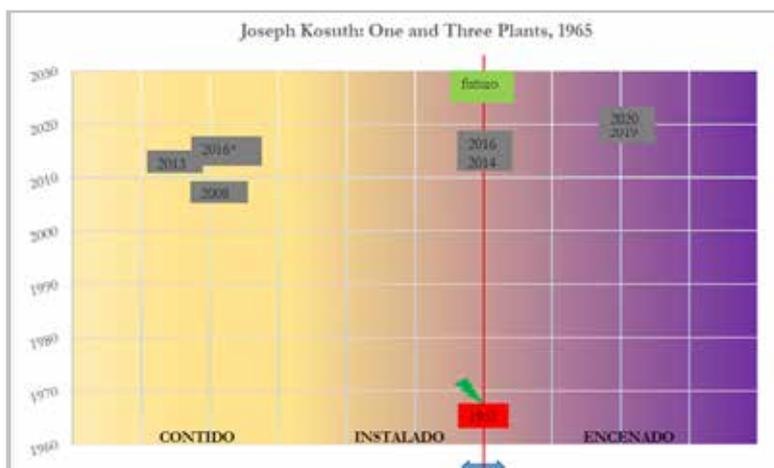


Figura 5.- índice comportamental para a obra *One and three plants*, 1965 de Joseph Kosuth. O eixo vertical vermelho indica o comportamento mais fiel à natureza da obra: instalado, com um ligeiro desvio para *encenado*. As datas das diferentes montagens situam-se mais à esquerda ou mais à direita, correspondendo a desvios do eixo considerado normal. 2016* - Momento em que a obra foi exposta com uma planta moribunda.

mesma série, técnica comumente utilizada para grandes formatos nesta época (Stigter 2011). A escolha de um registo fotográfico digital e subsequente impressão a jato de tinta não implica as mesmas limitações de tamanho da prova que uma materialização analógica poria em 1965. Deve-se, portanto, ter em conta a dimensão limite das provas a gelatina sal de prata na data de criação da obra, como uma dimensão aproximada para a escolha da nossa planta e respetiva fotografia. A literatura sugere que, à data de 1965, seria impossível gerar uma fotografia (gelatina sal de prata) maior do que 120 x 120 cm (Stigter 2011). Apesar das materializações terem ultrapassado esta medida (impressão atual: 147 x 100 cm), conclui-se que será de almejar manter o elo ao tempo de criação, ainda que através de dimensões aproximadas.

A forma de fixação da fotografia e da definição na parede também carecem de especificação, no entanto, observando imagens de outras montagens [figuras 4a-f], conclui-se que se manteve a forma de fixação: fotografia colada sobre PVC ou *K-line*, sem moldura, fixa de forma invisível na parede. A posição relativa dos elementos, apesar de não detalhada no diagrama, respondeu à mesma linha de orientações a partir de imagens de montagens anteriores.

Conclusão

A análise das materializações de *One and three plants* levanta questões fundamentais sobre a natureza da obra e sobre a sua gestão no âmbito museológico. Apesar dos aspetos não determinarem a natureza da obra, os conhecimentos do conservador-restaurador e consequentes indagações acerca das particularidades técnicas e materiais, acabam por ser fulcrais na definição de corretas materializações da obra no futuro. A natureza subjetiva do processo de decisão deve ser documentada com clareza, recorrendo às estratégias descritas para que se possa prevenir uma indagação que esteja demasiado ligada aos constrangimentos e possibilidades técnicas do tempo de cada nova materialização (Stigter 2011). O facto da intenção do artista não permitir definir o que é a obra (Wharton 2015), apesar de se aproximar dela no caso da arte concetual, reforça a importância duma ferramenta como o ‘índice comportamental’, que permite o registo e a revisão das existências da obra em determinado momento da sua história. Permite, assim, contrapor o resultado desse somatório com o contexto de intenção artística e definir se os seus comportamentos estão a distanciar-se da sua natureza original e/ou da sua verdadeira natureza. Resulta, portanto, numa revelação esquemática do impacto da prática museológica e seus intervenientes na conservação, instalação e encenação de determinada obra. O papel do conservador enquanto mediador e corpo documental (Marçal 2017) garantirá, de forma mais consolidada, uma apresentação da obra que seja escolhida de forma cuidadosa e consciente, respeitando a sua massa crítica, no sentido de garantir um conjunto de escolhas que visam a manutenção dos atributos que demonstram a verdadeira natureza da obra (Gordon 2014).

Idealmente, esta ferramenta de gestão de obras de arte conceptual seria integrada digitalmente nas bases de dados de gestão de coleções, para obras de características variáveis. Permitiria, assim, fazer uma sùmula biográfica dos episódios relevantes das exposições de determinada obra, auxiliando a tomada de decisões aquando de futuras exposições e uniformizar a linguagem analítica utilizada para diferentes obras.

Notas:

[1] Uma obra diz-se *site-specific* quando o local onde será exposta é refletido na aparência da obra finda a sua montagem.

[2] [Esta entrevista foi transmitida na WBAI-FM, a 7 de Abril de 1970. Foi publicada posteriormente como “Joseph Kosuth: Art as Idea as Idea” in Jeanne Siegel, *Artwords: Discourse or the 60s and 70s*, UMI Research Press, Ann Arbor, Michigan, 1985, pp. 221-231.] (Fabre e Schlatter 2009)

[3] O Museu Coleção Berardo, fundado em 2006, surge da conjugação de recursos públicos com a coleção particular do Comendador Berardo (aqui denominada de Coleção Berardo), a fim de, partindo dum conjunto de obras desta, se construir um Museu sito no Centro Cultural de Belém, em Lisboa.

[4] A terminologia correta para a planta que o MCB pensava ser um cato, de acordo com a Eng^a. Isabel Moura, do Jardim Botânico Tropical de Belém, a quem foi solicitada assistência na substituição da planta por uma similar (2014).

[5] O diagrama refere o termo *Photostat*, nome comercial de uma máquina fotocopiadora usada na indústria gráfica, principalmente na primeira metade do século XX. A imagem era impressa diretamente em papel fotossensível, a partir dum primeiro *Photostat* em negativo que é usado para fazer novos *Photostats* para imagens positivas (Stigter 2011). Apesar dessa referência, impressões analógicas em gelatina sal de prata bem como a jato de tinta têm sido utilizadas.

[6] Museu que albergava a Coleção Berardo, entre 1997 e 2007.

[7] Curador responsável por parte da seleção das obras adquiridas para a Coleção Berardo.

[8] A Galeria foi inquirida a fim de obter fotografias da exposição em que se pudesse observar a obra em questão, sem sucesso.

[9] Informação e imagem fornecidas pelo estúdio do artista em 2021.

[10] É possível que se tenha querido reutilizar uma imagem registada noutra local, já que a planta continuava a ser a mesma.

[11] Imagens relativas a materializações de outras obras da mesma série sugerem fixação da imagem e da definição com piónés e pregos sobre o papel diretamente na parede, ou com escáfulas.

Referências

COLEÇÃO BERARDO, *One and three plants, Joseph Kosuth*, <https://www.berardocollection.com/?sid=50004&CID=102&work=321&lang=pt>, [28.01.2021].

DEPOCAS, A., J. IPPOLITO, and C. JONES, eds. (2003). *Permanence through change: The Variable Media Approach / L'Approche des Médias Variables: La permanence par le changement*. New York and Montreal: Guggenheim Museum and Daniel Langlois Foundation for Art, Science, and Technology

FABRE, E. e SCHLATTER, C. (2009). *Algumas obras a ler*, Lisboa, Museu Coleção Berardo.

FOSTER, H. (2004). *Art since 1900: modernism, antimodernism, postmodernism*. London, Thames & Hudson, (pp. 603-604, 607, 663).

GALERIE RENÉE ZIEGLER (1992). *Joseph Kosuth, Proinvestigations 1965 & The first investigations 1967*, Zurique

GEGNER, A. Correspondência eletrónica, Galeria Sprüth Magers [2.06.2020].

GORDON, R. (2014). "Identifying and pursuing authenticity in contemporary art.", Gordon, R., Hermens, E. and Lennard, F. (eds.) *Authenticity and Replication: The 'Real Thing' in Art and Conservation*. Archetype Publications: London, UK.

KOSUTH, J. (1991). *Art after Philosophy and After: Collected Writings, 1966-1990*, Gabriele Guercio (Ed.), Cambridge: MIT Press, https://monoskop.org/images/4/46/Kosuth_Joseph_1969_1991_Art_After_Philosophy.pdf.

LABORATIVO (2014). *Especial Viagem: O Museu Berardo é pura surpresa!*. <http://laborativo.blogspot.com/> [consulta: 22/09/2020].

LAPA, P. Correspondência eletrónica, Museu Coleção Berardo [consulta: 18/02/2014].

LAPA, P. Conserva telefónica, Museu Coleção Berardo [consulta: 15/05/2020].

MARÇAL, H. (2017). "Conservation in an era of participation". *Journal of the Institute of Conservation*, 40(2): 97-104. <https://doi.org/10.1080/19455224.2017.1319872>.

SMITH, C. Correspondência eletrónica, Joseph Kosuth Studio, Nova Iorque [consulta: 11/11/2020].

STIGTER, S. (2011). "How material is conceptual art? From certificate to materialization: installation practices of Joseph Kosuth's 'Glass (one and three)'" *Em T. Scholte, & G. Wharton (Eds.), Inside installations: theory and practice in the care of complex artworks*: 69-80. Amsterdam University Press.

STIGTER, S. (2015). "Co-Producing Conceptual Art: A Conservator's Testimony". *RHA 04: Performing Documentation in the Conservation of Contemporary Art*, (Eds.). Matos, L.A., Macedo, R., Heydenreich, G.

Instituto de História da Arte, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. STIGTER, S. (2016). "Autoethnography as a new approach in conservation", *Studies in Conservation: IIC 2016 LA Congress: Saving the Now 61(S2)*: 227-32. <http://dx.doi.org/10.1080/00393630.2016.1183104>.

STIGTER, S. (2017). "A behaviour index for complex artworks: A conceptual tool for contemporary art conservation." *ICOM-CC 18th Triennial Conference Preprints, Copenhagen, 4-8 September 2017*, ed. J. Bridgland, art. 0910. Paris, International Council of Museums. <https://dare.uva.nl/search?identifier=210b66af-e4f8-40bb-a3ad-fff65864bb57>

VAN DE VALL, R., HÖLLING, H., SCHOLTE, T., & STIGTER, S. (2011). "Reflections on a biographical approach to contemporary art conservation". J. Bridgland (Ed.), *ICOM-CC: 16th Triennial Conference, Lisbon, 19-23 September 2011: preprints [cd-rom]* Critério. <https://dare.uva.nl/search?identifier=d2340d58-6edb-49e9-baa8-c87ee11804e9>.

WHARTON, G. (2015). "Artist intention and the conservation of contemporary art". Hamilton, E., Dodson, K. (Ed.) *Objects Specialty Group Postprints*, Volume 22: 1-12. Washington, DC, The American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works. <http://resources.culturalheritage.org/osg-postprints/wp-content/uploads/sites/8/2015/05/osg022-01.pdf>.

Autor/es



Francisca Sousa

francisca.sousa@museuberardo.pt
Museu Berardo

Mestre em Conservação e Restauro pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, estagiou no Museu do Chiado – Museu Nacional de Arte Contemporânea (2007), tendo como especialização a Conservação Preventiva e a Conservação e Restauro de arte contemporânea - vertente materiais poliméricos. Obteve o grau de mestre em Gestão de Coleções (2019). Exerceu funções de conservadora-restauradora na Ellipse Foundation - Contemporary Art Collection entre 2007 e 2011. É também membro do CEMES - Centro de Estudos Multidisciplinares Ernesto de Sousa e desde 2011 trabalha como registar no Museu Coleção Berardo. As suas mais recentes pesquisas e formação incidem sobre ética em conservação e conservação de novos media.



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.988>

INVESTIGAÇÕES EM CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO

Investigaciones en Conservación del Patrimonio

Propuesta de una terminología apropiada para las impresiones digitales a partir de la identificación de sus materiales

Iraia Anthonisen-Añabeitia

Resumen: La impresión digital en el ámbito artístico no se generaliza hasta finales del siglo XX, por lo que los materiales y las formas de creación pueden considerarse aún jóvenes aunque muy heterogéneas. Uno de los mayores problemas que presenta este tipo de obra es la inexistencia de una terminología precisa. Los procesos se clasifican y nombran de forma muy diversa, revelando una falta de criterios objetivos para su sistematización y generando una falta de comprensión de las técnicas empleadas. Conocer las tecnologías, tipos de tinta, soportes, tipos de acabado y sistemas de montaje ayuda a determinar con mayor precisión las técnicas empleadas, y mediante el uso de herramientas sencillas como lupas o microscopios ópticos es posible averiguar las particularidades que las distinguen. Partiendo de esta información, es posible crear definiciones más claras y concisas, ayudando a establecer las características diferenciadoras de las impresiones digitales y ponerlas en valor como procesos que reflejan la contemporaneidad.

Palabras clave: arte contemporáneo, impresión digital, identificación, terminología, conservación, restauración

Proposta de uma terminologia apropriada para as impressões digitais a partir da identificação dos seus materiais

Resumo: A impressão digital no domínio artístico só se generaliza no final do século XX, pelo que os materiais e as formas de criação podem ser considerados recentes, ainda que muito heterogéneos. Um dos maiores problemas que este tipo de obra apresenta é a inexistência de uma terminologia precisa. Os processos são classificados e nomeados de forma muito diversa, revelando uma falta de critérios objetivos para sua sistematização e gerando uma falta de compreensão das técnicas empregues. Conhecer as tecnologias, tipos de tinta, suportes, tipos de acabamento e sistemas de montagem ajuda a determinar com maior precisão as técnicas utilizadas, e mediante o uso de ferramentas simples como lupas ou microscópios óticos é possível descobrir as particularidades que as distinguem. Com base nesta informação, é possível criar definições mais claras e concisas, ajudando a estabelecer as características diferenciadoras das impressões digitais e a pô-las em valor como processos que refletem a contemporaneidade.

Palavras-chave: arte contemporânea, impressão digital, identificação, terminologia, conservação, restauro

A proposal of an appropriate terminology for digital prints based on the identification of their materials

Abstract: Digital printing in the arts became widespread by the end of the 20th century, so the materials and forms of creation can still be considered young although very heterogeneous. One of the biggest problems with this type of artworks is the lack of precise terminology. The processes are classified and named in very different ways, revealing a lack of objective criteria for their systematisation and generating a lack of understanding of the techniques used. Understanding the technologies, types of ink, substrates, and types of finishing and mounting systems helps to determine the techniques used with greater precision, and through the use of simple tools such as magnifying glasses or optical microscopes it is possible to find out their distinguishing peculiarities. Based on this information, it is possible to create clearer and more concise definitions, helping to establish the differentiating characteristics of digital prints and to highlight them as processes that reflect contemporaneity.

Keyword: contemporary art, digital print, identification, terminology, conservation, restoration

Introducción

La puesta en valor de las obras de arte suele iniciarse por su correcta documentación, derivada de un interés hacia el conocimiento de las particularidades de cada una de ellas, tanto en lo relativo a cuestiones materiales y técnicas como conceptuales, y que pueden ayudar a clasificar y organizar la información para crear un panorama general sobre la época y situación en las que se crearon. En el arte contemporáneo la incorporación de materiales de diversa índole, la aparición y uso de nuevos avances tecnológicos e incluso el uso de no-materiales ha caracterizado momentos históricos, períodos creativos de los artistas, etcétera, por lo que esa necesidad de documentar las obras ha adquirido aún mayor relevancia.

Uno de los desarrollos tecnológicos más importantes que mayores cambios ha suscitado a partir de la segunda mitad del siglo XX, es el uso de las tecnologías digitales. Éstas han ejercido una gran influencia en la sociedad, y como parte de ella, también en la propia creación artística. Además, la gran explosión de lo digital no ocurre hasta prácticamente el cambio de siglo, por tanto, el recorrido artístico de estos materiales y su forma de creación puede considerarse aún joven pero a su vez muy heterogéneo.

Esta situación, ha suscitado entre las y los conservadores de arte una necesidad urgente de entender las tecnologías empleadas y generar nuevos métodos para su conservación, con el fin de intentar evitar las consecuencias de la obsolescencia tecnológica de los software y hardware empleados para la creación de muchas de las obras de arte generadas con estos medios, que impediría su correcta exhibición (García 2010). Sin embargo, las obras artísticas realizadas mediante dispositivos de impresión electrónica, que tienen un resultado material tangible similar al de cualquier fotografía u obra gráfica, parecen haber quedado en tierra de nadie, aunque estos procesos de impresión también evolucionan, al igual que lo hacen los materiales implicados, pero curiosamente la atención hacia estas obras ha pasado bastante desapercibida en pro de otras formas de arte digital, es decir, la materialidad de estas obras y la reflexión hacia ellas parece no haber suscitado demasiado interés.

La variedad de resultados finales de las impresiones digitales permiten su aplicación en distintas disciplinas y desde puntos de vista muy diferentes, sin embargo, como indica Jürgens (2009), su conservación no supone una especialidad en sí misma dentro de la conservación de Bienes Culturales, y básicamente esta función recae en los conservadores de obra sobre papel o fotografía, aunque si se revisan algunas publicaciones relacionadas con estas especialidades, las alusiones a las tecnologías de impresión digital pasan totalmente desapercibidas.

Por otro lado, la idea o creencia preconcebida de que las impresiones digitales pueden considerarse piezas múltiples, y por tanto, carentes de valor como pieza única debido

a su supuesta facilidad de reproducción -algo de lo que Benjamin ya hablaba en su conocida obra *La obra de arte en la era de la reproducción técnica* (Benjamin 2010)-, tampoco ha ayudado a suscitar el interés necesario para la puesta en valor y conservación de estas formas de producción artística tan empleadas entre los artistas contemporáneos. Se podría incluso llegar a decir, que esta cuestión afecta a las impresiones digitales aún en mayor medida que a las técnicas de estampa o la fotografía, que en este sentido parecen haber encontrado cierta credibilidad con el paso de los años. Esta falta de atención a los procesos empleados para la producción de obras generadas por medios de impresión digital se refleja claramente en la falta de especificidad respecto a la terminología empleada para su correcta identificación y catalogación, que deriva en escasos estudios sobre su conservación.

El uso de una terminología apropiada reivindica la especificidad en la forma de crear arte vinculada a un determinado contexto temporal, lo que supone una puesta en valor de los modos de trabajo de un amplio grupo de artistas contemporáneos. Tal y como Herráez (2017) menciona en el Plan Nacional de Conservación Preventiva, la ausencia de la información básica para la identificación y documentación de los bienes culturales está considerada como uno de los indicadores de riesgo para el establecimiento de un plan que asegure la conservación a largo plazo de las piezas artísticas. Por ello resulta imprescindible consensuar una terminología apropiada y un protocolo de identificación entre los diversos entes que conforman el panorama artístico.

—Problemática de los conceptos actuales

A lo largo de la historia, innumerable cantidad de artistas se han servido de las tecnologías de producción múltiple para llevar a cabo sus creaciones. La xilografía, el aguafuerte o la litografía, han sido y son técnicas de estampación ampliamente utilizadas; pese a que la forma de designar estas obras de arte está muy establecida, la inconsistencia de términos en muchas instituciones sigue siendo un problema, razón por la que han surgido guías para la correcta denominación de este tipo de obras (Ash, Homolka y Lussier 2014). Por otro lado, las técnicas fotomecánicas – que consisten en la combinación de fotografía y técnica de estampación– facilitaron la impresión de imágenes fotográficas sobre papel durante los siglos XIX y XX, permitiendo su difusión masiva; estos medios se utilizaron, y actualmente continúan aplicándose, para la realización de grandes tiradas como periódicos, revistas o libros.

Con la irrupción de las tecnologías de impresión digital ya no es necesario el uso de matrices para generar múltiples, la información se almacena electrónicamente a la espera de su impresión cuando ésta sea necesaria, de manera que se pueden realizar trabajos únicos, series limitadas o ilimitadas en función de las necesidades de cada uno de los usuarios. Ya no existe dependencia de una matriz física que se estropea

con el uso o se destruye al finalizar la tirada, por tanto, se abren nuevas formas de trabajo pero también nuevas interrogantes sobre las obras artísticas generadas con estos medios. Todo este abanico de posibilidades en cuanto a la serialidad de las impresiones, así como la diversificación en cuanto al tipo de trabajos posibles de producir con las tecnologías de impresión digital ha sido revisada con mayor o menor profundidad por varios autores (Insúa 2001; Alcalá y Ariza 2004; Castro 2005; Macías 2015) sobre todo desde el punto de vista de la estampa.

La vertiginosa evolución tecnológica acontecida en los últimos 25 años apenas ha dado tiempo a reflexionar sobre la conservación de las obras impresas mediante tecnologías digitales. Uno de los temas que surge a raíz de esta rápida evolución es la inexistencia de una clara definición en la terminología a emplear; los procesos de impresión se clasifican y nombran de muy diversa forma, o en el peor de los casos, ni siquiera se mencionan, como se puede observar en las cartelas de multitud de obras que forman parte de exposiciones, ferias de arte y catálogos de artistas.

En este sentido, en 2008 el IPI (Image Permanence Institute) llevó a cabo una encuesta en la que se resaltaba que si bien la mayoría de las instituciones participantes poseía impresiones digitales en sus colecciones, sólo unos pocos profesionales se sentían capaces de identificarlas correctamente, y por tanto tampoco disponían de procedimientos claros para cuidar de dichas obras (Burge, Nishimura y Estrada 2008, 2009). En el cuestionario, los autores incluyeron la siguiente definición sobre el término impresión digital: "A digital print is any print (photograph or document) that was created by an electronic printing device where the information regarding dye, ink, or toner placement on the paper originated from a digital file" (Burge, Nishimura y Estrada 2009:6). Pese a que gran parte de los encuestados (75%) aceptaba esta definición como correcta, en la mayoría de los casos las y los participantes hicieron llegar algunas puntualizaciones que verdaderamente demuestran ciertas discrepancias con la propuesta sugerida, indicando una vez más la falta de consenso real a la hora de establecer una terminología clara.

Al haber transcurrido algunos años desde esta iniciativa del IPI, la definición ha ido modificándose y adaptándose de manera que en la actualidad, en el contexto del proyecto Digital Print Preservation Portal (DP3) (Image Permanence Institute 2007) se presenta una descripción del término diferente, en la que se incluyen no sólo las tecnologías de impresión de no-impacto (aquellas en las que la imagen se forma sin que haya contacto directo con el dispositivo como pueden ser la electrofotografía, inyección de tinta y termografía), sino que contempla otras tecnologías de generación de imágenes como la exposición de papeles de haluros de plata a la luz LED, sin embargo se sigue limitando el uso de los soportes al papel. Estos procesos de exposición de soportes fotosensibles se alejan considerablemente tanto desde el punto de vista material como procesual de las impresiones obtenidas mediante los dispositivos de impresión digital, ya que la imagen no se obtiene mediante

gotas de tinta sino por reacciones fotoquímicas del soporte, al igual que en la fotografía tradicional. Por este motivo, numerosas publicaciones engloban éstos últimos procesos dentro de las técnicas fotográficas y no en impresión, entre las que curiosamente se encuentra el portal Graphics Atlas (Image Permanence Institute 2009), también del IPI, que en la categoría de digital únicamente tiene en consideración a la electrofotografía, inyección de tinta y termografía. Estas discrepancias denotan, por tanto, una falta de acuerdo aún a día de hoy, dejando patente que se trata de una cuestión sensible, sobre todo desde el punto de vista de la conservación.

Por otra parte, hoy en día existen nuevas tecnologías y aproximaciones a la impresión digital que requieren de una redefinición del concepto. En general, en las propuestas planteadas sólo se consideran las fotografías o documentos impresos sobre papel, dejando fuera todas aquellas piezas realizadas con clara intención pictórica, escultórica o instalaciones, y excluyendo otros soportes que no sean papel, cuando gracias a la tecnología de inyección con tintas de curado ultravioleta o a la sublimación, han surgido otras muchas opciones. Tampoco tiene en consideración los materiales que por diversos motivos se añaden en el proceso de postimpresión y que pasan a formar un todo con la impresión. Por este motivo, la definición renovada para un contexto artístico podría ser algo así como:

Una impresión digital es cualquier objeto impreso por un dispositivo de impresión electrónico a partir de un archivo digital que indica la ubicación de la tinta o tóner sobre un soporte rígido o flexible, y que puede llevar o no otra serie de materiales añadidos tanto en su superficie como en su reverso para otorgar acabados especiales a la impresión.

Pese a que en la actualidad el término *impresión digital* se ha convertido en un estándar de facto para designar aquellas obras impresas mediante tecnologías electrónicas, siendo el motivo por el que se emplea en este trabajo, el término deriva de la traducción literal del inglés *digital print*, donde *print* se utiliza para denominar diferentes tipos de producción artística como las originadas por las técnicas de estampación, fotografía o impresión digital, *print*, *photographic print*, *digital print*. En función del área de conocimiento desde el que se aborda el estudio de las impresiones digitales se han empleado también otras formas para designarlas, aunque hoy en día hayan quedado en desuso; desde el punto de vista de la fotografía el término empleado en las publicaciones de algunos autores de relevancia como Lavédrine, Monod y Gandolfo (2003) sería *computer output print*, mientras que desde el ámbito de la estampa se proponía *computer printmaking* (Noble 1997) e incluso Jürgens (1999) hablaba sobre *hard copy*.

Para algunos conservadores el término *impresión digital* utilizado para las obras generadas con dispositivos electrónicos sigue sin ser del todo definitorio ya que el término "digital" muestra dos acepciones que nada tienen que ver con el tema a tratar: por un lado se define como algo

que hace referencia a los dedos, y por otro a los números (dígitos). Acorde a la segunda acepción, la forma de procesar la información en un ordenador se basa en un sistema binario de 0 y 1, pero realmente la electrónica es la que genera las imágenes y textos, razón por la que hay quienes defienden que en el lenguaje técnico a emplear entre profesionales del ámbito artístico, sería conveniente hablar de impresión electrónica o imagen electrónica. Al igual que cuando se habla de obras pictóricas, escultóricas o de dibujo se trata de concretar la técnica específica empleada como óleo sobre lienzo, hierro, o grafito sobre papel, se debería aspirar a establecer esos mismos niveles de precisión en la identificación de las impresiones digitales, tal y como ya se apuntaba en las *I Jornadas de Conservación de Patrimonio Fotográfico* celebradas en Madrid (Maynés 2012).

A esto se suma la reticencia que muchos artistas, galeristas y demás profesionales del arte muestran a la hora de aceptar y emplear el término de *impresión digital* debido al uso extendido que se hace de él en cualquier ámbito de la vida cotidiana, así como por las connotaciones negativas que ha tenido a lo largo de la historia. Por este motivo se han ideado una serie de términos y neologismos para distinguir las impresiones de uso cotidiano carentes de valor artístico de aquellas que sí lo tienen, o quizá también para no mostrar tan abiertamente el origen de las obras generadas mediante dispositivos electrónicos.

Debido a que las primeras formulaciones de tinta para producir impresiones digitales se basaban en tintes y no ofrecían buenos resultados en cuanto a su estabilidad y permanencia (Wilhelm 2006), el intento de ocultar el proceso de creación se hizo algo habitual para evitar reticencias en la compra de obras de arte producidas mediante estos dispositivos. A comienzos de la década de los 90, Jack Duganne de Nash Editions acuña el término *giclée* –del francés *gicler*– para designar obras impresas mediante las impresoras IRIS de inyección de tinta y diferenciarlas de las impresiones sin ninguna finalidad artística (Johnson 2005). Este término que pretendía ser sinónimo de calidad ha llegado hasta nuestros días, sin embargo, su concepto inicial se fue desdibujando hasta el punto que hoy día se emplea para designar cualquier tipo de imagen impresa con inyección de tinta, sea ésta una obra original o una reproducción, que supuestamente cumple con unos requisitos de calidad pero que no define ni el proceso ni los materiales empleados.

Otro de los conceptos ampliamente utilizados para designar las impresiones digitales en un intento de avalar su calidad y ofrecer cierta garantía sobre su permanencia en el tiempo es la inclusión del término “archivo” o *archival* (en inglés) en la información sobre la técnica de impresión, como *archival pigment print* o *archival print*. Este término se emplea para designar los soportes de papel libres de ácido realizados a base de fibras de algodón por ser conocidos por su mayor estabilidad ante los agentes de deterioro en comparación con otros tipos de papel. Sin embargo, es muy difícil encontrar información precisa sobre las

características de los soportes de papel comercializados para la impresión digital. Además, la estabilidad de las impresiones también depende de otros factores como son el tipo de tintas utilizadas, de si llevan o no otros materiales añadidos, del sistema de almacenaje utilizado y el tipo de montaje empleado para su exhibición, así como toda una serie de condiciones ambientales que rodean a la obra, por tanto, desde hace algunos años el término “archivo” no es recomendable para designar este tipo de obras (Sheppard 2005), aunque es posible seguir encontrándose en algunos casos ya que varios laboratorios de impresión continúan empleando este concepto como signo de calidad.

A este tipo de términos cabe añadir los sellos de calidad que algunas empresas ofrecen, como es el caso de Digigraphie® de Epson. Este sello, que existe desde el 2003, sólo lo pueden adquirir los laboratorios de impresión y artistas que se comprometen a trabajar con una serie concreta de impresoras y tintas de Epson, así como unos soportes específicos de la propia Epson, Hahnemühle o Canson®, para garantizar la calidad y estabilidad de las impresiones (Epson Europe 2020). En este sentido, cabe destacar que el nombre de estos sellos de calidad tampoco resulta lo suficientemente claro o descriptivo desde el punto de vista de la conservación, ya que al igual que ha ocurrido en el pasado con otras marcas comerciales, éstas pueden desaparecer, y al cabo de los años puede resultar muy difícil comprender el significado de estas marcas o las características de este tipo de impresiones. Lo mismo ocurre con los nombres comerciales que han pasado a describir formas concretas de presentar y exhibir las imágenes impresas, como es el caso de Diasec®; realmente se trata de una marca registrada que describe un proceso que se empleaba básicamente para los montajes de procesos fotográficos de revelado digital, pero que hoy día se utilizan también para la impresión digital, por lo que no determina el tipo de tecnología empleada para la impresión, ni las tintas, ni el tipo de soporte empleado.

Por último, cabe destacar, que además de todas estas variables, existen otras confusiones terminológicas derivadas del tipo de imagen producida mediante la impresión digital, es decir, en ocasiones los objetos se clasifican por lo que parecen y no por lo que realmente son [figura 1]. Esto ocurre asiduamente con las obras de carácter fotográfico; la imagen conceptualmente puede ser una fotografía, pero el proceso de obtención de la misma puede no ser fotográfico, y en vez de emplear materiales fotosensibles y reactivos, lo que genera la imagen es un dispositivo electrónico a través de gotas de tinta. En el libro de Lavédrine, Monod y Gandolfo (2003) esta diferenciación se indica claramente ya que las impresiones digitales se presentan como una categoría fuera de la fotografía, lo que indica que si bien este tipo de impresiones pueden tener un trasfondo conceptual en lo fotográfico, materialmente nada tienen que ver. Esta diferenciación curiosamente no ocurre tan a menudo con otras aproximaciones a la impresión digital como la estampa o pintura, pero lo que sí recalca una vez más, es la necesidad de establecer claramente la materialidad de las obras impresas con tecnología digital en

pro de su conservación. A todo esto cabe añadir el concepto *técnica mixta*, tan difundido para designar todo tipo de obras que aúnan varias técnicas y que también afecta a las impresiones digitales que se combinan con técnicas como por ejemplo la pintura, dibujo o estampa, aumentando aún más la confusión existente.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, es posible realizar una categorización de la variedad terminológica empleada para clasificar y denominar las impresiones digitales con independencia de los materiales constituyentes de las obras. Estas variables se agrupan en cuatro apartados:

1. Conceptos generalistas; *impresión, impresión digital*
2. Nombres comerciales; *Diasac, Digigraphie, Ultrachrome*
3. Términos confusos; *giclée, archival print, archival pigment print*
4. Términos incorrectos; *fotografía, tinta sobre papel, pigmento sobre papel, pigment print*

Como se ha mencionado con anterioridad, ninguna de estas fórmulas describe claramente el objeto artístico, ya que no indican ni la técnica ni los materiales empleados. Esto no sólo denota una falta de criterios objetivos para la sistematización de la identificación, sino que genera una falta de comprensión y confusión sobre las técnicas empleadas,

que posiblemente tiene su reflejo en la conservación de este tipo de obras de arte.

Pautas para la identificación

Una de las principales dificultades para la identificación y empleo de una correcta terminología radica en la evolución y uso de las tecnologías, las tintas y los soportes. Conocer el orden cronológico en el que aparecieron y saber cuándo se emplearon más habitualmente puede ayudar a determinar con mayor precisión las técnicas empleadas en cada obra de arte; algunos sistemas como el láser se desarrollaron antes de que su uso se extendiera al mundo digital, por lo que el resultado de la obra impresa por uno u otro sistema apenas podrá distinguirse si no se conocen más datos sobre la obra, como por ejemplo la fecha de creación. La inyección de tinta y la sublimación son tecnologías algo más nuevas, sin embargo las tintas y soportes empleados han ido evolucionando a lo largo del tiempo [figura 2].

Con el fin de subsanar los problemas ocasionados por la disparidad de términos empleados a lo largo de los años en el ámbito de la creación artística para designar las obras impresas con tecnología de impresión digital, han aparecido algunas sugerencias y propuestas que implican



Figura 1.- Ejemplos tomados del International Digital Miniature Print Portfolio de 2002 (CFPR): a) imagen fotográfica, b) dibujo a pastel, y c) serigrafía. Como se aprecia en las ventanas de detalle, todas las imágenes se han producido con tecnología de inyección de tinta, haciendo constar una vez más la importancia en la correcta identificación de este tipo de obras

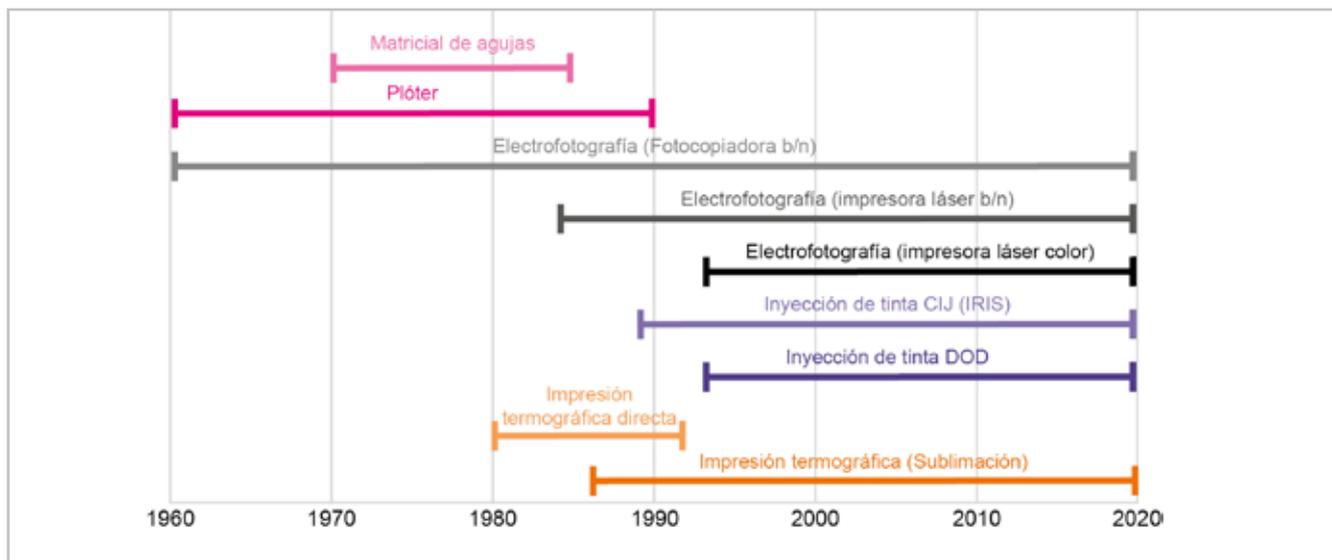


Figura 2.- Línea del tiempo que resume los períodos de utilización de las diversas tecnologías de impresión digital para la generación de obras de arte. Los tramos indicados en cada caso abarcan la tecnología en general, sin embargo hay que tener en cuenta la evolución de algunas de ellas, que ha conllevado ciertas variables en el proceso y en los materiales empleados

la recolección de información sobre dichas impresiones. Jürgens (2009) es uno de los primeros en atender a estas cuestiones en su conocido libro *The Digital Print. A complete Guide to processes, Identification and Preservation*, donde incluye una propuesta de ficha técnica a cumplimentar cuando se produce la obra o entra a formar parte de alguna colección. Ese mismo año el American Institute for Conservation (AIC) desarrolla el *Photographic Information Record* (American Institute for Conservation 2009) para recopilar datos sobre las obras impresas mediante una serie de preguntas diseñadas a modo de cuestionario que se ha traducido a varios idiomas con la intención de convertirse en un formulario estándar a nivel internacional. Sin embargo, en ocasiones es habitual enfrentarse a situaciones en las que la recopilación de la información es compleja; hay artistas que transfieren la impresión de sus trabajos a laboratorios especializados y en ocasiones se produce una pérdida de control en cuanto a la producción. Puede que el o la artista desconozca el nombre de los materiales empleados, y a menudo la información facilitada por el laboratorio de impresión sea más acorde a los términos empleados en su jerga o a los nombres comerciales de los materiales utilizados.

Por este motivo, la forma más sencilla de evitar confusiones terminológicas consiste en la correcta identificación de las impresiones por parte de las y los conservadores cuando la obra pasa a formar parte de una colección. El primer paso se fundamenta en intentar averiguar los materiales que las componen mediante el análisis organoléptico, que no precisa de toma de muestras, con la ayuda de lupas o microscopios en caso de que fuera necesario. Con este tipo de herramientas de magnificación es posible realizar un análisis más exhaustivo de las características observadas a simple vista, de manera que permitan ratificar algunas cuestiones como son: si la textura del soporte queda visible u oculta bajo un recubrimiento, dónde se deposita la tinta

[Figura 3] –sobre el soporte o en el soporte– y la forma en que lo hace, pero también si se han aplicado capas protectoras a la superficie. Todo ello puede detectarse mediante el uso de polarizadores incorporados al microscopio o lupa, lo que permite acertar con mayor precisión sobre las características principales de aquellas impresiones que en principio puedan generar dudas.

Este proceso, que requiere un previo conocimiento de aspectos teóricos básicos, se puede dividir en tres fases principales:

1. El análisis de las características superficiales de la impresión. Mediante el empleo de diversas fuentes de iluminación y su orientación en diversos ángulos se pueden determinar características relativas a la textura de la superficie impresa, su relieve, la uniformidad del brillo superficial y la calidad y definición de la imagen.

Las impresiones electrofotográficas se caracterizan por un sutil brillo diferencial entre las zonas impresas y sin imprimir debido a la composición del tóner –resinas termoplásticas–; también suelen mostrar una trama regular característica en comparación con otras tecnologías, un punteado en zonas no impresas causado por restos de tóner que no se fijan debidamente en el proceso de impresión y que manchan la superficie, así como por una serie de marcas de seguridad que son distintivas de cada modelo de impresora [figura 4 a, b y c]. Por otro lado, las impresiones termográficas de sublimación muestran una gran calidad con transiciones de color suaves debido a la composición de las tintas; en este caso, la apariencia puede variar en función del soporte empleado para la impresión, que pueden ser desde textiles a soportes rígidos de diversa naturaleza, que pueden mostrar su apariencia natural o llevar recubrimientos de color blanco para evitar interferencias con las imagen impresa [figura 4 d, e y f].

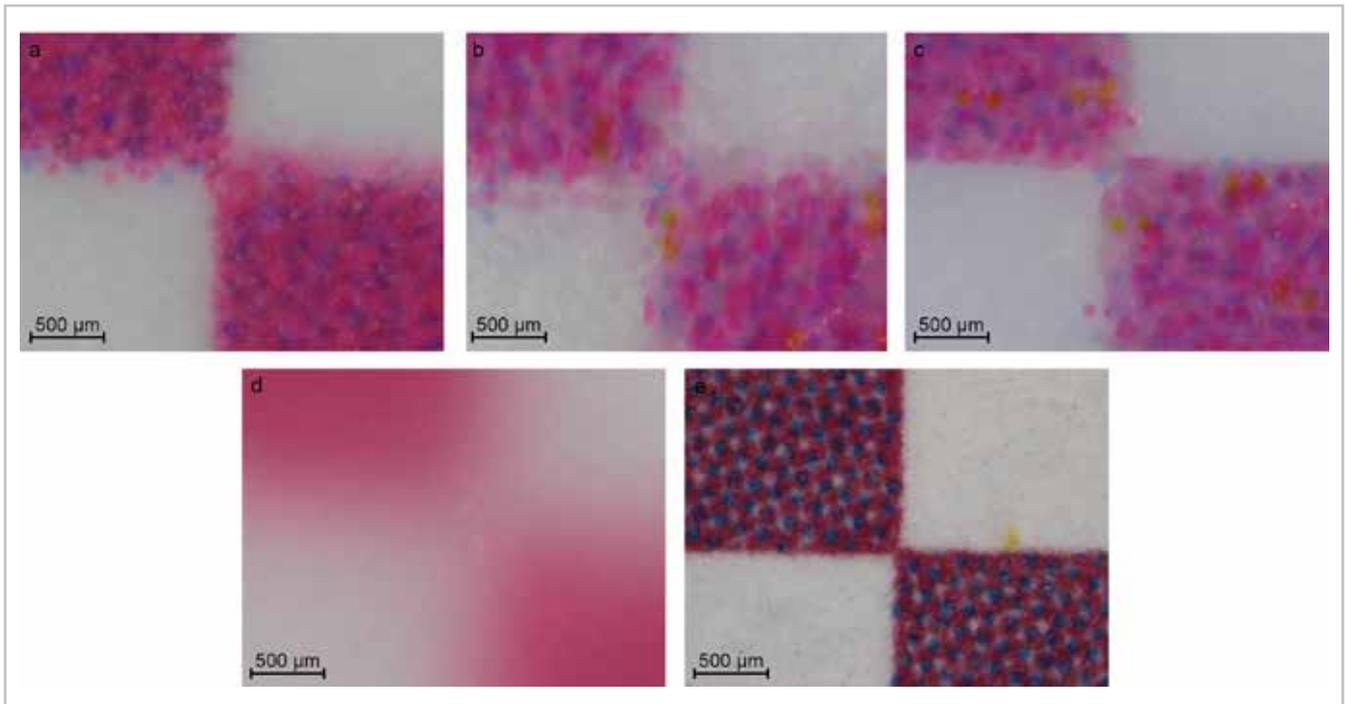


Figura 3.- Imágenes de magnificación obtenidas con microscopio digital Dino-Lite model AM4113 ZT(R4) que muestran de manera generalizada el lugar en el que se depositan las tintas y la forma en que lo hacen en función de las tecnologías de impresión digital: a) Inyección de tinta sobre papel artístico mate; b) Inyección de tinta sobre papel baritado; c) Inyección de tinta sobre papel RC; d) Sublimación de tintes sobre aluminio con acabado de color blanco; e) Electrofotografía de tóner seco sobre papel común. Mientras a, b, c y d quedan más o menos inmersas en las IRL, la muestra d se percibe con total nitidez, indicando que las tintas quedan depositadas en la superficie del soporte

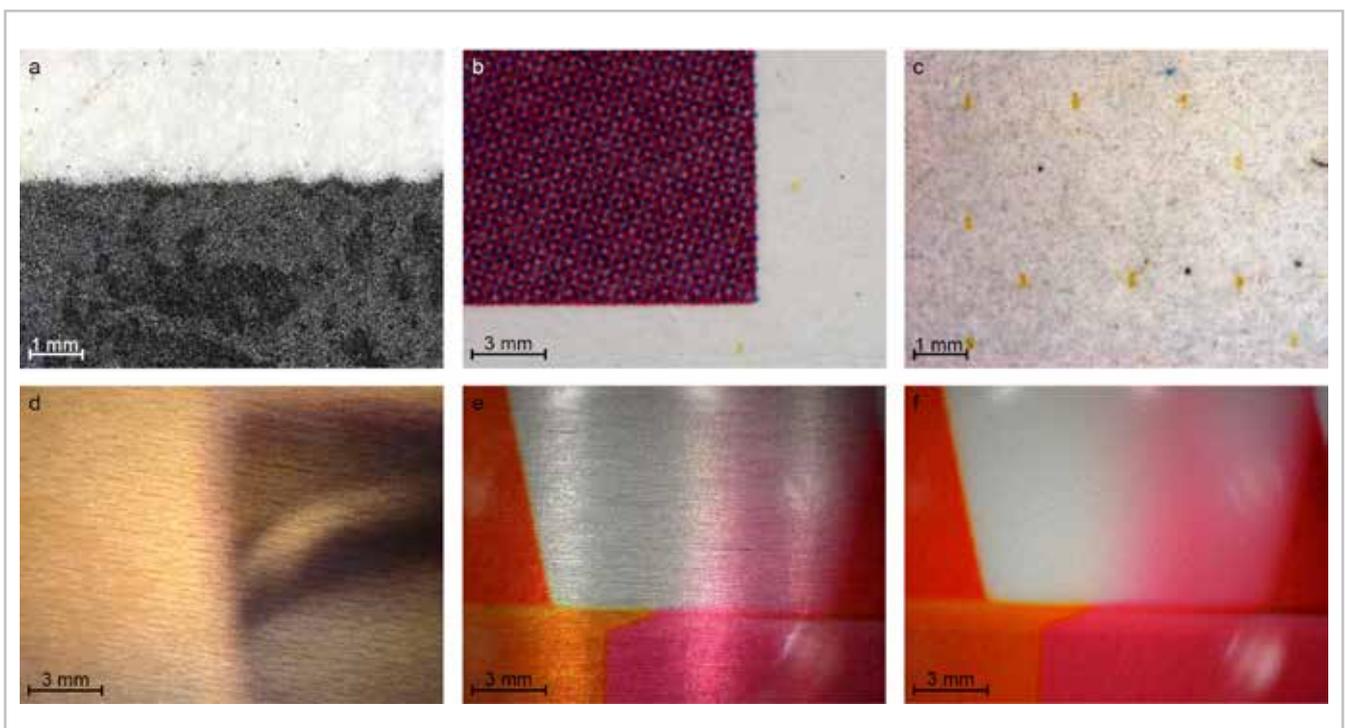


Figura 4.- Características distintivas de las impresiones electrofotográficas: a) Brillo diferencial causado entre las zonas impresas y sin imprimir; b) Trama característica; c) Marcas de seguridad distintivas (color amarillo) y punteado causado por restos de tóner; y características distintivas de las impresiones termográficas de sublimación: d) Impresión realizada sobre madera de arce; e) Impresión realizada sobre soporte de aluminio; f) Impresión realizada sobre soporte de aluminio con recubrimiento blanco

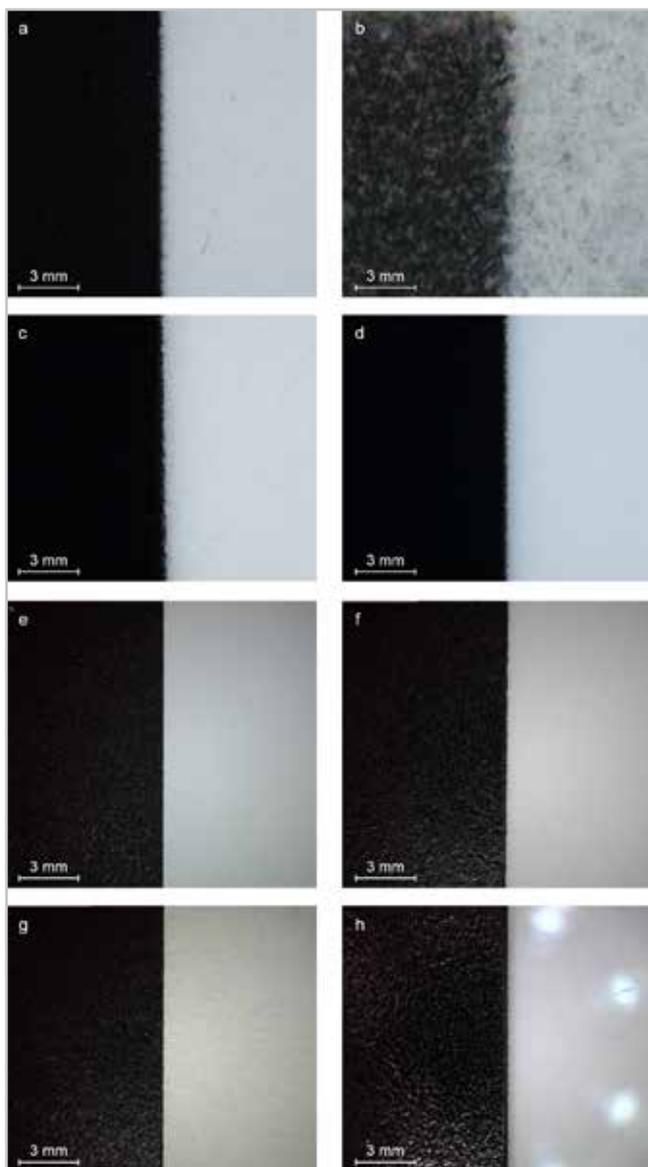


Figura 5.- Aspecto de varios soportes para impresión por inyección de tinta bajo magnificación al microscopio. La mancha negra a la izquierda muestra la zona impresa, la zona blanca se trata de la zona no impresa del soporte: a) Papel de tipo artístico; b) Papel japonés; c) Papel baritado; d) Papel RC; e) Dibond; f) PVC; g) Cartón pluma; h) PMMA.

En cuanto a la inyección de tinta, el tipo de tintas y los soportes son más variados, por tanto, el resultado final de la impresión también se verá diferente. Los soportes de papel tipo artístico se caracterizan por superficies mate, con tonos que oscilan del blanco al beige, con mayor o menor textura y aspecto aterciopelado, por el contrario, los papeles RC tienen una superficie blanca lisa de aspecto plástico. Estas características de los soportes de papel afectan al aspecto que muestran las tintas de base acuosa, que varía considerablemente en cuanto a su densidad de color y en la definición de los bordes entre las zonas impresas y sin imprimir [figura 5 a, b, c y d]; en función de la apariencia de las tintas también se puede estimar si la impresión ha sido producida con tintes o pigmentos [figura 6]. El tipo de

tintas empleadas también afecta considerablemente al resultado final, de manera que, mediante el uso de tintas de curado ultravioleta, se pueden observar diferencias de brillo entre las zonas impresas y las que no lo están, así como cierto relieve creado por la tinta sobre la superficie, que difiere notablemente de las tintas de base acuosa [figura 5 e, f, g y h]. Además de estas diferencias detectables con herramientas de magnificación, también es posible especular sobre el tipo de tintas empleado analizando la obra más a grosso modo, de manera que, si sólo se observa un único soporte rígido y la obra de arte ha sido creada a partir del año 2000, posiblemente la pieza haya sido impresa mediante tecnología de inyección de tinta con tintas UV; si su fecha es anterior, seguramente haya sido impresa con tintas de tipo solvente.

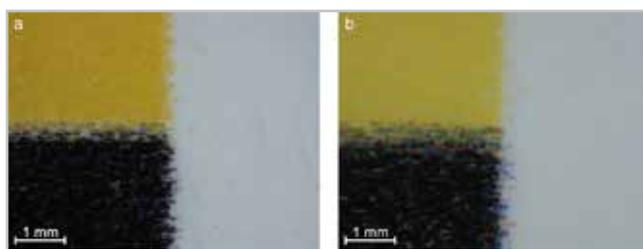


Figura 6.- Diferencias entre tintas de base acuosa basadas en pigmentos (a) o tintes (b). Se percibe una clara diferencia en la intensidad del color y definición del punto debido a la mayor penetración de los tintes en el soporte tanto en sentido vertical como horizontal

En ocasiones es posible encontrar impresiones con acabados especiales que modifican de alguna manera su aspecto general, mostrando un acabado uniforme independientemente de la combinación tinta/soporte empleado, por lo que habrá que recurrir a otras formas de observar la impresión para tratar de averiguar los materiales que la componen, como por ejemplo la observación de su perímetro y/o reverso. Estas modificaciones, que también pueden detectarse con facilidad mediante la magnificación, pueden consistir entre otros, en la aplicación de films plásticos en los soportes de papel, como son los laminados [figura 7 a y b] y la aplicación de capas de brillo mediante las impresoras diseñadas para las tintas de curado ultravioleta, que pueden variar en su grosor y textura [figura 7 c y d].

2. La observación del canto de las piezas sirve de complemento a la anterior inspección ya que permite detectar si la impresión está compuesta por una capa (soporte impreso), por dos (soporte impreso y montaje), tres (impresión, montaje y acabado) o más capas, confirmando o desechando algunas sospechas ya anotadas en la fase anterior [figura 8].

Prestar atención al perímetro de las impresiones, y especialmente a las esquinas, también puede resultar de interés, debido a que éstas suelen ser una de las zonas

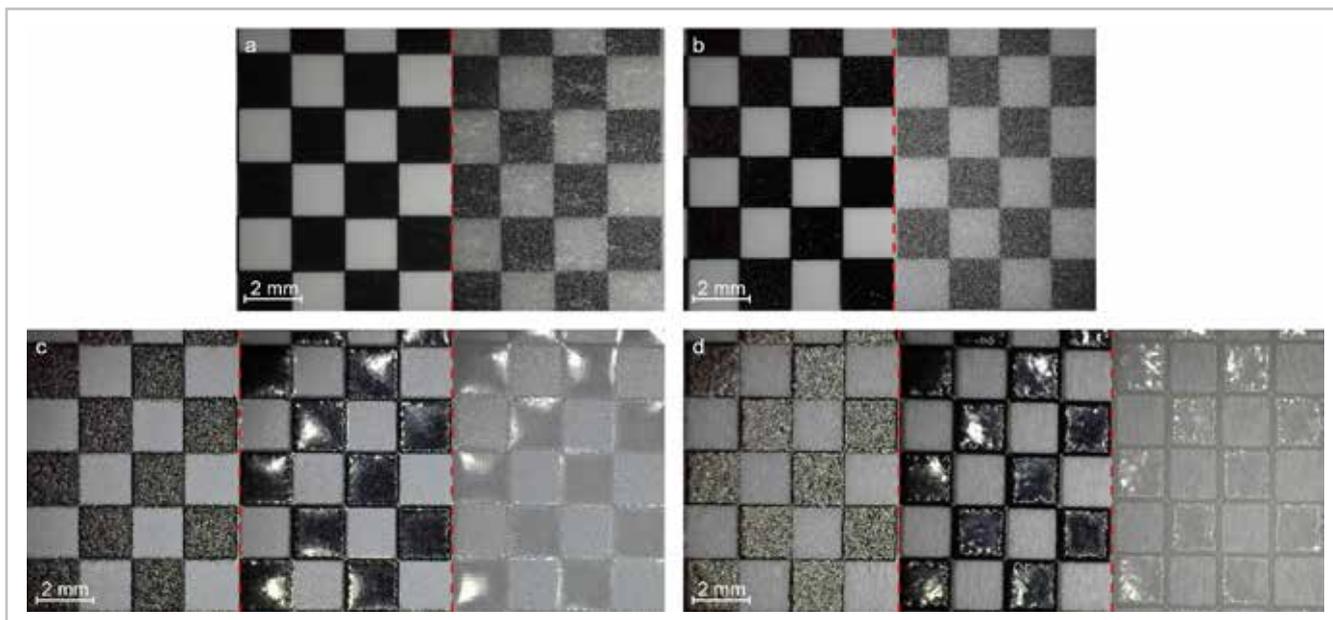


Figura 7.- Algunos acabados especiales aplicados a las impresiones digitales: a) Papel de tipo artístico sin laminar (izquierda) y laminado PSA mate (derecha); b) Papel RC sin laminar (izquierda) y laminado PSA mate (derecha); c) Dibond impreso con tintas curables en ultravioleta (izquierda), tinta y una capa impresa de barniz brillo (centro) e impresión de una capa de barniz brillo directamente sobre el soporte (derecha); d) PVC impreso con tintas curable en ultravioleta (izquierda), tinta más cinco capas de barniz brillo impresas (centro) e impresión de cinco capas de barniz brillo directamente sobre el soporte.

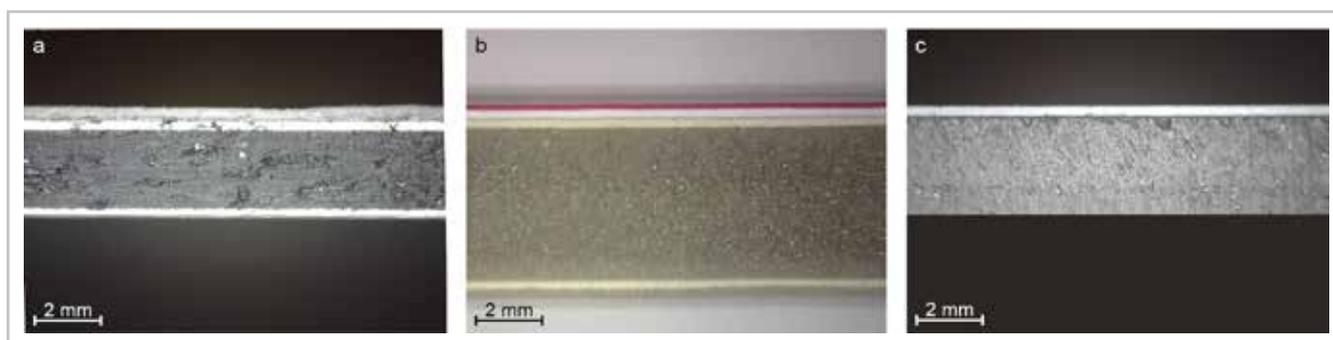


Figura 8.- Corte transversal de impresiones realizadas en papel artístico montadas sobre diversos soportes mediante adhesivos PSA: a) Dibond®; b) Cartón pluma; c) PMMA.

más susceptibles de sufrir deterioros, dejando a la vista los diferentes materiales que pueden componer las impresiones, o incluso su proceso de impresión [figura 9]. En este punto puede resultar interesante la ayuda de un microscopio o lupa para la detección de los diferentes materiales con mayor detalle.

3. En el caso de proseguir con dudas respecto a la identificación, es recomendable tratar de comparar los datos y las imágenes tomadas con la información ofrecida en las principales fuentes como el DP3 o Graphics Atlas. También existe un banco de imágenes online creado por Jürgens (2019) donde se puede observar infinidad de muestras impresas mediante una gran cantidad de variables tecnológicas sobre diferentes materiales y tipos de tinta que ayudan a identificar con mayor certeza las impresiones.

Propuesta de una nueva terminología

Con la información obtenida, se puede desarrollar un esquema de los materiales constituyentes de cada obra, que servirá para conocer su proceso de producción y también para denominarlo de acuerdo a una nomenclatura precisa y exenta de nombres comerciales.

Como se ha mencionado con anterioridad, a la hora de conservar impresiones digitales resulta esencial conocer los diversos tipos de tecnología existentes, sus características y el tipo de tintas y soportes disponibles en cada caso para así poder crear definiciones más claras y concisas, y establecer las características diferenciadoras. Esta precisión, obviamente, debe tener su reflejo en la catalogación de las obras, que a su vez determina la información de las cartelas que aparecen

Tabla 1.- Esquema de la información sobre los materiales de una impresión digital (de general a precisa)

Nombre genérico	Tecnología de impresión (proceso)	Soporte	Acabado	Tipo de montaje
Impresión digital	Inyección de tinta Sublimación de tintes Electrofotografía	Papel: - Artístico - Microporoso - Polimérico - RC	Laminado Barnizado Pintado Cortado ...	Encapsulado Enmarcado ...
		Textil: - Lienzo - Seda - Poliéster		
		Plástico: - PMMA - PVC		
		Metal: - Aluminio		
		Materiales compuestos: - Cartón pluma - Paneles de aluminio compuesto		

en las exhibiciones junto con las obras, y que ayudará al visitante a comprender la riqueza existente en el ámbito de la impresión digital, generando una vez más información importante para su puesta en valor.

Aunque al personal encargado de la conservación de las obras le interese obtener todos los datos posibles sobre una determinada pieza, la información que acompaña a las impresiones digitales en una exposición no tiene por qué ser tan extensa, por no resultar de relevancia para la gran mayoría del público. Por este motivo, y cumpliendo con la función didáctica de museos e instituciones, sería suficiente con que tal y como se muestra en la siguiente [tabla 1], la información básica se redujera a los dos primeros términos (nombre genérico y tecnología de impresión), pudiendo ser ampliada en función de las necesidades para ofrecer datos más específicos.

Conclusiones

La conservación de las obras artísticas comienza por un buen conocimiento de las técnicas y materiales empleados para su creación. En el caso de las obras creadas mediante dispositivos de impresión digital, esta cuestión también resulta esencial, por un lado, debido a la evolución tecnológica que ha acarreado cambios en los procesos y materiales para la obtención de imágenes, y por otro lado, por las posibilidades que existen de combinar materiales,

acabados y sistemas de montaje, dando lugar a una gran variedad de resultados.

Cada tecnología de impresión permite el uso de unos materiales determinados, siendo la inyección de tinta la más versátil y empleada en la actualidad.

Mediante el examen organoléptico basado en las tres fases descritas es posible acotar con mayor certeza la materialidad de las impresiones digitales, permitiendo denominar a los objetos por lo que son y no por su aspecto, lo que facilita la correcta toma de decisiones respecto a la conservación de las impresiones digitales, además de poner en conocimiento los procesos específicos que forman parte de un número cada vez mayor de obras artísticas del patrimonio contemporáneo.

Referencias

ALCALÁ, J R. y ARIZA, J. (Coord.). (2004). *Explorando el laberinto. Creación e investigación en torno a la gráfica digital a comienzos del siglo 21*. Cuenca: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

AMERICAN INSTITUTE FOR CONSERVATION (2009). "Photographic Information Record". <https://www.culturalheritage.org/membership/groups-and-networks/photographic-materials-group/publications/photographic-information-record> [consulta :1/9/2020].

ASH, N.; HOMOLKA, S. y LUSSIER, S. (2014). *Descriptive Terminology for Works of Art on Paper. Guidelines for the accurate and consistent description of the materials and techniques of drawings, prints and collages*. Filadelfia: Philadelphia Museum of Art.

BENJAMIN, W. (2010). *La obra de arte en la época de su reproducción mecánica*. Madrid: Casimiro.

BURGE, D.; NISHIMURA, D. y ESTRADA, M. (2008). "Summary of the DP3 Project Survey of Digital Print Experience within Libraries, Archives, and Museums". En *Archiving Conference*, Berna: Society for Imaging Science and Technology, 133-136.

BURGE, D., NISHIMURA, D. y ESTRADA, M. (2009). "What do you mean when you say digital print?", *Archival Outlook*, March/ April: 6-25.

CASTRO, K. (2005). *Mapas invisibles para una gráfica electrónica: de la huella incisa al grabado con luz*. Vigo: Universidade de Vigo.

EPSON EUROPE (2020). "Digigraphie by Epson". <https://www.digigraphie.com/en/index.htm> [consulta: 4/10/2020].

GARCÍA, L. (2010). *Conservación y Restauración de Arte Digital* (Tesis Doctoral). Madrid: Universidad Europea de Madrid.

HERRÁEZ, J. A. (2017). *Fundamentos de Conservación Preventiva*. Madrid: Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE).

IMAGE PERMANENCE INSTITUTE [IPI] (2007). "Digital Print Preservation Portal (DP3)". <http://www.dp3project.org/> [consulta: 15/10/2020].

IMAGE PERMANENCE INSTITUTE [IPI] (2009). "Graphics Atlas". <http://www.graphicsatlas.org/> [consulta: 11/10/2020].

INSÚA, L. (2003). *La estampa digital. El grabado generado por ordenador* (Tesis doctoral). Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

JOHNSON, H. (2005). *Mastering Digital Printing* (2ª ed.). Boston: Thomson Course Technology.

JÜRGENS, M. (1999). *Preservation of Ink Jet Hardcopies. Capstone Project, Cross-Disciplinary Studies*. Rochester: Rochester Institute of Technology.

JÜRGENS, M.C. (2009). *The digital print. Identification and Preservation*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute.

JÜRGENS, M. (2019). "The Eye". <http://the-eye.nl/> [consulta: 5/10/2020].

LAVÉDRINE, B; MONOD, S. y GANDOLFO, J.P. (2003). *A Guide to Preventive Conservation of Photograph Collections*. Los Angeles: Getty Conservation Institute.

MACÍAS, J. M. (2015). *Arte gráfico digital. Propuestas para una creación mediante procesos híbridos* (Tesis doctoral). Málaga: Universidad de Málaga.

MAYNÉS, P. (2012). "Terminología para los sistemas de producción de imagen múltiple". En *Jornadas sobre Conservación Preventiva de Fotografía Contemporánea y Soportes Electrónicos*, Madrid.

NOBLE, J. (1997). "Fractal attraction: Print meets computer". En *Computers and art*, Mealing, S. (ed.). Exeter: Intellect Books, 77-95.

SHEPPARD, R. (2005). "What does archival really mean?", *Digital PhotoPro*, 3 (3): 130.

WILHELM, H. (2006) "A 15-year history of digital printing technology and print permanence in the evolution of digital fine art photography - From 1991 to 2006". En *NIP22 & Digital Fabrication Conference. International Conference on Digital Printing Technologies*. Springfield: The Society for Imaging Science and Technology, 308-315.

Autor/es



Iraia Anthonisen-Añabeitia

iraia.anthonisen@ehu.eus

Departamento de Pintura, Facultad de Bellas Artes, Universidad del País Vasco (UPV-EHU)

Licenciada en Bellas Artes (Conservación y Restauración de Bienes Culturales). Máster en Conservación y Exhibición de Arte Contemporáneo (CYXAC) por la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) (2013). Desde el 2015 imparte docencia en la Universidad del País Vasco (UPV-EHU) en el Grado de Conservación y Exhibición de Bienes Culturales. En la actualidad está finalizando su tesis doctoral internacional sobre el uso de las tecnologías de impresión digitales en la creación artística contemporánea y su conservación. Ha trabajado como conservadora-restauradora de obras contemporáneas y obra gráfica de carácter internacional pertenecientes a colecciones privadas, en las que también ha realizado trabajos de catalogación. Sus líneas de investigación se centran en la conservación y restauración de arte contemporáneo y obra gráfica, sistemas de impresión digital y documentación. <https://orcid.org/0000-0002-4738-4027>



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.993>

INVESTIGAÇÕES EM CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO

Investigaciones en Conservación del Patrimonio

Esquecer, para não lembrar: o patrimônio negro invisibilizado no centro legalmente protegido da Laguna, Brasil

Danielle Rocha Benício, Ivie Mesquita, Letícia Damazio de Jesus, Maria Laura dos Santos Sebastião

Resumo: Este trabalho objetiva averiguar o *status* da preservação do patrimônio imóvel referente à cultura negra, partícipe da história de Laguna (território luso, *locus* do Tratado de Tordesilhas e terceira cidade mais antiga do Estado de Santa Catarina, no Brasil). Considera-se a hipótese de que o discurso histórico positivo de enaltecimento do branco, português cristão, fundamentou as ações preservacionistas no município lagunense, ignorando e desprezando os demais povos: a hegemonia do legado de descendência portuguesa cristã leva à invisibilização dos legados sobretudo indígena e negro. Questiona-se: o que configura o patrimônio imóvel dos negros na Laguna? A resposta a tal questão recorre à pesquisa histórica, incluindo a análise bibliográfica e iconográfica, e ao levantamento de dados *in loco*. Entre as principais conclusões preliminares, constata-se que, a despeito das sobrevivências dos espaços de presença negra no Centro legalmente protegido, estas não são deveras reconhecidas e valorizadas - em geral, não são legalmente protegidas.

Palavras-chave: patrimônio imóvel, patrimônio negro, invisibilização, preservação, Laguna, centro legalmente protegido

Olvidar, para no recordar: el patrimonio negro invisibilizado en el centro legalmente protegido de Laguna, Brasil

Resumen: Este trabajo tiene como objetivo investigar el *status* de la preservación del patrimonio inmueble referente a la cultura negra, partícipe de la historia de Laguna (territorio portugués, *locus* del Tratado de Tordesillas y tercera ciudad más antigua del Estado de Santa Catarina, en Brasil). Se considera la hipótesis de que el discurso histórico positivo de enaltecimiento del blanco, portugués cristiano, fundamentó las acciones conservacionistas en el municipio lagunense, ignorando y despreciando los demás pueblos: la hegemonía del legado de la descendencia portuguesa cristiana lleva a la invisibilización de los legados sobre todo indígena y negro. Se cuestiona: ¿qué configura el patrimonio inmueble de los negros en la Laguna? La respuesta tal cuestión utiliza la investigación histórica, incluyendo el análisis bibliográfico e iconográfico, y la recopilación de datos *in loco*. Entre las principales conclusiones preliminares, resulta que, a pesar de las supervivencias de los espacios de presencia negra en el Centro legalmente protegido, estas no son realmente reconocidas y valoradas - luego, no están protegidas legalmente.

Palabras clave: patrimonio inmóvil, patrimonio negro, invisibilización, preservación, Laguna, centro legalmente protegido

Forget, not to remember: the black heritage invisibilized in the legally protected center of Laguna, Brazil

Abstract: This work has the objective to study the status of the built patrimony preservation, with a main focus on the black culture, participant in the history of Laguna (portuguese territory, *locus* of the Treaty of Tordesillas and the third oldest city of the State of Santa Catarina, in Brasil). It is considered the hypothesis that the positive historic discourse that praises the white, portuguese Christian, has based the actions of preservation of Laguna's patrimony, ignoring and despising other peoples: the hegemony of the legacy of portuguese christian descent leads to the invisibilization of legacies, mainly indigenous and black. The question arises: what constitutes the immovable patrimony of blacks in Laguna? The answer of this question calls upon historical research, including bibliographic and iconographic analysis, and the data survey *in loco*. Among the main preliminary conclusions, it was verified that the places of black presence at the protected central area are not recognized or appreciated, therefore, not preserved.

Keyword: property heritage, black heritage, invisibilization, preservation, Laguna, legally protected center

Considerações iniciais

Este trabalho origina-se da ação acadêmica de iniciação científica começada em 2018, objetivando contribuir para o reconhecimento dos espaços sagrados das religiões de matriz africana em Laguna. Este município localizado em Santa Catarina, no Brasil, *locus* do Tratado de Tordesilhas, consiste na terceira cidade mais antiga do Estado, fundada oficialmente no século XVII por Domingos de Brito Peixoto, bandeirante vicentino católico de origem portuguesa, abastado proprietário de escravizados indígenas e negros. Este colonizador rechaça os indígenas Carijós, povo originário, toma posse das terras do atual litoral sul catarinense e edifica uma singela capela consagrada a *Santo Antônio dos Anjos da Laguna*, a partir da qual é implantado o modesto casario, estruturada a vila homônima ao padroeiro na primeira metade do século XVIII, elevada à cidade nomeada *Laguna* em 1847 (Benício 2018). Esse berço citadino, presente área central, sedia aproximadamente 600 imóveis de diferentes tempos e estéticas, predominantemente coloniais, ecléticos, neocoloniais e *art déco* (Benício *et al.* 2013).

A primeira ação oficial de preservação do patrimônio em Laguna, executada pelo *Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional* (Iphan) em 1954, é o tombamento (proteção legal) federal da antiga Casa de Câmara e Cadeia, que representa a presença do governo da Coroa lusitana. Esta edificação, protegida de modo isolado, após obra dita de “restauração”, em 1956, é transformada no Museu Histórico Anita Garibaldi (Brasil 1953).

A seleção dessa obra de arquitetura lagunense para tombamento federal refletiu a postura do então Dphan na época - nomeada por Fonseca (1997) de *Fase Heróica* - que ao tomar o bem para análise e parecer privilegiava a excepcionalidade, a importância da representatividade histórica, os remanescentes da arte colonial brasileira ou da cultura luso-brasileira (em detrimento dos demais períodos/estilos), e a capacidade de gerar a identidade nacional, fundada numa ordem ideológica e política. (Benício *et al.* 2013).

Posteriormente, em 1977, promulga-se a Lei n. 34, que estabelece a proteção do patrimônio público histórico, artístico e natural do município (Laguna 1977). No ano seguinte, publiciza-se o *Plano de Restauração e Utilização Social e Econômica do Patrimônio Cultural, Histórico, Artístico, Paisagístico e Arquitetônico da Laguna* (Laguna 1978: 20, 22), visando “preservar a feição histórica e o perfil madeirense e açoriano da Laguna [...]”, ou seja, “a preservação dos marcos e dos locais por onde passaram os colonizadores e povoadores madeirenses e açorianos e que nela ficaram os traços indelévels de sua cultura.” Embasada nesse Plano, a Municipalidade tomba edificações e fachadas testemunhas desses mesmos colonizadores; inclusive, por exemplo, defende a restauração da Casa Pinto d’Ulysséa, tenente coronel lusitano, cuja “[...] casa de estilo português, cópia fiel

de uma quinta portuguesa, é totalmente revestida de azulejos importados de Portugal [...]” (Laguna 1978: 34).

Depois disso, em 1985, o Iphan institui o tombamento federal do berço citadino, justificado pela cidade consistir num documento para a história do Brasil (Sant’anna 1995), conservando a suposta homogeneidade luso-brasileira do conjunto edificado articulado ao sítio natural (Brasil 1984). Além da Igreja Santo Antônio dos Anjos da Laguna, notabilizam-se somente as edificações localizadas à sua direita, vinculadas ao poder civil, representativas do homem branco, português cristão, abastado e escravagista (Benício 2018). Contudo, no final do século XIX, Laguna possui significativa presença negra, fato comprovado, por exemplo, através de registros de batismo (Passos 2015) e documentos dos espaços de associativismo (Rosa 2019).

Destarte, considera-se como hipótese deste trabalho que o discurso histórico positivo de enaltecimento do branco, português cristão, fundamentou as ações preservacionistas no município, ignorando e desprezando os demais povos: a hegemonia do patrimônio de descendência portuguesa cristã leva à invisibilização dos legados indígena e negro. Daí a questão: quais são as potenciais memórias negras no Centro legalmente protegido lagunense? O que configura o patrimônio imóvel dos negros na Laguna?

Assim, almeja-se reconhecer o patrimônio imóvel dos negros no Centro legalmente protegido da Laguna. Deste objetivo geral decorrem os objetivos específicos: identificar as potenciais memórias negras no citado Centro; pesquisar, caracterizar e analisar os espaços de presença negra neste berço citadino; verificar e refletir sobre o *status* da preservação desses espaços como patrimônio na realidade contemporânea; e contribuir para a visibilidade, a valorização e a salvaguarda das memórias negras na Laguna. A consecução de tais metas recorre aos procedimentos metodológicos de: pesquisa histórica, incluindo as análises bibliográfica e iconográfica sobre o caso lagunense (abrangendo história urbana, preservação do patrimônio, legislações urbanística e preservacionista e população negra); e levantamento de dados *in loco* na área central (com preenchimento de ficha padronizada, entrevistas e registro fotográfico).

Logo, remete-se à identificação das principais memórias e dos mais significativos patrimônios imóveis referentes à cultura afrodescendente - dos espaços de presença negra no Centro legalmente protegido da Laguna: o antigo porto, relacionado à rota do tráfico de escravizados, ao embarque de indígenas e desembarque de negros; a Fonte da Carioca, relativa ao trabalho de negros de busca de água potável e lavagem de roupas sujas; a antiga Capela Nossa Senhora do Rosário, ligada à manifestação religiosa de matriz africana; e aos espaços de associativismo, vinculados às sociedades recreativas.

Desvelamento do legado negro no centro legalmente protegido da Laguna

Este trabalho ancora-se nos estudos sobre decolonialidade e “explicita a renovação teórico-metodológica de salvaguarda, baseada na atualização dos referenciais na nova história, na ampliação da noção de bem patrimonial e da relação de valores atribuíveis.” (Benício 2018: 45). Desde a década de 1990, Aníbal Quijano publica reflexões críticas sobre a *colonialidade do poder*, articulada à modernidade na América Latina. Daí realizam-se revisões, reexaminando problemáticas histórico sociais latino-americanas consideradas encerradas ou resolvidas - reformulam-se definições basilares e concepções teóricas universalizantes, além de se reanalisarem casos específicos.

A categoria *colonialidade do poder*, proposta por Quijano para nomear o padrão de dominação global que se constitui como a face oculta da modernidade, é a noção central [...]. Noção que permite nomear a matriz de poder própria da modernidade, que impregna desde sua fundação cada uma das áreas da existência social humana. A colonialidade do poder configura-se com a conquista da América, no mesmo processo histórico em que tem início a interconexão mundial (globalidade) e começa a se constituir o modo de produção capitalista. Esses movimentos centrais têm como principal consequência o surgimento de um sistema inédito de dominação e de exploração social, e com eles um novo modelo de conflito. Nesse cenário histórico geral, a colonialidade do poder configura-se a partir da conjugação de dois eixos centrais. De um lado, a organização de um profundo sistema de dominação cultural que controlará a produção e a reprodução de subjetividades sob a égide do eurocentrismo e da racionalidade moderna, baseado na classificação hierárquica da população mundial. De outro, a conformação de um sistema de exploração social global que articulará todas as formas conhecidas e vigentes de controle do trabalho sob a hegemonia exclusiva do capital. [...] Com a emancipação latino-americana no início do século 19, iniciou-se um processo de descolonização parcial, já que as repúblicas conseguiram livrar-se do peso da dominação política das metrópoles, mas a colonialidade e seus principais efeitos continuaram a ordenar essas sociedades, produzindo-se, com o passar do tempo, diversas estruturas sociais de matriz colonial. (Quintero, Figueira y Elizalde 2019: 5-6).

O conceito decolonial compõe os enunciados teóricos que criticam a modernidade eurocêntrica, baseada em: divisão e hierarquização racial entre brancos europeus, considerados humanos superiores, e não europeus, incluindo indígenas e negros, rebaixados a mercadorias; primazia da religiosidade monoteísta cristã; universalidade da racionalidade cientificista europeia; produção capitalista escravagista/servil; estabilização de estados-nações e constituição das respectivas identidades

nacionais. Concomitantemente, tal conceito atrela-se à dissolução das estruturas, e de seus principais dispositivos, de discriminação, dominação e exploração oriundas do período colonial em prol de cidadania e democracia (Quijano 2014). É imprescindível efetivar a decolonialidade: do ser - valorização dos distintos grupos étnicos; do saber - consideração das diversas epistemologias, sem desqualificação epistêmica, nem oposição, tampouco negação ontológica; da natureza - defesa do meio ambiente e conservação ecológica; e do gênero - deferência e reescrita sob a perspectiva do feminino e dos demais tipos. Deveras, a decolonialidade constitui política e ação de resistência de povos discriminados, dominados e explorados. Ponderando que conhecimento e poder estão interligados, é mister construir novas verdades, melhor equalizando as relações assimétricas de poder e minimizando toda discriminação, dominação e exploração- marginalização e exclusão.

O colonialismo engendrou um sistema interétnico etnocêntrico criando uma relação de desigualdade e estratificação fundada na oposição entre “civilizado” e “selvagem” ou “primitivo”, em que se faculta ao primeiro o direito de retirar dos povos “não civilizados” o estatuto de sociedades autônomas. Essas sociedades passam a ser apreendidas como inca-pazes de autodeterminação. Assim o colonialismo não reconhecia a soberania das nações africanas nem no plano formal, nem no plano prático das relações inter-societárias. Os povos africanos passaram a ser encarados em termos de finalidades econômicas do expansionismo colonial, como fornecedores compulsórios de mão-de-obra escrava para o desenvolvimento de atividades produtivas de interesse da economia mercantil.

A escravidão contextualiza e sobredetermina as relações entre negros e brancos na sociedade brasileira. Os negros vieram para o Brasil como escravos e como tal integrados à formação colonial. Despojando-o de sua condição de pessoa, a escravidão nega-lhes o estatuto de agente social, condicionando e confinando sua existência no trabalho. (Bandeira 1990: 9).

Este trabalho sobre Laguna aborda o sujeito negro como protagonista diferente do discurso amplamente publicizado sobre essa cidade, fundado no enaltecimento do colonizador branco, português cristão, que resulta no apagamento da cultura do colonizado de origem africana, aliás, das instâncias da vida afrodescendente. Os bens desse povo não são suficientemente rememorados, sequer são realmente conhecidos, tampouco objetos de políticas e ações de tutela pela municipalidade. Recordar-se que as medidas preservacionistas efetuadas na urbe lagunense ignoram e desprezam o que não for espelhamento, provocando a invisibilização das heranças indígena e negra. Urge, pois, investigação, identificação, caracterização e salvaguarda das memórias da negritude, contribuindo para o fortalecimento da identidade em prol de cidadania e democracia na realidade cidadina.

Indicar que as memórias e os esquecimentos podem ser semeados e cultivados corrobora a importância de se trabalhar pela desnaturalização desses conceitos e pelo entendimento de que eles resultam de um processo de construção que também envolve outras forças, como por exemplo: o poder. O poder é semeador e promotor de memórias e esquecimentos.

[...] Reconhecer que existem relações entre o poder e a memória implica em politizar as lembranças e os esquecimentos. A memória - voluntária ou involuntária, individual ou coletiva - é, como se sabe, sempre seletiva. O seu caráter seletivo deveria ser suficiente para indicar as suas articulações com os dispositivos de poder. (Chagas 2002: 44).

Ou seja, o patrimônio revela-se como algo a ser lembrado, estimado e guardado, servindo para educar o indivíduo (disciplinando seu comportamento), estimular seu senso estético (internalizando e repetindo o ideal de beleza) e afirmar o nacional (incorporando os princípios homogeneizadores e abafando as diversidades). Ratifica-se que o patrimônio relaciona-se a poder e memória, posto que manifesto por bens produzidos no passado, que permanecem no presente, funcionando como gatilhos a despertar conhecimentos de outrora, considerados indispensáveis no futuro. O reconhecimento como patrimônio decorre da decisão do que deve sobreviver, através da imposição monocrática ou da disputa entre grupos. Tal seleção gera: manutenção do *status quo* -fixação da ordem estabelecida, consolidação da estrutura jurídica, cultivo dos valores culturais tradicionais, reprodução do constructo científico, etc.-; ou possibilita mudança da situação vigente, com mais inclusão e equidade. Para Varine (1979: 12), "*foram os países europeus que impuseram aos não europeus seu método de análise do fenômeno e patrimônio culturais; obrigaram as elites e os povos destes países a ver a sua própria cultura com olhos europeus.*"

No contexto colonial lagunense, os descendentes das principais famílias colonizadoras espelham-se na escrita da história, na predileção por memórias e no estabelecimento de patrimônios - fixam os dispositivos e, através disso, o que se permite saber, o que se pode lembrar e o que se deve esquecer, o que se autoriza fazer e o que se coíbe de acontecer. O patrimônio integra eficazmente a rede de relações de poder e articula visualmente o discurso que "explica" o mundo, condiciona o olhar e aprisiona o entendimento. As memórias predilecionadas e os patrimônios estabelecidos passam, então, a ser tratados como a expressão da totalidade das coisas e dos seres, do universal, como se pudessem expressar o real em toda a sua complexidade, livre de contradições, excludências e conflitos (Chagas 2002).

As memórias e os potenciais patrimônios referentes aos negros em Laguna ainda estão no esquecimento, mantidos invisibilizados, e demandam ser, com premência, trazidos à tona, à consciência contemporânea. É irrenunciável o desvelamento do legado negro no Centro legalmente

protegido. A identificação e a defesa dos bens patrimoniais da negritude, além de ancoradas nos recentes estudos sobre decolonialidade, fundam-se na ampliação da noção de patrimônio.

Castriota (2009) aponta que no Brasil ao longo do século XX há um alargamento do conceito de patrimônio, desde a formulação original delimitada pelas excepcionalidades estética e/ou histórica, até a concepção atual abrangendo bens móvel ou imóvel, material ou imaterial, público ou particular, e paisagens cultural ou natural. Assim, contemplam-se manifestações antes desprezadas, sequer cogitadas. Tal ampliação também é assumida em instrumentos legais de preservação, que testemunham o respectivo avanço no Direito nacional. Da promulgação do *Decreto-Lei Federal 25 de 1937* (Brasil 1937) à publicação da *Constituição da República Federativa do Brasil* de 1988 (Brasil 1988), mantém-se o tombamento e acrescentam-se o inventário e o registro; expande-se a noção patrimonial e consolida-se o termo *patrimônio cultural*, como bem portador de referência à identidade, à ação e à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade. Pela primeira vez é oficializada legalmente a diversidade cultural brasileira, passando a ter relevância jurídica os legados populares, indígenas e negros. Apesar da evolução conceitual, na prática, as memórias dos povos não brancos urgem por ser defendidas. A propósito, Fonseca (1997) e Andrade (2011) comprovam que até meados da década de 1960, a seleção de bens para tombamento pelo Iphan privilegia exclusivamente a arquitetura colonial representativa da Igreja e da Coroa, especialmente o Barroco dos séculos XVII e XVIII - a produção cultural de origem africana, raramente, a partir da década de 1980, constitui os processos de proteção.

Reconhecimento dos espaços invisibilizados de presença negra no centro legalmente protegido da laguna

—Antigo porto

A cidade de Laguna origina-se do objetivo da coroa portuguesa de garantir a posse do território e explorar suas riquezas; e atrela-se a qualidades geográficas estratégicas como: ancoradouro natural na laguna Santo Antônio dos Anjos; via de interligação entre o porto marítimo, essa laguna e as demais lagoas e rios navegáveis; base extrema para o alargamento da fronteira sul dada pelo Tratado de Tordesilhas, rumo ao rio da Prata e à Colônia do Santíssimo Sacramento; sítio plano protegido pelos morros circundantes; local dotado de fonte potável; e porto exportação dos bens da região, oriundos da caça e do aprisionamento de indígenas para escravização e da captura de pescados para alimentação. Logo, "[...] o porto foi, incontestavelmente, fator decisivo na prosperidade de Laguna." (Ulysséa 2004: 48).

Na vila colonial, o antigo porto situa-se junto à rua da Praia, atual Gustavo Richard. Aí desembarcam as mercadorias,

incluindo os escravizados negros. Aí também circulam e trabalham esses negros, por exemplo, ao descartarem os dejetos da urbe. Por conseguinte, esse local resulta insalubre, repulsivo pelos odores fétidos, frequentado por animais pestilentos, contaminado por sujidades e despejos em putrefação - enfim, um ambiente tétrico e moribundo, foco de enfermidades (Ulysséa 1943; Ulysséa 2004).

Tal situação horripilante passa a ser objeto de ações de melhoramentos principalmente na primeira metade do século XX, após a libertação dos escravizados, sob a égide do discurso republicano e positivista em prol do saneamento e do embelezamento. Em 1897, junto à orla da laguna, é inaugurado o antigo Mercado Público em linguagem eclética (em 1958, substituído pelo novo em linguagem *art déco*). Em 1907, é criada a Comissão de Aformoseamento, a favor das obras de modernização da cidade, incluindo o cais. Este cais concorre para a higienização e o aformoseamento da área portuária, à frente do berço urbano: sua construção em granito (advindo do desmonte do morro do Rosário), incluindo as obras de aterro e contenção, é iniciada em 1908

e inaugurada em 1920, contribuindo para o progresso de Laguna (Ulyssé 1943; Ulysséa 2004).

Assim, soluciona-se o problema da praia chã, cujas águas, nos dias de maré cheia e vento sul, atingem as soleiras das edificações das ruas Gustavo Richard e Osvaldo Cabral; cria-se a praça Paulo Carneiro, em frente ao Mercado Público, junto à orla da laguna, ao porto e a rua Gustavo Richard; e reconfigura-se o frontispício herdado da vila colonial - agora exhibe-se a cidade dita “moderna”, marcada não mais pelos braços negros a executar os serviços mais desprezíveis, mas pelas máquinas de transporte guiadas pelas mãos brancas (incluindo trens e veículos automotores). A ratificar tal reconfiguração, em 1939, é criado o porto carvoeiro de Laguna, obra concluída em 1943, relocando a principal atividade portuária do Centro para a periferia do bairro Magalhães, no canal da barra (Benício 2018).

Ou seja, no presente, no porto resta o caráter popular, de forte apelo turístico: um cartão postal lagunense no qual o elemento negro não é lembrado [figuras 1-3].

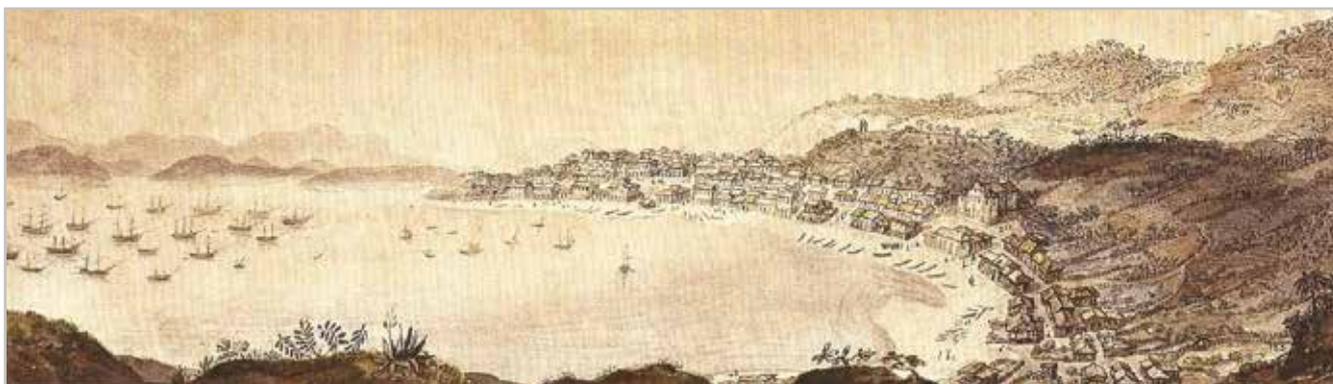


Figura 1.- Vila de Laguna em 1827, retratada por Jean-Baptiste Debret. Destacam-se: a baía da laguna de Santo Antônio dos Anjos e a movimentação no antigo porto; a Igreja Matriz e sua praça; e o morro do Rosário. Fonte: Bandeira; Lago (2008: 311 apud Benício 2018: 405).

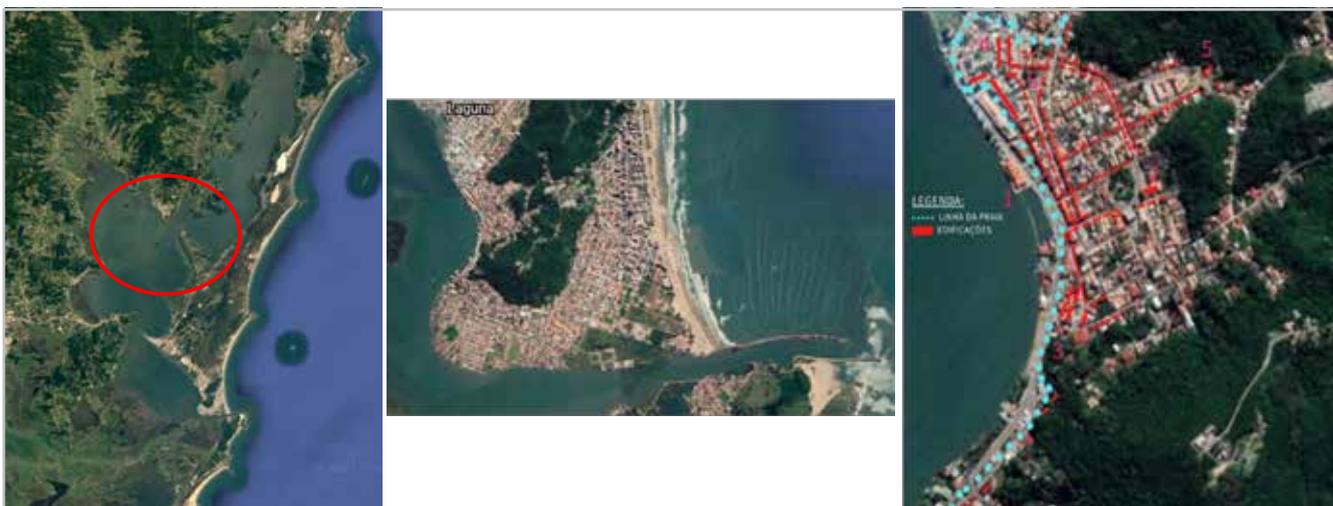


Figura 2.- Centro legalmente protegido de Laguna no presente, em comparação com a vila colonial. Destacam-se: em (A), o Centro no município e seu contexto geográfico; em (B), o mesmo Centro no bairro e seu contexto urbano; e em (C), a baía da laguna de Santo Antônio dos Anjos, o cais do antigo porto, o Mercado Público (1), a Igreja Matriz e sua praça (2), o morro do Peralta (3), o morro do Rosário (4), a Fonte da Carioca, a Casa Pinto d'Ulysséa (5); a Casa de Câmara e Cadeia e sua praça (6) no Centro legalmente protegido. Fonte: Adaptado de Pessoa (2000: 75) e de Google Earth (2020).

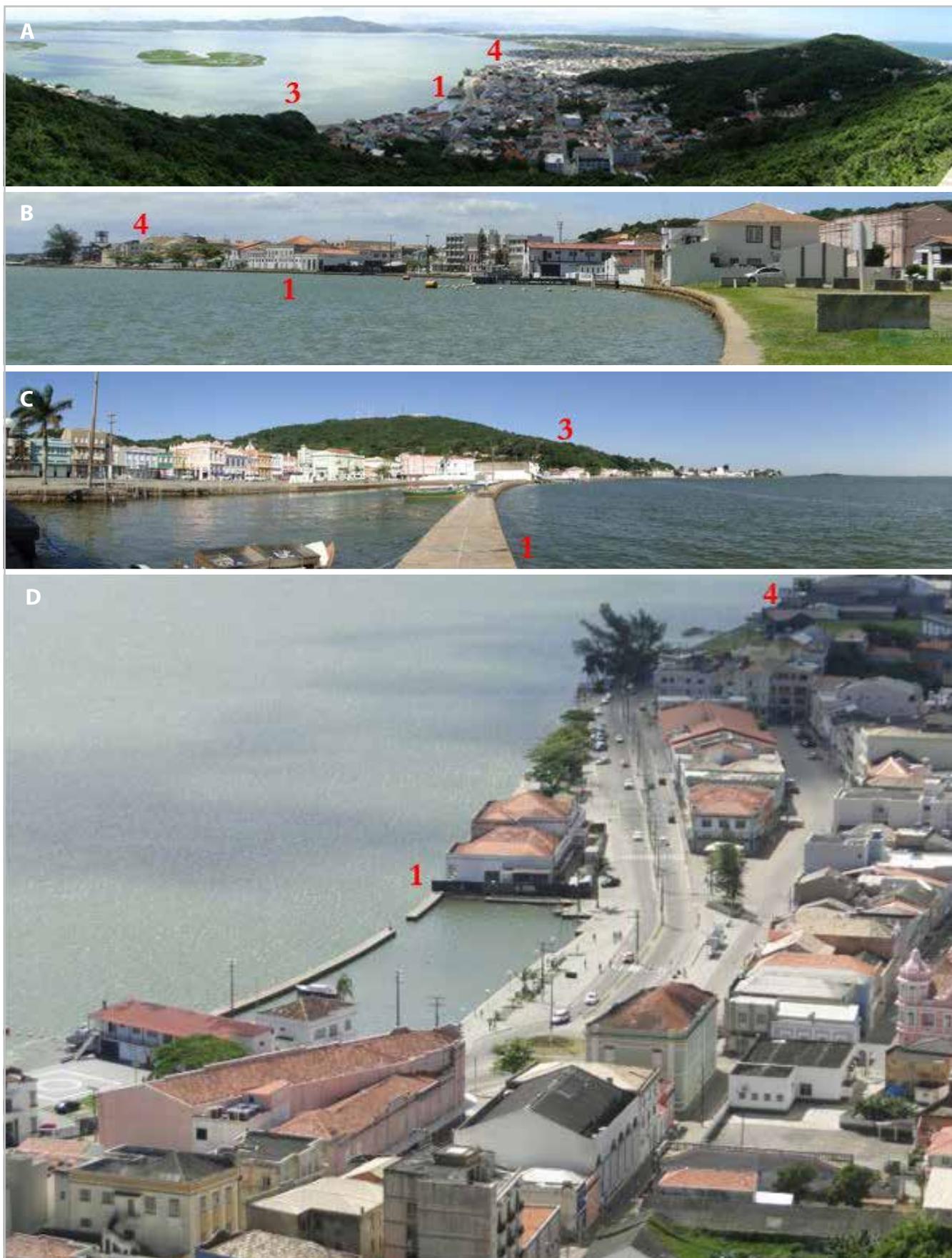


Figura 3.- Centro legalmente protegido de Laguna no presente. Destaca-se a transformação do frontispício da vila colonial entre os morros do Peralta (3) e do Rosário (4), focando o antigo porto, incluindo o Mercado Público (1) em (A); a nova camada temporal novecentista visualizada no sentido norte, a partir da área aterrada junto ao morro do Peralta em (B); a visual no sentido sul, desde as docas em (C); a antiga área portuária reconfigurada num cartão postal lagunense, com forte apelo turístico em (D). Fonte: Benício (2018).

—*Fonte da carioca*

No extremo oposto ao antigo porto, e ao local de descarte de resíduos, a oriente, na vila colonial de Laguna há uma nascente potável, que constitui o principal manancial de abastecimento de água da cidade até a primeira metade do século XX. Na encosta, junto a essa nascente, em 1768, é começado um tanque, para depósito, com um bebedouro ao lado; em 1863, é construído um chafariz, a Fonte da Carioca. À frente do chafariz, o amplo terreno vazio configura o Campo da Fonte, depois nomeado Largo da Carioca; este, após sucessivas intervenções de redução ocorridas no século XX, conforma a atual praça Lauro Muller. Ao redor desta, na periferia do Centro legalmente protegido, são erguidos casebres de pretos e pardos mais humildes (Ulysséa 1943; Ulysséa 2004).

Junto à Fonte da Carioca, vizinha a ela, é edificada a citada Casa Pinto d’Ulysséa - essa proximidade intencional permite que esta seja a primeira residência com água encanada da cidade. Os demais edifícios dependem da busca da água na referida Fonte, o que é executado inicialmente por escravizados negros. Então, 5 ou 6 carroças d’água, puxadas por burro, passam a fornecer água à população. As escravizadas negras realizam a lavagem de roupas sujas dos seus senhores no Largo da Carioca, na vala oriunda do morro, na proximidade do chafariz, que desagua na laguna (Ulysséa 1943).

Posteriormente, a água da Fonte da Carioca é canalizada, aproveitando o declive, e abastece inicialmente os prédios

públicos, como o Mercado e os chafarizes instalados ao lado deste e na praça Vidal Ramos (praça da Igreja Matriz). Em 1906, a Fonte da Carioca é ampliada e, em 1990, restaurada. A água da Fonte da Carioca é armazenada em tanques de mármore até 2010, quando as novas regras sanitárias vigentes impõem a desativação desses reservatórios (Benício 2018).

No presente, a Fonte da Carioca e a Casa Pinto d’Ulysséa constituem atrações turísticas da Laguna, sem referências à presença negra, somente avultando o elemento português, lembrado sobretudo através da Casa. Aliás, é esse o propósito estabelecido para esse conjunto arquitetônico no citado *Plano de Restauração e Utilização Social e Econômica do Patrimônio Cultural, Histórico, Artístico, Paisagístico e Arquitetônico da Laguna* (Laguna 1978) [figuras 4-5].

—*Antiga capela nossa senhora do rosário*

A antiga Capela Nossa Senhora do Rosário, pertencente à irmandade homônima (fundada em 1835), formada por pretos da África, a maioria escravizados e poucos libertos, resulta da aquisição do terreno em 1828 e da construção iniciada em 1845, mas nunca terminada interiormente. O templo é implantado na periferia setentrional do perímetro urbano - localidade tão marginalizada quanto a área portuária, desprezada pela presença da população negra e pelo acúmulo de dejetos (Ulysséa 1976; Benício 2018).

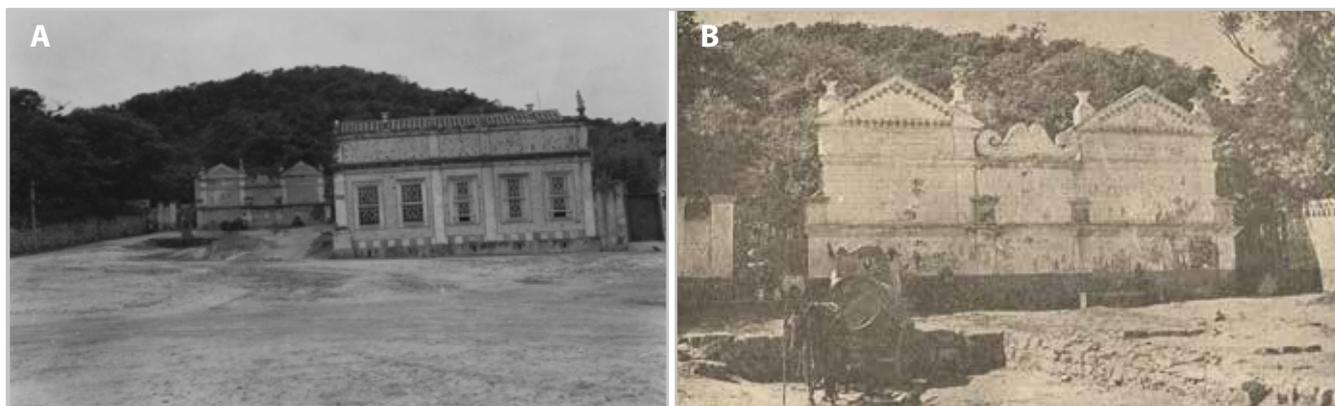


Figura 4.- Fonte da Carioca, Casa Pinto d’Ulysséa e praça Lauro Muller em meados do século XX, destacando-se: o grande espaço com o chão batido, sem tratamento paisagístico, nem mobiliário urbano em (A); e a presença de populares e carroça d’água, puxada por burro em (B). Fonte: IBGE (2017; foto Romariz e Somlo, 1953 apud Benício, 2018: 426); Ulysséa (1956 apud Benício, 2018: 427).



Figura 5.- Fonte da Carioca (A), Casa Pinto d’Ulysséa (B) e praça Lauro Muller (C) no presente, como atrações turísticas da Laguna. Fonte: Benício (2018).

A despeito da singeleza do edificado no ambiente inóspito e macabro, o templo se destaca de modo dominante pela sua implantação estratégica, isolada no topo do morro do Rosário, na extremidade da baía, acima dos telhados do casario e à frente do aglomerado urbano. Destarte, passa a figurar como proeminência protagonista, que prevalece visualmente no Centro em relação aos demais edifícios, para quem chega à cidade desde as vias aquática, terrestre e ferroviária (Benício 2018).

A Capela do Rosário tem sua época áurea durante a escravidão e sua fama majorada nas festas dedicadas à padroeira, pelas “coisas africanas”: “vestimentas grotescas”, com “vestidos de cores espalhafatosas”, enfeites de cabeça “com extravagância e tudo em cores berrantes”. Nessas festas, após a missa e a procissão religiosas, os negros realizam as “danças trazidas da África, que duravam até altas horas da noite” (Ulysséa 1976: 182). Elucida-se que no Brasil no século XIX, proíbe-se o culto de qualquer outra religião que não o Catolicismo: os negros são impedidos de exercerem sua prática religiosa e forçados a assumirem a fé cristã. Daí, em Laguna, deturpa-se que “até 1908 ou 1909, não havia nela outra crença religiosa, ou pelo menos, arregimentada como tal” (Ulysséa 1976: 168). Deveras, os negros precisam ressignificar imagens e reinventar cultos, a fim de manter vivos seu panteão divino e sua cultura diversa - recorrem ao sincretismo e, no visível, veneram o invisível.

Apesar dos esforços da irmandade, a Capela do Rosário é demolida em 1933, por parecer ruir. O feito dos pretos da plebe não apenas participa ativamente do frontispício de Laguna, mas sobrepuja todas as demais edificações da cristandade, como a Capela do Hospital de Caridade Senhor Bom Jesus dos Passos e a Igreja Santo Antônio dos Anjos, estas erigidas e mantidas por irmandades de brancos da elite. A Capela do Rosário parece ruir a hegemonia da Igreja Matriz, então coadjuvante em topografia mais baixa. Com efeito, simbolicamente, o sagrado dos pretos manifesta-se acima do sagrado dos brancos. Aproveitando-se do discurso republicano e positivista em prol de saneamento e embelezamento propalado pela municipalidade, visando a modernização e o progresso da cidade, a Igreja acrescenta a imperiosidade da segurança através da demolição da dita “ruína”. Por conseguinte, à Matriz é legado o resultado visual mais evidente: é restaurado seu protagonismo no recinto urbano (Benício 2018).

O solo sagrado negro, sem os restos materiais da Capela do Rosário, é vendido em 1941 (Benício 2018). Tal demolição representa a dissolução da irmandade dos pretos e o seu respectivo apagamento do espaço urbano lagunense, como também o ocultamento do modo de organização coletiva e da identidade dos grupos afrodescendentes. No presente, no morro do Rosário não existe dado visível que remeta à existência de outrora, tampouco nele se mantêm práticas religiosas e/ou tradições do povo negro - permanece vazio, abandonado, envolto por casas hodiernas sem qualidade arquitetônica.

Sequer a imagem de Nossa Senhora do Rosário, oriunda do

templo destruído, sobrevive: em 1938, é dita “restaurada” por Nail Ulysséa, que acrescenta Auxiliadora à Nossa Senhora (Ulysséa 1976). Assim, essa imagem passa a ser venerada sob a invocação de Nossa Senhora Auxiliadora na atual paróquia de mesmo nome no bairro Progresso, antiga Capela da Roseta. Sem embargo, tal desaparecimento de bens resulta na maior perda patrimonial lagunense, em prejuízo do frontispício colonial e da cultura afrodescendente. A antiga Capela do Rosário e sua santa padroeira são patrimônios negros invisibilizados no Centro legalmente protegido, memórias esquecidas, a não serem lembradas [Figuras 6-8].



Figura 6.- Morro e antiga Capela Nossa Senhora do Rosário em 1900. Destaca-se o lugar insalubre e o fundo do templo, em meio ao singelo casario da antiga rua do Potreiro, atual largo Jerônimo Coelho. A orla é aterrada e parte do morro cortado, fornecendo blocos de pedra para a execução do cais. Fonte: Abreu (2013).



Figura 7.- Morro e antiga Capela Nossa Senhora do Rosário, em 1906. Destaca-se o porto e a frente do templo, na extremidade da baía, à frente do aglomerado urbano. A orla é aterrada e parte do morro cortado, fornecendo blocos de pedra para a execução do cais. Fonte: Abreu (2013).



Figura 8.- Morro do Rosário no presente, destacando-se: a precariedade do acesso desde o largo Jerônimo Coelho em (A); e o topo vazio, abandonado, envolto por casas hodiernas sem qualidade arquitetônica em (B). Fonte: Benício (2018).

—Espaços de associativismo

No período do pós-abolição, em Laguna nasce o associativismo negro, a partir do qual se criam sociedades recreativas voltadas para brasileiros de origem africana: a União Operária é frequentada por “mulatos” (termo racista em desuso, que aproxima os filhos de relações inter-raciais ao animal mula) e o Cruz e Sousa é formado por pretos - ambas possuem adquirentes negros.

Uma parcela dessas associações tinha como objetivo em suas ações a educação formal e a formação profissional de homens, mulheres e crianças, ações que interferiram nas condições daqueles sujeitos, dando-lhes alguma perspectiva de melhoria de vida. Compreendemo-las como “associações combativas”, na medida em que elas possibilitaram a uma parcela das populações de origem africana, oportunidades de mobilidade social, desde que esses homens e mulheres, estivessem dispostos a aceitar as condições estabelecidas por essas instituições. (Rosa 2019: 41).

Em 1903, afrodescendentes fundam a Sociedade Recreativa União Operária e, em 1910, adquirem a sede na rua Santo Antônio, esquina rua Tenente Bessa: uma edificação colonial de meados de 1850, marcada por vários usos, incluindo o funcionamento do antigo hotel Lagunense. Essa edificação exibe uma localização privilegiada na urbe, próxima à Igreja Matriz e a direita dela, num contexto notabilizado por palacetes ecléticos - a sede manifesta a estética colonial, considerada “velha” e “ultrapassada”, por isso fora de uso e desvalorizada financeiramente. Daí a possibilidade de aquisição do imóvel pelos negros. Tal imóvel representa a resistência desse povo. Porém, esse é reconhecido como patrimônio pela aparência relacionada à vila colonial de origem portuguesa, sendo legalmente protegido pela municipalidade através do *decreto n. 26* em 1981 (Benício 2018).

Na mesma época, em 1906, abre-se a Sociedade Recreativa Cruz e Souza, voltada à socialização e ao acesso a educação, cultura e lazer, incluindo a alfabetização e oferecendo uma biblioteca. Essa Sociedade ocupa sucessivamente três endereços, sempre na periferia do atual Centro



Figura 9.- União Operária no presente. Fonte: Benício (2018).



Figura 10.- Antiga Cruz e Sousa, já demolida. Fonte: Rosa (2019).

legalmente protegido: rua Voluntário Firmiano, rua Treze de Maio e, por fim, rua Oswaldo Aranha - tal mudança de endereços expressa a resistência negra para a continuidade das atividades. Porém, a perseverança não impede seu desaparecimento (Rosa 2019).

Elucida-se que na União Operária, os “mulatos” tem a pretensão de se distanciar de rótulos impostos a eles, visto que são taxados de “marginais”, “vadios”, “preguiçosos”; nesse sentido, almejam “embranquecer”. Na Cruz e Souza, os pretos trabalham a favor do desenvolvimento da negritude. Tal situação pode explicar a sobrevivência da União Operária e o apagamento da Cruz e Souza no presente. [figuras 9-10].

Considerações finais

Diante do exposto, reconhece-se o patrimônio imóvel dos negros no Centro legalmente protegido lagunense: identificam-se suas potenciais memórias; analisam-se seus espaços; e reflete-se sobre o status da preservação na realidade contemporânea. Com isso, contribui-se para a visibilidade, a valorização e a salvaguarda das memórias negras na Laguna. Assim, destacam-se: o antigo porto, sucessivamente reformado, servindo como atração turística; a Fonte da Carioca, também posta ao consumo do turismo; a antiga Capela Nossa Senhora do Rosário, demolida e apagada do solo sagrado, que resta abandonado; e os espaços de associativismo, ressignificado ou desaparecido, objetos de recentes estudos acadêmicos. A despeito da importância de tal legado, ressalta-se, entre as conclusões preliminares, que tais sobrevivências não são deveras reconhecidas e valorizadas - em geral, não são legalmente protegidas. De fato, muitas são submetidas ao processo de invisibilização e apagamento.

Ratifica-se que Laguna também é uma cidade com significativa presença negra (Passos 2015; Rosa 2019); porém, desprezada nos discursos de preservação do patrimônio. O enaltecimento das memórias de um povo em detrimento dos demais explicita qual história deve ser lembrada e cultivada. Urge a defesa e a tutela das potenciais memórias

negras no Centro legalmente protegido lagunense. É mister trabalhar com a perspectiva de um movimento de memórias, que não se quer esquecer e que se conectam estrategicamente ao presente, inclusive como ferramenta de intervenção social e de relação de poder (Chagas 2002).

Referências

ABREU, L. C. (2013). "Blog as mil e uma histórias de Laguna." Laguna. <https://asmileumahistoriaslaguna.blogspot.com/>. [consulta: 29/3/2017].

ANDRADE, N. (2011). "Ampliações do conceito de patrimônio edificado no Brasil." Em *Reconceituações contemporâneas do patrimônio*, Gomes, M. A.; Corrêa, E. (orgs.). Salvador: EDUFBA, 145-170.

BANDEIRA, M. de L. (1990). "Terras negras." Em *Terras e territórios de negros no Brasil*, Leite, I. Florianópolis: UFSC, 7-23.

BENÍCIO, D. (2018). *Laguna, arquitetura novecentista e preservação do patrimônio*. 2018. Tese (Doutorado em Artes Visuais) - Udesc, Florianópolis.

BENÍCIO, D. et al. (2013). "Estudo das ações do Escritório Técnico do Iphan em Laguna/SC incidentes na área abrangida pela poligonal de tombamento desde 1985 a 2010." Em *Arquimemória*, Salvador: UFBA; IAB-BA.

BRASIL (1953). Ministério da Educação e Cultura. Secretaria da Cultura. Subsecretaria do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. "Processo 0492-T-53." Rio de Janeiro: Sphan. <http://acervodigital.iphan.gov.br/xmlui/handle/123456789/4709?discover?rpp=10&etal=0&query=laguna#page/1/mode/1up>. [consulta: 6/7/2016].

BRASIL (1984). Ministério da Educação e Cultura. Secretaria da Cultura. Subsecretaria do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. "Processo 1122-T-84." Rio de Janeiro: Sphan. <http://acervodigital.iphan.gov.br/xmlui/handle/123456789/4800?discover?rpp=10&etal=0&query=laguna#page/1/mode/1up>. [consulta: 6/7/2016].

BRASIL (1937). Presidência da República. "Decreto-lei federal n. 25, de 30 de novembro de 1937." http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0025.htm. [consulta: 28/6/ 2015].

BRASIL (1988). Presidência da República. "Constituição da República Federativa do Brasil de 1988". Brasília: Planalto. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. [consulta: 28/6/ 2015].

CASTRIOTA, L. (2009). *Patrimônio cultural*. Belo Horizonte: IEDS; São Paulo: Annablume.

CHAGAS, M. (2002). "Memória e poder", *Cadernos de Sociomuseologia*, 19: 43-81. <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/cadernosociomuseologia/article/view/367>. [consulta: 18/11/2020].

FONSECA, M. C. (1997). "O patrimônio em processo." Rio de Janeiro: UFRJ; Iphan.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (2017). "Catálogo." Rio de Janeiro: IBGE. <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?acervo=todos&campo=todos¬qry=&opeqry=&texto=Laguna&digital=false&fraseexata=>. [consulta: 29/03/2017].

LAGUNA (1977). Prefeitura Municipal de Laguna. "Lei n. 34, de 03 de novembro de 1977." Laguna: PML. [https://leismunicipais.com.br/pdf/Lei-ordinaria-34-1977-Laguna-SC-consolidada-\[29-04-1996\].pdf](https://leismunicipais.com.br/pdf/Lei-ordinaria-34-1977-Laguna-SC-consolidada-[29-04-1996].pdf). [consulta: 18/11/2020].

LAGUNA (1978). Prefeitura Municipal de Laguna. "Plano de restauração e utilização social e econômica do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arquitetônico da Laguna." Laguna: PML.

PASSOS, A. (2015). "Rotas internas do comércio de escravos." 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em História) - UFSC, Florianópolis.

PESSOA, J. (2000). "Em tudo semelhante, em nada parecido." *Oceanus*, Lisboa, 41: 71-81.

QUIJANO, A (2014). "Estado-nación, ciudadanía y democracia." En *Cuestiones y horizontes*, Quijano, A. Buenos Aires: Clacso, 605-624.

QUINTERO, P; FIGUEIRA, P; ELIZALDE, P. (2019). "Uma breve história dos estudos decoloniais." São Paulo: MASP; Afterall. <https://masp.org.br/uploads/temp/temp-QE1LhobgtE4MbKZhc8Jv.pdf>. [consulta: 18/11/2020].

ROSA, J. C. (2019). "Sociabilidades e territorialidade." Curitiba: CRV.

SANT'ANNA, M. (1995). "Da cidade-monumento à cidade-documento." 1995. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - UFBA, Salvador.

ULYSSÉA, N. (1976). "Três séculos na Matriz de Santo Antônio dos Anjos da Laguna." En *Santo Antônio dos Anjos da Laguna*, Cabral, O. (coord.). Florianópolis: IOESC, 159-200.

ULYSSÉA, S. (1943). *A Laguna de 1880*. Florianópolis: IOESC.

ULYSSÉA, R. (org.) (1956). *Publicação comemorativa do centenário da Comarca da Laguna*. Porto Alegre: Santa Terezinha.

ULYSSÉA, R. (2004). *Laguna: memória histórica*. Brasília: Letra Ativa.

VARINE, H. (1979). "Entrevista." En *Os museus no mundo*, Rojas, R. (org.). Rio de Janeiro: Salvat, 7-21, 70-81.

Autor/es

Danielle Rocha Benício
daniellebenicio@gmail.com
 Universidade do Estado de Santa Catarina
 (UDESC), Brasil

Danielle Rocha Benício possui doutorado em Artes Visuais (Área de Concentração em Teoria e História das Artes Visuais) pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC); mestrado em Arquitetura e Urbanismo (Área de Concentração em Conservação e Restauro) pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); e graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), instituições públicas do Brasil. Desde 2011 é servidora pública, professora adjunta (nível V) da UDESC, atuando no Curso de Arquitetura e Urbanismo e no Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais (PPGAV/CEART/UDESC). Coordena o Laboratório de Arquitetura - Teorias, Memórias e Histórias (ARTEMIS). Trabalha com ensino, pesquisa e extensão, com ênfase em Preservação do Patrimônio Cultural e Teoria, História e Crítica da Arquitetura. Além disso, desenvolve projetos e consultorias de Arquitetura. É autora de artigos e de capítulos de livros



Maria Laura dos Santos Sebastião
marialaura0426@hotmail.com
 Universidade do Estado de Santa Catarina
 (UDESC), Brasil

Maria Laura dos Santos Sebastião é graduanda no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), campus Laguna. É integrante do Laboratório de Arquitetura - Teoria Memórias e Histórias (ARTEMIS). Além disso, é bolsista voluntária da ação de pesquisa *O invisível no visível da Laguna: os espaços sagrados das religiões de matriz africana na cidade lagunense*.



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.995>



Ivie Mesquita
iviearqeurb@gmail.com
 Universidade do Estado de Santa Catarina
 (UDESC), Brasil

Ivie Mesquita é graduanda no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), campus Laguna. É integrante do Laboratório de Arquitetura - Teoria Memórias e Histórias (ARTEMIS). Além disso, é bolsista voluntária da ação de pesquisa *O invisível no visível da Laguna: os espaços sagrados das religiões de matriz africana na cidade lagunense*. Atualmente, também é estagiária na Prefeitura Municipal de Laguna.



Letícia Damazio de Jesús
leticiadaje2@gmail.com
 Universidade do Estado de Santa Catarina
 (UDESC), Brasil

Letícia Damazio de Jesus é técnica em Design de Interiores pela Escola Técnica e Educacional SATC- Criciúma, Santa Catarina. Atualmente, é graduanda no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), campus Laguna. É integrante do Laboratório de Arquitetura - Teoria Memórias e Histórias (ARTEMIS). Além disso, é bolsista voluntária da ação de pesquisa *O invisível no visível da Laguna: os espaços sagrados das religiões de matriz africana na cidade lagunense*. É membro do corpo editorial do site *Click Museus* e criadora de conteúdo da página *Outrora (@outrorale)* no Instagram.

INVESTIGAÇÕES EM CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO

Investigaciones en Conservación del Patrimonio

Os desafios da conservação da arte pública no âmbito urbano: o caso da Fonte Monumental de São Paulo, Brasil

Regina Andrade Tirello, Alice de Almeida Américo

Resumo: A cidade de São Paulo conforma território de múltiplos valores e vicissitudes decorrentes das alterações de uso dos espaços públicos, interferindo diretamente na conservação material de seu acervo de obras públicas. Compartilhando o espaço com outros elementos urbanos sempre renováveis, as obras artísticas, assim como a sua ambiência se atualizam para os fruidores; podem ser preservadas ou destruídas. Analisando o processo degradativo e as categorias de ação conservativa operadas na Fonte Monumental da Praça Júlio Mesquita (1927), da escultora Nicolina Vaz, esse artigo objetiva suscitar reflexões sobre a efetividade das operações de conservação física das esculturas públicas como ato desconectado da leitura das mudanças de uso dos espaços. Pesquisas arquivísticas, registros imagísticos e visitas de campo, corroboram a história conservativa da fonte, associando-a às alterações urbanas. Espera-se contribuir para a qualificação das discussões da necessidade de interação dos órgãos públicos em ações voltadas à preservação das praças e monumentos paulistas.

Palavras-chave: conservação de bens culturais, arte pública, preservação urbana, praças de São Paulo, Nicolina Vaz de Assis

Desafíos para la conservación del arte público en un entorno urbano: el caso de la Fuente Monumental de Sao Paulo, Brasil

Resumen: La ciudad de São Paulo conforma territorio de múltiples valores y vicisitudes decorrentes de cambios en el uso de los espacios públicos, interfiriendo directamente en la conservación material de su acervo de obras públicas. Compartiendo el espacio con otros elementos urbanos siempre renovables, las obras artísticas, como su entorno se actualizan para los usuarios; pueden ser preservadas o destruídas. Analizando el proceso degradante y las categorías de acción conservativas operadas en la Fuente Monumental de la plaza Júlio Mesquita (1927), de la escultora Nicolina Vaz, este artículo tiene como objetivo suscitar reflexiones sobre la efectividad de las operaciones de conservación física de las esculturas públicas como acto desconectado de la lectura de los cambios de uso de los espacios. Investigaciones de archivos, los registros de imágenes y visitas de campo, corroboran la historia de conservación de la fuente, asociándola a las modificaciones urbanas. Se espera contribuir para la cualificación de las discusiones sobre la necesidad de interacción de los organismos públicos en acciones que apuntan la preservación de las plazas y monumentos de São Paulo.

Palabras clave: conservación de bienes culturales, arte público, preservación urbana, plazas de São Paulo, Nicolina Vaz de Assis

The challenges facing the conservation of public art in an urban landscape: the case of the monumental fountain in Sao Paulo, Brazil

Abstract: The city of Sao Paulo is a territory of multiple values and vicissitudes linked to the changes in the use of its public spaces that directly interfere with the material conservation of its collection of public art. Just by sharing the space with other ever-changing urban elements, those pieces of art, just like their surroundings, are also constantly updated for the passerby's; it can be preserved or even destroyed. By analyzing the process of degradation and conservative actions of the Monumental Fountain of the Julio Mesquita Square (1927), built by Nicolina Vaz, this article aims to offer reflections on the effectiveness of physical conservation acts of public art when detached of the study of changes of interaction with urban spaces. Archival research, field analysis and imagery resources, reaffirm the fountain's conservative acts history, associating it with its surrounding urban modifications. The article intends to contribute to enriching discussions on public official's need to interact conservative acts of monuments with adequate preservation of Sao Paulo's squares.

Keyword: cultural heritage conservation, public art, urban preservation, squares of São Paulo, Nicolina Vaz de Assis

Introdução

*Na Praça Júlio Mesquita, tem a estátua da lagosta.
Quem passa de longe enxerga. Quem passa de perto gosta.*
Adoniran Barbosa e Tasso Bangel, 1979^[1]

Na concepção corrente, a noção de arte pública corresponde a arte realizada fora dos espaços tradicionais e institucionalmente dedicados a ela, as galerias e museus. Sua inserção no ambiente urbano, de forma permanente ou temporária, a torna fisicamente acessível a um grande número de pessoas que estabelecem com elas experiências individualizadas, permeadas por diferentes referenciais de ordem psicológica, social, política e cultural. Por compartilhar o espaço com muitos outros elementos das cidades, que mudam constantemente, os significados artísticos e/ou memoriais dessas obras também se atualizam para os fruidores urbanos, fator que incide diretamente na sua preservação física e/ou destruição.

A “Fonte das Lagostas”, como é popularmente conhecida a *Fonte Monumental*, situada na Praça Júlio Mesquita, na área central de São Paulo, desde sua inauguração em 1927, pelo bem ou pelo mal, é considerada elemento notável da paisagem urbana paulistana. Nas primeiras décadas, distinguia-se por sua beleza e interação perfeita com o espaço que ocupava, em meio a uma avenida projetada para expressar a modernidade e cosmopolitismo da capital do estado, para nas décadas subsequentes, em detrimento das alterações da ambiência e atividades em seu entorno, aos poucos perder seu protagonismo como obra de arte. Há décadas os jornais noticiam a falta de manutenção, os atos de vandalismo, o roubo de peças integrantes do conjunto, entre outras concernentes à materialidade do conjunto escultórico, reclamando, justamente, providências para mantê-la em bom estado físico.

O centro da cidade de São Paulo é um espaço que conforma território de múltiplas situações e disputas que interferem diretamente na conservação da materialidade do grande acervo de obras públicas que o integra. Para além das polêmicas sobre manutenção (ou não) de estátuas relacionadas a personagens históricos controversos, retomadas com vigor em 2020, há de se refletir sobre a efetividade das ações de preservação física como ato desconectado da compreensão das mudanças de uso dos espaços centrais. Integrando parte de pesquisa acadêmica em desenvolvimento na Universidade Estadual de Campinas pelas autoras, o caso da *Fonte Monumental* se oferece para reflexões sobre possibilidades e limites da manutenção de outras obras escultóricas ao aberto atualmente sob a tutela do Departamento do Patrimônio Histórico (DPH-SP) da Secretaria Municipal de Cultura de São Paulo, em especial, por tratar-se de uma praça pública, que divide a responsabilidade de manutenção com outros órgãos da municipalidade.

O DPH-SP, desde 1975, tem sob sua tutela um importante acervo de obras artísticas e monumentos em espaços públicos que somam atualmente 377 obras implantadas em parques, canteiros de ruas e passeios, com concentração de exemplares escultóricos nas praças da cidade. Trata-se de conjunto com grande diversidade tipológica representada por bustos, marcos históricos, estátuas, fontes e também monumentos, alguns de relevância nacional, a exemplo do “Monumento às Bandeiras”, do escultor ítalo-brasileiro Victor Brecheret ^[2], um dos cartões postais de São Paulo. Por se constituir em representações artísticas relacionadas a diferentes períodos e âmbitos históricos e culturais, o acervo público em causa encerra significados memoriais e expressões sociais relevantes, ressaltando o caráter cosmopolita da cidade.

São Paulo é atualmente uma megalópole com 12,33 milhões de habitantes, e como tal é passível de contínuas e rápidas transformações no tempo. No dizer de Benedito Lima de Toledo: “A cidade de São Paulo é um palimpsesto – um imenso pergaminho cuja escrita é raspada de tempos em tempos, para receber outra nova, de qualidade literária inferior, no geral. Uma cidade reconstruída duas vezes sobre si mesma, no século XIX.” (Toledo 2004: 77).

Até o século XVII, era uma pequena vila, com atividade econômica baseada na agricultura de subsistência, modestas construções de terra, estreitos caminhos e poucos habitantes. O desenvolvimento econômico impulsionado pela economia cafeeira foi paulatinamente mudando suas feições e, no final do século XIX, a vida na capital do estado, que se concentrava na área do centro comercial, começa a se expandir para outras regiões da cidade, principalmente norte e leste, em virtude da inauguração das linhas férreas. A Estação da Luz inaugurada em 1868, significou uma importante alternativa para a ligação entre a cidade portuária de Santos^[3] e as zonas cafeeiras no interior do estado, proporcionando uma reorganização expressiva do sistema viário urbano por estabelecer novas funções para outras áreas da cidade.

Com esse desenvolvimento viário instituíram-se ligações entre o centro comercial, áreas residenciais e estações ferroviárias, impulsionando a ocupação da região central e contribuindo para a formação do loteamento das regiões próximas, entre elas o bairro Campos Elíseos, primeiro empreendimento imobiliário a ter um padrão urbanístico inspirado nos modelos de habitação europeus, que com seus palacetes introduziam uma arquitetura representada por padrões neoclassicistas e ecléticos. Para a consolidação dos novos bairros foram implementadas infraestruturas urbanas que modificaram completa e substancialmente toda a região. Com o crescimento da cidade e a chegada da *São Paulo Railway* e a *Light and Power, Company Ltda*, a cidade vai se modernizando. As linhas de bonde que antes eram de tração animal passam a ser movidas pela eletricidade, mostrando que São Paulo se industrializava e reclamava espaços condizentes com esta condição. Na gestão do Prefeito Antônio Prado (1899-1911) foram iniciados os

grandes projetos de reformulação e modernização viária na área central da cidade.

[...] no cenário de construção da paisagem transformou os critérios e as exigências técnicas, sofisticando as obras e trazendo novas maneiras de se construir a forma urbana, como provava a lei que determinava a regulamentação das intervenções e as normas de instalação da rede de energia elétrica na cidade. (Rodrigues 2010: 89)

A partir da década de 1910 ocorre a implantação das primeiras praças públicas da cidade, impulsionando financiamentos para a colocação de esculturas ao aberto visando ao embelezamento urbano, inclusive com a instalação de reproduções de obras mundialmente conhecidas que chegavam ao Brasil pela escola Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo^[4], constituindo-se em material de observação para estudos de composição e fazeres artísticos. Assim, réplicas de obras clássicas de escultores do século XV ao XVIII, a exemplo do David e o Moisés de Michelangelo Buonarroti, de Diana, a caçadora de Jean-Antoine Houdon, e da Amaltea e a Cabra de Júpiter de Pierre Julien passam a integrar as praças da capital paulista. Junto com as réplicas, disseminavam-se também obras escultóricas dos talentosos professores do Liceu, a exemplo de Amadeo Zani, Ettore Ximenes e Galileo Emendabili cujas obras integravam as praças da cidade.

A Fonte Monumental da Praça Júlio Mesquita, implantada na avenida São João, importante artéria viária da cidade, integra e testemunha um marcante episódio de crescimento de São Paulo, que junto a outras vinte e uma praças com esculturas da área central [figura 1] sob a tutela do DPH-SP, precisam ser analisadas em acordo com as alterações do lugar em que se inserem e de seus valores de ambiência sempre repropostos.

A fonte é de autoria da renomada escultora Nicolina Vaz de Assis Pinto do Couto (1874 - 1941), primeira mulher a ter uma obra pública escultórica monumental na cidade de São Paulo. Implantada em 1927, a fonte em estilo *art nouveau* é uma das raras fontes da metrópole. Ao longo dos seus mais de noventa anos de existência, passou por diversas intervenções de conservação e restauro que, bem ou mal realizadas, garantiram sua manutenção no local até os nossos dias, ainda que isso tenha lhe custado a substituição de seus elementos em bronze e a proteção com placas de vidro, conforme se verá neste texto.

A Fonte Monumental de Nicolina Vaz de Assis

O campo das artes no Brasil no início do século XX era uma das áreas em que poucas mulheres tinham a oportunidade de trabalhar e ter reconhecimento profissional, em especial



Figura 1. - Demarcação das vinte e duas praças na área central de São Paulo que contam com obras artísticas e monumentos sob a guarda do DPH-SP. A Praça Júlio Mesquita (22), está localizada na avenida São João. Elaborado por Alice Américo, a partir do Google Maps, 2020. [consulta: 3/7/2020].

no âmbito da concepção e produção de esculturas, considerada então uma arte masculina que exigia força física. Não obstante suas dificuldades, devido a sua dedicação à arte, em 1897 Nicolina Vaz de Assis recebe incentivos financeiros do Governo do Estado de São Paulo para se aperfeiçoar na Escola de Belas Artes do Rio de Janeiro, atual Museu Nacional de Belas Artes (Simionl 2008: 263). Inicia-se sua promissora carreira de escultora, moldando obras tumulares em mármore ou fundidas em bronze, por encomenda de familiares, para a seguir trabalhar com grandes obras públicas.

Entre 1899 a 1933, a escultora expõe suas obras em várias edições da famosa *Exposição Geral de Belas Artes* no Rio de Janeiro [figura 2], recebendo duas menções honrosas, em 1901 e 1902, e medalha de prata e ouro em 1907 e 1908 (Kurten 2014). Posteriormente, Nicolina foi para Paris tendo a oportunidade de estudar com importantes escultores e pintores da época, entre os quais Jean Alexandre Joseph Falguière e Denys Puech. Neste período participa da exposição anual parisiense e conhece o seu segundo marido, o professor e escultor português Rodolfo Pinto do Couto, autor de obras famosas como o monumento a Eça de Queiroz, no Rio de Janeiro e a arte tumular do senador Pinheiro Machado, no cemitério da Santa Casa de Porto Alegre.

No Brasil, a escultora produziu diversas obras particulares, com destaque para a escultura *O Selvagem*, realizada para o túmulo de um dos presidentes da Província de São Paulo, o Sr. José Vieira Couto de Magalhães, localizada no Cemitério da Consolação, em São Paulo – considerada o primeiro exemplar de escultura *art nouveau* na cidade. Assis também se dedicou a obras públicas que foram implantadas em

jardins, parques e praças, sendo consideradas suas principais obras o *Canto das Sereias*, da Quinta da Boa Vista, no Rio de Janeiro, e a *Fonte Monumental*.

A *Fonte Monumental* [figura 3], sua obra mais notável, integrava o projeto de urbanização do prefeito Antônio Prado, já mencionado, que previa a construção de um “Centro Cívico” para compor a esplanada ajardinada do Largo da Sé.

Com a finalidade de embelezar essa esplanada, a Lei nº 1742 de 18.9.1913 autorizava a Prefeitura a aceitar a proposta da escultora brasileira residente na Europa, Nicolina Vaz de Assis Pinto do Couto (Campinas, 1874 - Rio de Janeiro, 1941), para a confecção “de uma fonte em mármore branco de carrara e bronze dourado a fogo”, para ser colocada na praça ajardinada que deve ficar em frente à nova Catedral ou em outro ponto conveniente da cidade. (Antunes 2010: 5)

Nesse projeto previa-se a demolição de edificações localizadas no antigo Largo da Sé e do seu entorno para a construção de novos edifícios públicos: a Nova Catedral, o Paço Municipal, o Palácio da Justiça e o Congresso. Na revisão do projeto, as edificações propostas não foram levadas a termo, só a Catedral foi construída. A escultora foi contratada pela municipalidade para a realização da fonte. No entanto, devido à problemas com a empresa que executaria as peças de mármore, a prefeitura decidiu por realizar uma ampla concorrência pública para a contratação dos serviços de montagem a partir das peças que viriam da Itália, e também a contratação de um especialista em fundição de bronze para a execução das



Figura 2.- Nicolina Vaz de Assis ao lado de seu marido e de outros grandes escultores da época na Exposição Geral de Belas Artes no Rio de Janeiro, em 1913. Acervo da Biblioteca Nacional. http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_iconografia/icon276572_276573/icon1419029.jpg. [consulta: 4/7/2020.

máscaras e das lagostas, que ficaria a cargo do escultor Roque de Mingo.

Devido a morosidade da execução, a instalação da *Fonte Monumental* em espaço público só veio a ocorrer em 1927, e em uma nova localidade, a praça Vitória, futura Júlio Mesquita. A fonte é composta por uma base octogonal de 8,28 metros x 8,28 metros, com duas vascas circulares sobrepostas, feitas em mármore de Carrara, que atingem 2,30 metros de altura^[5]. O conjunto escultórico na segunda vasca, representa um jovem pescador que estende a sua rede para seduzir as sereias, despertando a atenção do espectador. No lado externo das vascas, ornamentos florais, conchas em mármore, máscaras com feições femininas e as famosas lagostas em bronze complementam os adornos da fonte. Na delicadeza da composição de Assis, se observa a serenidade com que são apresentados os personagens que compõe a obra [figura 3].



Figura 3.- Fonte Monumental na Praça Júlio Mesquita, um ano após a sua inauguração. Acervo Fotográfico do Arquivo Histórico Municipal de São Paulo. <http://www.acervodacidade.prefeitura.sp.gov.br/PORTALACERVOS/ExibirItemAcervo.aspx?id=606341>. [consulta: 8/8/2019].

A praça Júlio Mesquita, suas transformações e a degradação da fonte

Entre os projetos de reformulação urbana de São Paulo no início do século XX, incluíam-se as obras de alargamento da Rua São João, uma artéria viária importante para a cidade, que transformaria a rua na atual avenida São João, com cerca de 2,6 km de extensão.

Em 1911, em perspectiva *haussmaniana*^[6], o alargamento de trinta metros em linha reta implicou necessariamente em muitas desapropriações e demolições de edificações antigas do bairro. A avenida São João, projetada como um *boulevard* nos moldes parisienses, veio a tornar-se importante ligação entre a região central e oeste da cidade, em direção aos bairros dos Campos Elíseos e Barra Funda. O trilho de bonde implantado nos dois lados da via potencializava seu papel de eixo viário de uma cidade em transformação [figuras 4-b

e 4-c], que com a construção de edifícios altos de orientação classicizante e a implantação de espaços verdes planejados, se afirmava como um aprazível *boulevard*. Tais mudanças trouxeram novas ocupações para a avenida e seu entorno, com abertura de cafés, teatros, lojas, e a partir da década de 1920 cinemas, que fez com que anos mais tarde a região fosse conhecida por “Cinelândia”.

Novas praças foram concebidas ao longo desse eixo, entre elas a Praça Júlio Mesquita, confluência da atual avenida São João com a alameda Barão de Limeira, local que em 1927 viria a abrigar a *Fonte Monumental* [figuras 4-a e 4-b], como um novo respiro da futura metrópole. “O reconhecimento da suma importância da água junto ao verde da metrópole revela-se no surgimento de um novo termo técnico na construção urbana – a água decorativa” (Sitte 1992: 166).

Apesar da obra escultórica de Nicolina ter sido projetada para ocupar o Largo da Sé, a observação e a boa fruição da *Fonte Monumental* se favoreceu com a posição em que foi implantada na Praça Júlio Mesquita, resultando em uma composição especialmente adequada para valorizar um ponto de bifurcação importante da nova avenida. À época, a fonte efetivamente compunha a paisagem urbana, enaltecida pelas ruas perpendiculares que na linha de visão corresponde a um ponto de fuga na perspectiva da praça [figura 4-c].

Dando especial lugar à *Fonte Monumental*, a pequena praça foi projetada e executada com esmero, sem equipamentos que

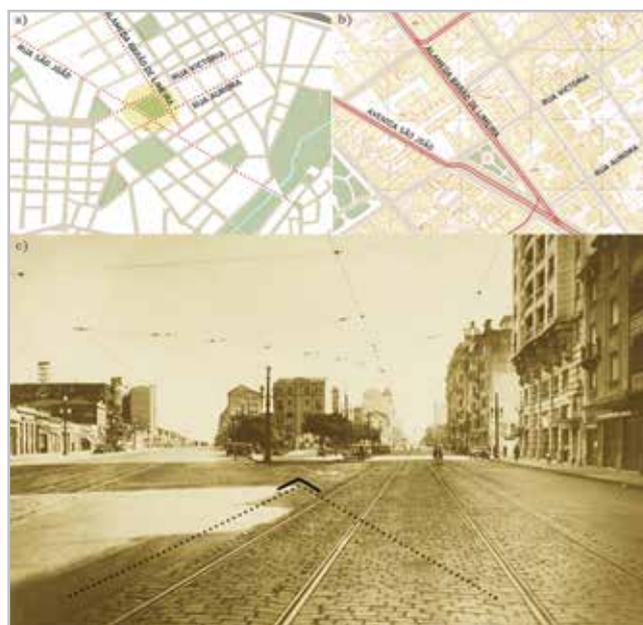


Figura 4.- a) Em amarelo destaque para o lote em verde que receberá a Praça Vitória, anos mais tarde. Em tracejado vermelho, as ruas: São João, Vitória, Aurora e alameda Barão de Limeira. b) Apresenta-se a transformação da Rua São João em avenida, com destaque em vermelho para as linhas de bonde, e a confluência entre a avenida São João e a alameda Barão de Limeira que definem o desenho da praça Júlio Mesquita (antiga Praça Vitória) em verde. c) Na perspectiva visual da Praça e de sua fonte ao centro (1936)^[7].

obstaculizasse os eixos de passagem pedonal, permitindo que a obra pudesse ser observada em 360° pelos transeuntes da avenida. Contava com pavimentação decorativa em mosaico português e palmeiras baixas delimitando os canteiros gramados, aos moldes dos jardins parisienses [figura 5-a]. Tratava-se de um ponto tradicional de praças, destacando em seus objetos artísticos e vistas circundantes, uma composição clássica, conforme Camillo Sitte.

Logo, à regra antiga de dispor os monumentos ao longo das bordas das praças, soma-se aquela de caráter nórdico, genuinamente medieval: os monumentos, em especial os chafarizes, devem ser dispostos em pontos intocados pelo trânsito da praça. (Sitte 1992: 38)

Na parte noroeste da praça [figura 5-a], havia casas modestas, dois sobrados de uso comercial e habitacional, e um edifício de cinco andares. Na década de 1930, as duas casas [figura 5-a] foram demolidas, possibilitando a construção da outra metade da edificação que iria se transformar no Palacete Lugano (edifício residencial com comércio no térreo), existente ainda hoje, ao lado dos dois sobrados remanescentes. O Edifício mais alto do entorno da praça nessa época era o Urca Hotel [figura 5-b], com os seus 7 andares, um hotel de luxo que



Figura 5.- a) Um ano após a inauguração da fonte, a partir do eixo monumental. Destaque em vermelho para o Palacete Lugano. Fotografia de 1928 com alterações de Alice Américo. Acervo Seção Técnica de Manuscritos, AHM/SMC/PMSP. b) Vista lateral da fonte a partir da avenida São João, e ao fundo em destaque em vermelho o prédio do Urca Hotel. Fotografia de 1929 com alterações de Alice Américo. Acervo Seção Técnica de Manuscritos, AHM/SMC/PMSP.

recebia personalidades importantes que visitavam a cidade, e que como muitos outros prédios de orientação estilística francesa, caracterizava a paisagem urbana da região.

As obras da avenida São João acarretaram mudanças substantivas na paisagem local, passando a existir normas edilícias especiais para assegurar um certo padrão volumétrico. Muitas edificações foram demolidas e em 1934 houve forte incentivo para a verticalização da área a partir do Ato Municipal nº 663^[8], que autorizava a construção de edificações de 50 e 80 metros de altura nas avenidas mais largas, de modo a modernizar e transformar a paisagem urbana construída daquela região.

Na década de 1930, a praça recebe postes de iluminação no estilo inglês e um gradeamento baixo para a proteção do jardim [figura 6]. Nota-se que já há a preocupação com a proteção e preservação do bem público, uma tentativa de evitar danos na fonte e até mesmo no seu jardim. O desejo de proteção da materialidade da obra se faz notar pelos usuários que começaram a usar a praça como lugar de permanência e não apenas de passagem, como quando a fonte foi instalada. Em 1927 ela era um atrativo na cidade. As pessoas transitavam ao redor da fonte, tiravam fotos e admiravam seus jatos d'água. Com o tempo, a população vai estabelecendo uma relação mais próxima com a obra de arte, sentando-se em suas vascas, a exemplo das crianças da vizinhança, que primeiro atraídas pela água, passam também a utilizar suas vascas de mármore como lugar de recreação.



Figura 6.- Fotografia do período de 1930-39. Acervo Seção Técnica de Manuscritos, AHM/SMC/PMSP.

Entre 1960 e 1970, segundo dados censitários, a população de São Paulo cresceu de 3.825.351 para 5.978.977 habitantes em uma década. Em decorrência da especulação imobiliária na área central, somada a equivocados planos urbanísticos, a partir da década de 1970 a região entra em franco declínio, resultando em grande desvalorização de seus imóveis e, em consequência, mudança considerável dos modos de vida do espaço urbano.

Com a construção e inauguração em 1971 do Elevado Costa e Silva – via expressa elevada do complexo viário de ligação do trecho Leste-Oeste da cidade, popularmente conhecido como Minhocão – ocorre a transferência do fluxo de veículos

da avenida para o elevado. Esse esvaziamento, aliado aos processos sociais de seu entorno, fizeram com que a praça Júlio Mesquita e outras deste mesmo eixo sofressem consideráveis modificações, que terminaram incidindo diretamente na conservação física da arte pública local, o modelo tradicional de praça deixa de ter importância como espaço de convívio social e de contemplação da arte. “Nas cidades antigas, as praças principais eram uma necessidade vital de primeira grandeza, pois ali tinha lugar uma grande parte da vida pública, que hoje ocupa espaços fechados em vez de praças abertas”. (Sitte 1992: 198)

A avenida São João começa a perder o seu protagonismo na capital paulista. O eixo de desenvolvimento foi transferido para a região da avenida Paulista, e os primeiros sinais de abandono do centro não tardaram a aparecer, expressos também na degradação de suas estruturas e equipamentos urbanos. Trata-se de uma categoria de negligência e descuido que incide na casuística conservativa da Fonte Monumental, conforme avalia-se a seguir.

As medidas de preservação da fonte monumental

Foi no início da década de 1970 que alguns dos principais jornais do estado de São Paulo começam a publicar notícias referentes a deterioração da *Fonte Monumental* e descuido por parte do poder público. Problemas como a falta de água, quebra e furto de elementos decorativos, crianças brincando na fonte e se apoiando nos detalhes em bronze, como se a obra de Nicolina fosse apenas mais um elemento na praça.

O então abandono em contraste com o protagonismo que a fonte teve no início do século XX inspiraram Adoniram Barbosa (1910-1982), notável sambista brasileiro, a compor a música Roubaram a lagosta, ao lado do compositor Tasso Rangel:

Na Praça Júlio Mesquita / Tem a estátua da lagosta. / Quem passa de longe enxerga. / Quem passa de perto gosta. / E a lagosta de bronze / Fica esperando bom dia / Mas tem gente distraída / Que nem pra ela espia / Por uma razão muito forte / Ela em bronze foi lembrada / Inauguração na praça / Uma fita foi cortada. / Teve discurso, foguetes, / Teve churrasco e bebidas, / Teve mágicos e palhaços / Futebol, flerte e corrida. / Mas isso ficou para trás / Não sei que forma que tinha / Essas coisas não se faz / Agulha não vai sem linha. / Deixe a lagosta em paz / Muito bom ficar sozinha / Mas é melhor ficar seca ou molhada / Do que ser derretida ou roubada. (Santos 2006: 249)

Em 1984, o grupo do jornal *O Estado de São Paulo* decide realizar a manutenção da obra e de sua praça, em razão do local homenagear o nome de seu fundador. No entanto, apesar da manutenção realizada pelos empresários, a falta de uma proteção efetiva não impediu que o monumento sofresse novamente ações de depredação e pichações. Na tentativa de solucionar o problema, na gestão do Prefeito

Jânio Quadros (período 1986 - 1988), determinou-se que a *Fonte Monumental* e outros monumentos paulistanos fossem protegidos com grades. E assim, gradeada, a fonte de Nicolina permaneceu até 2004 [figura 7].



Figura 7.- Fonte Monumental gradeada. Acervo Seção Técnica de Levantamento e Pesquisa, DPH/SMC/PMSP, 1995

Contudo, não obstante essa medida de proteção física e pequenas obras de valorização da praça, ao longo dos anos a região já não era mais a mesma, e mesmo gradeada, a fonte começa a viver o auge da sua deterioração. Era possível encontrar detritos, lixo e água contaminada, e os primeiros elementos decorativos em bronze começaram a desaparecer. A grade não impediu que todas essas ações ocorressem, os problemas na região eram muito mais graves, com causas majoritariamente sociais que afligiam todo o centro da cidade. A grade, além de não proteger, se tornou uma barreira visual, prejudicando a leitura e fruição da obra pelo transeunte.

Em 2004, o Departamento do Patrimônio Histórico (DPH-SP), por meio do parecer técnico da Comissão Permanente de Análise de Assuntos Concernentes a Obras e Monumentos Artísticos em Espaços Públicos, acordou com a Subprefeitura da Sé – órgão técnico municipal responsável pela área – a remoção das grades. Restabeleceu-se a fruição entre a fonte e a praça foi reestabelecida, mas as ações de depredação continuaram sem solução. Conforme imagens de 2009 e de 2011 [figuras 8-a e 8-b] a fonte parou de funcionar e todos os elementos ornamentais em bronze foram suprimidos.

Em 2010 foi contratado um projeto de restauro pelo DPH-SP, concretizado somente em 2013, com recursos providos do Fundo de Desenvolvimento Urbano (Fundurb), financiamento que permitiu à prefeitura municipal de São Paulo restaurar a fonte. Os serviços especializados de restauro contemplaram limpeza cuidadosa, remoção dos elementos espúrios e de intervenções inadequadas realizadas anteriormente, consolidação e reintegração de lacunas superficiais do mármore, aplicando-se, por fim cera microcristalina para proteção de todo o conjunto escultórico. A remoção de pichações foi obtida com aplicação cuidadosa, e pontual, de produtos químicos adequados a materialidade do bem e, visando a remoção de sombras remanescentes das pichações e sujidade



Figura 8. - a) Fonte Monumental em 2009. b) Fonte Monumental em 2011, sem as lagostas e com pichações no mármore. Fotografias do site São Paulo Antiga. <http://www.saopauloantiga.com.br/abandono-monumental> e <http://www.saopauloantiga.com.br/o-monumento-que-a-prefeitura-de-sao-paulo-abandonou/>. [consulta: 10/07/2019].

aderida, foi aplicado microjateamento controlado. Os elementos decorativos faltantes foram reproduzidos, adotando o conceito de réplica de partes para recompor visualmente o conjunto. Para tanto, as peças originais de bronze faltantes – as lagostas e as máscaras – foram reproduzidas em material sintético (fibra de vidro), enquanto as duas lagostas originais remanescentes foram armazenadas no depósito do DPH-SP. Os sistemas elétricos e hidráulicos da fonte foram reparados; ocasião em que foi projetado um novo tipo de isolamento físico para o conjunto escultórico: foi cercado por placas de vidro temperado para garantir proteção à fonte, considerado mais “harmônico” por conta da transparência do vidro.

Mesmo após esse restauro, em menos de dois anos o conjunto escultórico já apresentava sujeira aderida e pontos específicos em que seria necessário reintegração, ou seja, refazimento do restauro. Nesse período também foram furtados vários elementos, entre eles: luminárias, cabeamento, bomba e filtro da fonte e bicos em aço inox. Ademais, grande parte dos vidros do novo gradeamento da fonte já estavam quebrados. Em 2016 a obra foi novamente restaurada [figura 9-a], refazendo os mesmos serviços realizados anteriormente, com exceção da execução de novos elementos decorativos, que estavam em bom estado de conservação. Foram substituídos todos os vidros quebrados e os elementos hidráulicos e elétricos faltantes para que se pudesse reestabelecer o funcionamento da

fonte. Em ambas as restaurações adotou-se a vertente crítico-conservativa, com o princípio de mínima intervenção [9], no entanto claramente não foram suficientes para manter a preservação da fonte. Passado apenas um ano desta segunda intervenção, ainda que em funcionamento, a fonte estava novamente sem iluminação e com parte dos vidros estilhaçados. Efetivamente, a conservação física da escultura não tem bastado para garantir sua preservação no tempo. Outras possibilidades tem que ser consideradas.



Figura 9. - a) Fonte após restauro em 2016. b) Estado de conservação atual da fonte, já com aspecto amarelado e com faces estilhaçadas da proteção em vidro. Fotografia: Alice Américo.

O isolamento em vidro, considerado em passado recente pelo DPH-SP uma boa solução como medida protetiva da fonte, de menor impacto visual que o gradeamento da década de 1980, confirmou-se apenas um paliativo, uma vez que é exposto a frequentes ações de vandalismo e a outros desgastes advindo de variadas ações cotidianas dos usuários. Conserva-se a escultura ou suas vidraças? A substituição constante das peças de vidro acabou se tornando insustentável. Em 2017, o DPH-SP, por meio da sua Comissão de Gestão de Obras e Monumentos Artísticos em Espaços Públicos, substituiu os vidros esfacelados pelo acrílico, que apesar de ser um material suscetível a riscos, é mais resistente que o vidro, dificultando a quebra das placas de isolamento.

Apesar de compreender por meio do estudo iconográfico e histórico da praça e de sua fonte a necessidade de se

restabelecer sua fruição artística conforme planejada no início do Século XX, diante de tantas intercorrências negativas constata-se que enquanto não houver um plano de conservação efetivo e continuado para o local, decorrente de ações técnicas e educativas conjuntas entre os órgãos públicos municipais, envolvendo a própria comunidade, o isolamento com vidros ainda permanecerá “uma medida provisória” para conservar formal e materialmente a fonte. Mas até quando?

Considerações finais

O estado atual da fonte nos mostra que as ações efetivadas para a preservação da obra tiveram resultados apenas satisfatórios. A partir do histórico da *Fonte Monumental*, percebe-se que para uma preservação integral da obra não bastam ações emergenciais, executadas por meio de restaurações, é necessário estabelecer um plano de conservação que incorpore ações de políticas públicas integradas, que compreendam não apenas a fonte, mas a sua praça e o seu entorno. Os desafios atuais para a conservação deste espaço vão além do funcionamento ou não da fonte – o maior índice de reclamações. Solicitam planejamento de conjunto de ações que permitam retomar a praça como um espaço de convivência harmônica, com qualidades compositivas que impactam positivamente na percepção dos seus usuários. É necessário pensar na melhoria da qualidade de vida nas grandes cidades pelo resgate de espaços públicos e coletivos, pois sem pensar nos espaços urbanos em conjunto, os monumentos ao aberto nunca estarão completamente seguros.

Na Praça Júlio Mesquita, através das fotografias e descrições de antigos moradores, confirma-se o quanto aquele espaço era contemplativo, um raro lazer na cidade. Diferente de grandes cidades europeias, como Paris, Roma, Madrid, que possuem uma diversidade de fontes escultóricas no espaço urbano, São Paulo carece de espaços qualificados como esse, que permite uma apreciação artística e uma integração entre a população e o ambiente urbano.

As praças, que antes eram locais de apreciação da arte e importante local de convívio no espaço público, hoje são tratadas como qualquer espaço vazio entre as vias, sem significado. Com o isolamento cada vez maior das pessoas em seus apartamentos ou em seus próprios prédios, deixa-se de vivenciar o espaço público. A cidade é um sistema unificado, no qual a praça é local que impulsiona atividades coletivas, edevecontinuar cumprindo papel social.

Hoje, a *Fonte Monumental* em si, em seus aspectos materiais e estruturais, se encontra minimamente conservada. No entanto, todas estas experiências nos fazem refletir sobre o conflito entre a salvaguarda do patrimônio artístico e a aproximação da população com esse bem, uma conexão que deve voltar a ser garantida pela municipalidade. Será que um dia seremos capazes de unir as duas pontas desse problema e construir assim a solução? E qual é o limite da

salvaguarda? É preferível ter a fonte no seu local original, onde sua relação artística e urbanística foi pensada, mesmo que sem o seu devido funcionamento? Certos questionamentos nos fazem refletir que tipo de cidade queremos e o que devemos fazer para preservá-la.



Figura 10.- Imagem realizada na mesma perspectiva da figura 4-c, mostrando as alterações do entorno e a obstrução da visualidade da *Fonte Monumental*. Fotografia: Alice Américo, 2021.

Notas

- [1] Trecho da Música “Roubaram as lagostas” (Santos 2006: 249).
- [2] Victor Brecheret (1894 - 1955), escultor reconhecido e considerado inovador para os padrões artísticos paulistanos da época.
- [3] Cidade portuária no interior do estado de São Paulo que desde o final do século XIX realiza a exportação de café. Hoje, corresponde a mais de 70% de todo o café produzido e exportado pelo Brasil.
- [4] O Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo se tornou referência nacional, com o intuito de “ministrar gratuitamente ao povo os conhecimentos necessários às artes e ofícios, ao comércio, à lavoura e às indústrias” (Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo: missão excelência (2000). São Paulo: Marca D’água, p. 25).
- [5] Departamento do Patrimônio Histórico (1987). *Divisão de Preservação. Catálogo das obras de arte em logradouros públicos de São Paulo: Regional Sé*. São Paulo: Departamento do Patrimônio Histórico.
- [6] Identificado com a cultura urbanística europeia do século XIX e se vinculava com o maior exemplo de transformação urbana oitocentista. Urbanismo francês trazido por Pereira Passos, que viveu em Paris de 1857 a 1860, no auge das obras de Haussmann (Campos 2002: 136).
- [7] Imagens elaboradas por Alice Américo a partir do extrato da Planta Geral da Capital de São Paulo de 1895, do mapa Sara Brasil de 1930, e fotografia de 1936 do Acervo da Seção Técnica de Manuscritos do AHM/SMC/PMSP, respectivamente.
- [8] Ato do prefeito nº 663 de 10 de agosto de 1934. <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/ato-gabinete-do-prefeito-663->

[de-10-de-agosto-de-1934](#). [consulta: 01/11/2019].

[9] Na dissertação de mestrado em andamento, este estudo de caso está sendo discutido com maior rigor técnico do ponto de vista da restauração.

Referências

CAVALCANTI SIMIONI, A. P. (2008). *Profissão Artista: Pintoras e Escultoras Acadêmicas Brasileiras*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo / Fapesp.

KÜRTE FENSKE, E. (2014). *Nicolina Vaz de Assis - a escultora da belle époque tropical*. Templo Cultural Delfos. <http://www.elfkurten.com.br/2014/05/nicolina-vaz-de-assis-escultora-da.html>. [consulta: 4/7/2019].

LIMA DE TOLEDO, B. (2004). *São Paulo: três cidades em um século*. 3. Ed. São Paulo: Cosac & Naify, Duas Cidades.

MALTA CAMPOS, C. (2002). *Os rumos da cidade: urbanismo e modernização de São Paulo*. São Paulo: Editora Senac.

M. R. FERREIRA ANTUNES, F. (2010). *Fonte Monumental*. São Paulo, Seção Técnica de Levantamentos e Pesquisa da Divisão de Preservação do Departamento do Patrimônio Histórico da Secretaria Municipal de Cultura (DPH/SMC/PMSP), pasta nº 04A.038.0.

OLIVEIRA DA SILVEIRA SANTOS, L. (2006). *São Paulo dá samba, uma visão de hospitalidade paulistana por meio do olhar de Adoniran Barbosa*. Dissertação de mestrado do Programa de Hospitalidade da Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo.

PARTEZANI RODRIGUES, G. (2010). *Vias públicas: tipo e construção em São Paulo (1898-1945) / Gustavo Partezani Rodrigues*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo.

SITTE, C. (1992). *A Construção de Cidades Segundo Princípios Artísticos*. Trad. Ricardo Ferreira Henrique. São Paulo: Ática.

Autor/es



Regina Andrade Tirello
rtirello@unicamp.br
Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP – Campinas, SP – Brasil

Arquiteta. É docente na UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Eng^a Civil, Arquitetura e Urbanismo desde 2004, atuando nos cursos de graduação e pós-graduação. É Doutora pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), com pós doutorado no Politecnico di Torino na área de Restauração e Valorização do Patrimônio. Foi coordenadora do programa Conservação e

Restauração de Bens Arquitetônicos e Integrados do Centro de Preservação Cultural da Universidade de São Paulo - CPC-USP (1989 a 2009). É líder do Laboratório de Conservação e Restauro da Arquitetura e Sítios (LCOR-Arquitetura) da Unicamp desde 2006. Desde 2020 é coordenadora do Programa de Pós-graduação Arquitetura, Tecnologia e Cidade (PPG-ATC) da Unicamp.



Alice de Almeida Américo
alice.aameric@gmail.com
Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP – Campinas, SP – Brasil.

Arquiteta e Urbanista formada pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo - Brasil (2015), com intercâmbio, através do Programa Ciências sem Fronteiras, na Università degli studi di Roma - La Sapienza, em Roma - Itália (2013), onde estudou Arquitetura e Urbanismo com ênfase na área de conservação e restauração de edifícios, monumentos e jardins históricos. Desde 2016 é Coordenadora do Núcleo de Monumentos e Obras Artísticas do Departamento do Patrimônio Histórico da Cidade de São Paulo (DPH-SP) e atualmente mestranda na Universidade de Campinas (Unicamp) do Programa de Pós-graduação "Arquitetura, Tecnologia e Cidade" (PPG-ATC).



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.996>

INVESTIGAÇÕES EM CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO

Investigaciones en Conservación del Patrimonio

Estudio experimental *in situ* del comportamiento hídrico de un tramo del lienzo oeste de la Muralla de Ávila

María-Teresa Gil-Muñoz, Pedro-Pablo Pérez-García

Resumen: El uso de sondas de tipo capacitivo es novedoso en el ámbito del patrimonio construido, por lo que se ha desarrollado una metodología *exprofeso*, con el fin de evaluar el comportamiento de la humedad en un muro de piedra, relleno de argamasa y piedras, correspondiente al tramo 44-45 del lienzo oeste de la muralla de Ávila. Con este estudio se demuestra la validez de las sondas FDR para analizar la influencia de los distintos aportes de agua en el muro, de precipitaciones y del subsuelo; así como la eficacia de las intervenciones realizadas en el mismo para paliar la humedad de capilaridad, como son la impermeabilización del adarve y la incorporación de drenajes a intramuros y a extramuros.

Palabras clave: fábrica de piedra, humedad de capilaridad, monitorización, sonda capacitiva FDR, análisis cualitativo

Estudo experimental *in situ* do comportamento hídrico de um tramo ocidental da Muralha de Ávila

Resumo: O uso de sondas do tipo capacitivo é uma novidade no campo do património edificado, para o qual foi desenvolvida uma metodologia expressa, a fim de avaliar o comportamento da humidade numa parede de pedra, argamassa e pedras, correspondente ao item 44-45 do tramo ocidental da parede medieval de Ávila. Este estudo demonstra a validade das sondas FDR para analisar a influência das diferentes contribuições da água na parede, da precipitação e do subsolo; bem como a eficácia das intervenções nele realizadas para o alívio da humidade por capilaridade, como a impermeabilização e a incorporação de drenos intramuros e extramuros.

Palavras-chave: fábrica de pedra, humidade capilar, monitoramento, sonda capacitiva FDR, análise qualitativa

An *in situ* experimental study of the hydric behaviour of a section at the western stretch in the medieval wall in Ávila

Abstract: The use of capacitive type probes is new in the field of built heritage, so a specific methodology has been developed, in order to evaluate the behaviour of moisture in a stone masonry wall, filled with mortar and stones, corresponding to section 44-45 at the western stretch in the medieval wall in Ávila. This study shows the value of the FDR probes to analyse the influence of the water input on the wall, from the rainfall and subsoil; as well as the efficiency of the interventions carried out on the same wall to cut the rising damp, such as the waterproofing of the *adarve* (walkway on the ramparts) and the incorporation of drainage facilities inside and out next to the wall.

Keyword: stone masonry, moisture, monitoring, FDR capacitive probe, qualitative analysis

Introducción

El presente estudio queda enmarcado en el proyecto de “Consolidación y restauración de la muralla de Ávila, correspondiente a los lienzos 84-85 al 87-1, incluidos los cubos 85, 86, 87, 81 y 4 y actuaciones para prevenir las humedades en parte del lienzo este de la muralla de Ávila”, redactado en agosto de 2016.

La obra fue promovida por el Ayuntamiento de Ávila, financiada por el Ministerio de Fomento (actual Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana), y ejecutada por la empresa Velarenas entre 2016 y 2017. La empresa Velarenas (Barba Grupo Inmobiliario) encargó esta investigación para evaluar *in situ* el comportamiento hídrico de la muralla, entre junio de 2017 y mayo de 2019, tras la intervención del tramo 44-45 en el lienzo oeste (Gil-Muñoz 2017). Este tramo presentaba grandes manchas de humedad y sales, tanto a intramuros como a extramuros.

Ávila es una ciudad del interior de la Península Ibérica cuya muralla es Monumento Nacional desde 1884 y Patrimonio de la Humanidad desde 1985; el tramo 44-45, objeto de este estudio experimental, se localiza en la parte baja de la ciudad medieval, próxima al río Adaja [figura 1].

La ciudad se sitúa al norte del Sistema Central en el Valle de Amblés en un altozano granítico a 1130 m de altitud, con un clima oceánico mediterráneo, la amplitud térmica diaria es alta (promedio anual de 27 °C) y el régimen de precipitaciones es bajo (400 mm/año).

En este lugar ha habido múltiples asentamientos desde el Paleolítico a la Edad del Hierro. También hay evidencias arqueológicas de poblamientos de cierta entidad, vetones, romanos (sin categoría de municipio) y visigodos. Aunque siempre se ha especulado sobre el posible origen romano de la muralla, hasta las últimas excavaciones realizadas, con motivo de diversas intervenciones de restauración en la misma, no se ha podido confirmar de manera definitiva la existencia de una muralla de época romana. De hecho, la excavación arqueológica llevada a cabo en este tramo ha servido para corroborar tal extremo (Ruiz y Cabrera 2017).

La muralla de Ávila tiene 2,5 km de longitud, con una altura variable según las posibilidades defensivas de cada tramo, y 3 m de ancho. Se encuentra íntegra, vertebrando el trazado medieval de la ciudad tanto a intramuros como a extramuros. Es seña de identidad de la ciudad desde antiguo, como así lo demuestran la literatura, los cuadernos de viajeros, los grabados, las fotografías, las pinturas e incluso el cine.

Gran parte del adarve es visitable y en torno a la muralla se celebran múltiples actividades culturales, dirigidas tanto a los habitantes de la ciudad como a sus visitantes, en este sentido destaca por su popularidad el mercado medieval que se celebra el primer fin de semana de septiembre. Este monumento es el más visitado de la ciudad, y los últimos datos de febrero de 2020 indican un aumento de las visitas a la muralla, con el consiguiente incremento de la facturación (La Vanguardia 2020).

La humedad de capilaridad es uno de los factores que afectan a la conservación de la muralla de Ávila, cuestión que justifica esta investigación.

La técnica utilizada para medir la humedad en el muro ha sido la reflectometría de dominio de frecuencias (FDR, acrónimo del término inglés). Consiste en medir el comportamiento dieléctrico de los materiales del muro a través de sensores de capacitancia. Estas sondas son de uso habitual en el campo de la agricultura (por ejemplo, para control del riego), pero su aplicación es novedosa en el ámbito del patrimonio construido.

Se han instalado 8 sondas de humedad en el muro, conectadas a dos registradores con transmisión remota de datos, que ha permitido el seguimiento en tiempo real del régimen hídrico de este tramo de la muralla.

La metodología desarrollada *exprofeso* ha consistido en el ensayo y la calibración de las sondas en laboratorio, la instalación de las sondas en la sección del muro en superficie y a distinta profundidad (extracción de mortero, inserción de las sondas, retacado del mortero y sellado), así como la sujeción y disimulo estético del cableado y de los registradores.



Figura 1. - Vista oeste de la ciudad medieval de Ávila, 2020-05-11. El círculo indica la situación del tramo 44-45 de la muralla.

En laboratorio se han ensayado distintas muestras de morteros y suelos, extraídas durante las obras de excavación y arqueología necesarias para la implementación de las intervenciones proyectadas de impermeabilización y de drenaje. Se ensayó la humedad de los morteros en donde iban a quedar instaladas las sondas, así como la presencia de sales (tipo y concentración) en los mismos. También se estudió la influencia de distintos factores en la medición de las sondas FDR: compactación del material en contacto con las sondas, presencia de sales en los morteros y temperatura ambiente.

En campo se ha constatado el interés de las sondas FDR para medir el comportamiento hídrico del muro, sin obviar los factores que afectan a la medición, como son la presencia de sales y la temperatura ambiente. Las sales no han sido determinantes en las mediciones puesto que se está lejos de los umbrales establecidos por el fabricante. Y la temperatura ambiente es algo que se puede sortear, a través del análisis de los datos.

Estado del arte

Distintos autores han hecho una revisión teórica sobre las técnicas de medición del contenido de humedad en los materiales y en los muros de las fábricas antiguas (Krus 1996: 33-38; Tada y Watanabe 1998; McCann y Forde 2001; Healy 2003; Voutilainen 2005; Saïd 2007; Phillipson *et al.* 2007; Pinchin 2008; Tiano y Riminesi 2017; Camuffo 2018; Agliata *et al.* 2018). Además, hay una norma europea en este sentido, la UNE-EN 16682:2018. En la literatura también queda recogida la práctica de estos métodos en laboratorio (Sandrolini y Franzoni 2006; Torres y Freitas 2010; Camino *et al.* 2014). Del mismo modo hay artículos sobre la experiencia que se tiene en campo (García-Morales *et al.* 2012; Martínez-Garrido *et al.* 2015; Hoła *et al.* 2017; Vecchiattini 2018).

Entre las diferentes técnicas para medición de la humedad en los materiales se encuentran las electromagnéticas (Regalado *et al.* 2009; Kaatzte y Hübner 2010): de reflectometría de dominio temporal (TDR, acrónimo del término inglés *Time Domain Reflectometry*), de tipo capacitivo o reflectometría de dominio de la frecuencia (FDR, acrónimo del término inglés *Frequency Domain Reflectometry*) e impedancia. Se diferencian en el principio físico de funcionamiento: tiempo de tránsito, capacitancia e impedancia. Tanto las sondas TDR como las FDR son técnicas dieléctricas (Zhao *et al.* 2012) que permiten medir el contenido de humedad volumétrico.

En cuanto a las sondas TDR hay muchas referencias para el estudio y caracterización de los suelos en el ámbito de la geología y de la agricultura. También hay estudios teóricos (Hauschild y Menke 1998; Pavlík y Černý 2004; Phillipson *et al.* 2008; Černý 2009; Mollo y Greco 2011; Suchorab *et al.* 2016; Cataldo *et al.* 2018) y experimentales en laboratorio (Agliata *et al.* 2016; Freitas *et al.* 2020) en el campo del patrimonio. Esta técnica admite mediciones puntuales y en continuo.

Respecto de las sondas de tipo capacitivo apenas hay bibliografía a nivel teórico o experimental en el campo del patrimonio construido. Aznar-Mollá (2016) propone mediciones puntuales repetidas en el tiempo en la superficie del paramento objeto de análisis (definida una malla virtual) para diagnóstico de la humedad de capilaridad. En la presente investigación se plantea el uso de las sondas FDR, más económicas y de uso menos complejo que las TDR, con el fin de disponer de mediciones en continuo, para estudio de la evolución de la humedad en el muro en superficie o en profundidad.

Objetivo

Con este estudio se pretende conocer la evolución de la humedad en el muro (adarve, relleno de la muralla, paramentos verticales y base del muro) después de implementar determinadas medidas para mitigar la incidencia del agua (filtraciones y capilaridad) en función de su origen (pluviales, escorrentías y riego); en definitiva, se trata de testar la validez y eficacia de los sistemas constructivos adoptados (impermeabilización y drenajes).

Los objetivos específicos de la investigación se concretan en los siguientes puntos:

- Estudiar la evolución del contenido de humedad volumétrico (VWC, acrónimo del término inglés *Volumetric Water Content*), expresado en %.
- Observar si se producen filtraciones a través del adarve o de la mampostería exterior (por precipitaciones y viento).
- Estimar si tienen lugar fenómenos de capilaridad desde el suelo (pluviales, escorrentía y riego).

Metodología

El tramo 44-45 de la muralla, situado en la parte baja de la ciudad, está solado intramuros y ajardinado con riego extramuros. Intramuros se encuentra un pozo con agua [figura 2a] y en el lado norte contiguo hay un jardín, con vertido de agua a extramuros [figura 2b]. La muralla está asentada sobre roca de granito. La cota del suelo intramuros es superior a la cota del suelo extramuros.

El muro del tramo objeto de estudio está formado por dos hojas de granito enripiado (constituidas por hiladas de piedras puestas a espejo, sobre todo en la parte inferior) y un relleno de argamasa y piedras. El adarve está solado con pendiente hacia una canaleta en la cara interior del muro.

En su cara interior y sobre todo en su cara exterior, el muro muestra manchas de humedad y de sales (Fort *et al.* 2015), cuya intensidad y extensión fluctúan a lo largo del año (mayor en invierno que en verano).

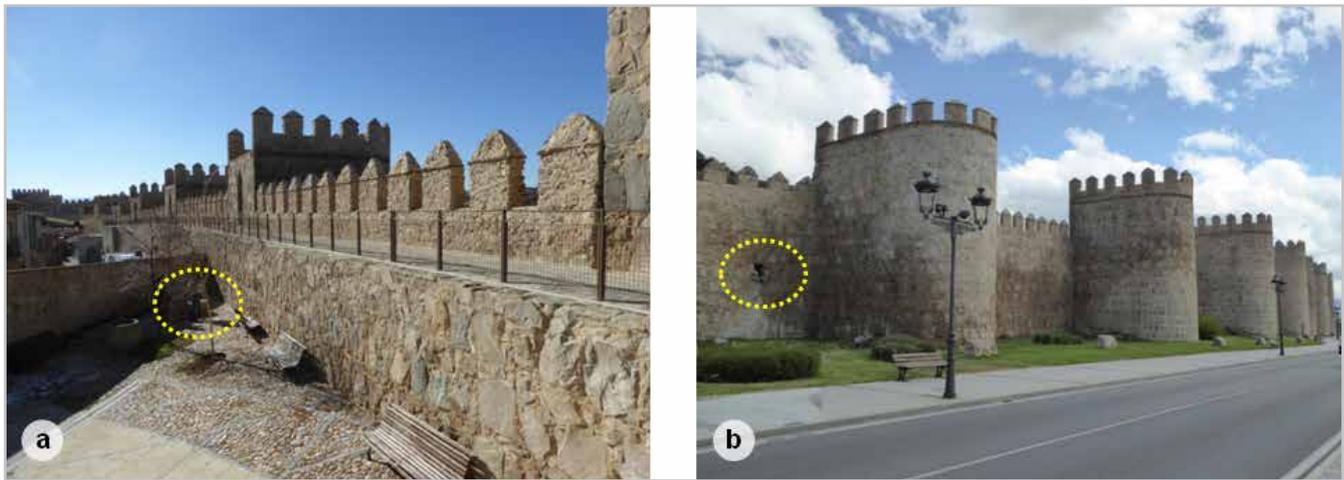


Figura 2.- Tramo 44-45: a) Intramuros, 2017-01-24. El círculo indica la situación de un pozo; b) Extramuros, 2017-05-10. El círculo indica la evacuación de una atarjea en el tramo contiguo.

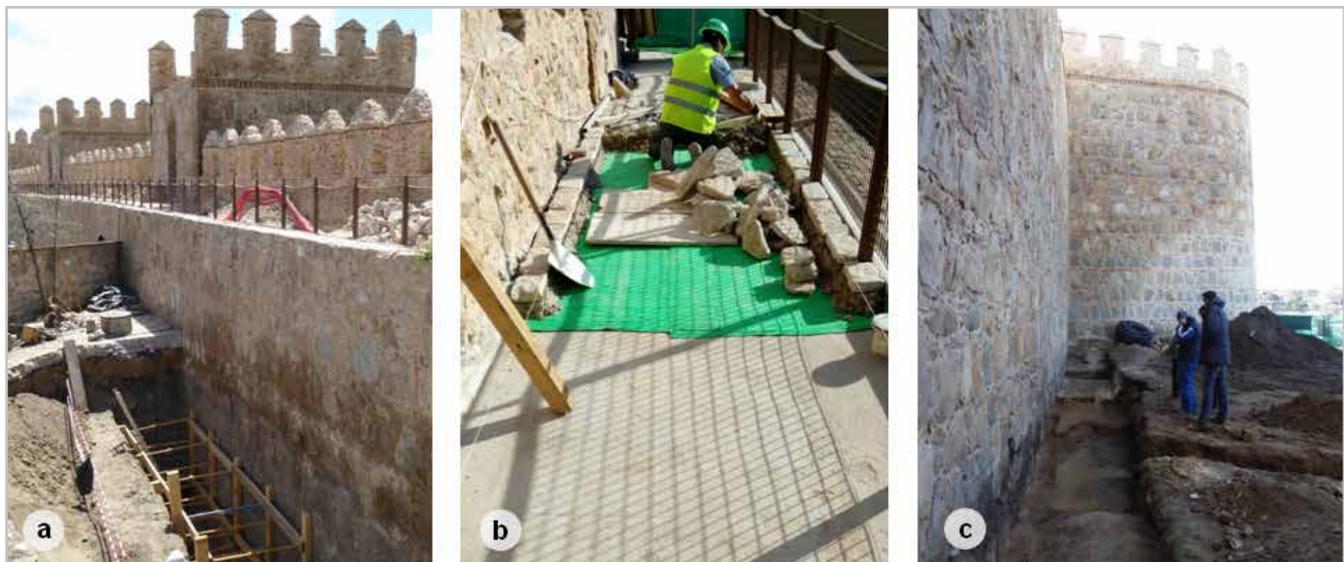


Figura 3.- Actuaciones en el tramo 44-45: a) Intramuros, 2017-05-10; b) Adarve, 2017-06-01; c) Extramuros, 2017-01-24.

Las intervenciones llevadas a cabo en el marco de esta investigación, según los distintos aportes de agua que recibe el muro (precipitaciones, escorrentía y riego), consistieron en la impermeabilización del solado del adarve y en la colocación de drenajes del suelo a intramuros (a la altura de la sonda HS1) y a extramuros (por encima de la sonda HS3) [figura 3 y figura 4].

—*Técnica de medición FDR*

De las distintas técnicas conocidas para medición de la humedad en los materiales, las que parecían más adecuadas para el fin del presente estudio eran las técnicas electromagnéticas.

Se optó por la sonda de tipo capacitivo FDR, por su menor precio y la posibilidad de registro continuo, con el reto de

que no se conocían estudios sobre la aplicación de esta técnica en el patrimonio cultural inmueble, al contrario que con las sondas de reflectometría de dominio temporal (TDR) cuya aplicación en laboratorio es muy reciente.

El principio de funcionamiento de las sondas FDR es medir la permitividad dieléctrica de los materiales (es decir, su habilidad para soportar una carga eléctrica). La permitividad dieléctrica está en relación directa con el contenido de humedad volumétrico (VMC, acrónimo del término inglés *Volumetric Water Content*), expresado en %. Se trata de una medida indirecta del contenido de humedad volumétrico (que se define como la relación existente entre el volumen de agua y el volumen de muestra), realizada *in situ*, frente a la medida directa en laboratorio (mediante pesadas en fresco y en seco de una muestra de volumen conocido) que requiere de una toma de muestra.

Por tanto, se pretendía medir el comportamiento dieléctrico de los materiales del muro a través de sensores de capacitancia FDR, que se basan en la técnica de reflectometría de dominio de frecuencias.

Las características de la sonda de tipo capacitivo utilizada, en concreto del modelo EC-5 (formado por un mango con dos palas, marca Decagon Devices), son las siguientes: las medidas son 10 cm de largo y 2 cm de ancho (requieren una perforación de 3 cm de diámetro para su instalación). Su rango de medición es del 0-100 % de contenido de humedad volumétrico (como están calibradas para suelos, puesto que su uso habitual es el de control del riego en la agricultura, la cantidad máxima de agua que edafológicamente puede tener un suelo es del 40 % aproximadamente). La precisión del sensor es del 3 %. Y su volumen de exploración es de 0,3 l (equivalente a un cilindro de 9 cm de diámetro aproximadamente). La durabilidad de las sondas está supeditada a la oxidación de las palas o a factores externos como la rotura de cables (por ejemplo, por roedores).

Se ha optado por una medición cualitativa, puesto que se trata de observar la evolución de la humedad en el muro en el tiempo. En cualquier caso, la medición se ve afectada por la temperatura del material en contacto con la sonda y la conductividad eléctrica del material debida a la presencia de sales. Por tanto, previo a la instalación de las sondas se realizó un ensayo de los morteros y suelos en laboratorio; también se testaron los equipos en campo mediante medidas directas (o lecturas en tiempo real).

— Ensayo en laboratorio

Una vez se seleccionó el modelo de la sonda (EC-5) que se podía adaptar a nuestro objetivo, se ensayaron las muestras de morteros y suelos en laboratorio y se calibraron las sondas. Para ello se utilizó un equipo de lectura en tiempo real.

Se ensayaron distintas muestras de los morteros y suelos que iban a quedar en contacto directo con las sondas. Partiendo de una fase en seco se hizo una clasificación del rango de valores en los que el material se podía considerar en estado seco (0-20 %), húmedo (20-30 %) y mojado (30-40 %). El valor máximo es el del agua, siendo su valor del 60 %. También se evaluaron otros factores que influyen en las mediciones: los cambios de la temperatura ambiente y la presencia de sales en los materiales. Se constató que una medición cualitativa permitiría alcanzar el objetivo de la investigación, es decir, conocer la fluctuación de la humedad en el muro según las distintas acciones del agua. Una vez testadas las sondas en laboratorio, se colocaron *in situ*, haciendo comprobaciones de las mediciones en tiempo real, antes de que estas quedaran conectadas a los registradores o *loggers*.

Los registradores son equipos de medición autónoma que almacenan la información medida a intervalos programados y que podemos visualizar en remoto, ya que en este caso se dispone de un módem GPRS que envía los datos a un servidor central al que accede el usuario.

— Instalación de los equipos

La instalación de este aparataje se realizó en el momento de ejecución de las obras proyectadas. En total se instalaron 8 sondas de humedad y 2 registradores, uno intramuros (LI) y otro extramuros (LE), como se puede apreciar en la sección de la imagen [figura 4]. Al primer registrador se conectaron 5 sondas (3 intramuros y 2 en el adarve), y al segundo registrador extramuros se conectaron 3 sondas. Las sondas se colocaron en superficie y a distinta profundidad en el adarve, intramuros y extramuros.

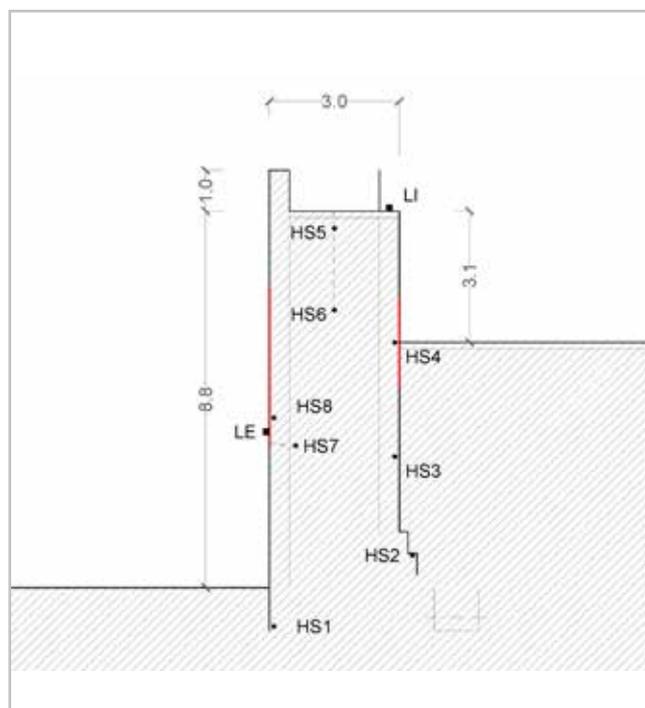


Figura 4.- Localización de las sondas de humedad del suelo HS y los registradores o *loggers* L en la sección del muro. En color se representa la mancha de humedad a extramuros e intramuros.

Todas las sondas se encuentran en la misma sección transversal del lienzo, en la mitad del tramo 44-45, salvo la sonda HS5 bajo el solado del adarve, desplazada 1,5 m hacia el lado del pozo.

El mortero de cada perforación (alterado mínimamente) se recogió para el posterior retacado de la sonda tras su colocación. Se aseguró un buen contacto de la sonda (en las palas y el mango de cada sonda) con el material a medir, evitando la presencia de piedras o bolsas de



Figura 5.- Colocación de las sondas HS1, HS8 y el registrador LE, 2017-06-01.

aire, procurando el mismo grado de compactación en el material retacado. El material sobrante se guardó para analizar en laboratorio su contenido de humedad gravimétrico, conductividad y tipo de sales presentes en cada muestra.

Los cables se ocultaron con mortero sobre las rozas realizadas previamente en el llagueado de la fábrica, pintándose los registradores para disimular su presencia [figura 5].

Tras la colocación de las sondas se aguardó un periodo de estabilización, debido a la humedad del mortero de sellado, el acabado de las actuaciones proyectadas y a las nuevas condiciones del medio.

— Análisis en campo

A través de los datos medidos en campo, se comprobó la incidencia de los distintos factores relacionados con la humedad, como son: la estabilización de las mediciones tras el retacado y sellado de los morteros que aseguran las sondas (se aprecia en los sensores a intramuros y a extramuros); la ejecución de las intervenciones previstas que también suponen un aporte de humedad (como en la sonda HS5 tras la impermeabilización y solado del adarve); y las precipitaciones, con influencia en todas las sondas salvo en las que se encuentran a más profundidad (como la HS6 en el relleno o la HS7 extramuros) o protegidas mediante impermeabilización (como la HS1 extramuros) [figura 6]. En cualquier caso,

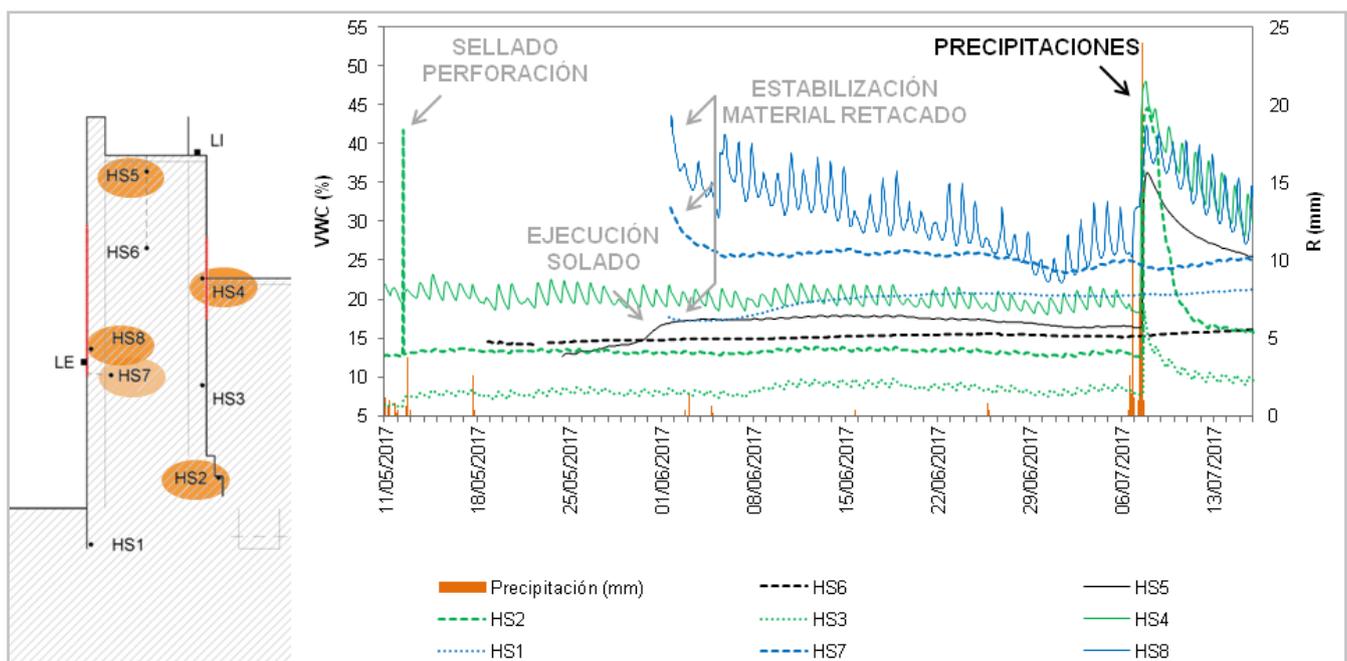


Figura 6.- Influencia de la humedad en las mediciones. En la gráfica las curvas en azul se corresponden con las mediciones extramuros, en verde con las mediciones intramuros y en negro con las mediciones del adarve; las precipitaciones han sido registradas por el observatorio de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet) en Ávila (<<http://www.aemet.es>>). En la sección quedan identificadas las sondas afectadas, con diferente intensidad.

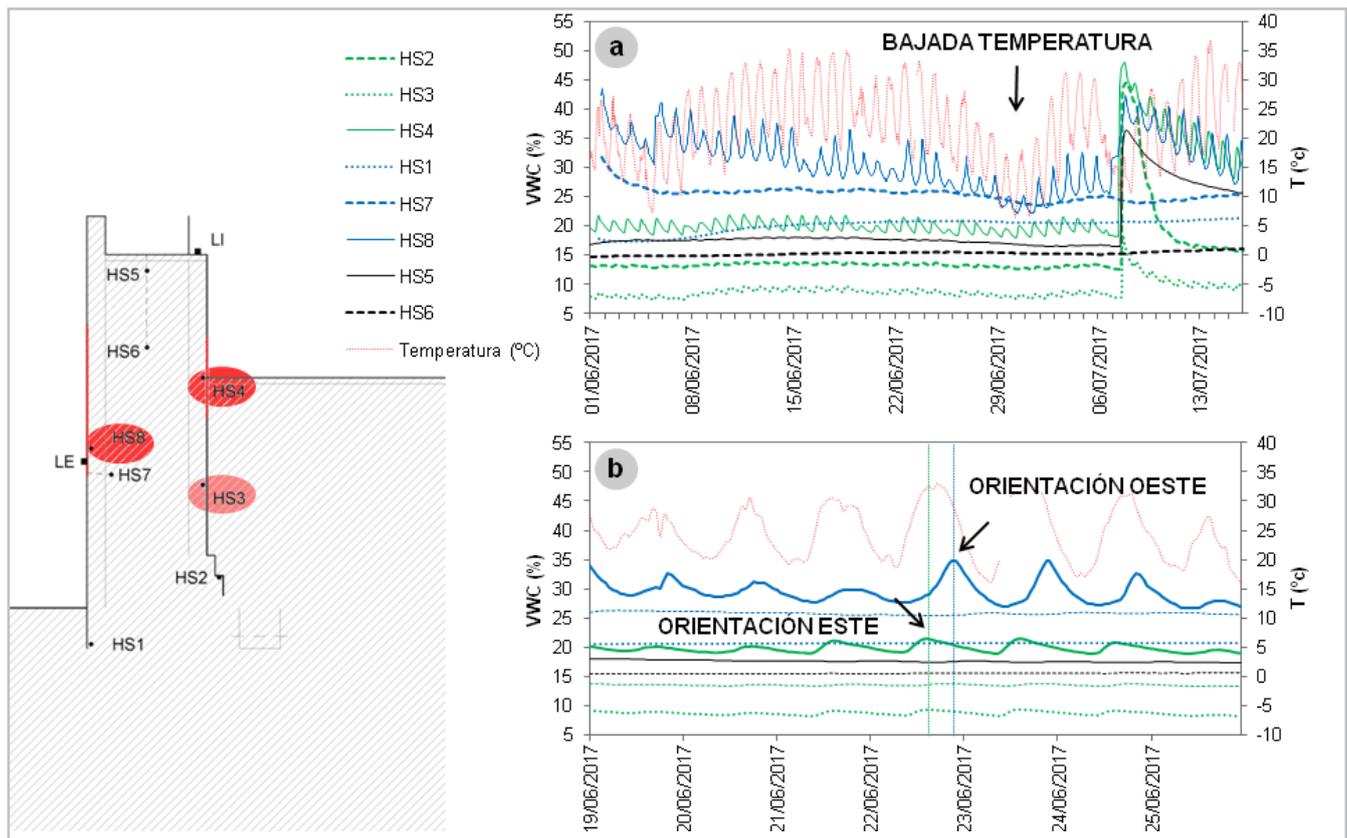


Figura 7.- Influencia de la temperatura en las mediciones. En las gráficas la curva en rojo se corresponde con la temperatura del clima local: a) Periodo de mes y medio; b) Periodo de una semana. En la sección quedan identificadas las sondas afectadas, con diferente intensidad.

tras un periodo de precipitaciones las sondas necesitan un tiempo de estabilización más o menos dilatado (según las condiciones de contorno o el grado de permeabilidad de los materiales).

También influyen en las mediciones los cambios de temperatura del material que queda en contacto con la sonda. Según el fabricante, la variación del contenido de humedad volumétrico es del 0,5 % por cada 1° C.

En este caso los dos paramentos de la muralla (del tramo 44-45 del lienzo oeste) están expuestos a insolación. A mayor exposición de las sondas mayor afección en las mediciones (como ocurre en las sondas HS8 extramuros y HS4 intramuros), en cuyas mediciones se registran los ciclos diarios de temperatura, también se puede apreciar el cambio de temperatura en el transcurso de los días [figura 7, gráfica superior]. Del mismo modo, las sondas con orientación oeste están más afectadas que las sondas con orientación este (la excavación intramuros estuvo abierta hasta abril de 2019) [figura 7, gráfica inferior].

Resultados y discusión

Se ha comprobado, en laboratorio y en campo, que las sondas FDR son válidas en la monitorización de muros, quedando en contacto con los morteros de rejunto

o argamasas de relleno. Del análisis de los datos se desprende la influencia de las sales de los morteros y la evolución de la humedad en el muro.

— Presencia de sales en los morteros

Las mediciones de las sondas electromagnéticas se ven afectadas por la conductividad eléctrica de los morteros si la presencia de sales es muy elevada. El fabricante indica que la sonda EC-5 es precisa hasta los 8000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y este dato no se ha superado en ninguna de las muestras analizadas.

La mayor concentración de iones ha tenido lugar en la superficie del paramento con orientación oeste (con una conductividad eléctrica media de 560 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y cierto contenido en sales). Esta distribución de sales era mayor en superficie respecto a la profundidad (50 cm) del muro. La intensidad de la mancha y su extensión en este paramento es cambiante con las estaciones meteorológicas.

En el paramento con orientación este la conductividad eléctrica era más baja; a nivel de suelo la conductividad era muy baja; y en el adarve y relleno era prácticamente nula. En cualquier caso, el nivel de concentración de sales en los puntos de medición no ha afectado a la lectura de las sondas EC-5.

— Evolución de la humedad en el muro

La medición cualitativa ha permitido observar el comportamiento hídrico de la muralla, vinculándose estos cambios fundamentalmente a las precipitaciones y a los aportes de humedad del subsuelo.

De manera específica la evaluación de los datos ha servido para valorar la eficacia de los sistemas constructivos adoptados para paliar la humedad en el muro en este tramo de la muralla.

Mediante la monitorización, el análisis e interpretación de los datos se ha constatado que:

1. En el adarve (los sensores no están afectados por la insolación), la humedad queda retenida por la lámina de

impermeabilización incorporada en la restauración del solado (se aprecia en la curva superior de la sonda HS5) y conducida a la canaleta interior, por tanto, la humedad no afecta a los rellenos del muro (como se demuestra con la curva inferior de la sonda HS6) [figura 8]. Esta gráfica y las dos siguientes se corresponden con un ciclo anual completo, en concreto al año 2018 cuyo primer semestre fue especialmente lluvioso (casi el doble de lo normal); y se representan valores promedios diarios, para atenuar el efecto de la temperatura en las sondas que se ven afectadas por la insolación.

2. Extramuros hay 3 sondas [figura 9]. La inferior (HS1), tras la impermeabilización del drenaje del jardín con riego, desde su instalación en mayo de 2017 se muestra en estado seco incluso durante el primer semestre lluvioso de 2018, y trascurrido el verano empezó a aumentar de manera

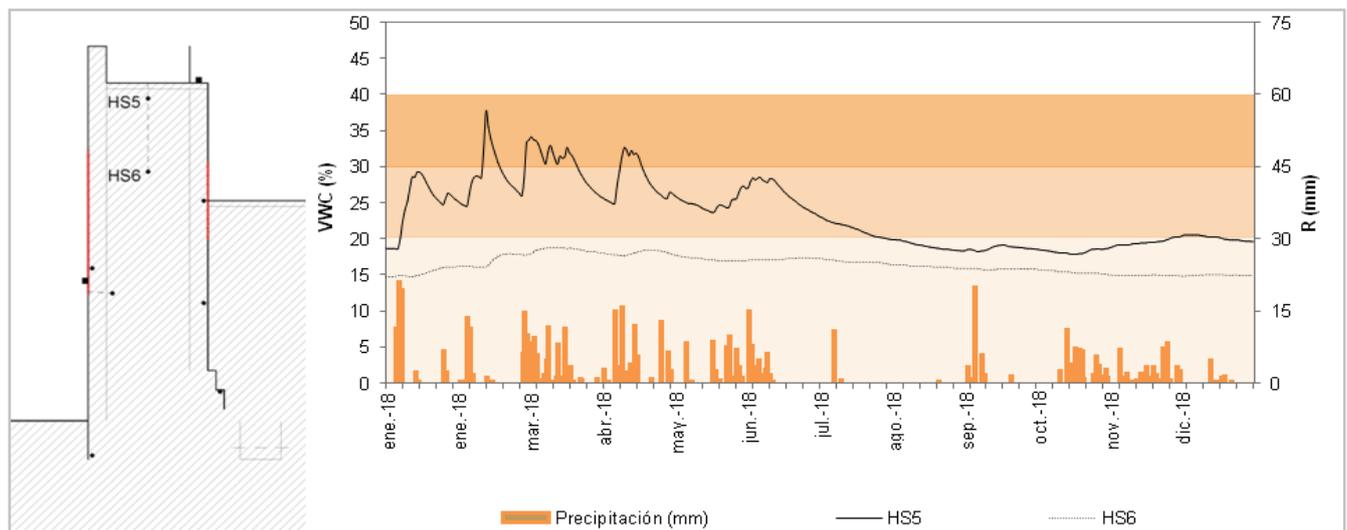


Figura 8.- Gráfica de las mediciones registradas por las sondas de humedad colocadas en el adarve (según se indica en la sección de la izquierda) y de las precipitaciones registradas por el observatorio de la AEMet en Ávila (<<http://www.aemet.es>>).

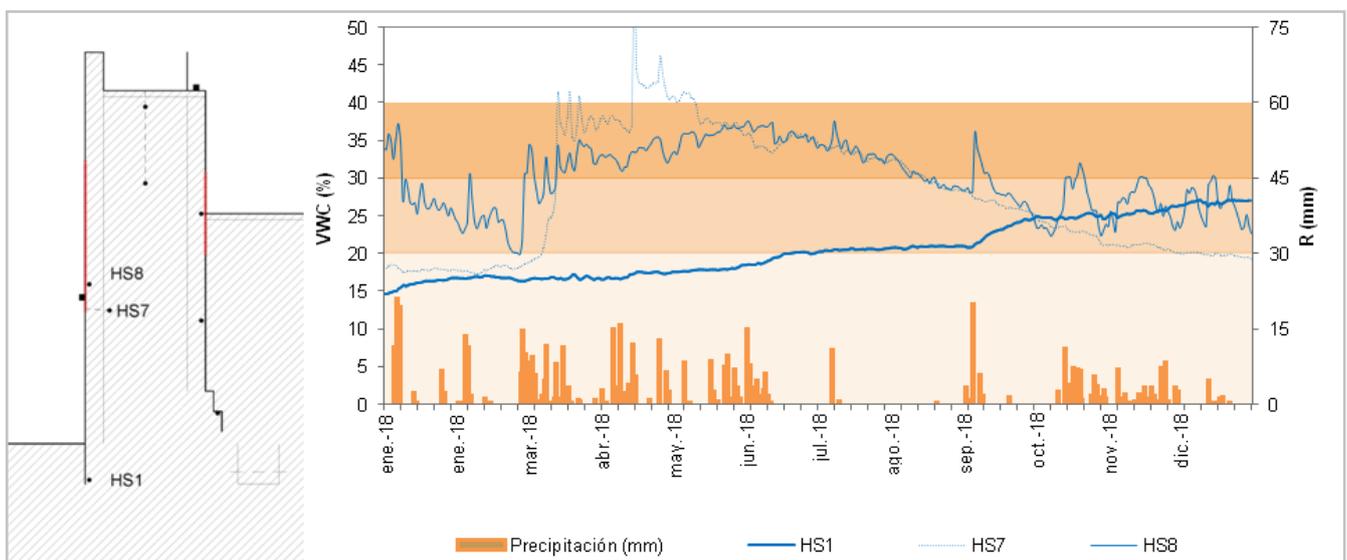


Figura 9.- Gráfica de las mediciones registradas por las sondas de humedad colocadas extramuros (según se indica en la sección de la izquierda) y de las precipitaciones registradas por el observatorio de la AEMet en Ávila (<<http://www.aemet.es>>).

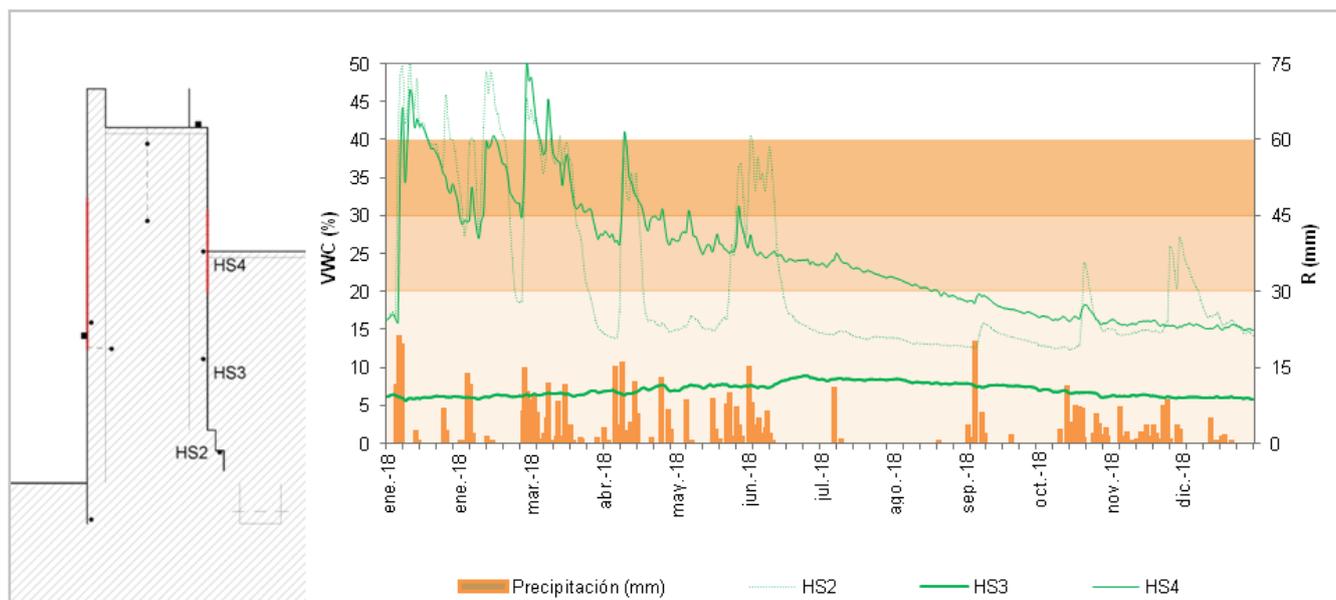


Figura 10.- Gráfica de las mediciones registradas por las sondas colocadas intramuros (según se indica en la sección de la izquierda) y de las precipitaciones registradas por el observatorio de la AEMet en Ávila (<<http://www.aemet.es>>).

progresiva el contenido de humedad volumétrica hasta quedar en estado mojado.

La sonda situada en la superficie extramuros (HS8) muestra la influencia de las precipitaciones, por acción de los vientos dominantes, que en Ávila son de dirección noroeste-sureste. En ausencia de precipitaciones la superficie del muro se encuentra en estado seco.

El sensor colocado a 50 cm de la superficie del muro (HS7) se vio afectado por las lluvias intensas de marzo a junio de 2018, estabilizándose posteriormente en su estado inicial, siendo esta su fase normal.

3. Intramuros también hay 3 sondas [figura 10], desde el nivel de suelo hasta la cimentación (de origen romano según se constató tras la excavación). Las mediciones de la gráfica se corresponden al periodo en que la excavación intramuros permaneció abierta. El sensor inferior (HS2) recoge la acumulación del agua precipitada en forma de lluvia o nieve. La sonda en la superficie intramuros a nivel del suelo (HS4), al igual que la sonda en la superficie extramuros, se vio afectada por las precipitaciones intensas del primer semestre del año, siendo su estado normal seco. La sonda en la superficie intramuros por debajo del nivel del suelo (HS3), protegida de los vientos dominantes, siempre se ha mantenido estable, en estado seco. La excavación se cerró en mayo de 2019 incorporando un drenaje a la altura de la sonda HS3, que cambió su estado de seco a mojado con las lluvias del otoño del 2020.

Los paramentos verticales se ven afectados por las precipitaciones según los vientos dominantes, llegando al menos a una profundidad de 50 cm en periodos de precipitación intensa y racheada.

Conclusiones

Como conclusión se demuestra el interés de las sondas electromagnéticas de tipo capacitivo para seguimiento del comportamiento hídrico real de los muros sometidos a humedad capilar, y para evaluación de la eficacia de las medidas implementadas para su conservación.

En el análisis e interpretación de los datos se ha de evaluar y considerar la presencia de sales en los morteros o suelos objeto de estudio, así como la influencia de la temperatura ambiente en las mediciones.

En el caso del tramo 44-45 del lienzo oeste de la muralla de Ávila el nivel medio-bajo de concentración de sales existente en los distintos puntos de medición no ha alterado los valores registrados a través de las sondas FDR.

Sin embargo, todas las mediciones de las sondas ubicadas en la superficie del muro quedan alteradas por la fluctuación de la temperatura ambiente, en mayor medida cuando los sensores están expuestos a la radiación del sol, en este caso con orientaciones este y oeste. Esta cuestión se ha sorteado trabajando con valores promedio.

En cuanto a la evolución de la humedad en la sección del muro del tramo 44-45 se ha constatado la incidencia de las precipitaciones y de la humedad del subsuelo. En el adarve la humedad queda retenida por la lámina de impermeabilización incorporada; los paramentos verticales (no intervenidos) se ven afectados por las precipitaciones según los vientos dominantes; y en la base del muro, junto a los tubos drenantes, los valores de humedad permanecen estables hasta que transcurrido un año de su instalación tienen lugar las primeras precipitaciones del otoño alcanzando el estado de mojado. Este último aspecto

requiere de un seguimiento que permita valorar de manera más clara la eficacia de los drenajes.

Respecto a las manchas de humedad se mantienen en ambas caras del muro, una vez impermeabilizado el adarve o drenado el suelo intramuros y extramuros. Se manifiestan con distinta intensidad y extensión a lo largo del año, probablemente vinculadas a la condensación higroscópica de las sales (mayor en el paramento extramuros).

Agradecimientos

A Cristina Sanchidrián Blázquez, Pilar Fernández Valdés y Rosa Ruiz Entrecanales (dirección facultativa por parte del Ayuntamiento de Ávila); a José Luis López-Hernández (Construcciones Velarenas, Barba Grupo Inmobiliario); a Javier Jimeno Jimeno y Óscar Romo Caballero (jefes de obra); a Óscar, Nacho y Diego (encargados de obra); y a Blas Cabrera González (Castellum S. Coop.).

Referencias

AENOR (2018). *UNE-EN 16682 Conservación del patrimonio cultural. Métodos de medición del contenido de humedad, o contenido de agua, en materiales constitutivos del patrimonio cultural inmueble.*

AGLIATA, R., GRECO, R. y MOLLO, L. (2018). "Moisture measurements in heritage masonries: A review of current methods", *Materials Evaluation*, 76(11): 1468-1477. <https://www.researchgate.net/publication/325285165>

AGLIATA, R., MOLLO, L. y GRECO, R. (2016). "Use of TDR to compare rising damp in three tuff walls made with different mortars", *Journal of Materials in Civil Engineering*, 29(4). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0001794](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001794)

AZNAR MOLLÁ, J.B., BENLLOCH MARCO, J. y MEDINA RAMÓN, F.J. (2016). *El diagnóstico de las humedades de capilaridad en muros y suelos. Determinación de sus causas y origen mediante una metodología basada en la representación y análisis de curvas isohídricas.* Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/61630>

CAMINO, M.S., LEÓN, F.J., LLORENTE, A. y OLIVAR, J.M. (2014). "Evaluation of the behavior of brick tile masonry and mortar due to capillary rise of moisture", *Materiales de Construcción*, 64(314): e020. <https://doi.org/10.3989/mc.2014.02513>

CAMUFFO, D. (2018). "Standardization activity in the evaluation of moisture content", *Journal of Cultural Heritage*, 31: S10-S14. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.03.021>

CATALDO, A., DE BENEDETTO, E., CANNAZZA, G. et al. (2018). "TDR-based measurements of water content in construction materials for in-the-field use and calibration", *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 67(5): 1230-1237. <https://doi.org/10.1109/TIM.2017.2770778>

ČERNÝ, R. (2009). "Time-domain reflectometry method and its application for measuring moisture content in porous materials: A review", *Measurement*, 42(3): 329-336. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2008.08.011>

FORT, R., ÁLVAREZ DE BUERGO, M., VÁZQUEZ CALVO, M.C. et al. (2015). *Caracterización de sales en el interior de la muralla de Ávila para su monitorización* (Informe inédito). Instituto de Geociencias (CSIC-UCM). Grupo de Petrología Aplicada a la Conservación del Patrimonio. Laboratorio de Petrofísica.

FREITAS, T.S., GUIMARAES, A.S., ROELS, S. et al. (2020). Time Domain Reflectometry (TDR) technique – A solution to monitor moisture content in construction materials. *E3S Web of Conferences*, 172. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017217001>

GARCÍA MORALES, S., LÓPEZ GONZÁLEZ, L. y COLLADO GÓMEZ, A. (2012). "Metodología de inspección higrotérmica para la determinación de un factor de intensidad de evaporación en edificios históricos", *Informes de la Construcción*, 64: 69-78. <https://doi.org/10.3989/ic.11.073>

GIL-MUÑOZ, M.T. (2017). *Análisis e interpretación de los datos de monitorización del lienzo 44-45 de la muralla de Ávila, tras su intervención para prevenir las humedades. Primer semestre de mediciones* (Informe inédito). Ayuntamiento de Ávila.

HAUSCHILD, T. & MENKE, F. (1998). "Moisture measurement in masonry walls using a non-invasive reflectometer", *Electronics Letters*, 34(25): 2413-2414. <https://doi.org/10.1049/el:19981694>

HEALY, W.M. (2003). "Moisture sensor technology – A summary of techniques for measuring moisture levels in building envelopes", *ASHRAE Transactions*, 109(1): 232-242.

HOŁA, A., MATKOWSKI, Z. & HOŁA, J. (2017). "Analysis of the moisture content of masonry walls in historical buildings using the basement of a medieval town hall as an example", *Procedia Engineering*, 172: 363-368. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.041>

KAATZE, U. & HUBNER, C. (2010). "Electromagnetic techniques for moisture content determination of materials", *Measurement Science and Technology*, 21. <https://doi.org/10.1088/0957-0233/21/8/082001>

KRUS, M. (1996). *Moisture transport and storage coefficients of porous mineral building materials. Theoretical principles and new test methods.* Ph.D. Thesis, Fraunhofer Institute of Building Physics.

LA VANGUARDIA. (1/3/2020). "Las visitas a la muralla de Ávila aumentaron casi el 50 % en febrero". *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com>. [consulta: 26/4/2021].

MARTÍNEZ GARRIDO, M.I., FORT GONZÁLEZ, R. y RUIZ GONZÁLEZ, M. (2015). *Aportación de la monitorización mediante redes de sensores y técnicas no invasivas para la conservación preventiva del Patrimonio.* Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.

MCCANN, D.M. & FORDE, M.C. (2001). "Review of NDT methods in the assessment of concrete and masonry structures", *NDT&E International*, 34(2): 71–84. [https://doi.org/10.1016/S0963-8695\(00\)00032-3](https://doi.org/10.1016/S0963-8695(00)00032-3)

MOLLO, L. y GRECO, G. (2011). "Moisture measurements in masonry materials by time domain reflectometry", *Journal of Materials in Civil Engineering*, 23(4): 441-444. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0000188](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000188)

PAVLÍK, Z. & ČERNÝ, R. (2004). "Application of TDR measurement technology for construction materials in semi-scale experiments", *International Agrophysics*, 18(3): 249-252.

PHILLIPSON, M.C., BAKER, P.H., DAVIES, M. et al. (2008). "Suitability of time domain reflectometry for monitoring moisture in building materials", *Building Services Engineering Research and Technology*, 29(3): 261-272. <https://doi.org/10.1177/0143624408092423>

PHILLIPSON, M., BAKER, P., MCNAUGHTAN, A. et al. (2007). "Moisture measurement in building materials: An overview of current methods and new approaches", *Building Services Engineering Research and Technology*, 28 (4): 303-316. <https://doi.org/10.1177/0143624407084184>

PINCHIN, S.E. (2008). "Techniques for monitoring moisture in walls", *Reviews in Conservation*, 9: 33-45. <https://doi.org/10.1179/sic.2008.53.Supplement-2.33>

REGALADO, C.M., RITTER, A. y GARCÍA, O. (2009). "Caracterización de sensores electromagnéticos de humedad de suelo con fluidos estándar de permitividad conocida". En *Estudios de la Zona no Saturada del Suelo*, Silva Rojas, O. y Carrera Ramírez, J. (eds.). Barcelona: CIMNE, 192-199.

RUIZ, R. y CABRERA, B. (2017). "Arqueología en la Muralla de Ávila: últimas aportaciones", *Cuadernos de arquitectura y fortificación*, 4: 9-46.

SÁID, A.N.M. (2007). "Measurement methods of moisture in building envelopes – A literature review", *International Journal of Architectural Heritage*, 1: 293–310. <https://doi.org/10.1080/15583050701476754>

SANDROLINI, F. & Franzoni, E. (2006). "An operative protocol for reliable measurements of moisture in porous materials of ancient buildings", *Building and Environment*, 41(10): 1372-1380. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.05.023>

SUCHORAB, Z., SOBCZUK, H. & ŁAGÓD, G. (2016). "Estimation of building material moisture using non-invasive TDR sensors". In *AIP Conference Proceedings*, 1752. <https://doi.org/10.1063/1.4955231>

TADA, S. & WATANABE, K. (1998). "An overview of principles and techniques of moisture properties measurement for building materials and components", *Workshop on mass-energy transfer and deterioration of building materials and components*, Tsukuba, Japan.

TIANO, P. & RIMINESI, C. (2017). "State of arts of monumental stones diagnosis and monitoring", *International Archives of*

the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 42: 665–671. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W5-665-2017>

TORRES, M.I.M. & FREITAS, V.P. (2010). "The influence of the thickness of the walls and their properties on the treatment of rising damp in historic buildings", *Construction and Building Materials*, 24: 1331-1339. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.01.004>

VECCHIATTINI, R. (2018). "Moisture monitoring experience in the old town of Genoa (Italy)", *Journal of Cultural Heritage*, 31S: 71-81. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.04.007>

VOUTILAINEN, J. (2005). *Methods and instrumentation for measuring moisture in building structures*. Doctoral Thesis, Helsinki University of Technology, Applied Electronics Laboratory.

ZHAO, J.H., RIVERA, E., MUFTI, A. et al. (2012). "Evaluation of dielectric based and other methods for moisture content measurement in building stones", *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, 2: 137-148. <https://doi.org/10.1007/s13349-012-0024-1>

Autor/es



María-Teresa Gil-Muñoz
 mariatgi@ucm.es
 Universidad Complutense de Madrid.

Diplomada en restauración y licenciada en arquitectura, es doctora por la Universidad Politécnica de Madrid, donde es invitada del grupo de investigación "Análisis e Intervención en el Patrimonio Arquitectónico". Es especialista en el ámbito de la conservación preventiva del patrimonio cultural y en el diagnóstico de humedades en edificios históricos. Compagina su trabajo profesional con la docencia en la Universidad Complutense de Madrid. Ha trabajado para instituciones como el Instituto del Patrimonio Cultural de España y ha realizado distintos estudios y propuestas de conservación en colecciones y monumentos relevantes de la Península Ibérica, elaborando planes de conservación preventiva, estudios de condiciones ambientales y diagnosis de humedades. También participa como docente en fundaciones, colegios profesionales y otras universidades. <https://orcid.org/0000-0003-3674-2711>



Pedro Pablo Pérez García
 pedro.perez@cultura.gob.es
 Instituto del Patrimonio Cultural de España

Geólogo del Instituto de Patrimonio Cultural de España, es especialista en petrología aplicada en la restauración de monumentos, habiendo participado en estudios analíticos de más de 400 monumentos. Estos estudios han supuesto

la caracterización de materiales pétreos, morteros, cerámica, vidrio, depósitos salinos, recubrimientos y materiales pictóricos. Ha colaborado en numerosos proyectos de investigación con el Instituto de Patrimonio Cultural de España así como con otras instituciones públicas, fundaciones y empresas privadas. También ha participado en numerosos planes directores. Ha sido profesor asociado de la Universidad de Salamanca. Ha publicado de manera individual o con otros autores más de 30 publicaciones relacionadas con estudios analíticos en patrimonio y ha dado más de 50 conferencias y ponencias en distintos cursos, máster y congresos. Entre las técnicas analíticas que maneja habitualmente, cabe destacar la microscopía electrónica, la microscopía óptica, la difracción de Rayos-X y la termografía de infrarrojos.



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.997>

INVESTIGAÇÕES EM CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO

Investigaciones en Conservación del Patrimonio

Projeto interdisciplinar de estudo e conservação da série “Retirantes” de Candido Portinari no Museu de Arte de São Paulo

Sofia Hennen Rodriguez, Aline Assumpção, Pedro Herzilio Ottoni Viviani de Campos, Bianca Gonçalves, Erick Santos de Jesus, Elizabeth Alfredi de Mattos Kajiya, Fábio Luchiari, Márcia de Almeida Rizzutto, Florence White de Vera, Cecilia Winter

Resumo: “Retirantes”, “Criança Morta” e “Enterro na Rede” são três pinturas a óleo, pintadas em 1944 pelo reconhecido artista brasileiro Candido Portinari. As três pinturas representam cenas da miséria gerada pelas migrações durante as secas no nordeste brasileiro. As três pinturas entraram para a coleção do museu como um conjunto em 1948. Devido às diferentes histórias materiais e restaurações passadas, as pinturas apresentavam distintos estados de conservação. Foi organizado um projeto interdisciplinar com curadores, conservadores e cientistas, com o fim de estudar e restaurar cada uma das pinturas. A imagiologia e a caracterização material foram essenciais para justificar o tratamento proposto, que se realizou com a intenção de estabilizar as alterações presentes e recuperar a homogeneidade estética das três pinturas, permitindo uma exposição coerente do conjunto novamente.

Palavras-chave: pintura modernista, portinari, conservação, técnica pictórica, imagiologia, XRF, Raman, MASP

Proyecto interdisciplinar de estudio y conservación de la serie “Retirantes” de Candido Portinari en el Museo de Arte de São Paulo

Resumen: “Retirantes”, “Criança Morta” y “Enterro na Rede” son tres pinturas a óleo, pintadas en 1944 por el reconocido artista brasileño Candido Portinari. Las pinturas representan la pobreza y la emigración del pueblo del noreste brasileño. Las tres pinturas entraron como un conjunto en la colección del museo en 1948. Debido a las diferentes historias materiales y restauraciones pasadas, las pinturas presentaban distintos estados de conservación. Se organizó un proyecto interdisciplinario con curadores, conservadores y científicos con el fin de estudiar y restaurar cada una de las pinturas. La imagenología y la caracterización material fueron esenciales para justificar el tratamiento propuesto, que se realizó con la intención de estabilizar las alteraciones presentes y recuperar la homogeneidad estética de las tres pinturas, permitiendo una exposición coerente del conjunto nuevamente.

Palabras clave: pintura modernista, portinari, conservación, técnica pictórica, imagenología, XRF, Raman, MASP

An interdisciplinary project of study and conservation of Candido Portinari’s “Retirantes” ensemble at Sao Paulo Museum of Art

Abstract: “Retirantes”, “Criança Morta” and “Enterro na Rede” are three oil paintings, painted in 1944 by Candido Portinari, a renowned Brazilian artist. The three paintings portray the poverty and emigration originated by the droughts of the Brazilian northeastern regions. The three paintings entered the museum’s collection in 1948, as an ensemble. Due to different material histories and past restorations, the paintings presented distinct conservation states. An interdisciplinary project with curators, art conservators, and scientists was organized with the intention of studying and conserving each one of the paintings. Technical imaging and material characterization were essential to justify the proposed treatment, which was performed with the intent of ensure the stability of the alterations presented and recovering the aesthetical homogeneity of the three paintings, allowing a coherent exhibition of the ensemble again.

Keyword: modernist painting, portinari, conservation, painting technique, imaging, XRF, Raman, MASP

Introdução

O Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand (MASP) foi fundado em 1947, na sede dos Diários Associados pelo empresário e jornalista Assis Chateaubriand (1892-1968), com a ajuda do crítico de arte e galerista italiano Pietro Maria Bardi (1900-1999), primeiro diretor do MASP. Parte relevante do acervo do museu foi construída durante o período de pós-guerra, entre 1947 e 1960, quando foram adquiridas importantes pinturas europeias (atualmente, o museu possui a maior coleção de arte europeia da América Latina). Em 1968, a sede do museu foi transferida para o icônico prédio modernista de vidro e concreto, da arquiteta italiana Lina Bo Bardi (1914-1992), especialmente construído para receber a coleção. A arquiteta não só concebeu o prédio, mas também idealizou uma forma original de expor as obras, suspendendo as pinturas em *cavaletes de vidro*; trabalho expositivo que é a marca do museu (Pedrosa e Proença 2015; Gorini 2017). Desde a criação do museu, a coleção foi se enriquecendo com arte brasileira e contemporânea, adquirindo obras dos artistas brasileiros mais importantes da época, tais como Candido Portinari (1903-1962). Atualmente, o museu possui cerca de 12 mil obras, sendo uns dos museus mais importantes do Brasil e de América Latina.

O conjunto “Retirantes” (também chamado “Emigrantes”) era inicialmente composto de cinco pinturas a óleo sobre tela de grandes dimensões: “Retirantes”, “Enterro na Rede”, “Emigrantes” e duas versões de “Criança Morta”, pintadas entre 1944 e 1945 por Candido Portinari. Em 1946, as cinco obras são expostas na Galerie Charpentier em Paris. Uma das versões de “Criança Morta” é adquirida pelo Museu de Arte Moderna de Paris (MAM Paris) (MASP 2008). As obras “Retirantes”, “Enterro na Rede” e a outra versão de “Criança Morta” [figura 1] entram para o acervo do MASP, em 1948. O destino da obra “Emigrantes” é desconhecido.

As obras do MASP foram selecionadas por Pietro Maria Bardi no ateliê do artista, para serem adquiridas por Assis Chateaubriand, antes da abertura do museu, já com intenção de serem expostas juntas. Bardi (1985: 2) comenta que Chateaubriand, “incentivador” do Portinari, deu “carta branca” para investir em obras do artista. Ele continua:

A aquisição mais notável foi a do ‘Tríptico dos Retirantes’. Visitando e conversando com Candinho apreendia seu espírito de dedicação e consideração para com os menos favorecidos, seu desgosto ao saber dos sofrimentos, das pessoas ‘esfrangalhadas’, das coisas ‘frágeis e pobres’: um ânimo altruísta de constante vibração. Um dia me mostrou o ‘Tríptico’, que estava escondido atrás de um grupo de telas, e me narrou patéticos episódios, dando-me um panorama da vida no campo: ‘– Quis lembrar. Pode ver a dor me dominando...’ concluía ele com gestos de perplexa e desconsolada tristeza, movendo a cabeça, como que para se perguntar: ‘Mas é justo?’ (Bardi 1985: 2).

Efetivamente, do ponto de vista temático, as obras abrangem

o período em que a denúncia social, reflexo da precariedade da situação social brasileira, marcou a pintura de Portinari. As três pinturas representam cenas da miséria gerada pelas migrações durante as secas no nordeste brasileiro.

Do ponto de vista estilístico, as obras representam um momento importante no *corpus* artístico de Portinari, pois ilustram o momento em que este se liberta da influência cubista de Picasso, para dar lugar a um estilo mais pessoal e característico (MASP 2008).

No mesmo ano em que entram na coleção do MASP, as três obras são expostas no museu na exposição *Portinari: exposição da sua obra de 1920 a 1948*. Posteriormente, as três obras serão expostas juntas e separadamente, em inúmeras exposições nacionais e internacionais ao longo dos anos (Penna e Portinari 2004). Contudo, no decorrer dos anos, o conjunto foi separado, deixando “Enterro na Rede” armazenado na Reserva Técnica, o que prejudicou o diálogo inicial entre as três pinturas. Além disso, as obras passaram por diferentes intervenções de conservação e restauro, sem considerar a homogeneidade do conjunto.

Um projeto interdisciplinar foi organizado para estudar e tratar as três obras do MASP, com o objetivo, primeiro, de realizar um aprofundado estudo histórico, técnico e estilístico das pinturas, realizando diferentes análises materiais, pesquisa bibliográfica e na documentação do museu. A caracterização dos materiais e da tecnologia das pinturas era essencial, uma vez que, apesar de sua popularidade, existe pouca pesquisa realizada sobre a técnica de Portinari (Rosado *et al.* 2011; Rosado *et al.* 2014; Teixeira *et al.* 2011). Segundo, era necessário avaliar o estado de conservação das pinturas, mapeando todas as alterações presentes, para determinar um tratamento adequado e coerente, a fim de devolver a unidade estética e estrutural ao conjunto.

Metodologia

Foi reunida uma equipe de curadores e conservadores do museu, de dois conservadores externos com extensa experiência na obra do artista, e de pesquisadores do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP), encarregados de realizar as análises científicas.

Foi realizada a imagiologia multiespectral das três obras, incluindo fotografia com luz visível (LV), fotografias macro (MA), luz rasante (LR), luz transmitida (LT), fluorescência visível por iluminação Ultravioleta (LUV) e reflectografia no infravermelho (IRR). A fim de determinar os pigmentos utilizados pelo artista, foram realizadas análises espectroscópicas por fluorescência de raios X (XRF) e espectroscopia Raman.

Para as análises XRF, utilizou-se um sistema portátil constituído por um tubo de raios X modelo Mini-X da Amptek, com anodo de prata (com voltagem de 30 kV e correntes de 5 μ A) e um detector Si-PIN X-123 da Amptek.

Nas análises por espectroscopia Raman foi utilizado um sistema portátil modelo EZ Raman-N dual, Enwave Optronics, empregando um laser de 785 nm, com potências da ordem de 20-300 mW. Os espectros adquiridos possuem intervalo de medidas de 100 a 2200 cm⁻¹ com resolução espacial de 6 cm⁻¹. Na imagiologia usou-se uma câmera fotográfica digital modelo Canon EOS 5D Mark III, com lente objetiva de 24-105 mm, f/2.2-4. Para a IRR, o equipamento utilizado foi a câmera Osiris, Opus Instruments, que possui um detector de InGaAs do tipo “array”, que registra entre 900 e 1700 nm, com um conjunto de lentes de 150 mm e f/ 5,6-45.

Como fontes nas análises LV, LT e IRR, foram utilizadas duas lâmpadas alógenas de 1000 W. Para a técnica de LR, foi utilizado um conjunto linear de luz LED. Para as fotografias LUV, foram utilizados dois arranjos de lâmpadas UV, Philips HPW L 125 WT Ultraviolet.

Nas imagens LV, foi utilizada uma cartela de cor ColorChecker, X-Rite, para a correção do perfil de cores e balanço de branco. Todas as imagens obtidas foram editadas e ajustadas no programa Adobe Photoshop Lightroom CC, versão 8.4.

O processo de estudo e de tratamento das obras seguiu uma metodologia de trabalho específica predefinida, baseada na discussão interdisciplinar e no diálogo com profissionais de outras instituições. Para isso, duas apresentações foram organizadas: a primeira após o estudo preliminar, com o objetivo de compartilhar os resultados das análises e discutir a proposta de tratamento; a segunda após o tratamento, para avaliar e discutir os resultados das intervenções de conservação e restauro realizadas.

Resultados

—Técnica pictórica

As três telas são de fibras celulósicas – possivelmente algodão – em completa predominância, de ligamento tela/tafetá, de tecelagem industrial, mas possuem densidades e espessuras diferentes. Ambas as telas de “Retirantes” e “Criança Morta” apresentam vários carimbos e inscrições nos versos referentes a exposições passadas. “Enterro na Rede” foi reentelada em 1969 (ver na seção seguinte), impedindo o acesso ao verso da tela original. No verso da obra “Retirantes”, há um esboço de braço feito pelo artista, e alguns desenhos infantis, realizados por João Candido, filho do artista, de acordo com o próprio João [figura 1].

Tanto “Retirantes”, como “Criança Morta”, possuem uma preparação branca e fina, enquanto a preparação de “Enterro na Rede” é mais espessa e apresenta uma tonalidade cinza. As análises XRF e Raman mostraram a presença de uma mistura de carbonato de cálcio e branco de zinco na base de preparação das três telas [tabela 1].

Podemos observar, através das guirlandas de tensão e dos restos de preparação que se encontram presentes

nas bordas, que a preparação foi aplicada em um chassi temporário, provavelmente maior do que o original. É possível que várias telas tenham sido preparadas no mesmo chassi, para depois serem recortadas nos formatos finais e esticadas nos chassis definitivos. No entanto, apenas o chassi de “Retirantes” parece ser original.

Em “Retirantes” e “Criança Morta”, observa-se primeiro um desenho de carvão, realizado diretamente sobre a preparação, que aparece a olho nu em algumas zonas da pintura. Este desenho aparece sintético e rápido. Foi possível observar alguns reajustes pontuais realizados durante a pintura [figura 2]. Observa-se um segundo desenho, realizado com pincel e tinta a óleo preta – a base de preto de osso ou de marfim e óxido de ferro, segundo as análises XRF e Raman, que delinea as figuras e os objetos da composição com espontaneidade e força, e se mistura com as demais pinceladas da pintura. Este segundo desenho faz parte da composição final e não pode ser considerado como um desenho preparatório propriamente dito.

Na camada pictórica observam-se efeitos de estrutura em distintas regiões da pintura, criando diferentes contrastes: empastes e relevos importantes encontram-se especialmente nas cores brancas, nos personagens das três obras. Por outro lado, a camada pictórica pode ser bastante fina em determinadas regiões, como nos céus. Em algumas zonas das figuras a preparação foi deixada visível, revelando a textura da tela [figura 3].

A camada pictórica é ligeiramente granulosa na zona inferior, ao nível do chão. Areia ou terra foi integrada na preparação ou na camada pictórica, com o objetivo de criar uma certa porosidade, o que seria característico da técnica do Portinari (Rosado *et. al.* 2014), que tenta imitar os efeitos da pintura mural mesmo nas suas obras sobre tela.

As pinceladas são firmes e seguras, de tamanhos e espessuras distintos. Em algumas zonas tem bastante densidade, em outras são ‘secas’, trazendo pouca matéria pictórica. Alguns traços foram realizados com espátula e alguns efeitos pictóricos foram obtidos com a ponta dos pinceis [figura 4].

No caso de “Enterro na Rede”, a composição se destaca de “Retirantes” e de “Criança Morta”, sendo mais densa, integralmente preenchida pelos elementos pictóricos, e tendo uma gama cromática mais quente. Tanto a execução das figuras, como a construção dos planos, é realizada de forma mais geométrica, lembrando o passado cubista do artista. Por fim, as pinceladas são mais espessas e intensas, especialmente nos contornos das figuras, dando um aspecto mais gráfico à pintura.

Percebe-se uma espontaneidade e rapidez de execução e um grande domínio da pintura na hora de criar efeitos pictóricos. Observa-se também o domínio na utilização das cores. Os pigmentos, que puderam ser caracterizados graças às análises XRF e Raman, encontram-se detalhados

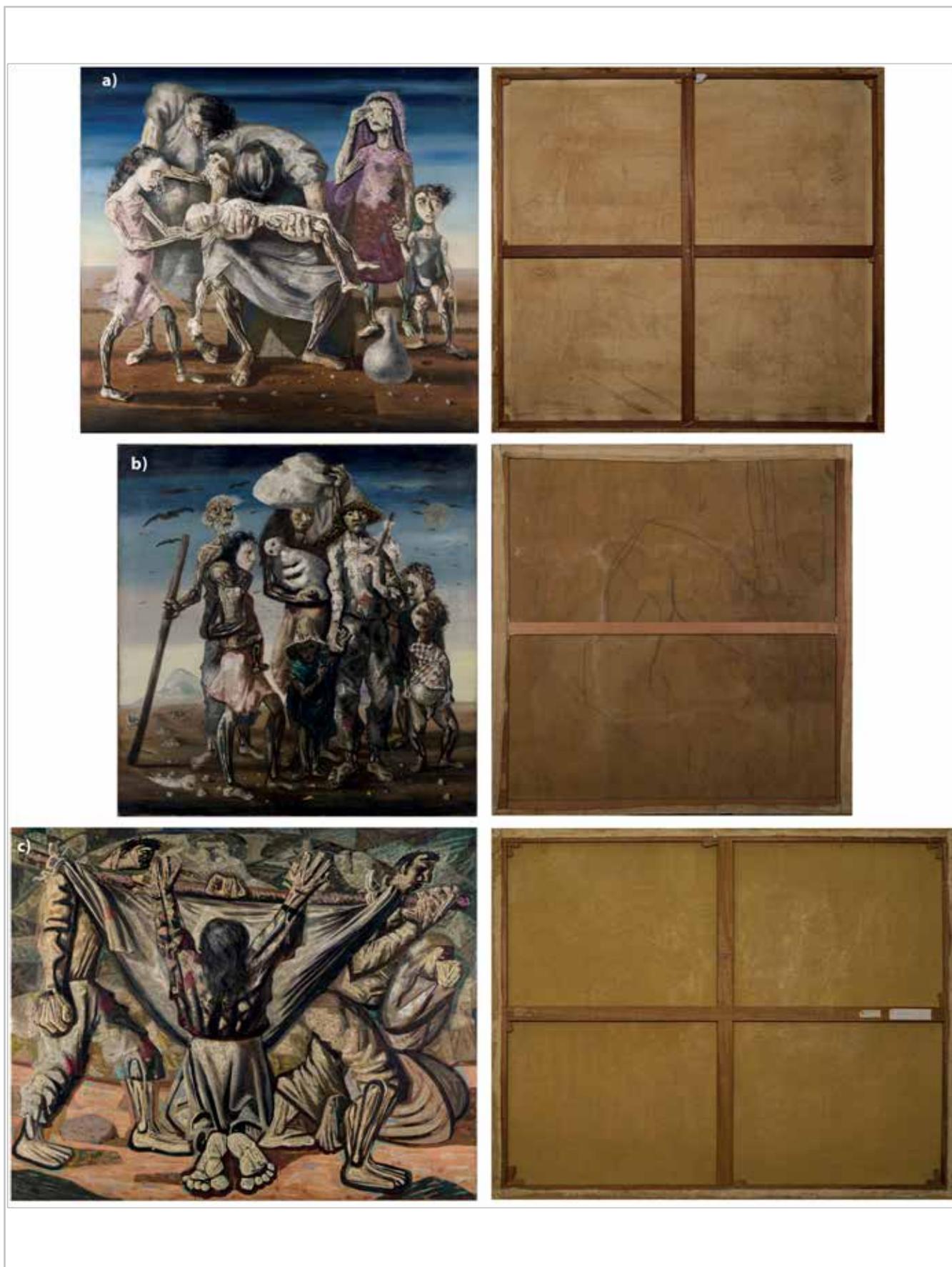
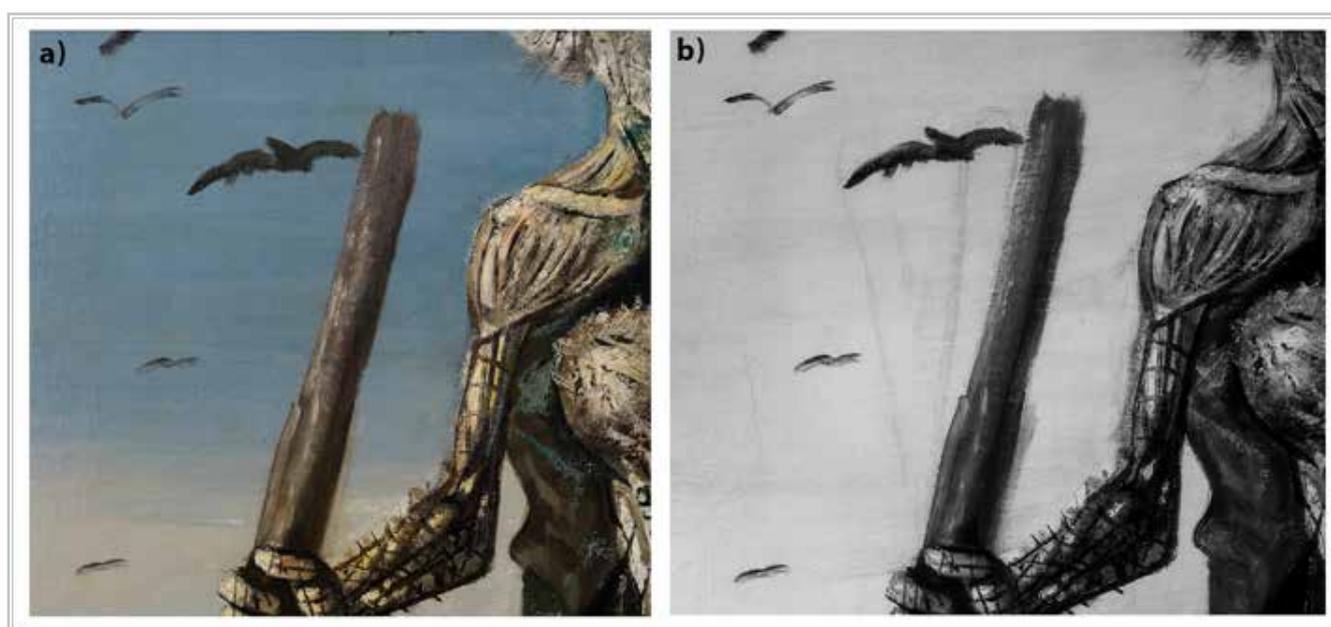


Figura 1.- Fotografia LV frente (esq.) e verso (dir.), antes do tratamento de conservação e restauro de: a) "Criança Morta"; b) "Retirantes"; c) "Enterro na Rede". Fotos: Pedro Campos/Elizabeth Kajiya/Márcia Rizzuto (IFUSP).

Tabela 1.- Pigmentos encontrados por espectroscopias XRF e Raman. Fonte: Pedro. Campos/Elizabeth Kajiya/Márcia Rizzuto (IFUSP).

Cor	XRF	Raman	Sugestão dos Pigmentos	Retirantes	Criança Morta	Enterro na Rede
Base de reparação	Zn	ZnO, CaCO ₃	Branco de zinco; Carbonato de cálcio	X	X	X
Branco	Pb	2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂	Branco de chumbo	X	X	X
	Zn	ZnO	Branco de zinco	X		X
	Ti	TiO ₂ (Anatase)	Branco de titânio	X	X	X
Preto	Ca	C	Preto de Osso	X	X	X
	Fe		Óxido de Ferro	X	X	X
	Mn	C ₁₇ H ₁₆ N ₄ O ₄	Óxido de Manganês	X	X	
Marrom	Fe		Óxido de Ferro	X	X	X
	Mn		Óxido de Manganês	X	X	
Ocre / Bege	Fe		Óxido de Ferro	X	X	X
	Mn		Óxido de Manganês	X	X	
Vermelho	Cd, Se	CdSe(S)	Vermelho de Cádmio	X	X	X
Amarelo	-	C ₁₇ H ₁₆ N ₄ O ₄	Amarelo Hansa	X		
Verde	Cr		Óxido de Cromo	X	X	X
	Cu, As		Verde Esmeralda / Verde Scheele	X	X	
Azul	Co		Azul de Cobalto			X
	Co, Sn	CoO.nSnO ₂	Azul Cerúleo	X	X	
	-	Na ₈₋₁₀ Al ₆ Si ₆ O ₂₄ S ₂₋₄	Lazurita / Ultramarino	X	X	X
Violeta	Mn		Violeta de Manganês			X
	Co		Violeta de Cobalto		X	

**Figura 2.**- Exemplo de uma mudança na composição de "Retirantes": a) Fotografia LV; b) IRR. Fotos: Pedro Campos/Elizabeth Kajiya/Márcia Rizzuto (IFUSP).

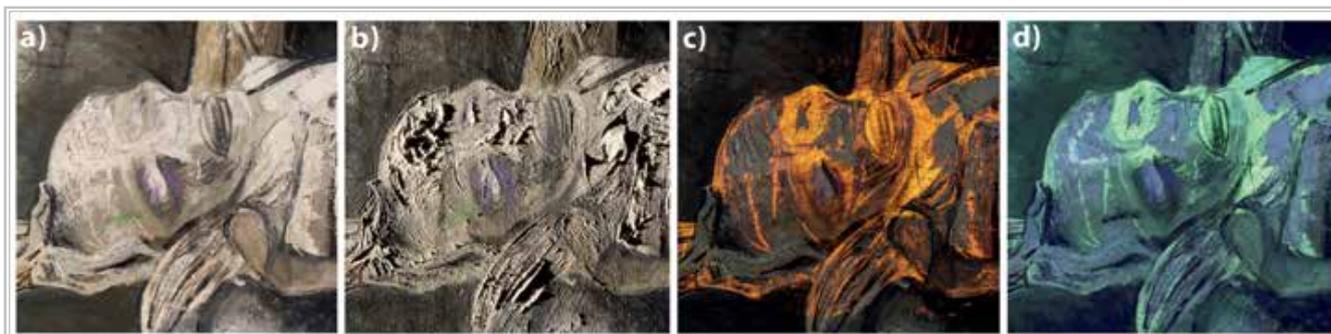


Figura 3.- Detalhes de zonas de preparação visíveis em "Criança Morta": a) Fotografia LV; b) Fotografia LR; c) Fotografia LT; d) Fotografia LUV.
Fotos: Pedro Campos/Elizabeth Kajiya/Márcia Rizzuto (IFUSP).

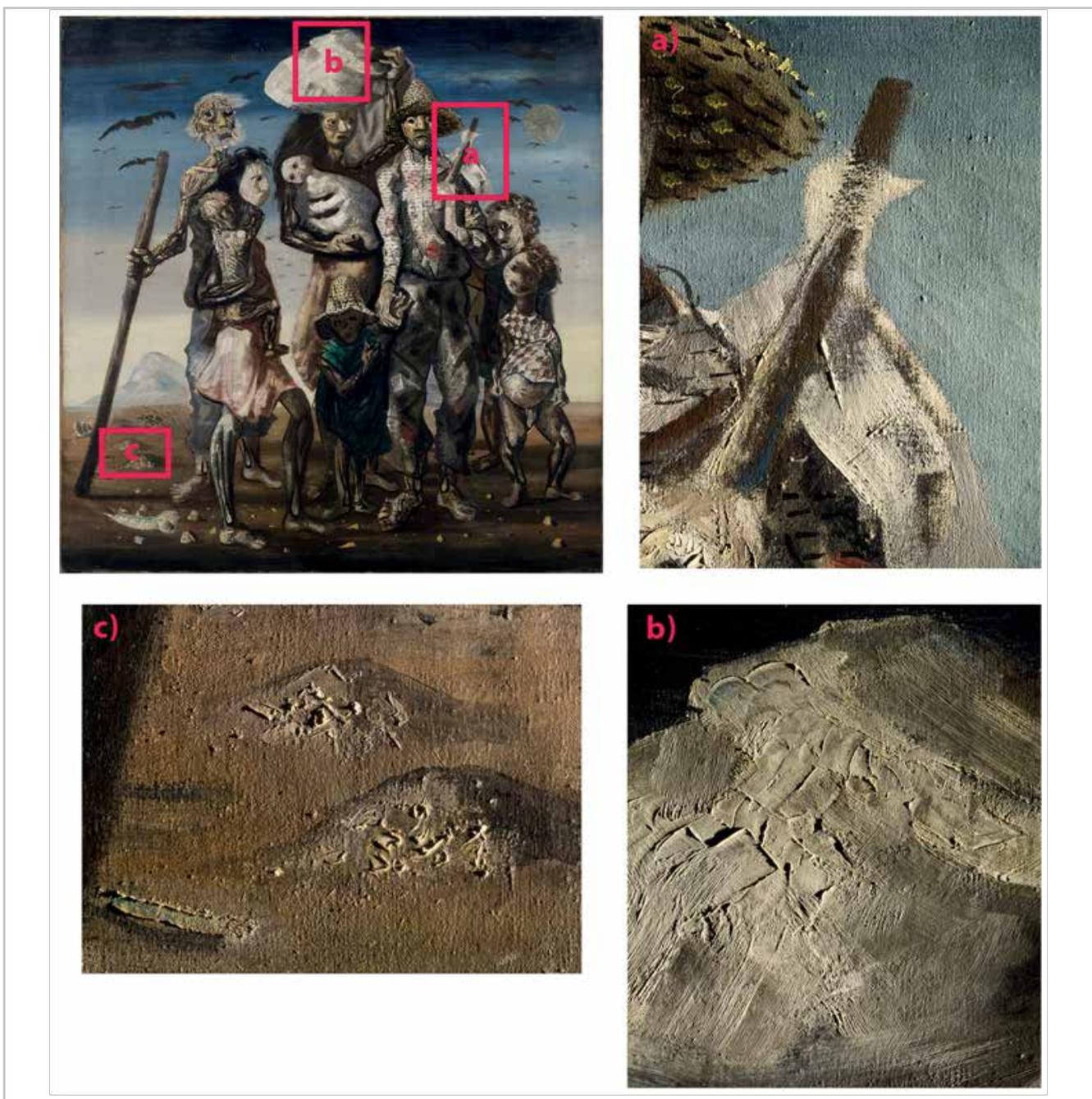


Figura 4.- Detalhes de "Retirantes": a) Fotografia LR de pinceladas secas; b) Fotografia LR dos traços realizados com espátula; c) Fotografia LR dos efeitos realizados com a ponta dos pinceis. Fotos: Pedro Campos/Elizabeth Kajiya/Márcia Rizzuto (IFUSP).

na tabela 1. Observam-se alguns elementos interessantes, como a utilização de três brancos diferentes: branco de zinco, branco de titânio e branco de chumbo. O pintor parece ter explorado as distintas potencialidades dos brancos, tanto da pintura como da preparação, sobretudo na produção das figuras. Observa-se também que Portinari utilizou, por exemplo, distintos violetas, azuis, verdes e pretos para criar as variadas cores.

No canto inferior direito das três obras, observa-se a assinatura e a data.

— *História material*

A documentação do museu, incluindo cartas, fotografias e documentos antigos, permitiu traçar parte do passado material das três obras, o que foi em seguida confirmado pelas observações a olho nu e análises técnicas.

A respeito da obra “Criança Morta”, um documento de 1991 relata um breve diagnóstico, uma proposta de tratamento e um orçamento (Brixa 1991), mas não foi encontrado nenhum relatório de tratamento, fotos ou outro tipo de registro das intervenções. É possível que tais documentos tenham se perdido ou que nunca tenham sido entregues ao museu. O documento descreve que “As bordas de tecido do suporte sofreram danos por ação de insetos, que atacaram o chassi original da obra, o qual teve que ser inutilizado. Observam-se ainda algum ressecamento das camadas pictóricas e pequenas lacunas”. No documento, o restaurador propõe “colocar bordas de tensão de reforço com tiras de poliéster e adesivo sintético; consolidação, nivelamento e retoque das lacunas; limpeza da superfície; aplicação de uma camada protetora de cera microcristalina; e esticamento da tela num chassi novo” (Brixa 1991). As diferentes análises permitiram comprovar que as intervenções de restauro propostas foram efetivamente realizadas. Além disso, as fotografias LUV [figura 5] permitiram evidenciar que a limpeza foi seletiva, concentrando-se mais nas figuras e nas zonas claras, e parcialmente nas regiões próximas às margens superior e inferior da composição. Nestas últimas, foram observadas também veladuras aparentemente oleosas, provavelmente destinadas a dissimular manchas de ataques de fungos e outras alterações pontuais, como perdas e desgastes, mas não foi possível determinar se esta intervenção foi realizada em 1991 ou se tratava-se de uma intervenção mais antiga (talvez realizada pelo próprio artista posteriormente à finalização da obra).

Sobre a obra “Retirantes”, um breve relatório de 1962 informa uma intervenção de restauro realizada na Bahia, quando a obra foi em empréstimo. No documento é descrito o estado da obra, que apresentava craquelês na camada pictórica “com risco iminente de perda”, sujidade superficial e um verniz “deteriorado” (Rescala 1962). O restaurador descreve brevemente os processos realizados: “solidificação da camada de tinta com o respectivo fundo à tela (suporte) por meio de injeções generalizadas através o reverso da pintura (Processo Penderleith) para consolidá-la estruturalmente e

impedir a continuação do craquelê. Limpeza da superfície da pintura e aplicação de verniz” (Rescala 1962).

Por último, os arquivos de “Enterro na rede” relatam pelo menos três intervenções de restauro. Um primeiro tratamento foi realizado em 1969: “o quadro foi reentelado com lona crua, forte e resistente, usando-se cola não aquosa, de cera virgem com breu 100:60. Em seguida foi esticado sobre um chassi reforçado de cedro com cruzeta” (Bettencourt 1969). O mesmo documento menciona que não foram aplicados retoques ou vernizes. No entanto, nenhum relatório de tratamento foi encontrado.

Em 1992, durante uma exposição em Zurique, é detectado um “descolamento da camada pictórica”. É sugerido realizar uma fixação antes do retorno da obra, contudo esta intervenção também não é documentada.

Em 2012, são realizadas algumas intervenções pontuais emergenciais pela conservadora do museu, para preparar a obra para uma exposição na Coreia do Sul. Deste tratamento foram conservadas fotografias de registro e um relatório de restauro (Barbosa 2012). No relatório é explicado que o processo de envelhecimento da cera-breu provocou perda de aderência, resultando no descolamento da tela do suporte e deformações em forma de ondulações e bolhas, colocando em risco a integridade da obra. Uma intervenção no suporte é aconselhada, porém, só um tratamento de consolidação pontual da camada pictórica é realizado com Beva 371 a 20% em tolueno (Barbosa 2012).

— *Estado de conservação*

Tratadas em momentos diferentes e com distintos níveis de intervenção e objetivos, as três obras encontravam-se em estados de conservação desiguais. Tendo sido restaurada mais recentemente, “Criança Morta” apresentava o melhor estado de conservação. O suporte apresentava muitas marcas de fungos distribuídas por toda a superfície da tela, causadas por um ataque biológico antigo, anterior a 1991 (Brixa 1991). Os microrganismos afetaram igualmente a camada pictórica através de manchas alaranjadas presentes nas bordas superior e inferior da composição. Retoques pontuais realizados em 1991 para dissimulá-las tornaram-se, com o tempo, escuros e foscos (claramente visíveis nas fotografias UVL e a olho nu). Contudo, devido ao tamanho da obra e à sua localização nas bordas, não influenciavam a correta leitura da obra. As veladuras a óleo, mencionadas anteriormente, não suscitavam nenhuma alteração visual. Ao contrário, elas ajudavam na reintegração das pequenas perdas e desgastes antigos.

O aspecto ótico geral da obra encontrava-se bastante homogêneo, apesar da limpeza parcial e seletiva de 1991. Os restos de verniz antigo não influenciavam na tonalidade da composição. Contudo, o aspecto fosco criado pela cera microcristalina contrastava com o aspecto mais brilhante das outras duas obras da série.

Em "Retirantes", o verso apresentava excesso de cera-resina, causado pela impregnação de 1962. Além disso, a tela estava levemente abaulada em alguns pontos por causa do chassi fixo, que não permitia uma adaptação da tensão.

Quanto a camada pictórica, craquelês antigos – já mencionados em 1962 – encontravam-se estáveis e não apresentavam riscos de desprendimento. Porém, em algumas áreas pareciam levemente levantados. Nos cantos da pintura tinham aparecido também craquelês de tensão.

Um excesso da cera-resina encontrava-se acumulado em diversas regiões da camada pictórica, dando um aspecto mais opaco, escuro e amarelado a estas zonas da composição.

O verniz aplicado em 1962 estava oxidado e irregular. As fotografias LUV ilustraram a presença de resíduos de um verniz mais antigo (possivelmente original) o que confirma uma limpeza superficial e parcial da obra, realizada no passado. As figuras humanas e as áreas com tinta branca, apresentavam uma maior remoção desse verniz, e resíduos nos relevos da pintura [figura 5]. O amarelecimento do verniz e da cera-resina, bem como o contraste entre as áreas brilhantes e opacas destas camadas, estavam dando um aspecto pouco homogêneo à pintura.

Na faixa horizontal central da obra, nas áreas do céu com coloração azul claro e branca, observaram-se alterações na pintura. Nestes locais, parecem ter ocorrido abrasões

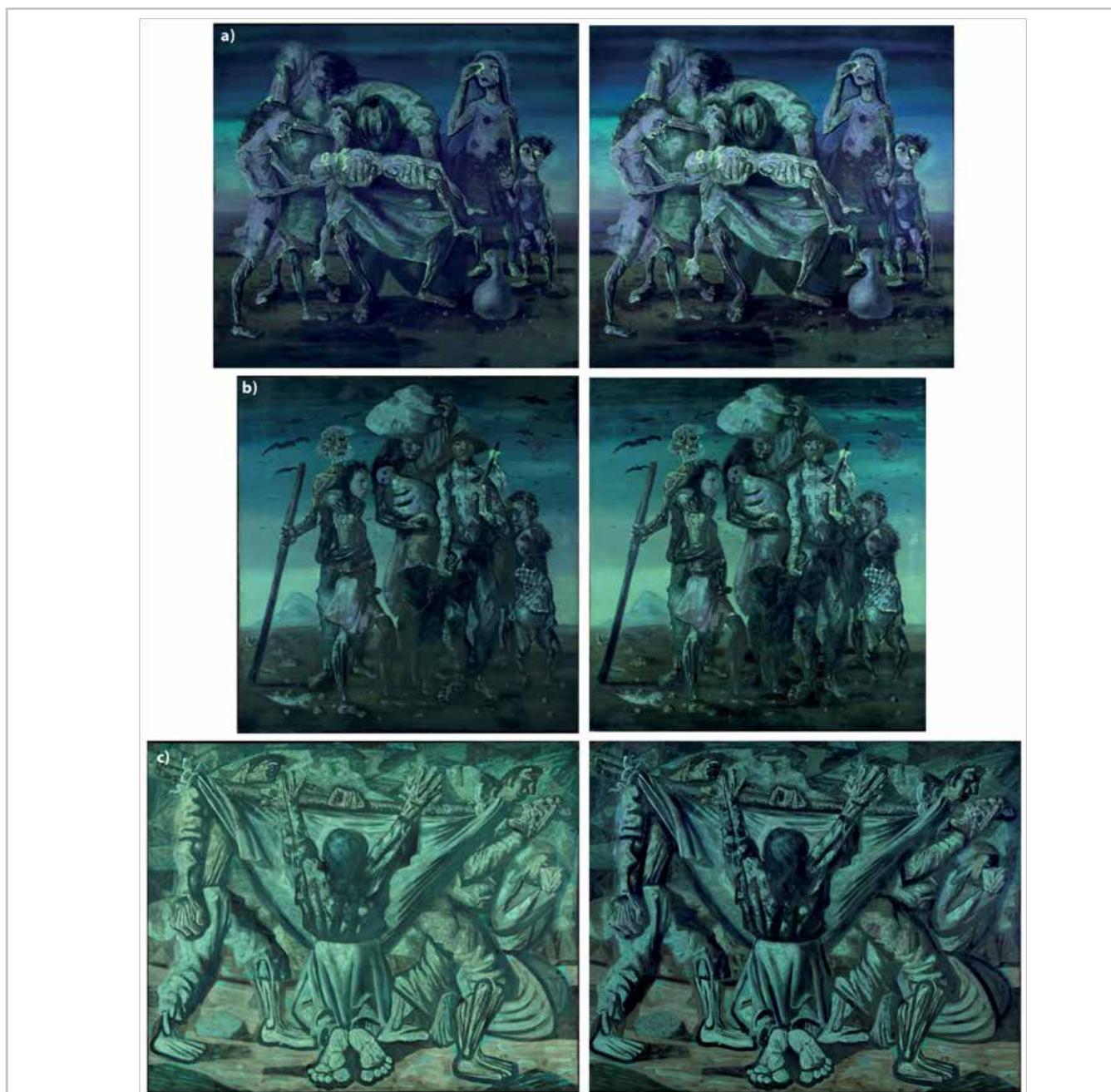


Figura 5.- Fotografias LUV antes da limpeza (esq.) e depois da limpeza (dir. de: a) "Criança Morta"; b) "Retirantes"; c) "Enterro na Rede". Fotos: Pedro Campos/Elizabeth Kajiya/Márcia Rizzuto (IFUSP).



Figura 6.- Detalhe de uma zona de alteração da camada pictórica em “Retirantes”: a) Fotografia LV; b) Macro LV. Fotos: Pedro Campos/Elizabeth Kajiya/Márcia Rizzuto (IFUSP).

da camada pictórica, deixando parte da camada de preparação branca aparente [figura 6]. No quadrante superior esquerdo, na parte escura do céu, observou-se uma alteração similar. É bastante provável que estas zonas de branqueamento e abrasão das camadas de pintura superficiais tenham sido provocadas por uma limpeza agressiva no passado, utilizando métodos inadequados como soluções decapantes ou muito penetrantes, junto com uma ação mecânica insistente. Observaram-se também retoques anteriores visíveis nas imagens LUV e a olho nu, localizados nas laterais da pintura.

Um excesso da cera-resina encontrava-se acumulado em diversas regiões da camada pictórica, dando um aspecto mais opaco, escuro e amarelado a estas zonas da composição. O verniz aplicado em 1962 estava oxidado e irregular. As fotografias LUV ilustraram a presença de resíduos de um verniz mais antigo (possivelmente original) o que confirma uma limpeza superficial e parcial da obra, realizada no passado. As figuras humanas e as áreas com tinta branca, apresentavam uma maior remoção desse verniz, e resíduos nos relevos da pintura [figura 5]. O amarelecimento do verniz e da cera-resina, bem como o contraste entre as áreas brilhantes e opacas destas camadas, estavam dando um aspecto pouco homogêneo à pintura.

Na faixa horizontal central da obra, nas áreas do céu com

coloração azul claro e branca, observaram-se alterações na pintura. Nestes locais, parecem ter ocorrido abrasões da camada pictórica, deixando parte da camada de preparação branca aparente [figura 6]. No quadrante superior esquerdo, na parte escura do céu, observou-se uma alteração similar. É bastante provável que estas zonas de branqueamento e abrasão das camadas de pintura superficiais tenham sido provocadas por uma limpeza agressiva no passado, utilizando métodos inadequados como soluções decapantes ou muito penetrantes, junto com uma ação mecânica insistente. Observaram-se também retoques anteriores visíveis nas imagens LUV e a olho nu, localizados nas laterais da pintura.

Por fim, “Enterro na Rede” encontrava-se em pior estado de conservação, tanto do ponto de vista estrutural como estético. Em relação à estrutura, o reentelamento de 1969 tinha sido realizado de forma inapropriada, ocasionando diversas alterações na obra. A tela apresentava numerosas deformações redondas, de distintos tamanhos, distribuídas de forma aleatória por toda a superfície [figura 7]. Estas deformações comprometiam a estabilidade estrutural do suporte no futuro e o aspecto da obra.

Não é mencionada na ficha técnica de 1969 nenhuma justificativa sobre as razões da intervenção. Pelo contrário, na ficha consta “pintura em bom estado, sem rachaduras ou outras falhas” (Bettencourt 1969). É provável que o



Figura 7.- Detalhe das bolhas em “Enterro na Rede” na fotografia LR. Fotos: Pedro Campos/Elizabeth Kajiya/Márcia Rizzuto (IFUSP).

reentelamento tenha sido realizado para reforçar a pintura, como intervenção mais preventiva do que curativa, como era habitual até os anos 70-80 (Westby 1974; Ackroyd 2002; Villers 2003). Portanto, é muito provável que as bolhas tenham aparecido após a intervenção. Efetivamente, a tela escolhida para o reentelamento é inadequada, pois é muito mais espessa, grossa e com uma densidade (fios/cm²) bem menor do que da tela original, que é muito mais fina e densa. Por ter características tão distintas, a tela auxiliar reage às diferenças climáticas de uma forma completamente diferente, impondo grandes tensões mecânicas a tela original. Além disso, a aplicação da cera-breú foi realizada de forma heterogênea, deixando algumas zonas com excesso e outras com falta de adesivo, comprometendo a adesão integral entre as duas telas. É provável que a cera-resina tenha se degradado, como tinha sido indicado por Barbosa (2012), pois foram observadas zonas de cera-resina com pouca aderência. Igualmente, a temperatura do tratamento parece ter sido excessiva, queimando parcialmente certas zonas da camada pictórica, ressecando-a e sensibilizando parte do verniz, permitindo uma fusão entre este e a cera-breú.

Em consequência deste tratamento, a camada pictórica se tornou frágil e quebradiça. Por um lado, as diferenças nos comportamentos higrométricos e nas elasticidades entre a tela original e a tela de reentelamento, provocaram tensões mecânicas em todos os estratos pictóricos. Por outro lado, solicitada pelas tensões, a camada pictórica perdeu parte da sua elasticidade original, levando à formação de craquelês e levantamentos na pintura, documentados em 1992, 2012 e no momento da realização do diagnóstico, em 2018. Esta fragilidade, entre outras razões, contribuiu com a decisão de deixar a obra na Reserva Técnica nos últimos anos.

Quanto a camada de verniz, esta encontrava-se bastante escurecida e suja, e bastante mais oxidada, aparecendo mais verde e opaca que nas outras duas obras nas fotografias LUV (De la Rie 1982) [figura 5]. O aspecto ótico da obra encontrava-se demasiado brilhante, algo atípico da técnica do artista neste período. O resultado

estético geral era bastante heterogêneo, devido à presença de restos e acúmulos amarelados de cera-resina. O envelhecimento da camada de verniz e da cera-breú alteravam, em consequência, a aparência da obra. Devido ao envelhecimento destes substratos, “Enterro na Rede” – por si só já diferente das outras duas pinturas no que diz respeito às suas características estilísticas – destoava ainda mais do conjunto.

Tratamento de conservação e restauro

O tratamento foi decidido com dois objetivos principais: por um lado, era necessário estabilizar as alterações presentes para assegurar uma boa conservação das obras no futuro; por outro lado, era importante melhorar a homogeneidade das pinturas, para assegurar um equilíbrio estético entre as três obras da série. Assim, as três foram tratadas sempre visando uma coerência, tanto em termos da escolha dos materiais de restauro, como na escolha dos níveis de intervenção.

Em “Criança Morta”, foi decidido realizar tratamentos pontuais e mínimos, tendo em conta o bom estado geral da obra. A maior alteração era a presença de marcas de fungos tanto no verso, como na face da pintura. Era, portanto, crucial resolver essa questão para evitar futuros danos e para melhorar o aspecto estético da obra. Primeiramente, uma limpeza geral a seco com aspirador equipado com filtro HEPA, seguido de uma limpeza com misturas de etanol a 30% e 40% em solventes alifáticos, permitiu tratar os fungos, reduzindo o risco de proliferação futura (Stavroudis 2013; Florian 2002). Um maior controle das condições climáticas deverá, no entanto, ser realizado para evitar uma futura reativação dos microorganismos. Ao mesmo tempo, esta intervenção permitiu retirar os retoques visíveis e reduzir de forma equilibrada a quantidade de verniz presente na obra, instituindo uma maior homogeneidade na limpeza da obra.

Em “Retirantes”, a maior alteração era o envelhecimento do verniz, da cera-resina e dos retoques de 1962. O processo de remoção do excesso de cera-resina foi feito com raspagem manual pelo verso e com misturas de solventes orgânicos pela frente, conjuntamente à limpeza do verniz e dos retoques visíveis.

A planificação dos craquelês e das ondulações presentes no suporte foi feita na mesa térmica com vácuo. Foi adicionada uma pressão mecânica através de espátulas e rolos para xilogravuras. Em alguns pontos, onde o processo não se mostrou suficiente, uma espátula térmica foi usada. O processo permitiu a reativação e distribuição homogênea da cera-resina no verso e a planificação dos craquelês e das deformações.

Como o chassi presente nesta obra é possivelmente original, optou-se por adaptá-lo para torná-lo móvel, através de cunhas, e mais estável, com uma trave em cruz. A tela foi grampeada no chassi sobre fita de algodão para facilitar

futuros tratamentos, sem danificar a tela. A montagem da tela no chassi e o ajuste da tensão por meio das cunhas, permitiu melhorar a tensão geral e o nivelamento da tela.

Em “Enterro na Rede” era necessário restabelecer uma estabilidade estrutural, tratando os levantamentos da camada pictórica e as bolhas. Primeiro, as zonas de levantamento foram consolidadas utilizando cera de abelha clarificada, escolhida pela sua compatibilidade material com o reentelamento. A tela foi em seguida removida do chassi e o excesso de cera-resina do verso e das bordas foi reduzida de forma mecânica. Para tratar as deformações e bolhas existentes, foi feito um tratamento com pressão e calor, utilizando a mesa térmica com vácuo. Por conta das dimensões da obra, o processo foi feito em várias etapas.

A temperatura possibilitou a reativação das propriedades da cera-resina permitindo a sua distribuição homogênea pelo verso, resultando numa planificação geral e a re-adesão das zonas de suporte descoladas. Para assegurar a adesão das zonas com falta de adesivo, foi aplicada pontualmente cera de abelha clarificada adicional. No entanto, várias deformações persistiram, sendo necessário o uso de peso, para ajudar na planificação, e da espátula térmica, para uma ação de calor/pressão maior, mais localizada. O tratamento permitiu a eliminação das bolhas, melhorando a estabilidade estrutural e o aspecto visual da obra, mas ficaram algumas deformações pontuais. Discussões foram necessárias nesse momento para reavaliar as opções de tratamento, pois a persistência das bolhas podia comprometer a estabilidade da obra no futuro. Avaliou-se a possibilidade de eliminar o reentelamento e de trazer outras opções de reforço estrutural (reforço de bordas, reentelamento com adesivos sintéticos, reentelamento solto, etc. (Bustin e Caley 2003; Villers 2003; Heiber *et al.* 2012). Não obstante, foi decidido conjuntamente manter a tela de reentelamento, pois sua remoção poderia colocar em risco os estratos pictóricos, já fragilizados. Além disso, as deformações já não perturbavam o aspecto geral da obra, sendo pontuais e menos proeminentes, e não foram observadas outras alterações estruturais que viessem justificar um tratamento de suporte mais intervencionista. Portanto, foi decidido aceitar os limites do tratamento, com a condição de realizar um monitoramento regular da obra, de forma a avaliar a evolução das deformações e detectar qualquer mudança. Assim, na existência de algum problema no futuro que venha a prejudicar a estabilidade da obra, novas alternativas de tratamento poderão ser avaliadas, tendo em conta o desenvolvimento de pesquisas relacionadas, por exemplo pelo projeto *Conserving Canvas* (2020).

A tela foi esticada no chassi da mesma forma descrita para “Retirantes”. Em seguida, removeu-se novamente o excesso de cera-resina na face da pintura graças à uma limpeza da superfície pictórica com solventes orgânicos.

Uma das principais dificuldades no tratamento foi a limpeza da camada pictórica das três obras, que tinha como objetivo encontrar o equilíbrio estético, tendo em

conta os diferentes níveis de limpeza. Para encontrar uma coerência visual, foi tomada como referência “Criança Morta”, que é a obra que se encontrava mais limpa e mais homogênea das três. Foram realizados protocolos de testes baseados nas metodologias de trabalho elaboradas por Cremonesi (2011; 2012; 2014) e Wolbers (2013), para encontrar soluções de limpeza adequadas. Era necessário realizar uma limpeza controlada e progressiva da camada pictórica, evitando qualquer dano ou alteração dos estratos pictóricos. Efetivamente, durante a realização dos testes, foi observada a sensibilidade de certos pigmentos aos solventes polares. Sendo relativamente recentes, é possível que as camadas pictóricas não tenham tido tempo de polimerizar totalmente e gerar uma resistência maior (Phenix 2001; Doucet 2002, Phenix *et al.* 2012), o que explicaria inclusive as limpezas parciais e seletivas realizadas no passado, no caso de “Retirantes” e “Criança Morta”, pois é provável que uma limpeza total e homogênea não fosse possível.

Em “Criança Morta” e “Retirantes”, as cores marrons, pretas e azuis demonstraram-se bastante sensíveis. Tendo em conta a fragilização dos estratos pictóricos durante o tratamento de reentelamento, “Enterro na Rede” apresentava uma fragilidade ainda maior, especialmente nos azuis, marrons, vermelhos e verdes. Esta sensibilidade necessitava uma flexibilidade e uma atenção particular ao longo de toda a limpeza, pois era necessário adaptar a técnica da aplicação do solvente em função da sensibilidade da zona e do acúmulo das resinas e ceras superficiais.

No caso de “Retirantes”, o processo de limpeza geral foi feito com misturas de etanol a 30% e 40% em aguarrás mineral. Em áreas com cores mais sensíveis, ou apresentando acúmulos de cera-resina maiores, e nas áreas com retoques anteriores alterados, as misturas de solventes foram aplicadas com compressas de papel japonês, permitindo reduzir a ação mecânica e a evaporação do solvente, otimizando a ação de limpeza. Nas áreas da pintura com relevos e texturas de difícil acesso para os cotonetes foram utilizadas mesmas misturas de solventes em gel de ácido poliacrílico (Carbopol® e Pemulen®) (Dupuy 2012; Cremonesi 2012; Phenix 2012; Wolbers 2013; Cremonesi 2014; Hennen *et al.* 2017), aplicado com pincel, e removidos com uma mistura menos polar. No caso dos resíduos pontuais de verniz antigo e cera-resina incrustados na pintura, foi possível a remoção pontual com bisturis, após o amolecimento com solventes ou géis.

No caso de “Enterro na Rede” o verniz oxidado e a cera-resina na camada pictórica – que não tinham sido limpos no passado – foram reduzidos, pois a remoção total teria prejudicado os pigmentos sensíveis. Misturas de etanol a 70% e 80% em aguarrás mineral foram aplicadas sobre compressas de papel japonês e logo removidos com uma mistura de solventes com mesma ou menor polaridade, em função da quantidade de resina presente na zona. A remoção foi feita rolando cuidadosamente o cotonete sobre a superfície da pintura, especialmente nas cores mais

sensíveis, nas zonas pulverulentas e nas zonas com textura, tentando diminuir as possíveis abrasões na camada pictórica. A limpeza foi feita de forma uniforme por toda a face, mas com menor insistência nas zonas frágeis.

Após os processos de limpeza, novas imagens LUV foram realizadas para registrar o nível de limpeza das obras e ajudar futuros tratamentos de restauro [figura 5]. Nestas fotografias, a mudança na fluorescência das

pinturas depois da intervenção demonstra uma redução homogênea do verniz. A limpeza permitiu também uma mudança cromática surpreendente em "Enterro na Rede", na qual recuperou-se a intensidade das cores [figura 8-9].

A reintegração cromática e a aplicação da camada de proteção também foram decididas em função do aspecto final das três obras.



Figura 8.- Fotografia LV antes (esq.) e depois (dir.) do tratamento de conservação e restauro de: a) "Criança Morta"; b) "Retirantes"; c) "Enterro na Rede". Fotos: Pedro Campos/Elizabeth Kajiya/Márcia Rizzuto (IFUSP).



Figura 9.- Detalhe durante a limpeza de “Enterro na rede” com LV: o pé direito e a parte esquerda da saia foram limpadas. Fotos: Pedro Campos/Elizabeth Kajiya/Márcia Rizzuto (IFUSP).

Uma camada de Regalrez® 1094 a 40% em aguarrás mineral foi aplicada com trincha sobre toda a superfície pictórica de forma a proteger a pintura. O Regalrez® foi escolhido por ser uma resina sintética de baixo peso molecular, muito estável no tempo, resistente à oxidação e, sobretudo, bastante reversível, pois permanece solúvel em solventes pouco polares (De la Rie e McGlinchey 1990; McGlinchey 1990; Leonard 1990, Whitten 1995; De la Rie 2003, Mariotti e Borgioli 2004; Von der Goltz *et al.* 2012), permitindo uma limpeza muito fácil, o que evitará tratamentos futuros que possam sensibilizar novamente os pigmentos originais.

A reintegração cromática foi realizada com tintas de restauro Gamblin® Colors. A base de resina sintética de baixo peso molecular, Laropal® A81, e pigmentos triturados industrialmente, estas tintas são de fácil aplicação, resistentes e estáveis (De la Rie *et al.* 1995; Dunkerton 2010). Translúcidas e finas, permitem retoques muito sutis, especialmente indicados para veladuras e retoques de acabamento. As tintas permitiram um trabalho delicado nas zonas de manchas de fungos, retoques antigos e desgastes.

Após os retoques, foi realizada a pulverização de Regalrez® 1094 a 10% em aguarrás com adição de 2 e 3% de cera microcristalina, para obter um resultado ótico final mais acetinado, correspondendo ao aspecto das obras de Portinari.

Conclusão

O projeto de estudo, conservação e restauro das três obras de Portinari da série “Retirantes”, reuniu curadores, conservadores-restauradores e cientistas do museu e externos. Os exames a olho nu e as análises científicas permitiram comparar a tecnologia, matérias e procedimentos artísticos das três obras, avaliando similaridades e diferenças do suporte, desenho, camada de preparação e camada pictórica. Os resultados destas análises permitiram trazer informações relevantes e novas, importantes para o conhecimento da técnica e da obra do artista Candido Portinari, uns dos mais importantes na tradição artística brasileira.

Estas observações possibilitaram também avaliar o estado de conservação das três obras, a fim de definir um tratamento adequado, que se adaptasse às necessidades específicas de cada uma, mas que admitisse ao mesmo tempo, reencontrar uma unidade estética entre as três obras. O tratamento permitiu estabilizar as três obras e resolver problemas estruturais que podiam comprometer a conservação das obras no futuro, especialmente no caso de “Enterro na Rede”. A limpeza, a reintegração cromática e a aplicação de vernizes novos, melhorou o estado estético das pinturas – que mostravam aspectos bastante diferentes devido aos distintos níveis de intervenção obtidos no passado – alcançado assim um resultado ótico homogêneo entre as três obras [figura 9]. Este equilíbrio reestabeleceu uma coerência estética, mais próxima da intenção inicial do artista, cumprindo também o objetivo de apresentação enquanto “tríptico”, com o qual as obras foram adquiridas para o museu.

Por fim, este trabalho mostra, por um lado, a importância da integração nos projetos de conservação e restauro de estudos aprofundados implicando diferentes especialistas, incluindo análises científicas e favorecendo a discussão interdisciplinar. Por outro lado, é demonstrada a importância – quando se trata de obras que são parte de uma mesma série – da definição de tratamentos que considerem as obras como um conjunto e que sejam coerentes, respeitando a unidade histórica e estética das obras. O tratamento de conservação e restauro levou em conta, ainda, os restauradores do futuro, deixando não só a documentação e análises detalhadas, mas também uma abertura a novas possibilidades de tratamento.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer especialmente a todos os profissionais das áreas de Acervo e Curadoria do MASP, que contribuíram na realização deste projeto e que acompanharam de perto todas as etapas deste trabalho. Os autores gostariam também de agradecer a todos os profissionais de outros museus e instituições, públicas e privadas, que participaram das apresentações e debates realizados pelas equipes durante o processo, antes e depois do tratamento de conservação e restauro.

Referências

- ACKROYD, P. (2002). "The Structural Conservation of Canvas Paintings: Changes in Attitude and Practice Since the Early 1970s", *Studies in Conservation*, 47 (Supplement 1): 3-14. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1179/sic.2002.47.Supplement-1.3>. [consulta: 01/06/2021].
- BARDI, P.-M. (1985). *Portinari* [catálogo de exposição]. Curitiba: Clube Curitibano.
- BARBOSA, K. (2012). Relatório de intervenção. Arquivos do MASP.
- BETTENCOURT, O. (1969). Ficha técnica. Arquivos do MASP.
- BRIXA, T. (1991). Orçamento e Proposta de tratamento. Arquivos do MASP.
- Conserving Canvas. The Getty Foundation. (2020). <https://www.getty.edu/foundation/initiatives/current/conservingcanvas/index.html>. [consulta: 01/06/2021]
- BUSTIN, M. e CALEY T. (2003). *Alternatives to lining: the structural treatment of paintings on canvas without lining: a Conference Held Jointly by the British Association of Paintings Conservator-Restorers and the United Kingdom Institute for Conservation Paintings Section*. United Kingdom Institute for Conservation.
- CREMONESI, P. (2011). *El ambiente acuso para el tratamiento de obras policromas*. Padova: Il Prato.
- CREMONESI, P., e SIGNORINI, E. (2012). *Un approccio alla pulitura dei dipinti mobili*, Padova: Il Prato.
- CREMONESI, P. (2014). *L'uso dei solventi organici nella pulitura di opere policrome*. Padova: Il Prato.
- DE LA RIE, E.R. (1982). "Fluorescence of Paint and Varnish Layers (Part II)". *Studies in Conservation*, 27: 65-69. <https://doi.org/10.1179/sic.1982.27.2.65>
- DE LA RIE, E.R. e MCGLINCHEY, C.W., (1990). "New synthetic resins for picture varnishes". *Studies in Conservation*, 35: 168-173. <https://doi.org/10.1179/sic.1990.35.s1.036>.
- DE LA RIE, E.R., LOMAX, S.Q., PALMER, M., GLINSMAN L.D. e MAINES, C.A. (1995). "An investigation of the photochemical stability of urea-aldehyde resin retouching paints: Removability tests and colour spectroscopy". *Studies in Conservation*, 45: 51-59. <https://doi.org/10.1179/sic.2000.45.Supplement-1.51>
- DE LA RIE, E.R. (2003). "Why use a synthetic picture varnish?". Em *Actes du congrès. Art et Chimie: les polymères*, Paris: CNRS Editions, 63-68.
- DIGNEY-PEER, S., THOMAS, K., PERRY, R., TOWNSEND, J., GRITT, S. (2012). "The imitative retouching of easel paintings". Em *The Conservation of Easel Paintings*, Stoner, J.H., Rushfield, R. (coord.), Londres, New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429399916-43>.
- DOUCET, S. (2002). "Étude de l'action des solvants organiques sur la couche picturale des peintures à l'huile". *ARAUFU. Conservation-Restauration des Biens Culturels*, 19/20: 65-68.
- DUNKERTON, J. (2010). "Retouching with Gamblin Conservation Colours". Em *Mixing and Matching*, Ellison, R., Smithen, P., Turnbull, R. Londres: Archetype Publications.
- DUPUY, C. (2012). "Les solvants organiques neutres épaissis pour le nettoyage d'une couche picturale". *CeROArt: EGG 2*. <https://doi.org/10.4000/ceroart.2634>.
- FLORIAN, M.-L.E. (2002). *Fungal Facts: Solving fungal problems in heritage collections*. Londres: Archetype Publications.
- GORINI, E. (2017). *Um museu vivo de percurso inovador*. MASP [catálogo]. São Paulo, Brasil: Museu de Arte de São Paulo, J. Safra Instituto Cultural, 19-26.
- HEIBER, W., TOMKIEWICZ, C., SCHARFF, M., LEVENSON, R. (2012). "Tear mending and other structural treatments of canvas paintings, before or instead of lining". Em *The Conservation of Easel Paintings*, Stoner, J.H., Rushfield, R. (coord.), Londres, New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429399916-29> [consulta: 01/06/2021].
- HENNEN, S., MEDEROS-HENRY, F., DE BOULARD, C., ESPINOSA, M.-F., CREMONESI, P. (2017). "A study on the influence of organic and inorganic alkali on the formulation and properties of Pemulen TR-2 gels". Em: *Gels in Conservation Conference*, The Emmanuel Centre, Tate Museum, London. <https://www.youtube.com/watch?v=jsxjV7gC1zY> [consulta: 01/06/2021].
- LEONARD, M. (1990). "Some observations on the use and appearance of two new synthetic resins for picture varnishes". *Studies in Conservation*, 35: 174-176. <https://doi.org/10.1179/sic.1990.35.s1.037>.
- MARIOTTI, P., BORGIOLI, L. (2004). "Applicazione di nuove vernici ad alta stabilità". Em: *Il Congresso Nazionale IGIC: Lo stato dell'arte*, 470-476.
- MASP (2008). *Brazilian Art. American Art. Donations and Collections*, 3 [Catálogo de museu], São Paulo: Museu de Arte de São Paulo.
- MCGLINCHEY, C.W. (1990). "The industrial use and development of low molecular weight resins: an examination of new products of interest to the conservation field". Em: *ICOM Committee for Conservation, 9th triennial meeting*, Dresden, 563-567.
- Museu Casa de Portinari, Brodowski, Brasil. <https://www.museucasadeportinari.org.br> [consulta: 28/01/2021].
- PEDROSA, A., PROENÇA, L. (2015), *Concreto e Cristal: O acervo do MASP nos cavaletes de Lina Bo Bardi*. São Paulo: Cobogó – MASP.
- PENNA, C.S.G., PORTINARI, J.C. (2004), *Candido Portinari. Catálogo Raisonné*, vol.2 (1939 - 1944), Projeto Portinari, Rio de Janeiro.

PHENIX, A. (2001). "Swelling of artists' oil paints due to sorption of organic solvents". *The Picture Restorer*, 20: 16-19. <https://doi.org/10.1179/019713602806082647>

PHENIX A., WOLBERS, R.C., TOWNSEND, J., ZUMBÜHL, S., BARTOLETTI A., LEE J., ORMSBY, B. (2012). "Removal of varnish: organic solvents as cleaning agents". Em *The Conservation of Easel Paintings*, Stoner, J.H., Rushfield, R. (coord.), London, New York, Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429399916-37>

Projeto Portinari. <http://www.portinari.org.br/>. [consulta: 28/01/2021].

RESCALA, J.J. (1962). Ficha de tratamento. Arquivos do MASP.

ROSADO, A., MENDES, I., MOTTA JR, E., TEIXEIRA, C.V., SOUZA, L.A.C. (2011), "Candido Portinari, Materials and Techniques of a Brazilian Modern Painter - Part I". Em *ICOM CC 16th Trienal Conference Lisbon*, Lisboa, 1-9.

ROSADO, A., MENDES, I., MOTTA JR, E., TEIXEIRA, C.V., SOUZA, L.A.C. (2014), "Material and technical studies of a selected group of paintings by Candido Portinari, a major Brazilian Modernist Painter". Em *Science and Art: the Painted Surface*, London, Royal Society of Chemistry, 460-474.

STAVROUDIS, C. (2013). "Superstorm Sandy: Frontline Advice for Dealing with Mold and Salvaging Electronic Devices". Em: *WAAC Newsletter*, vol. 35;1.

TEIXEIRA, C.V., MOTTA, E., GRAÇA, M.C., CARVALHO, H.E., SOUZA, L.A.C (2011) "O restauro dos painéis 'Guerra e Paz' de Candido Portinari". Em *I Encontro Luso-Brasileiro de Conservação e restauro*, 196-206.

VILLERS, C. (2003). *Lining paintings: papers from the Greenwich Conference on Comparative Lining Techniques*. London: Archetype.

VON DER GOLTZ, M., PROCTOR, R.G., WHITTEN, J., MAYER, L., MYERS, G., HOENIGSWALD, A., SWICKLIK, M. (2012). "Varnishing as part of the conservation treatment of easel paintings". Em *The Conservation of Easel Paintings*, Stoner, J.H., Rushfield, R. (coord.), London, New York: Routledge, 635-658. <https://doi.org/10.4324/9780429399916-44>.

WESTBY, P.-P. (1974). *The Lining Cycle: Fundamental causes of deterioration in painting on canvas: materials and methods of impregnation and lining from the 17th century to the present day*, Londres: National Maritime Museum.

WHITTEN, J. (1995). "Regalrez 1094: Properties and uses", *WAAC Newsletter*, 17: 11-12.

WOLBERS, R. (2013). *Le nettoyage des surfaces peintes. Méthodes aqueuses*. Paris: Eyrolles.

Autor/es



Sofia Hennen Rodriguez

sofia.hennen@masp.org.br

Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand - MASP (Brasil)

Sofia Hennen formou-se na Bélgica, em História da Arte, na Universidade Livre de Bruxelas (ULB), com mestrado em pintura flamenca, e em Conservação e Restauro de Pinturas, pela Escola Nacional Superior das Artes Visuais (ENSAV), com bacharelado e mestrado em ambas as instituições. Durante seus estudos de conservação e restauro, Sofia se especializou nas técnicas e soluções de limpeza de obras policromadas, especialmente na aplicação de géis policacrílicos. Teve várias experiências profissionais em distintos museus e instituições culturais no Chile, Espana e Bélgica, como uma prática de aperfeiçoamento no Instituto Real do Patrimônio Artístico Belga (KIK-IRPA). Durante sua carreira, tem se especializado na conservação e restauro de pinturas sobre tela, cobre e madeira. Atualmente, ela é responsável pela área de conservação e restauro do Museu de Arte de São Paulo (MASP), onde tem estabelecido metodologias e protocolos de pesquisa, conservação e restauro, e vem organizando projetos interdisciplinares com profissionais e instituições nacionais e internacionais.



Aline Assumpção

aline.assumpcao@masp.org.br

Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand - MASP (Brasil)

Aline Assumpção obteve seu bacharelado em Conservação e Restauro pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2017, e é atualmente mestranda em ciências da conservação e restauro de arte contemporânea, pela Universidade de Lisboa. Seu projeto de estudo baseia-se em um estudo comparativo de géis e emulsões na limpeza de pinturas acrílicas. Ao longo de sua formação, Aline realizou estágios e participou de projetos em instituições brasileiras e portuguesas, além da contribuição com o grupo Sustainability in Conservation, que visa projetos voltados para a sustentabilidade aplicada à conservação e restauro. Atua desde 2020 como assistente de conservação e restauro no Museu de Arte de São Paulo (MASP), onde contribui para a pesquisa e atividades de conservação e restauro da instituição.



Pedro de Campos

pcampos@usp.br

Laboratório de Arqueometria e Ciências Aplicada ao Patrimônio Cultural (LACAPC), Universidade de São Paulo (USP), (Brasil)

Pedro de Campos é especialista em análises por imageamento e físico-químicas de objetos do Patrimônio Cultural. Possui

bacharelado e licenciatura em Física pela Unicamp, e mestrado e doutorado em Física pela Universidade de São Paulo (USP). Atual na área da Ciência do Patrimônio desde 2005. Desde 2018, é pesquisador de pós doutorado na Universidade de São Paulo, participando de estudos dos acervos dos museus da USP e no desenvolvimento de novas técnicas analíticas voltadas a pesquisa em bens do Patrimônio Cultural.



Bianca Gonçalves
bianca.ds.goncalves@gmail.com
3e Louise Colignystraat, Den Haag,
Netherlands

Bianca Gonçalves licenciou-se em Conservação e Restauro em 2013 pelo Instituto Politécnico de Tomar, Portugal. Em seguida, fez especialização em conservação e restauro de pinturas em ENSAV La Cambre, Bruxelas. Na sua tese de mestrado, Bianca explorou abordagens menos tóxicas para a limpeza de pinturas acrílicas convergindo o seu interesse em Sustentabilidade, Química Verde e Conservação e Restauro. Durante os seus estudos, estagiou e trabalhou em ateliês privados e museus em Portugal, Bruxelas, Malta e Itália. Até 2019 trabalhou no Museu de Arte de São Paulo (MASP) no Brasil como conservadora-restauradora com foco em conservação preventiva e exposições temporárias. Atualmente trabalha no Studio Redivivus na Holanda, onde está principalmente em contato com pinturas modernas, contemporâneas e suporte de madeira.



Erick Santos
erick.santos@masp.org.br
Museu de Arte de São Paulo Assis
Chateaubriand - MASP, (Brasil)

Erick Santos de Jesus, é especialista na área de conservação de Bens do Patrimônio Histórico Cultural. Bacharel em Artes Plásticas pela Universidade Braz Cubas (2007). Especialização/ Master em conservação e restauro de obras de arte moderna e contemporânea (Universidade Complutense de Madrid, 2012). Desde 2004 trabalha como assistente no Núcleo de Acervo, Conservação e Restauro do Museu de Arte de São Paulo -MASP.



Elizabeth A. M. Kajiya
elizabethkajiya@gmail.com
Laboratório de Arqueometria e Ciências
Aplicada ao Patrimônio Cultural (LACAPC),
(Brasil)

Elizabeth A. M. Kajiya, é especialista e atua na área de análises por imageamento em Bens do Patrimônio Histórico Cultural. Bacharel em Comunicação Visual pela Faculdade de Belas Artes de São Paulo (1988). Especialização em conservação/restauração de obras de arte em pinturas de cavalete e esculturas policromadas (Instituto Paulista

de Restauro, 1998). Desde 2007 tem contribuído no desenvolvimento de pesquisas no Instituto de Física da Universidade de São Paulo, com técnicas não-destrutivas por meio de imageamento multiespectrais em Patrimônio Cultural, em colaboração com Museus Paulistas. Especialização em perícia grafotécnica (Conselho Nacional dos Peritos Judiciais da República Federativa do Brasil, 2012).



Fábio Luchiari
fabioluchiari@hotmail.com
Museu de Arte Contemporânea de
Americana e Museu Histórico Pedagógico

Fábio Luchiari é conservador e restaurador de pintura de cavalete no Ateliê De Vera Artes - Restauração de Obras de Artes. Especialista em Museologia, Colecionismo e Curadoria pelo Centro Universitário Belas Artes de São Paulo, Bacharel em Administração e Restaurador Conservador pelo Instituto Paulista de Restauro. Foi coordenador de museus pela Prefeitura de Americana de 1997 a 2003 (Museu de Arte Contemporânea de Americana e Museu Histórico Pedagógico).



Márcia de Almeida Rizzutto
rizzutto@if.usp.br
Laboratório de Arqueometria e Ciências
Aplicada ao Patrimônio Cultural (LACAPC),
(Brasil)

Bacharel e Licenciada em Física. Mestre e Doutora em Física com especialização em Física Nuclear. Pós-doutoramento em Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Histórico e Cultural na Universidade de Sassari, Itália (2008). É professora livre-docente do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF-USP) desde 2001 no Departamento de Física Nuclear. É orientadora nos cursos de pós-graduação da USP na área de Física e de Museologia. Desenvolve pesquisas relacionadas à caracterização de materiais, principalmente de estudos e análises de objetos do patrimônio Histórico e Cultural (Arqueometria), em parcerias com os museus da USP e do Estado de São Paulo. Coordena o Laboratório de Arqueometria e Ciências Aplicadas ao Patrimônio Cultural do Instituto de Física da USP – LACAPC-IFUSP (<https://portal.if.usp.br/arqueometria/pt-br/laboratorio>) e também coordena o Núcleo de Pesquisa de Física Aplicada ao Estudo do Patrimônio Artístico e Histórico (NAP-FAEPAH) da Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade de São Paulo (<http://portal.if.usp.br/faepah/pt-br>).



Florence White de Vera
de.veraartes@terra.com
Museu de Arte Contemporânea da USP

Florence Maria White de Vera, conservadora/restauradora de pinturas. Formada em História pela Universidade de São Paulo

e em Pintura de cavalete pelo Instituto Paulista de Restauro. Conservadora Restauradora no Museu de Arte Contemporânea da USP, afastando-se por aposentadoria em 1997, ano em que fundou a empresa DE VERA ARTES, com equipe especializada em restauração de pinturas, obras de arte em papel e imagens sacras. Neste período foram concretizados projetos importantes junto ao IPHAN, secretaria de Cultura do Estado de SP e de instituições bancárias, museus, galerias e colecionadores particulares.



Cecilia Winter

mcwinter@gmail.com

Managing Collections Environments do
Getty Conservation Institute, Los Angeles

Cecilia Winter é especialista em museologia pelo Curso de Especialização em Museologia da Universidade de São Paulo e conservadora-restauradora com graduação e mestrado pela Universidade Paris 1 Panthéon Sorbonne, Paris. Atua na área de conservação preventiva de exposições e coleções desde 2004. Atuou na coordenação do núcleo de Acervo, Conservação e Restauro entre 2015 e 2020. Em 2021 passou a integrar a equipe da iniciativa Managing Collections Environments do Getty Conservation Institute, Los Angeles



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.998>

INVESTIGAÇÕES EM CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO

Investigaciones en Conservación del Patrimonio

Proceso de registro y seguimiento de daños morfológicos en metal arqueológico mediante documentación 3D

Alba Fuentes-Porto, Elisa María Díaz-González, Manuel Drago Díaz-Alemán, Esteban Manuel Amador-García

Resumen: Gracias a la revolución tecnológica que vive el campo de la documentación del patrimonio vemos cómo los registros 3D se consolidan como recurso documental y se extienden con infinidad de propósitos, entre ellos los estudios morfométricos. Con la intención de contribuir en este campo, proponemos un método encaminado a la detección y cuantificación de cambios formales en bienes de naturaleza metálica, un tipo de material susceptible de sufrir daños físicos en un corto período de tiempo. La puesta en práctica de dicha metodología se ejemplifica a través del estudio efectuado sobre un casco de hierro del s. XVI, conservado en un avanzado estado de mineralización. Fue registrado antes y después de un préstamo temporal apoyándonos en dos sistemas de gran difusión en el campo de la digitalización 3D: el escaneado por luz estructurada y la fotogrametría. Finalmente, se compararon sus registros mediante la herramienta de análisis de datos 3D CloudCompare para detectar sus posibles diferencias.

Palabras clave: digitalización 3D, metales, análisis computacional, deterioro

Processo de registro e monitoração de danos morfológicos em metais arqueológicos através da documentação 3D

Resumo: Graças à revolução tecnológica que se vive no campo da documentação do património, vemos os registos 3D a consolidarem-se como recursos documentais e a estenderem-se com finalidades infinitas, incluindo estudos morfométricos. Com o intuito de contribuir neste campo, propomos uma metodologia que visa detetar e quantificar as alterações formais em bens de natureza metálica, um tipo de material suscetível a danos físicos num curto espaço de tempo. A implementação desta metodologia é exemplificada através do estudo realizado num capacete de ferro do séc. XVI, conservado num avançado estado de mineralização. Foi registado antes e depois de um empréstimo temporário baseado em dois sistemas amplamente utilizados na área de digitalização 3D: digitalização estruturada de luz e fotogrametria. Finalmente, compararam-se os registos mediante a ferramenta de análise de dados 3D CloudCompare para detetar possíveis diferenças.

Palavras-chave: digitalização 3D, metais, análise computacional, deterioração

Process of recording and tracking morphological damages in archaeological metal through 3D documentation

Abstract: Thanks to the outstanding technological revolution that is taking place in the Cultural Heritage documentation field we see how 3D scanning has consolidated itself as a documentation resource and is expanding its functionality, such as the morphometric analysis. With the intention of contributing to this field we offer a methodology and workflow that aims to the detection and quantification of formal changes in metallic goods; a material that is susceptible to physical damage in a short span of time. The implementation of this methodology is exemplified through a study performed on an XVI century iron helmet, which has been preserved in an advanced state of mineralization. It was scanned before and after a temporary loan using two systems that are widely used in the field of 3D scanning: structured light scanning and photogrammetry. Both scanings were compared in the end with 3D CloudCompare software, a data analysis tool, to detect possible differences.

Keyword: 3D digitization, metals, computational analysis, damages

Introducción

La revolución digital vivida en los últimos años ha traído consigo una importante renovación tecnológica en el campo de la documentación del patrimonio cultural. Gracias a ello, vemos cómo los registros 3D se consolidan como recurso documental y se extienden con infinidad de propósitos: documentación arqueológica, preservación y conservación digital, restauración virtual, museos multimedia, sistemas de información geográfica, y un largo etcétera (Remondino 2011).

Sus resultados realistas (en términos de precisión geométrica y radiométrica), combinados con medios informáticos para exploración de información geométrica cuentan también con un gran potencial analítico, en vías de desarrollo y normalización. Muchas de estas técnicas implican metodologías complejas que requieren conocimientos técnicos avanzados, pero otras resultan sencillas y son susceptibles de ser aprendidas por conservadores-restauradores con una capacitación básica en documentación 3D. Es el caso del estudio de diferencias geométricas entre registros, una función que en el campo del patrimonio se aplica con frecuencia a su control de calidad (Menna *et al.* 2016; Gagliolo *et al.* 2018; Grifoni *et al.* 2018). También encontramos ejemplos de su aplicabilidad para documentar cambios formales, bien como seguimiento de una intervención (Rahrig, Torge y Assets 2019), bien de procesos de deterioro (Pandey y Cather 2015; Ruiz *et al.* 2016).

Los metales, que a menudo presentan cierta maleabilidad o un estado de corrosión severo, conforman un tipo de materiales con una fragilidad matérica destacada y son susceptibles de sufrir daños físicos en un período corto de tiempo. Para contemplar su seguimiento nos valemos de fichas que recogen una descripción precisa de riesgos y alteraciones, además de registros fotográficos, mapas de daños o mediciones físicas (Díaz y García 2011: 62-66). La incorporación de información morfométrica en el

control de daños puede aportar información geométrica de precisión. En el presente artículo planteamos un método enfocado en la detección y cuantificación de daños formales en este tipo de bienes con la intención de contribuir a definir y ejemplificar sus posibilidades.

La puesta en práctica de dicha metodología contempla dos sistemas de digitalización 3D de gran difusión en patrimonio, el escaneado por luz estructurada y la fotogrametría. Se ejemplifica a través del estudio efectuado sobre un casco de hierro del s. XVI (Fragmento de morrión, 2012) depositado en el Museo Histórico Militar de Canarias (Tenerife) con motivo de su préstamo para participar en una exposición temporal. La pieza, de bordes irregulares y grosores reducidos, con unas dimensiones de 32 x 38 cm, se conserva parcialmente en un avanzado estado de mineralización [figura 1].

Metodología

Gracias a la destacada resolución y precisión que han alcanzado las técnicas de escaneado 3D y fotogrametría, desde hace una década campos de estudio como el de la geomorfología recurren al análisis de registros 3D para seguir la evolución de la superficie terrestre a través de procesos dinámicos como deslizamientos, desprendimientos o procesos erosivos (Lague, Brodu y Leroux 2013). Contar con una secuencia de registros 3D a lo largo de un intervalo de tiempo determinado también ofrece un gran potencial analítico para detectar y medir la evolución de cambios físicos en cualquier tipo de patrimonio material. Interesantes ejemplos de aplicabilidad los encontramos en el estudio de grabados rupestres (Ruiz *et al.* 2016) y pinturas murales (Pandey y Cather 2015), ambos patrimonio inmueble.

A la hora de trasladar este tipo de análisis morfométricos a piezas metálicas debemos contar con información geométrica de precisión. Para ello se requiere cuidar la



Figura 1.- Morrión español del S.XVI, depositado en el Museo Histórico Militar de Canarias. Autor: Alba Fuentes-Porto.

metodología de forma que se minimicen las posibles diferencias entre digitalizaciones periódicas, y se alcancen valores de resolución adecuados al tamaño y detalle formal de cada tipo de pieza. En este sentido, definir un protocolo de documentación estricto permitirá la reproductibilidad tanto de las condiciones de captura como del procesamiento de los datos. Además, ayudará a adaptar los parámetros del registro a las peculiaridades de cada pieza y a maximizar la capacidad de resolución de los dispositivos de captura. Es la resolución la que va a condicionar nuestra capacidad interpretativa, por lo que, siempre que sea posible, es recomendable alcanzar valores submilimétricos que posibiliten la detección de daños estructurales como fragmentaciones, fracturas o incluso delaminaciones de los estratos de corrosión.

—Adquisición de información geométrica

El escaneo 3D mediante luz estructurada y la fotogrametría son dos técnicas empleadas con frecuencia en el registro y la documentación del patrimonio. Ofrecen una excelente precisión geométrica y permiten generar modelos 3D de alta calidad de piezas de pequeña y mediana escala (Bruno *et al.* 2013; Gil-Melitón y Lerma 2018; Morita y Bilmes 2018; Marshall *et al.* 2019).

El escáner de luz estructurada es un dispositivo capaz de capturar la forma de un objeto mediante un sistema de medición óptica que proyecta patrones de luz y aborda la medición trigonométrica de sus distorsiones para calcular la profundidad de los puntos inspeccionados (Pieraccini, Guidi y Atzeni 2001). Aporta medidas reales de la superficie del objeto a escala 1:1, además de una gran resolución y precisión 3D. En los dispositivos más extendidos dentro de nuestro campo éstas oscilan entre los 0.1/0.5 mm de resolución 3D o distancia entre puntos de muestreo, y los 0.05/0.1 mm de precisión de puntos (Di Angelo *et al.* 2018; Artec Group 2020). También existen escáneres metrológicos de alta precisión, diseñados para el registro de piezas pequeñas, que llegan a alcanzar las 30 micras (0.03mm) y 10 micras (0.01 mm) respectivamente.

Sin embargo, al tratarse de un método óptico, las superficies reflectantes o transparentes plantean dificultades a la hora de ser registradas, ya que generan efectos de luz que pueden superponerse al de los patrones imposibilitando su lectura. Las formas cóncavas, los grosores reducidos y las zonas negras o muy oscuras también pueden ocasionar vacíos de información (Gupta *et al.* 2011; Graciano *et al.* 2017). Estas limitaciones van a afectar a la hora de registrar piezas que conserven su brillo metálico, que presenten tonalidades oscuras o que cuenten con incrustaciones de cristales o gemas.

La fotogrametría se basa en sofisticados algoritmos de coincidencia de imágenes que utilizan fotografías superpuestas, adquiridas desde múltiples puntos de vista, para reconstruir la geometría tridimensional de un

objeto o superficie (Aicardi *et al.* 2018; Vanneschi *et al.* 2019: 5). La resolución de los modelos fotogramétricos viene determinada por el GSD (*Ground Sampling Distance*), que define cuánto mide un píxel sobre el objeto. Es directamente proporcional a la distancia de registro, al tamaño y resolución del sensor de la cámara, y a la distancia focal empleada (Verhoeven 2018). En la fotogrametría de objeto cercano se pueden alcanzar resoluciones submilimétricas. Para ello es necesario adquirir un número elevado de fotografías con alta redundancia o solape (Guidi *et al.* 2015; Sapirstein 2018), además de acercarse lo máximo posible al objeto documentado (Verhoeven 2019). En la actualidad contamos con guías de buenas prácticas para el registro fotogramétrico del patrimonio, publicadas por instituciones de referencia, que recogen flujos y parámetros de trabajo para una documentación geométrica de calidad (Eulac Museums 2013; Historic England 2017).

No aporta medidas reales, siendo necesario tomar mediciones físicas de referencia para proyectarlas durante el procesado de los datos. Sin embargo, ofrece una mayor resolución de imagen que las técnicas de escaneo y permite implementar procesos de calibración cromática con vistas a obtener un registro preciso del color (Ruiz y Pereira 2014; Molada-Tebar, Marqués-Mateu y Lerma 2019). A esto se le suma una considerable accesibilidad económica y facilidad de implementación, conjunto de cualidades que avala a la fotogrametría como una alternativa sólida al escaneo 3D.

Los efectos de luz que generan las superficies reflectantes y los grosores reducidos siguen causando complicaciones y produciendo ruido en las lecturas espaciales, pero la captura de un número elevado de fotografías solventa este problema y aporta un píxel estable y seguro a la hora de construir un correcto modelo 3D (Gil-Melitón y Lerma 2018).

En el caso práctico que se presenta se utilizó como dispositivo de luz estructurada un modelo Artec Eva (Artec3D), muy extendido en la documentación 3D del patrimonio. Ofrece una resolución de 0,5 mm y una precisión de 0,1 mm.

Para el levantamiento fotogramétrico se empleó una cámara DSLR con un tamaño de píxel de 4.29 μm (modelo Canon EOS 700D). Las capturas se realizaron a una distancia del objeto de 132 cm, con una focal fija de 47 mm, un diafragma f11 e ISO 100. Fueron tomadas 70 fotografías de cada lado de la pieza, con una distribución en bucle facilitada por una mesa giratoria, formato RAW y máxima resolución. El valor GSD alcanzado fue de 0.12 mm/pix, lo que supone que cada píxel de las imágenes representa 0.12 mm de la pieza registrada.

Las formas semiesféricas y grosores reducidos del casco suelen dificultar las labores de alineado en ambas técnicas. Para contrarrestarlo, durante el proceso de escaneo se

dispusieron un conjunto de dianas. Además, el área de la cresta nos permitió digitalizar de forma simultánea zonas de su anverso y su reverso, lo que proporcionó datos con superficies parciales en ambos lados e hizo posible registrar su espesor. Sin embargo, bordes y lagunas no se lograron registrar adecuadamente debido a su irregularidad y finura. En el levantamiento fotogramétrico la pieza se colocó sobre un pequeño pedestal para potenciar la visibilidad de sus dos caras [figura 2].



Figura 2.- Disposición de ambos lados de la pieza en el registro fotogramétrico. Autor: Alba Fuentes-Porto.

—Procesado de registros 3D

A la hora de emplear modelos 3D con fines analíticos, conviene configurar los parámetros de edición a máxima calidad para maximizar su precisión y resolución geométrica. Mientras que los modelos de mallas texturizados son los más adecuados para proporcionar una representación realista de la superficie, las nubes de puntos se adecúan mejor a los análisis morfométricos, ya que eluden la simplificación de zonas, se reduce el procesamiento de los datos y ayudan a acelerarlo durante las tareas de optimización y análisis. Un aspecto que se debe cuidar es la correcta ubicación de las normales, vectores perpendiculares a la geometría registrada que determinan la orientación de la superficie. Si estas no se corresponden con la realidad física del objeto generarán errores de lectura.

Los sistemas de escaneo 3D cuentan con su propio software de procesamiento de datos y suelen presentar flujos de trabajo típicos: escaneo o adquisición de datos, registro y alineado de escaneos, eliminación de ruido e información superflua, generación y diezmado de malla, generación y optimización de texturas, exportación en diferentes formatos, visualización e incluso realización de mediciones sencillas.

Como software de procesamiento fotogramétrico disponemos de varias opciones con un amplio abanico de prestaciones y precios, existiendo también herramientas gratuitas (Kingsland 2019). Hoy en día, Agisoft Metashape (Agisoft) es una de las más empleadas en la documentación 3D del patrimonio cultural y sus evaluaciones afirman su fiabilidad y reproducibilidad en reconstrucciones digitales (Kingsland 2019). Su flujo de trabajo estándar contempla la calibración de cámara, alineado de fotografías y generación de puntos de paso, la creación de mapas de profundidad y de nube de puntos densa, la eliminación de información superflua y filtrado de ruido, el mallado, el alineado y unión de bloques, el texturizado y la exportación.

En ambos casos, el software de procesamiento se actualiza de forma constante incorporando mejoras en sus algoritmos y en sus prestaciones. Por ello, conviene guardar los archivos en bruto y reprocesarlos a la hora de hacer seguimientos a largo plazo.

En el caso que se presenta, los registros realizados por escaneo mediante luz estructurada se procesaron utilizando el software Artec Studio Professional V.10 (Artec3D) con los valores predeterminados para una edición de alta calidad [figura 7].

Con vistas a reflejar flujos de trabajo actuales, los registros fotográficos fueron reprocesados con la versión de Agisoft Metashape V.1.6.4 Standard Edition (Agisoft), lanzada en 2020. Como paso previo se realizó un revelado RAW contemplando su calibración cromática. Para ello se ajustó la curva tonal con la ayuda de una carta de color X-Rite ColorChecker Passport (X-Rite/Pantone) siguiendo la metodología detallada por Santos (2014), y se exportaron a formato JPG. A continuación, en Adobe Photoshop V.22.0 (Adobe) se enmascararon las imágenes en el canal alfa con el fin de focalizar la detección de puntos de paso y puntos clave sobre el objeto. A continuación, los archivos fueron importados al software de procesamiento, en el que se realizó un flujo de trabajo tipo [figura 7].

Agisoft Metashape (Agisoft) incorpora la opción de estimar el nivel de confianza de los puntos a la hora de generar la nube de puntos densa. Esto, unido a las herramientas de filtrado por nivel de confianza, permitió eliminar el ruido con destacada eficiencia y alcanzar registros más depurados y coherentes [figura 3].

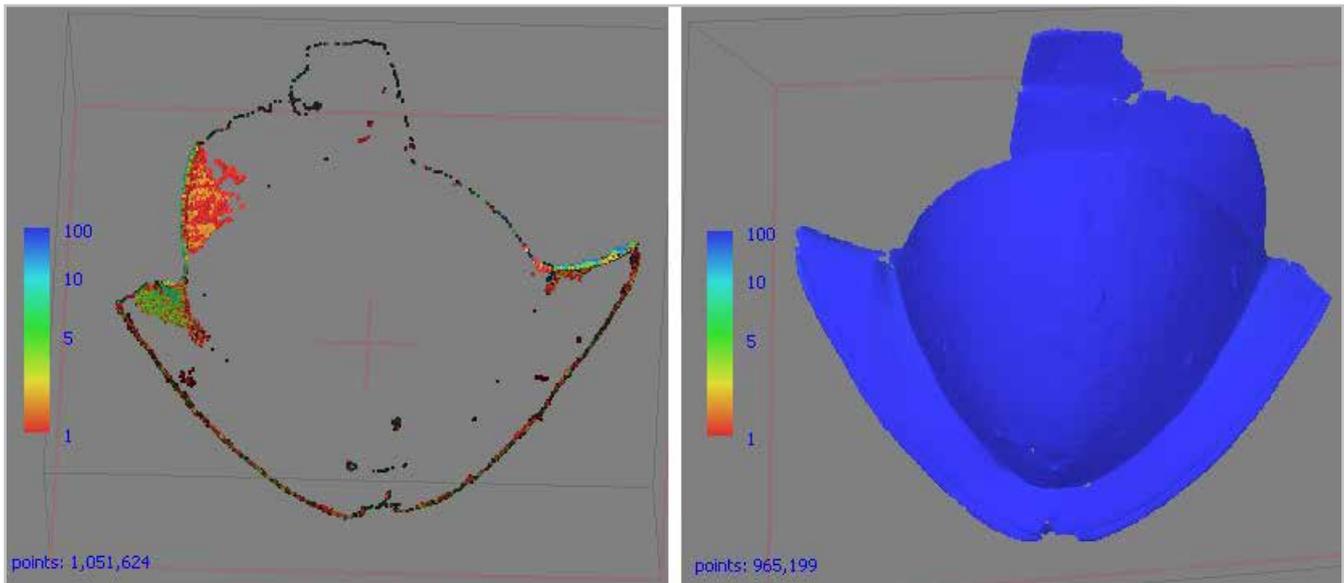


Figura 3.- Ejemplo del filtrado por nivel de confianza de uno de los registros fotogramétricos. Izda.) Selección de valores inferiores a 20. Dcha.) Nube de puntos tras su eliminación. Autor: Alba Fuentes-Porto.

En todos los registros, las nubes de puntos fueron exportadas en formato PLY (.ply), tipo de archivo que guarda las coordenadas geométricas, color y normales de cada uno de los vértices. Por último, se comprobó la coherencia geométrica de los registros mediante la constatación de la correcta orientación de sus normales. Esto se hizo en MeshLab v.2020.07 (MeshLab), software gratuito que cuenta con un interesante conjunto de herramientas para limpiar, reparar e inspeccionar datos 3D. El proceso consistió en dos sencillos pasos, cuyos comandos se facilitan en inglés por ser el único idioma del software:

1. *Filters > Normals, Curvatures and Orientation > Compute normals for point sets*
2. *Render > Show Normal* [figura 4].

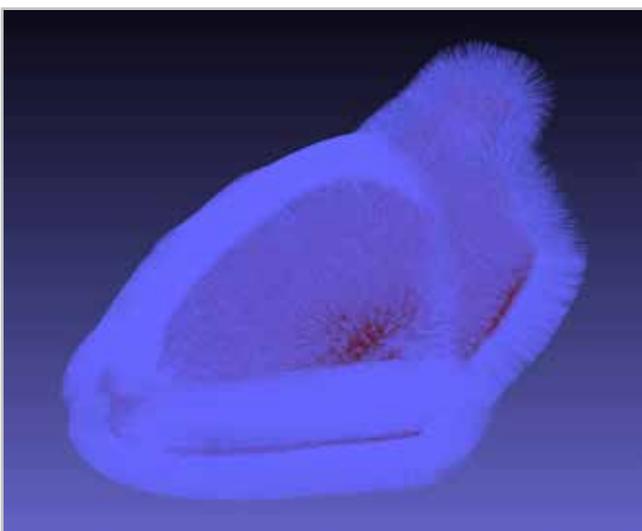


Figura 4.- Visualización de la orientación y longitud de las normales en MeshLab. Autor: Alba Fuentes-Porto.

Si no figuran las normales o están mal orientadas podemos corregirlas, asegurándonos que guardamos estos atributos de forma correcta al exportar el archivo:

3. *Filters > Normals, Curvatures and Orientation > Compute normals for point sets.*

—Análisis morfométrico

CloudCompare V.2.11.3 (Proyecto CloudCompare) es una aplicación gratuita y de código abierto dirigida al procesamiento y análisis geométrico de modelos 3D (Girardeau-Montaut 2006). Cuenta con tres herramientas para detectar las diferencias y computar las distancias existentes entre dos registros:

- *Cloud to Mesh Distance (C2M)* computa las distancias entre una nube de puntos y una malla (Girardeau-Montaut 2015b).
- *Cloud to Cloud Distance (C2C)* computa las distancias entre dos nubes de puntos. Para cada punto de la nube comparada, el software busca el punto más cercano en la nube de referencia y calcula su distancia (Girardeau-Montaut 2015a).
- *Multiscale Model to Model Cloud Comparison (M3C2)* también opera directamente sobre nubes de puntos, pero la distancia se calcula a lo largo de la dirección de las normales (Lague, Brochu y Leroux 2013; Girardeau-Montaut 2019).

Autores del ámbito de la teledetección consideran que M3C2 es la herramienta más adecuada para resolver la detección de pequeños cambios por hacer un tratamiento matizado de los datos (Barnhart y Crosby 2013: 2828). Sin embargo, la configuración de sus parámetros requiere conocimientos

técnicos avanzados; mientras que C2C ofrece un entorno más sencillo e intuitivo, a la vez que proporciona “distancias verdaderas” siempre que la nube de referencia cuente con una densidad suficiente. Ambas características nos llevan a estimar esta opción como la alternativa más adecuada para un uso generalizado y es la que se recoge a continuación.

El punto de partida para analizar una pareja de registros 3D consiste en hacer que pasen a ocupar un mismo espacio, a partir del cual poder computar las diferencias. Es un procedimiento indispensable para no generar falsos resultados por discordancias en la orientación de ambos modelos. Se consigue mediante su alineado y registro, siendo conveniente tomar como referencia siempre la nube de puntos más densa:

1. *Tools > Registration > Match bounding-box centers.*
2. *Tools > Registration > Align* (por selección de pares de puntos).
3. *Tools > Registration > Fine registration.* Este proceso permite ajustar la escala entre un par de modelos, opción que conviene activar en los fotogramétricos para eliminar cualquier diferencia que pudiera ocasionar su escalado manual.

Una vez conseguida la coherencia geométrica se procede a calcular las diferencias morfométricas. El propio software estima los parámetros que mejor se adecúan al cálculo, por lo que el comando se puede ejecutar de forma directa:

4. *Tools > Distances > Cloud/Cloud Dist.*

Para el análisis de los posibles cambios originados en el morrión se usó el registro de vuelta tanto en el escaneado como en la fotogrametría, y se aplicó la herramienta con los parámetros preestablecidos [figuras 5 y 6].

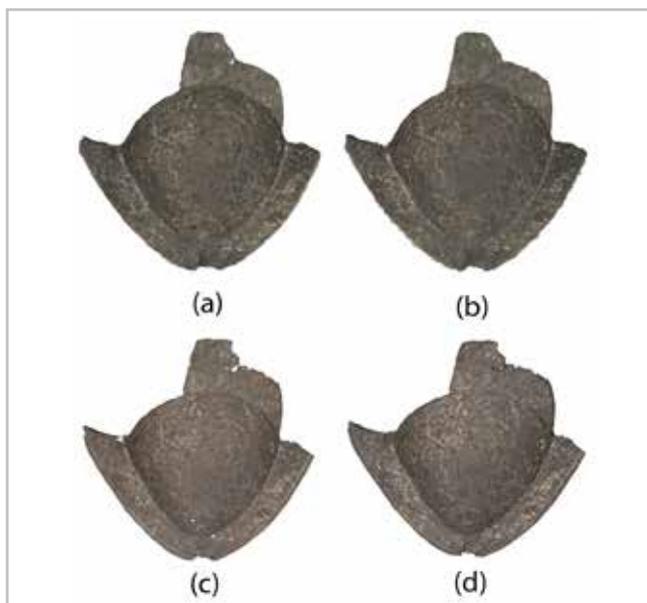


Figura 5.- Registros 3D de salida (izda.) y entrada (dcha.) adquiridos mediante escaneado por luz estructurada (a, b) y fotogrametría (c,d). Autor: Alba Fuentes-Porto.

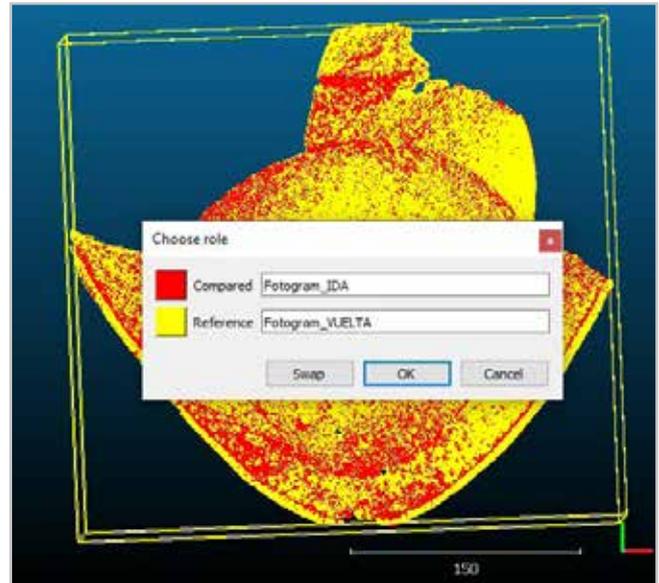


Figura 6.- Selección de la nube de referencia tras el alineado de modelos fotogramétricos. Autor: Alba Fuentes-Porto.

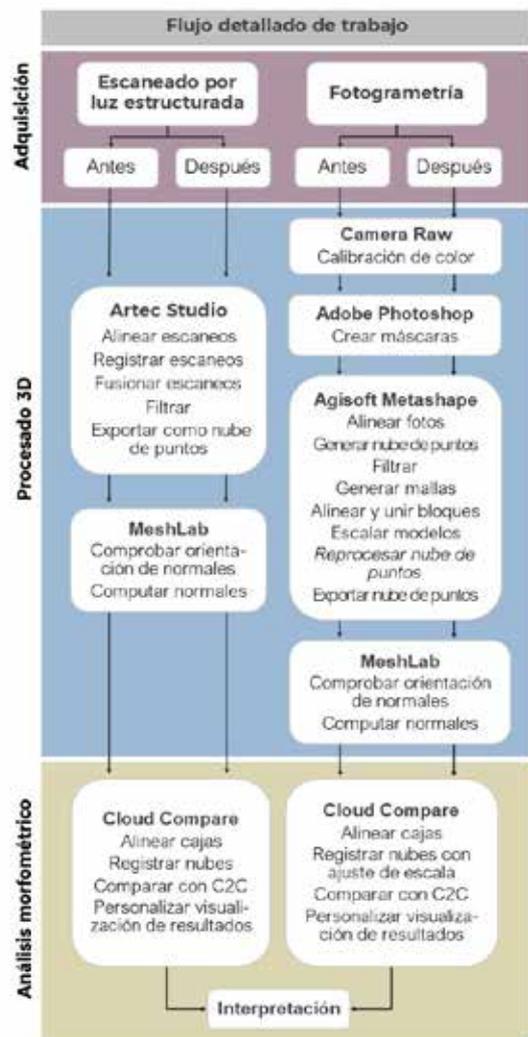


Figura 7.- Flujo de trabajo seguido: adquisición de información geométrica, procesado de datos 3D, y análisis morfométrico. Autor: Alba Fuentes-Porto.

Realizado el cálculo, se proyectan diferencias geométricas sobre la nube analizada, que son resaltadas por medio de una codificación cromática. Su apariencia es configurable a través de la ventana de propiedades. También cuenta con la posibilidad de añadir una escala numérica con los valores cuantitativos de las distancias, y un histograma. Este gráfico nos permite estudiar su tendencia y distribución con más detalle. Ambos elementos se pueden activar con los comandos:

5. *Display > Active scalar field > Toggle color scale*
6. *Edit > Scalar Fields > Show Histogram*

La capacidad de análisis dependerá de la resolución de los registros. A la hora de interpretar los resultados será necesario buscar tendencias locales. Es probable que los resultados abarquen valores de distancias elevados, pero suelen deberse a puntos de ruido aislados.

Resultados

Los cambios significativos que se detectan entre los registros adquiridos con el escáner de luz estructurada se disponen exclusivamente a lo largo del perímetro de la pieza, zona que no había sido registrada convenientemente y carece de datos sólidos. Si recurrimos al histograma del análisis

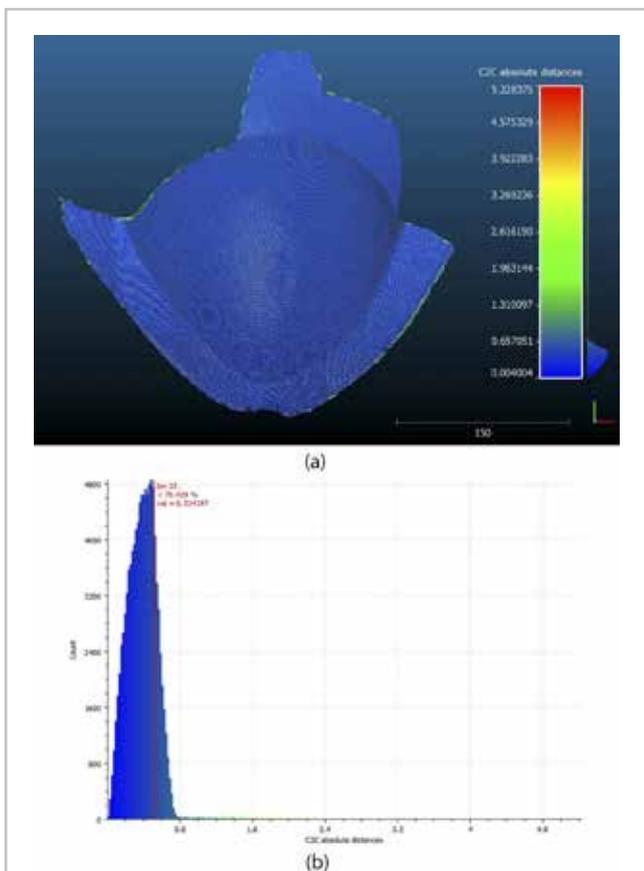


Figura 8.- Mapa de diferencias e histograma. Reflejan los resultados del análisis sobre los escaneados. Autor: Alba Fuentes-Porto.

morfométrico, podemos observar que estas diferencias se concentran, en pequeñas tendencias locales de cierta entidad, entre los 0.8 mm y los 2 mm. El interior de la pieza no registra ningún cambio significativo, mientras que la curva de distribución muestra una tendencia homogénea hasta los 0.8 mm, valores que nos llevan a determinar que no se han producido ganancias o pérdidas de material por encima de estas medidas [figura 8].

Los registros fotogramétricos no alertan de ningún cambio, incluido el perímetro de la pieza, registrado de forma correcta. Su curva de distribución muestra una tendencia homogénea hasta los 0.4 mm. La ausencia de tendencias locales en las diferencias halladas por encima de los 0.4 mm subraya que no se ha detectado ningún cambio significativo [figura 9].

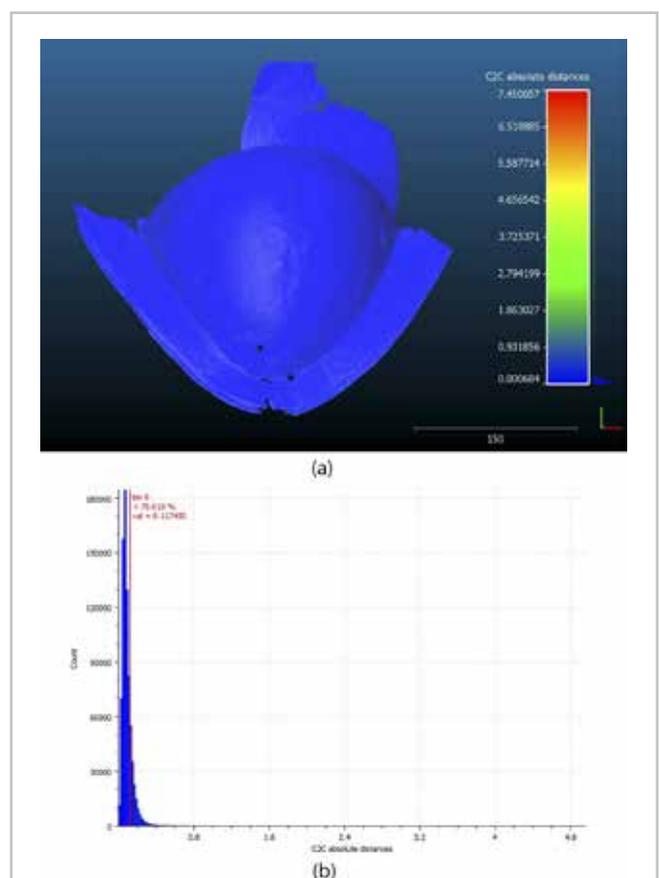


Figura 9.- Mapa de diferencias e histograma. Reflejan los resultados del análisis sobre los registros fotogramétricos. Autor: Alba Fuentes-Porto.

Discusión

El caso práctico presentado refleja cómo los modelos 3D y el análisis espacial pueden contribuir a optimizar el seguimiento formal de piezas metálicas, ya que aportan documentación geométrica de precisión dotada de información cuantitativa. Además, hoy en día, ciertos procesadores y lectores de texto contemplan la inserción de este tipo de imágenes. Esto nos permite integrarlas en

nuestros informes técnicos e interactuar con ellas, lo que salva las restricciones de perspectiva común a los registros bidimensionales e incluso nos capacita para acometer mediciones sencillas.

Nuestra capacidad de detección dependerá de la resolución de los registros. Está condicionada por la propia resolución de nuestros dispositivos de captura, el grado de dificultad de la pieza y el coste en tiempo del que se disponga. Cuando nos enfrentamos al registro de piezas metálicas de tamaño medio, será conveniente alcanzar resoluciones submilimétricas que puedan registrarnos deformaciones, fragmentaciones, fracturas o incluso delaminaciones. Cambios de volumen más sutiles, como un incremento paulatino debido a procesos corrosivos o variaciones dimensionales producidas por diferencias de temperatura en el momento de los registros, requieren una resolución de micras y escáneres metrológicos de alta precisión; siendo una vía interesante de investigación.

A la hora de digitalizar esta pieza de hierro de tamaño medio, textura homogénea, formas cóncavas y grosores finos, el escáner por luz estructurada empleado nos ofreció una resolución de 0.5 mm, suficiente para detectar daños estructurales submilimétricos, además de información métrica a escala 1:1 y de gran precisión, con nubes de puntos homogéneas y con poco ruido. Sin embargo, los bordes y lagunas de la pieza no se registraron convenientemente debido a la irregularidad y finura del objeto.

Si nos valemos de la propia herramienta C2C para comparar ambos registros podemos ver la extensión exacta de las zonas no registradas por el escáner de luz estructurada [figura 10].

La fotogrametría sí logró documentar estos detalles. La precisión de sus registros dependió en gran medida del software de procesado. Así, entre el 2018 y 2019, año de

desarrollo del proyecto, una limpieza basada en métodos manuales no nos facilitó un depurado eficiente de ruido (Fuentes-Porto, Díaz-Aleman y Díaz-González 2020), labor que hizo posible la incorporación de las herramientas de estimación y filtrado por nivel de confianza de puntos que incorporó Agisoft Metashape (Agisoft). También se alcanzó una destacada resolución, definida por un GSD de 0.12 mm/pix.

Es innegable que los registros 3D son, en la actualidad, el mejor método de obtención de mediciones muy precisas. Esto no nos exime de que, en función de las características formales de cada pieza, los recursos tecnológicos y los tiempos de trabajo de los que dispongamos, podamos encontrarnos con limitaciones técnicas que deriven en lagunas documentales o precisiones inferiores a las esperadas. En ese caso, siempre debemos ajustarnos a los datos sólidos, que enriquecerán nuestra capacidad interpretativa por limitados que sean.

Conclusiones

El desarrollo y los resultados de este trabajo experimental subrayan la aplicabilidad de las técnicas geomáticas en el seguimiento y monitorización formal de piezas metálicas. Siguiendo una metodología cuidada, registros adquiridos mediante escaneado de luz estructurada o fotogrametría han posibilitado análisis geométricos de precisión submilimétrica capaces de cuantificar cambios volumétricos a lo largo de un intervalo temporal. La incorporación de información morfométrica en los protocolos de control de daños contribuye a minimizar la subjetividad de valoraciones técnicas que hasta la fecha se respaldaban en la comparación de registros fotográficos, mapas de daños o mediciones físicas. La accesibilidad y sencillez de la metodología favorece la normalización de este tipo de procedimientos, pero es necesario que toda interpretación se ajuste a datos sólidos.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo brindado por el Museo Histórico Militar de Canarias y el Servicio General de Apoyo a la Investigación (SEGA) de la Universidad de La Laguna a través de sus laboratorios de Microscopía Electrónica y Difracción de Rayos X.

Referencias

- AICARDI, I., CHIABRANDO, F., MARIA LINGUA, A. NOARDO, F. (2018) "Recent trends in cultural heritage 3D survey: The photogrammetric computer vision approach", *Journal of Cultural Heritage*, 32: 257-266. <https://doi.org/doi: 10.1016/j.culher.2017.11.006>.
- DI ANGELO, L., DI STEFANO, P., FRATOCCHI, L., MARZOLA, A. (2018)

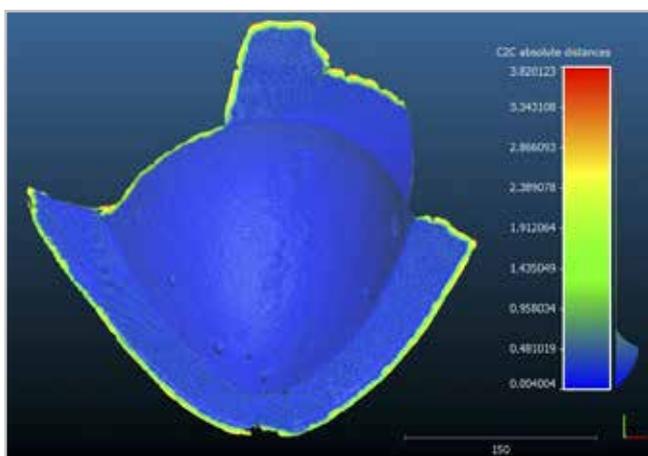


Figura 10.- Comparativa entre la geometría del escaneado de luz estructurada y el modelo fotogramétrico. Autor: Alba Fuentes-Porto.

- "An AHP-based method for choosing the best 3D scanner for cultural heritage applications", *Journal of Cultural Heritage*, 34: 109-115. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.03.026>.
- ARTEC GROUP (2020) *Escáneres 3D portátiles, Artec 3D*. Disponible en: <https://www.artec3d.com/es/portable-3d-scanners> [consulta: 28/12/2020].
- BARNHART, T.B. Y CROSBY, B.T. (2013) "Comparing two methods of surface change detection on an evolving thermokarst using high-temporal-frequency terrestrial laser scanning, Selawik River, Alaska", *Remote Sensing*, 5(6): 2813-2837. <https://doi.org/10.3390/rs5062813>.
- BRUNO, F., GALLO, A., DE FILIPPO, F., MUZZUPAPPA, M., DAVIDDE PETRIAGGI, B., CAPUTO, P. (2013) "3D documentation and monitoring of the experimental cleaning operations in the underwater archaeological site of Baia (Italy)", *Proceedings of the DigitalHeritage 2013*, 105-112. <https://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2013.6743719>.
- DÍAZ MARTÍNEZ, S. Y GARCÍA ALONSO, E. (2011) *Técnicas metodológicas aplicadas a la conservación-restauración del patrimonio metálico*. Madrid: Ministerio de Cultura, Gobierno de España.
- EULAC MUSEUMS (2013) "Manual para la digitalización 3D y tecnologías esféricas.", *Journal of Chemical Information and Modeling*, 14. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- FUENTES-PORTO, A., DÍAZ-ALEMAN, D. Y DÍAZ-GONZÁLEZ, E. (2020) "3D Recording and Point Cloud Analysis for Detecting and Tracking Morphological Deterioration in Archaeological Metals", en *Innovation in Information Systems and Technologies to Support Learning Research*, 362-367. https://doi.org/10.1007/978-3-030-36778-7_40.
- GAGLIOLIO, S., AUSONIO, E., FEDERICI, B., FERRANDO, I., PASSONI, D., SGUERSO, D. (2018) "3D cultural heritage documentation: A comparison between different photogrammetric software and their products", *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(2): 347-354. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-347-2018>.
- GIL-MELITÓN, M. Y LERMA, J. L. (2018) "Patrimonio histórico militar: digitalización 3D de la espada nazarí atribuida a Ali Atar", *Virtual Archaeology Review*, 10(20): 52. <https://doi.org/10.4995/var.2019.10028>.
- GIRARDEAU-MONTAUT, D. (2006) *Détection de changement sur des données géométriques tridimensionnelles*. ENST.
- GIRARDEAU-MONTAUT, D. (2015a) *Cloud-to-Cloud Distance*, *CloudCompare Wiki*. Disponible en: https://www.cloudcompare.org/doc/wiki/index.php?title=Cloud-to-Cloud_Distance [consulta: 30/12/2020].
- GIRARDEAU-MONTAUT, D. (2015b) *Cloud-to-Mesh Distance*, *CloudCompare Wiki*. Disponible en: https://www.cloudcompare.org/doc/wiki/index.php?title=Cloud-to-Mesh_Distance [consulta: 30/12/2020].
- GIRARDEAU-MONTAUT, D. (2019) *M3C2 (plugin)*, *CloudCompare Wiki*. Disponible en: [https://www.cloudcompare.org/doc/wiki/index.php?title=M3C2_\(plugin\)](https://www.cloudcompare.org/doc/wiki/index.php?title=M3C2_(plugin)) [consulta: 30/12/2020].
- GRACIANO, A., ORTEGA, L., SEGURA, R.J., FEITO, F.R. (2017) "Digitization of religious artifacts with a structured light scanner", *Virtual Archaeology Review*, 8(17): 49-55. <https://doi.org/10.4995/var.2016.4650>.
- GRIFONI, E., LEGNAIOLI, S., NIERI, P., CAMPANELLA, B., LORENZETTI, G., PAGNOTTA, S., POGGIALINI, F., PALLESCHI, V. (2018) "Construction and comparison of 3D multi-source multi-band models for cultural heritage applications", *Journal of Cultural Heritage*, 34: 261-267. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.04.014>.
- GUIDI, G., MICOLI, L.L., GONIZZI, S., BRENNAN, M., FRISCHER, B. (2015) "Image-based 3D capture of cultural heritage artifacts: An experimental study about 3D data quality", en *2015 Digital Heritage International Congress, Digital Heritage 2015*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 321-324. <https://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2015.7419514>.
- GUPTA, M., AGRAWAL, A., VEERARAGHAVAN, A., NARASIMHAN, S.G. (2011) "Structured light 3D scanning in the presence of global illumination", *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 713-720. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2011.5995321>.
- HISTORIC ENGLAND (2017) *Photogrammetric Applications for Cultural Heritage: Guidance for Good Practice*. Londres: Historic England. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000132885.83350.45>.
- KINGSLAND, K. (2019) "A Comparative Analysis of Two Commercial Digital Photogrammetry Software for Cultural Heritage Applications", en *Lecture Notes in Computer Science*, 70-80. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30754-7_8.
- LAGUE, D., BRODU, N. Y LEROUX, J. (2013) "Accurate 3D comparison of complex topography with terrestrial laser scanner : application to the Rangitikei canyon (N-Z)", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 82: 10-26. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.04.009>.
- MARSHALL, M. E., JOHNSON, A.A., SUMMERSKILL, S. J., BAIRD, Q., ESTEBAN, E. (2019) "Automating photogrammetry for the 3D digitisation of small artefact collections", en *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 751-757. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-751-2019>.
- MENNA, F., NOCERINO, E., REMONDINO, F., DELLEPIANE, M., CALLIERI, M., SCOPIGNO, R. (2016) "3D digitization of an heritage masterpiece-a critical analysis on quality assessment",

International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives, XLI-B5, 675–683. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XLI-B5-675-2016>.

MOLADA-TEBAR, A., MARQUÉS-MATEU Y LERMA, J. L. (2019) "Correct use of color for cultural heritage documentation", en *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 107-113. <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-2-W6-107-2019>.

MORITA, M. Y BILMES, G. (2018) "Applications of low-cost 3D imaging techniques for the documentation of heritage objects", *Optica Pura y Aplicada*, 51(2): 1-11. <https://doi.org/10.7149/OPA.51.2.50026>.

PANDEY, S. C. Y CATHER, S. (2015) "Close-range 3d imaging for documenting and monitoring dynamic deterioration processes in wall paintings", en *ICOM CIDOC 2015: Documenting Diversity – Collections, Catalogues & Context*.

PIERACCINI, M., GUIDI, G. Y ATZENI, C. (2001) "3D digitizing of cultural heritage", *Journal of Cultural Heritage*, 2(1): 63-70. [https://doi.org/10.1016/S1296-2074\(01\)01108-6](https://doi.org/10.1016/S1296-2074(01)01108-6).

RAHRIG, M., TORGE, M. Y ASSETS, C. (2019) "3D inspection of the restoration and conservation of stained glass windows using high resolution structured light scanning", en *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W15, 2019: proceedings of the 27th CIPA International Symposium "Documenting the past for a better future"*, Ávila, España, 1–5 Septiembre 2019, 965-972. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-965-2019>

REMONDINO, F. (2011) "3D recording for cultural heritage", en *Remote sensing for archaeological heritage management: proceedings of the 11th EAC Heritage Management Symposium*, Reykjavík, Iceland, 25-27 Marzo 2010. Bruselas: Europae Archaeologia Consilium (EAC), 107-115.

RUIZ, J. F., SEBASTIÁN, M., QUESADA, E., PEREIRA, J., MAGUREGUI, M., FERNÁNDEZ, S., MARTÍNEZ, I., GIAKOU MAKI, A., MADARIAGA, J.M., PITARCH, A., LORENTE, J.C., DÓLERA, A. (2016) *4D • Arte Rupestre*. Monografía. Dirección General de Bienes Culturales, Servicio de Patrimonio Histórico de la Región de Murcia.

RUIZ, J. F. Y PEREIRA, J. (2014) "The colours of rock art. Analysis of colour recording and communication systems in rock art research", *Journal of Archaeological Science*. Academic Press, 50(1): 338-349. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.06.023>.

SANTOS MADRID, J. M. (2014) "El color en la reproducción fotográfica en proyectos de conservación", *Revista Ph*, 86(octubre), 102-123.

SAPIRSTEIN, P. (2018) "A high-precision photogrammetric recording system for small artifacts", *Journal of Cultural Heritage*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.10.011>.

VANNESCHI, C., CAMILLO, M., AIELLO, E., BONCIANI, F., SALVINI,

R. (2019) "SFM-MVS photogrammetry for rockfall analysis and hazard assessment along the ancient roman via Flaminia road at the Furlo gorge (Italy)", *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/ijgi8080325>.

VERHOEVEN, G. (2018) "Resolving some spatial resolution issues – Part 1: Between line pairs and sampling distances", *AARGnews*, 57(October), 25-34. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1465017>.

VERHOEVEN, G. (2019) "Resolving some spatial resolution issues – Part 2: When diffraction takes over", *AARGnews*, 59(October), 12-23.

Autor/es



Alba Fuentes-Porto

afuentep@ull.edu.es

Servicio de Análisis y Documentación de Obras de Arte (SADOA-SEGAI), Grupo de investigación Ciencia y Patrimonio Universidad de La Laguna

Alba Fuentes-Porto es Diplomada en Conservación y Restauración de Bienes Culturales con especialidad de arqueología por la ECRBBCC de Galicia, Licenciada en Bellas Artes con especialidad en Restauración de Pintura por la Universidad Complutense de Madrid, y Máster en Conservación y Restauración de Bienes Culturales en la Universidad Politécnica de Valencia. En la actualidad es técnico en el Servicio de Análisis y Documentación de Obras de Arte (SADOA-SEGAI) de la Universidad de La Laguna; institución en la que desarrolla un doctorado en Arte y Humanidades ahondando en el campo del registro y documentación del Patrimonio.



Elisa Díaz-González

ediazgon@ull.edu.es

Servicio de Análisis y Documentación de Obras de Arte (SADOA-SEGAI), Grupo de investigación Ciencia y Patrimonio Universidad de La Laguna

Elisa Díaz-González es profesora Contratada Doctora del Departamento de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna. Imparte docencia en el Grado de Conservación y Restauración de Bienes Culturales y en el Máster en Uso y Gestión del Patrimonio Cultural. Entre 2008 y 2016 fue Profesora Asociada en la Universitat de Barcelona. Actualmente es responsable del Servicio de Análisis y Documentación de Obras de Arte (SADOA) perteneciente al Servicio General de Apoyo a la Investigación (SEGAI) de la Universidad de La Laguna. Licenciada en Bellas Artes con especialidad en Restauración Pictórica por la Universidad de Granada y diplomada en Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Documento Gráfico por la Escola Superior de Conservació

i Restauració de Béns Culturals de Catalunya. Doctora por la Universitat de Barcelona con una tesis sobre los libros ilustrados de Salvador Dalí y sus técnicas de ejecución. Miembro del grupo de investigación internacional Gruppo 130° - The Group 130°, sobre las aplicaciones del papel coreano HANJI en la restauración de obra sobre papel y fotografía y coordinadora del grupo de investigación Ciencia y Patrimonio de la Universidad de La Laguna. Sus principales líneas de investigación se centran en los procesos fotográficos antiguos, los métodos para la inhibición de la corrosión de las tintas metaloácidas y en los sistemas de diagnóstico por imagen.



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.1002>



Manuel Drago Díaz Alemán

madradi@ull.edu.es

Servicio de Análisis y Documentación de Obras de Arte (SADOA-SEGAI), Grupo de investigación Ciencia y Patrimonio Universidad de La Laguna

Manuel Drago Díaz Alemán es Profesor Titular del Departamento de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna y Director del Laboratorio de Diseño y Fabricación Digital de dicha Universidad. Ha sido Investigador principal en tres proyectos nacionales de carácter competitivo que determinan las líneas principales de su investigación que no son otras que las relativas a la implementación de las tecnologías gráficas avanzadas de diseño y la fabricación digital, en las Artes, el Diseño y la Conservación Bienes Culturales. Se ha especializado en impresión 3D, técnicas de escaneado tridimensional, fotogrametría, y el uso del modelado y animación 3D en el desarrollo de material didáctico de carácter científico.



Esteban Manuel Amador-García

eamadorg@ull.edu.es

Servicio de Análisis y Documentación de Obras de Arte (SADOA-SEGAI), Grupo de investigación Ciencia y Patrimonio Universidad de La Laguna

Doctor en Arte y Humanidades, Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, Graduado en Bellas Artes. Ha trabajado como técnico del Laboratorio de Diseño y Fabricación Digital de la Universidad de La Laguna (LFAB-SEGAI).

Especializado como generalista en la producción de imagen digital por medio de técnicas avanzadas de modelado y animación 3D y postproducción. Ha participado en numerosos proyectos de Innovación Educativa, así como en la producción de material didáctico y de divulgación de contenido científico. También acumula experiencia docente en el Grado de Bellas Artes y como profesor del catálogo formativo de la Fundación General de la Universidad de La Laguna.

INVESTIGAÇÕES EM CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO

Investigaciones en Conservación del Patrimonio

O Turismo Cultural e a Problemática da Capacidade de Carga do Património: Estudo da dimensão social do caso da Catedral do Porto

Raquel Sousa Marques

Resumo: O turismo é o principal motor do desenvolvimento local e regional, porém, o seu avanço pode gerar uma pressão excessiva sobre os recursos de um destino, alterando negativamente as condições sociais e económicas e a qualidade de vida da população residente. A crescente expansão do turismo, devido ao elevado fluxo de visitantes, suscita a necessidade de geri-lo de acordo com os parâmetros da sustentabilidade, isto é, com uma utilização responsável dos recursos explorados, de forma a garantir a sua conservação e transmissão para as gerações futuras. Nesse sentido, é grande a preocupação com o controle dos impactos negativos sobre os recursos patrimoniais gerados pelo grande fluxo de visitantes. Neste artigo apresentamos o estudo da dimensão social da Sé do Porto, visto ser um dos monumentos mais visitados da cidade.

Palavras-chave: património cultural, turismo cultural, monumento, capacidade de carga, Catedral do Porto

El Turismo Cultural y la Problemática de la Capacidad de Carga del Patrimonio: Estudio de la dimensión social del caso de la Catedral de Oporto

Resumen: El turismo es el principal motor del desarrollo local y regional, sin embargo, su avance puede generar una presión desmedida sobre los recursos de un destino, modificando negativamente las condiciones sociales, económicas y la calidad de vida de la población residente. La creciente expansión del turismo debido al alto flujo de visitantes, incita a la necesidad de gestionarlo de acuerdo con los parámetros de sostenibilidad, es decir, desde el punto de vista del uso responsable de los recursos que se exploran, con el objetivo de garantizar su conservación y transmisión a las generaciones futuras. En este sentido, existe una enorme preocupación concerniente al control de los impactos negativos sobre los recursos patrimoniales generados por la gran afluencia de visitantes. En este artículo presentamos el estudio de la dimensión social del caso de la Catedral de Oporto, ya que es uno de los monumentos más visitados de la ciudad.

Palabras clave: patrimonio cultural, turismo cultural, monumento, capacidad de carga, Catedral de Oporto

The Cultural Tourism and the Problems of the Carrying Capacity of Heritage: Study of the social dimension of the Porto Cathedral case

Abstract: Tourism is the main stimulator of local and regional development; however, its progress can provoke excessive pressure on the destination's resources, negatively modifying the social and the economic conditions and the life quality of the resident population. The increasing expansion of tourism due to the high flow of visitors, encourages the need to manage it according to sustainability parameters, that is, from the point of view of the responsible use of the resources that are exploited, aiming to guarantee their preservation and transmission to future generations. In this sense, huge concern arises regarding the control of negative impacts on heritage resources endangered by the high influx of visitors. This article, we present the social dimension study of the Porto Cathedral case, since it is one of the most visited monuments in the city.

Keywords: cultural heritage, cultural tourism, monument, carrying capacity, Porto Cathedral

Introdução

O turismo, no geral, tem um forte impacto podendo resultar em grande quantidade de benefícios para as comunidades locais e, portanto, pode constituir-se como um fator de desenvolvimento. Segundo Ceballos-Lascuráin (1996), conhecer e compreender os impactos ambientais que o turismo cultural e o turismo natureza poderão ter sobre os recursos existentes, são pré-requisitos fundamentais para definir a capacidade de carga turística de um local. Assim, conhecer os limites do local para o desenvolvimento do turismo, permite antecipar os níveis de saturação dos locais turísticos e aplicar estratégias de gestão adequadas (UNWTO e UNEP 2005).

De acordo com a Organização Mundial de Turismo (OMT) a capacidade de carga turística define-se como “o número máximo de pessoas que uma determinada área pode suportar, sem que haja alteração no meio físico, sem reduzir a satisfação dos visitantes e sem que se produza efeitos adversos sobre a comunidade recetora, a economia ou cultura local” (Oliveira 2013: 25)

“Los espacios patrimoniales, en tanto que recursos sobre los que se sustentan algunas de las prácticas asociadas al turismo cultural (visita de museos y monumentos, paseos por los cascos históricos...), han visto por tanto aumentar de manera también considerable su afluencia turística. Aunque ese crecimiento no es extensivo al total de recursos turístico-culturales de base patrimonial que se encuentran acondicionados para la visita pública, sí que existen problemas de sobrecarga turística que afectan en determinados momentos a los espacios y recursos más demandados” (Hernández e Vaquero 2012: 254).

Neste sentido, surge uma enorme preocupação relativamente ao controlo dos impactos negativos nos recursos patrimoniais gerados pela elevada afluência de visitantes e, conseqüentemente, manifesta-se a necessidade de realizar estudos de capacidade de carga dos recursos patrimoniais.

Verificamos que o conceito de capacidade de carga é bastante discutido na literatura estrangeira e, que não é uma ideia muito recente, muito pelo contrário. Nos Estados Unidos da América este conceito tem vindo a ser debatido desde os anos 60 do século XX (Bonilla e Bonilla 2008). Contudo, a aplicação deste conceito na gestão de destinos turísticos europeus é bastante escassa, refletindo-se em Portugal.

A crescente pressão das atividades turísticas sobre os recursos patrimoniais, despoletou na Organização Mundial de Turismo e outras entidades responsáveis pelo planeamento e gestão deste sector, que avaliassem a capacidade dos espaços onde se desenvolvessem atividades turísticas.

Neste artigo iremos apresentar o estudo da dimensão

social do caso da Sé do Porto, um dos principais e mais antigos monumentos portugueses. Em 1910, a Sé do Porto foi classificada como Monumento Nacional e, em 1996, foi reconhecida pela UNESCO como integrada no Património Mundial do Centro Histórico do Porto, Ponte Luiz I e Mosteiro da Serra do Pilar exaltando ainda mais a sua importância cultural. Face à importância deste monumento e ao aumento exponencial do turismo em Portugal e, por conseguinte, na região norte do país, sentiu-se a necessidade de desenvolver um estudo que contribuísse para a conservação e salvaguarda da Sé do Porto.

A nossa investigação baseou-se em três questões principais, às quais pretendemos dar resposta, sendo as seguintes: Diariamente, quantas pessoas podem visitar a Sé do Porto, garantindo as mínimas condições de conservação do património? Quantas pessoas podem ser acomodadas ao mesmo tempo dentro do complexo monumental? Quais são as condições e equipamentos para as visitas públicas?

Este estudo teve três objetivos principais, sendo os seguintes: contribuir para a definição do conceito de capacidade de carga, determinar a capacidade de carga da Sé do Porto e aferir a qualidade da experiência, os níveis de conforto e a segurança dos visitantes.

De forma geral e de modo a dar resposta aos objetivos definidos, será adotada uma metodologia de caráter misto, combinando técnicas quantitativas e qualitativas. Para a realização desta investigação pretendeu-se identificar e gerir referências de modo a permitir o desenvolvimento de uma revisão sistemática e crítica da literatura, relativamente ao conceito de capacidade de carga, procurando recolher informação que permitisse o estabelecimento de uma definição e a sua aplicação em recursos patrimoniais. Face à escassez de bibliografia específica em Portugal, foi necessário recorrer à consulta de bibliografia estrangeira, na qual encontramos uma panóplia de estudos sobre este tema. Em paralelo a essa recolha, foi estabelecido contacto com o Cabido Portucalense de modo a obter detalhes relativos à qualidade da visita e experiência dos visitantes, recorrendo a questionários e a visitas de campo. As técnicas utilizadas para obtenção de informação foram os questionários e a observação participante. Após a recolha de dados procedemos à análise dos mesmos através de procedimentos estatísticos e a uma organização de informações e anotações que foram recolhidas in situ. A observação permitiu identificar determinados aspetos que se revelaram cruciais para a nossa investigação.

O conceito de Capacidade de Carga

Revela-se de extrema importância conhecer os limites de um recurso para a sua exploração turística, ou seja, conhecer a sua capacidade de carga. O progresso do

conceito de capacidade de carga tenciona dar resposta à problemática da saturação. Assim, este conceito parte do princípio de que há um limite máximo de carga, a partir do qual os ecossistemas revelam-se incapazes para regressar à sua condição de equilíbrio.

O termo capacidade indica a hipótese de conter ou acomodar num determinado espaço. Todavia, as suas origens estão relacionadas com a gestão da fauna em áreas naturais, tendo como objetivo determinar o número máximo de animais que podem ser mantidos num determinado lugar sem causar danos ao fornecimento de alimento e solo, procurando manter o equilíbrio entre a vida animal e vegetal (Bonilla e Bonilla 2008: 133). Como refere Bonilla e Bonilla (2008: 134): “Los antecedentes de la capacidad de carga en el turismo sustentable los podemos extraer del interés mostrado por las instituciones que gestionan los espacios naturales protegidos en Estados Unidos”. Assim, os primeiros estudos sobre a capacidade de carga foram realizados em 1960, nos Estados Unidos da América por geógrafos do Serviço Florestal Americano, sendo que, o conceito foi elaborado para “para calcular el número de personas que pueden usar un área recreativa natural sin destruir sus características ecológicas esenciales” (Álvarez 2010: 225).

Os diversos estudos de capacidade de carga turística têm como objetivo colocar em prática o conceito de sustentabilidade, ou seja, como o *Relatório Bruntland* define um “modelo de desarrollo que permite satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas” (Dù 2005: 30).

Inúmeros investigadores do turismo têm usado o conceito para se referir ao “número máximo de turistas que puede albergar un área de destino” (Lorente 2001: 12). Contudo, este conceito revela-se bastante complexo, uma vez que levanta bastantes controvérsias, quer na sua definição quer na sua aplicação.

As primeiras aplicações da capacidade de carga para gestão de parques e áreas naturais, revelaram que o foco inicial estava assente na relação entre o uso do visitante e as condições ambientais. Deste modo, o aumento do número de visitantes provocava maior impacto ambiental, medido pela destruição da vegetação, compactação do solo e variáveis relacionadas.

“En las décadas de 1960 y 1970, se desarrolló un sistema para establecer límites al número de visitantes de los parques, monumentos o áreas protegidas, con el fin de proteger los recursos naturales y culturales y determinar el punto en el cual comienzan los impactos negativos. El concepto fue criticado por cuanto la realidad demostraba que muchos de los impactos causados por los visitantes no necesariamente estaban relacionados con el número de los mismos” (Álvarez 2010: 225).

Assim, revela-se fundamental uma abordagem mais adaptada de forma a incluir as recomendações em estruturas de planeamento existentes. Assim, o conceito foi introduzido em formas de planeamento estratégico, nomeadamente nos Estados Unidos da América, Austrália, Canadá e América Latina.

“El nuevo modelo del concepto de capacidad de carga está basado en un mejor entendimiento de las relaciones entre el número de visitantes y el impacto que éstos causan ... [no se trata sólo de fijar un número límite de visitantes], claramente, no hay un número mágico. Los modelos actuales de manejo de visitantes suponen establecer metas y objetivos, formulando indicadores y monitoreando resultados” (Álvarez 2010: 225).

Desta forma, a capacidade de carga surge como um conceito mais maleável e dinâmico que pode ser ajustado às especificidades do sítio, possibilitando uma compreensão e orientação das mudanças e dos impactos provocados pelo turismo, propondo um modelo de gestão sustentável.

É evidente que, a capacidade de carga de um sítio não é apenas determinada por critérios espaciais e ambientais, depende do intuito para o qual foi concebido, implicando que não há uma única capacidade. Consequentemente, outros fatores começaram a ser considerados como a dimensão da experiência dos visitantes, realçando as dimensões sociais do conceito.

“As more people visit a park or related area, not only can the environmental resources of the area be affected, but the quality of the visitor experience as well. Again, the working hypothesis was that increasing numbers of visitors cause greater social impacts as measured by crowding and related variables. Thus, as applied to parks and related tourist attractions, carrying capacity has two components: environmental and social” (Manning, Wang, Valliere, Lawson, e Newman 2002: 389).

Uma das definições mais estimadas é proporcionada pela Organização Mundial do Turismo (OMT) que definiu a capacidade de carga como “the maximum number of people that may visit a tourist destination at the same time, without causing destruction of the physical, economic, socio-cultural environment and an unacceptable decrease in the quality if visitors” (UNWTO, 1981: 4). Segundo a OMT existem três tipos de capacidade de carga: a ecológica, a turística e a social.

“A *capacidade de carga ecológica* significa o nível a partir do qual ocorrem impactos ecológicos negativos e com consequências prejudiciais para o futuro; a *capacidade de carga turística* representa o nível a partir do qual as experiências dos *visitantes* se revelam insatisfatórias; a *capacidade de carga social* é o nível a partir do qual ocorrem mudanças sociais inaceitáveis no

grupo de origem/comunidade local ou de acolhimento” (Brito 2017: 3).

A abordagem deste conceito por parte da OMT, não difere muito da de Pearce, visto que, a capacidade de carga estará excedida quando “as atividades turísticas estão saturadas – capacidade física -, o ambiente degradado – capacidade ambiental – e a convivência entre residentes e visitantes se torna desagradável – capacidade psicológica individual e coletiva” (Joaquim 1997: 72).

A capacidade de carga alude ao número máximo de visitantes que um determinado espaço/recurso/destino turístico pode abranger, quer dizer, o limite a partir do qual a exploração turística de um recurso/destino é insustentável. “La naturaleza de ese límite hace posible considerar diferentes dimensiones del concepto de capacidad de carga: capacidad de carga física, capacidad de carga ecológica, capacidad de carga social, capacidad de carga económica, ...” (Hernández e Vaquero 2012: 255). A capacidade de carga turística de cada lugar é definida através da dimensão do conceito, na qual varia em cada caso:

“Capacidad de carga ecológica en las Islas Galápagos o en los parques nacionales de Estados Unidos, capacidad de carga económica en el caso de la ciudad de Venecia, capacidad de carga física en relación a infraestructuras básicas en la Costa del Sol, capacidad de carga perceptual en las playas de la isla de Menorca o capacidad de carga social en la ciudad de Oxford” (Hernández e Vaquero 2012: 255).

A nível metodológico, este conceito foi desenvolvido segundo distintas abordagens. A nível ambiental, “las primeras definiciones sugerían que la capacidad de carga era el nivel de uso recreativo de un área natural protegida que aseguraba el mantenimiento de la calidad medioambiental y la calidad de la experiencia recreativa de los visitantes de los espacios naturales protegidos” (Hernández e Vaquero 2012: 256). Através do emprego do conceito a destinos turísticos, como ilhas, cidades, zonas costeiras, entre outros, as dimensões social e económica foram incluídas.

“Desde este enfoque, los indicadores de la capacidad de carga son los umbrales más allá de los cuales los flujos turísticos declinan porque los propios visitantes empiezan a juzgar sobrepasadas determinadas capacidades del espacio; definición estrechamente relacionada con el ciclo de vida de los destinos turísticos” (Hernández e Vaquero 2012: 256).

Segundo as perspetivas assentes na perceção do fenómeno turístico pela comunidade local, a capacidade de carga turística é determinada e perfilada como um método de análise que demarca os impactos inadequados que o turismo pode gerar e propõe a tomada de decisões. Por outras palavras, é um instrumento adequado para a gestão de visitantes e a avaliação dos impactos

provocados pela presença humana em sítios patrimoniais e áreas protegidas.

Ao longo do tempo, podemos verificar que quando se trata de empregar o conceito de capacidade de carga em destinos turísticos, o destaque da investigação modificou da procura de limites numéricos para o desenvolvimento de quadros teórico-conceituais para o planeamento e gestão de espaços turísticos. Desta forma, a elaboração de modelos e metodologias amplas e flexíveis possibilitaram analisar os sítios de acordo com uma abordagem sistémica e integral, tendo como objetivo principal a sustentabilidade.

“Las metodologías que se aplican a evaluar la capacidad de carga hacen posible, entre otras cosas, comprender los valores que definen los sitios patrimoniales y las áreas protegidas; detectar los conflictos, problemas y riesgos que les afectan; establecer los indicadores y estándares que permiten alcanzar condiciones óptimas; caracterizar y evaluar la visita; y definir las estrategias de manejo y monitoreo que aseguren la conservación de los sitios. La evaluación de la capacidad de carga es, por tanto, una herramienta de gran utilidad para detectar y monitorear el cambio, guiar la toma de decisiones y definir el uso sostenible de los sitios patrimoniales y áreas protegidas” (Álvarez 2010: 221-222).

Sempre que foram realizados trabalhos de conservação numa área protegida surge como necessidade conservar o património através do desenvolvimento de formas de avaliação e monitorização. Deste modo, “la evaluación y monitoreo periódicos permiten el seguimiento del estado de conservación de los sitios patrimoniales y las áreas protegidas, contar con la información necesaria para definir escenarios de manejo y conservación y tomar decisiones” (Álvarez 2010: 224).

Em conformidade com o que foi abordado na *Convenção do Património de 1992*, a UNESCO estabeleceu que a avaliação e a monitorização contínua são ferramentas imprescindíveis para garantir a conservação de valores e a importância dos sítios de importância global. Assim, cada país define conforme as suas necessidades as estratégias e metodologias a ser implementadas, como por exemplo, no continente americano, a avaliação da capacidade de carga é um dos instrumentos usados para avaliar e monitorizar o impacto da atividade turística nas áreas protegidas, zonas costeiras e sítios de interesse cultural.

Contudo, como podemos naturalmente perceber, este conceito exhibe notáveis problemas de operacionalização, dado que se define diante de situações de saturação já existentes e revela-se árduo a previsão dos limites absolutos para cada espaço.

“Estes limiares de utilização só têm sido experimentos em zonas sujeitas a pressões muito elevadas, colocando

problemas complexos de operacionalização. Para uma discussão mais substantiva coloca ainda duas questões adicionais: o problema da definição científica dos limites e a sua aceitabilidade social, implicando a inclusão das premissas culturais de aceitabilidade no processo científico e técnico da definição de limites” (Joaquim 1997: 72).

O Estudo de caso da Sé do Porto

A Sé do Porto é um dos monumentos portuenses mais visitados e, como tal, revela-se de extrema importância definir qual a sua capacidade de carga, tendo em vista diversos fatores, tais como: a qualidade da experiência, o conforto e a segurança dos visitantes, mas também a conservação e a salvaguarda do monumento.

O sector turístico assenta na existência e exploração de recursos – naturais, culturais e humanos – e pode provocar grandes transformações nos locais onde se desenvolve. Se, por um lado, é assumido como uma fonte de receitas e emprego, por outro, poderá representar uma ameaça para a estrutura e organização social existente, bem como para o património natural e cultural de que depende (Oliveira 2013). A consciencialização destes impactos do turismo revelou que era necessário conhecer os limites dos recursos patrimoniais para a sua exploração turística, ou seja, conhecer a sua capacidade de carga.

A Sé do Porto é um monumento de interesse histórico e cultural, constituindo um bem de atração turística. Logo, decidimos realizar um estudo que nos permitisse avaliar a capacidade de carga e analisar as condições das visitas que ocorrem no monumento, devido aos problemas de saturação já existentes em determinados locais.

A metodologia utilizada focou-se em três tipos de análise, tendo como base o modelo de avaliação da Catedral de Santiago de Compostela, que compreenderam o trabalho *in situ*: uma análise dos equipamentos para visitas públicas, uma análise do perfil e comportamento do visitante e uma análise do fluxo de visitantes. Também, incluiu dois cálculos, sendo necessário calcular a Capacidade de Carga Física (CCF) e a Capacidade de Carga Máxima (CCM).

Primeiramente, calculamos a capacidade de carga física que permitiu estimar o número máximo de pessoas que se podiam acomodar ao mesmo tempo na catedral, usando a relação entre o espaço de circulação disponível e o espaço mínimo necessário para uma pessoa se movimentar livremente dentro do complexo monumental. Embora, consideremos que não existe um número exato que determine o número máximo de pessoas que possam visitar ao mesmo tempo um espaço patrimonial das características da Sé do Porto, considerou-se que não seria aconselhável exceder as densidades de uso superiores a 2m² por pessoa, valor

usado para o estudo de capacidade de carga da Catedral de Santiago de Compostela (Hernández e Vaquero 2012). O espaço de circulação disponível corresponde aproximadamente a 603 m², sendo que podem ser acomodadas ao mesmo tempo dentro do complexo monumental, aproximadamente 302 pessoas.

Em seguida, calculamos a capacidade de carga máxima da Sé do Porto. O tempo médio de permanência foi estimado entre 30-40 minutos, com um horário de abertura pública de dez horas (9h00-19h00), o número máximo de pessoas que podem ser acomodadas dentro da Catedral nunca deve exceder 4 523 visitantes diários. Neste sentido, devemos sempre ter em consideração o efeito cumulativo do impacto dos visitantes a nível diário, semanal, mensal e anual.

A utilização das diferentes portas existentes como rotas de entrada e saída de visitantes permitiu uma melhor gestão do fluxo de visitantes. Esta medida de gestão foi implementada em fevereiro de 2019 e permite uma melhor organização do espaço de circulação, visto que os visitantes dispersam mais facilmente e, conseqüentemente, permite a oração dos residentes que, outrora, não era possível porque entravam pela Igreja provocando imenso ruído. Atualmente, as duas entradas disponíveis são na antiga Casa do Cabido, onde está localizada a Bilheteira e a entrada da Galilé, apenas para grupos organizados, como por exemplo, escolas, Viking Cruises, entre outros.

A metodologia utilizada para recolha de informação do perfil e comportamento dos visitantes foram através de métodos quantitativos e qualitativos. A nível quantitativo realizaram-se contagens das entradas dos visitantes na Sé do Porto e, em termos qualitativos, analisou-se as características, comportamentos e diferenciou-se o tipo de visitantes através da sua motivação.

As contagens dos visitantes foram realizadas eletronicamente no período compreendido de 1 de julho a 18 de julho de 2019, tendo em consideração a distinção dos visitantes individuais e os grupos de visitantes. Esta distinção foi necessária para medir com precisão o impacto das visitas de grupo. Os parâmetros utilizados para os grupos organizados foram a composição, a duração da visita, o itinerário, os pontos de explicação, os pontos de interesse ou contemplação e as áreas de repouso. Essas informações foram obtidas através da monitorização e observação do comportamento dos visitantes, durante toda a visita, desde que o grupo entrou na catedral.

Pretendemos complementar a informação quantitativa das contagens com os resultados dos questionários, também aplicados no mesmo período, tendo como objetivo de identificar a motivação da visita, grau de satisfação dos visitantes, entre outros. Por fim, a observação permitiu identificar os locais de congestionamento espacial, os pontos de interesse ou

contemplação, as áreas de repouso, o comportamento dos visitantes, o horário de maior afluência, entre outros.

Discussão dos Resultados

Os objetivos desta investigação são: contribuir para a definição do conceito de capacidade de carga; determinar a capacidade de carga da Sé do Porto e aferir a qualidade da experiência, com base nos níveis de conforto e de segurança dos visitantes. As técnicas de recolha de informação utilizadas foram os questionários e a observação participante.

O tema da capacidade de carga passou de uma questão menosprezada para um elemento-chave das investigações de turismo e da conservação do património cultural e natural. Este conceito passou por diversas etapas, desde a procura de números específicos até à abordagem da gestão fundamentada em expectativas sociais e experimentais.

Através das contagens das entradas dos visitantes na Sé do Porto, podemos comprovar que a capacidade de carga da Sé do Porto até ao momento não foi atingida [gráfico 1]. No entanto, devemos ter em consideração que, futuramente, será necessário analisar uma série parâmetros não quantificáveis, tais como o dióxido de carbono, o vapor de água, a poeira e o ambiente sonoro. Estes parâmetros são extremamente importantes para a capacidade de carga de um recurso turístico-cultural.

Adicionalmente, a realização dos questionários, resultou numa amostra de 100 questionários válidos em cinco idiomas diferentes: alemão, espanhol, francês, inglês e português. Do total dos inquiridos 63% pertenciam ao sexo feminino e 37% ao sexo masculino [gráfico 2], a faixa etária que se destacou foi a de 25-54 anos [gráfico 3] e a maioria dos inquiridos visitaram a Sé do Porto em família. Obteve-se uma variedade significativa relativamente à nacionalidade dos inquiridos, cujo maior valor correspondeu à nacionalidade espanhola (29%), seguidos

dos visitantes franceses (16%), portugueses (10%) e brasileiros (9%). Os questionários foram respondidos por inquiridos de Alemanha, Bélgica, Estados Unidos da América, Grécia, Holanda, Índia, Inglaterra, Itália, Irlanda e Suíça. A principal motivação da visita foi a motivação patrimonial/cultural, correspondendo a 90% do total dos inquiridos [gráfico 4].

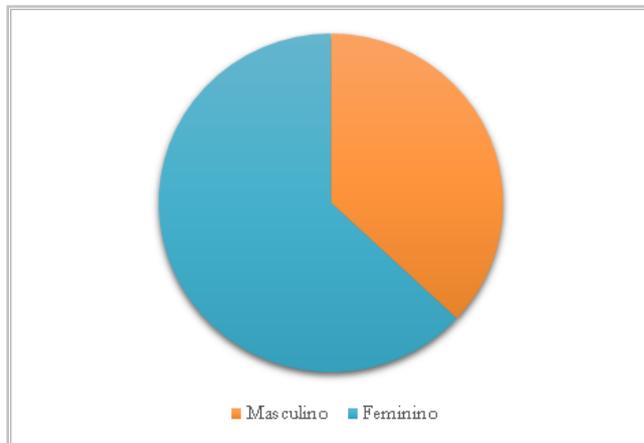


Gráfico 2.- Género dos visitantes

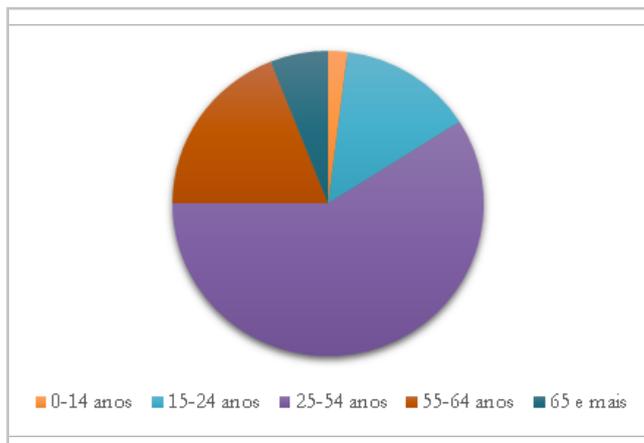


Gráfico 3.- Faixa etária dos visitantes

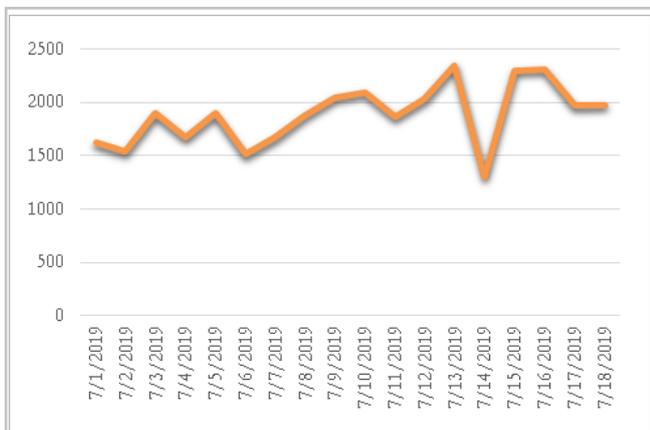


Gráfico 1.- Contagem de visitantes da Sé do Porto

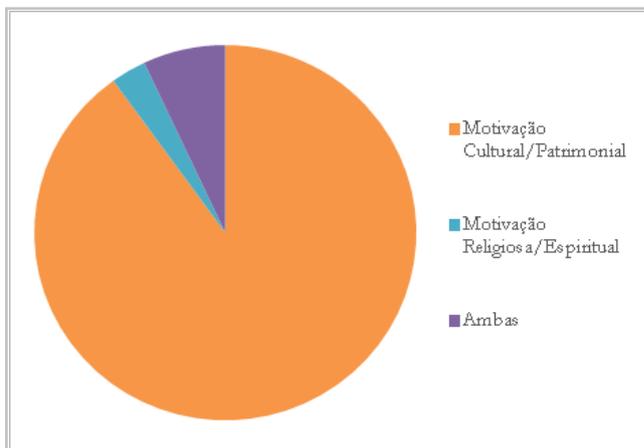


Gráfico 4.- Motivação da visita

De acordo com os inquiridos, a Sé do Porto está bem conservada [gráfico 5], não existem nem problemas de sobrecarga e massificação turística, nem dificuldade em movimentar-se dentro do complexo monumental. No entanto, os inquiridos consideram necessário estabelecer limites ao aumento do turismo para não prejudicar as condições físicas do monumento e aplicar um sistema de controlo do fluxo de visitantes [gráfico 6]. Podemos verificar que a maioria dos inquiridos ficou muito satisfeito (93%) ao visitar a Sé do Porto [gráfico 7].

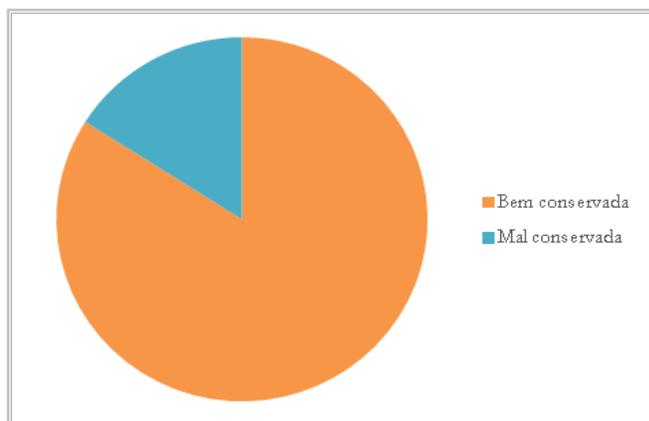


Gráfico 5.- Conservação da Sé do Porto

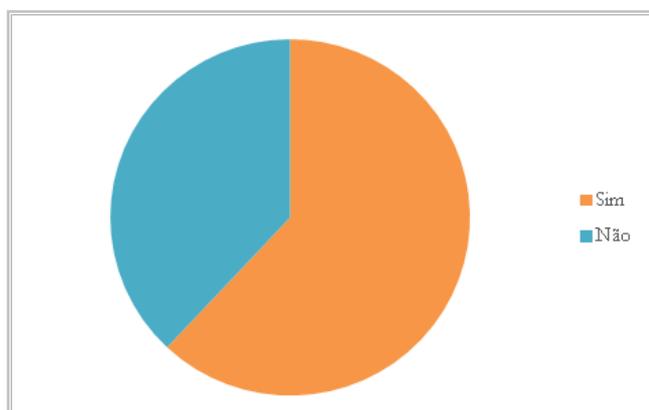


Gráfico 6.- Aplicação de um sistema de controlo do fluxo de visitantes

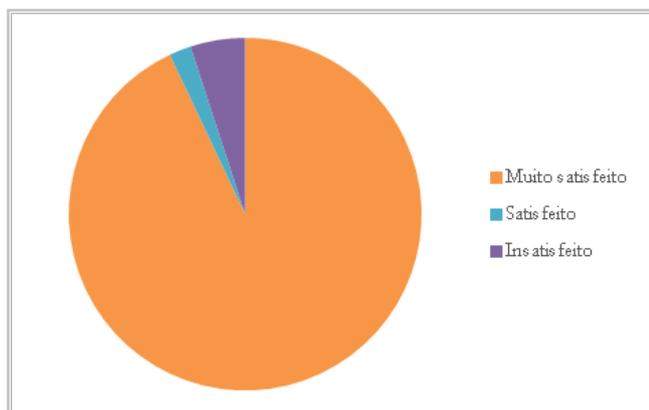


Gráfico 7.- Nível de satisfação da visita

A observação participante permitiu retirar as seguintes ilações, tanto dos visitantes individuais como dos grupos de visitantes:

- Os locais de congestionamento espacial são a Capela de São Vicente, a Capela São João Evangelista, a Sacristia e a Sala do Tesouro;
- Os pontos de interesse ou contemplação são o Claustro Gótico (cruzeiro medieval e azulejos), a Igreja (capela-mor, altar de prata da Capela do Santíssimo Sacramento e Altar da Nossa Senhora da Vandoma) e a Sacristia;
- Identificação de algumas ações de desrespeito pelo património por parte dos visitantes, como por exemplo: captação de fotografias com *flash* no interior da igreja, caminhar por cima das sepulturas escadas na rocha, utilizar o Claustro Gótico como área de repouso, entre outros;
- Reconhecimento das escassas condições de segurança no Claustro Superior;
- O horário de maior afluência turística é das 10h30m até 13h00m;
- Os visitantes da parte da manhã são, maioritariamente, grupos de visitantes e peregrinos, contrariamente à parte da tarde, no qual predominam os visitantes individuais e as famílias. O público mais jovem visita a Sé do Porto, sobretudo, da parte da tarde.

Além disso, constatamos uma ausência de medidas de gestão, como por exemplo: a falta de informação que permita uma eficaz orientação espacial e a ausência de recomendações de itinerários distintos, tendo como finalidade evitar aglomerações nos locais mais atraentes. Adicionalmente, há uma escassez de medidas dissuasivas que evitem o impacto negativo dos turistas e a inexistência de meios de vigilância. Foi-nos revelado que o projeto de segurança contraincêndios e o alarme de intrusão foram executados e instalados, apenas, no dia 16 de julho de 2019.

Por fim, deparámo-nos que em certas áreas do conjunto catedralício possuíam determinadas “falhas”, passamos a enumerar algumas: ausência de intervenções nas capelas e altares da Igreja; falta de legendagem nas peças da Sala de Tesouro e nas sepulturas escavadas na rocha e capitéis do Claustro Velho; desgaste das janelas e pavimento e pouca iluminação na Sala Capitular, entre outros.

Propostas de melhoria

A análise realizada sobre a capacidade de carga social da Sé do Porto conduziu ao desenvolvimento de um diagnóstico e a um conjunto de propostas de melhoria e trabalho, de forma que os problemas identificados possam ser resolvidos no futuro pelo gestor do espaço, neste caso o Cabido Portucalense, sendo as seguintes:

- Meios de vigilância: contratação de vigilantes ou seguranças, a fim de evitar inúmeras situações

desagradáveis;

- Proibição do uso de *flash* dentro da igreja;
- Recomendação de diferentes itinerários para visitar o conjunto monumental, de modo a evitar aglomerações;
- Gestão específica de grupos organizados através da criação de um sistema de reservas prévias.
- Configuração de contadores eletrónicos para os visitantes, tendo como objetivo conhecer o número de visitantes que entram na catedral a cada trinta minutos. Isto, ajudaria a interromper temporariamente a entrada de visitantes, sem que a capacidade de carga fosse excedida.
- Sinalética direcional e de conteúdos em formato papel (*flyers*) ou digital (*QR code* com legenda iconográfica e cultural).
- Instalação de trepadores de escadas em todo complexo monumental, para possibilitar a visita a pessoas com mobilidade reduzida.
- Criação de um programa de monitorização bem constituído e regulado com listas de verificação e ferramentas simples, como relatórios simples, fotografias, entre outros, que permita o registo de problemas gerais de forma a controlar as condições físicas.
- Realização de reuniões periódicas das entidades responsáveis pela gestão dos recursos para conseguir um consenso sobre o estabelecimento de padrões quantificáveis e não quantificáveis, proporcionando uma melhor gestão do sítio.

Conclusão

Os monumentos com um elevado número de visitantes, como é o caso da Sé do Porto, devem ter em consideração a necessidade de criar medidas de gestão e regulamentação, de forma a controlar os efeitos de massificação turística. Deste modo, o conceito de capacidade de carga turística surge como um instrumento de planeamento e gestão. No domínio da gestão turística do património histórico e cultural, os estudos de capacidade de carga podem ser úteis para melhorar as condições da experiência do visitante e orientar as tomadas de decisão, tendo em conta a organização e qualidade da visita, a conservação do património, a compatibilidade de usos (cultural e religioso) e a gestão dos fluxos turísticos.

Nas últimas décadas, as investigações revelaram que as instituições culturais aplicam o conceito consoante os diferentes objetivos, como: a compatibilidade de usos, o controlo da massificação, a preservação de certos espaços patrimoniais considerados frágeis, a qualificação da visita, a procura do equilíbrio na exploração económica dos sítios, entre outros.

Com a realização desta investigação determinamos a capacidade de carga da Sé do Porto, como tal constatamos que o monumento ainda não atingiu a sua capacidade

máxima de carga e aferimos a qualidade de experiência, níveis de conforto e segurança dos visitantes através dos questionários e da observação participante.

Espera-se que este estudo fomente a realização de novos estudos de capacidade de carga em recursos turísticos e patrimoniais, sugerindo assim a futuros investigadores e outros interessados por este tema que orientem para um melhor conhecimento desta realidade já existente no património cultural português. Espera-se que este trabalho permita a outros investigadores identificar as limitações dos diferentes recursos turísticos, uma vez que, a partir do momento que os recursos sejam afetados e a capacidade de carga do local seja atingida, verifica-se uma degradação dos recursos utilizados e uma perda da qualidade do produto turístico e da sua experiência turística. Consequentemente, irá existir uma diminuição dos níveis de satisfação dos turistas e um declínio nos mercados turísticos. Às entidades competentes cabe criar mecanismos de regulamentação e estratégias de gestão que, neste momento, não são alvo de qualquer ação.

Referências

- ÁLVAREZ, M. P. (2010). "Evaluación de la capacidad de carga: Una herramienta para el manejo y la conservación de los sitios patrimoniales", *Canto Rodado*, 5: 221-247.
- BONILLA, J. M. L. e BONILLA, L. M. L. (2008). "La capacidad de carga turística: Revisión crítica de un instrumento de medida de sostenibilidad", *El Periplo Sustentable*, 15: 123-150.
- BRITO, B. R. (2017). "O Turista e o Viajante: Contributos para a conceptualização do Turismo alternativo e Responsável". Em *IV Congresso Português de Sociologia*, 1-17.
- CEBALLOS-LASCURÁIN, H. (1996). "Tourism, ecotourism, and protected areas: the state of nature-based tourism around the world and guidelines for its development". Em *IV World Congress on National Parks and Protected Areas*, Reino Unido.
- DÛ, F. L. (2005). *La capacidad de acogida física de las Ciudades Patrimonio de la Humanidad de España*. Bournemouth University.
- HERNÁNDEZ, M. G. e VAQUERO, M. (2012). "Capacidad de carga en grandes recursos turístico-culturales", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense de Madrid*, 32: 253-274.
- JOAQUIM, G. (1997). "Da identidade à sustentabilidade ou a emergência do turismo responsável", *Sociologia - Problemas e Práticas*, 23: 71-100.
- LÓPEZ, M. J. (2019). *Turismo y patrimonio: instrumentos de gestión*. Madrid, Espanha: Universidad Politécnica de Madrid.
- LORENTE, P.E. (2001). "La capacidad de carga turística. Aspectos conceptuales y normas de aplicación", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense de Madrid*, 21: 11-30.

MANNING, R., WANG, B., VALLIERE, W., LAWSON, S., e NEWMAN, P. (2002). "Research to Estimate and Manage Carrying Capacity of a Tourist Attraction: A Study of Alcatraz Island", *Journal of Sustainable Tourism*, 10: 388-404.

OLIVEIRA, C. (2013). *Caracterização do mercado de actividades de Turismo de Natureza em Portugal*. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade Nova de Lisboa.

OMT (2005). "Gestión de la saturación turística en sitios de interés natural y cultural - Guía práctica", em *E-UNWTO*. <https://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284407842> [consulta: 18/05/2021].

O'REILLY, A. (1986). "Tourism carrying capacity: concepts and issues", *Tourism Management*, 254-258.

SHELBY, B., e HEBERLSTEIN, T. A. (1984). "A conceptual framework for carrying capacity determination", *Leisure Sciences*, 4: 433-451.

UNWTO (1981), *Saturation of Tourist Destinations: Report of the Secretary General*, World Tourism Organization, Madrid.

UNWTO e UNEP. "Making Tourism More Sustainable - A Guide for Policy Makers", em UN Environment Document Repository. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8741/-Making%20Tourism%20More%20Sustainable_%20A%20Guide%20for%20Policy%20Makers-2005445.pdf?sequence=3&isAllowed=y. [consulta: 6/01/2021].



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.1000>

Autor/es



Raquel Sousa Marques
raquel23@hotmail.com
Estudiante

Raquel Sousa Marques. Concluiu o Mestrado integrado em Património, Artes e Turismo Cultural em 2019 pela Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto e a Licenciatura em Arqueologia em 2017 pela Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Atua nas áreas de Humanidades com ênfase em História e Arqueologia.

INVESTIGAÇÕES EM CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO

Investigaciones en Conservación del Patrimonio

El estudio de la significancia y los indicadores de riesgo antrópicos para la preservación de colecciones de la memoria trágica en una exposición temporal

Ana Galán-Pérez, Eduarda Vieira

Resumen: Las colecciones procedentes de los hechos históricos en un contexto bélico como fueron los campos de concentración nazi de la II Guerra Mundial, poseen un valor cultural y social relevante como testimonio material de los hechos. Conseguir el equilibrio a partes iguales entre su accesibilidad social y su conservación es el principal reto al que se enfrentan los museos memoriales como el Museo Estatal de Auschwitz-Birkenau, al que hay que sumar todos los riesgos añadidos que suponen su cesión en una exposición temporal, especialmente aquellos riesgos con origen antrópico, sean fortuitos o intencionados. El análisis crítico de estos indicadores nos ayudará a reconocer las posibles emergencias y consiguientes daños en las colecciones de la memoria en tránsito y abordar su conservación desde la perspectiva de la sostenibilidad.

Palabras clave: colecciones de memoria trágica, riesgo antrópico, exposición temporal, sostenibilidad, Museo Estatal de Auschwitz-Birkenau

The study of the significance and anthropic risk indicators for the preservation of collections of tragic memory in a temporary exhibition

Resumo: As coleções provenientes de acontecimentos históricos num contexto bélico, como os campos de concentração nazistas da Segunda Guerra Mundial, têm um valor cultural e social relevante como testemunho material dos factos. Alcançar um equilíbrio igual entre sua acessibilidade social e sua conservação é o principal desafio enfrentado por museus memoriais como o Museu Estatal de Auschwitz-Birkenau, ao qual se somam todos os riscos que uma transferência para uma exposição temporária implica, especialmente aqueles riscos de origem antrópica, seja fortuitos ou intencionais. A análise crítica destes indicadores irá ajudar-nos a reconhecer as possíveis emergências e consequentes danos nas coleções de memória em trânsito e a abordar a sua conservação na perspectiva da sustentabilidade.

Palavras-chave: coleções de memória trágica, risco antrópico, exposição temporária, sustentabilidade, Museu Estatal de Auschwitz-Birkenau

O estudo da significância e dos indicadores de risco antrópicos para a preservação de coleções de memória trágica numa exposição temporária

Abstract: Collections that were generated through a historical fact in a war context such as nazi concentration camp during 2nd World War, have a relevant cultural and social value as material testimony of facts. The main challenge that face Memorial museums is to achieve an equal balance between its social accessibility and its conservation. Also, it is necessary to take into account those all added risks when those collections are on loan for a traveling exhibition, especially the intentional or casual anthropic factors. The critical analysis of the risks will allow us to recognize the possible emergency issues and the consequential damage on the collection of tragical memory when is in transit and address their conservation for a sustainable approach.

Keywords: collections of tragic memory, anthropic risk, temporary exhibition, sustainability, Auschwitz-Birkenau State Museum.

Introducción

Las colecciones de patrimonios difíciles están directamente vinculadas a los lugares donde ocurrieron los hechos, como los campos de concentración nazi. El Museo Estatal de Auschwitz-Birkenau, está asociado al espacio histórico trágico y reconocido como un lugar de memoria. La conservación en un lugar así, centro de investigación y herramienta didáctica, consiste en la preservación, en la pervivencia de los testimonios tal cual se encontraron, poniéndolos a salvo e intentando detener los efectos del paso del tiempo a través de un plan global de conservación (Bartyzel 2021). Tanto su infraestructura como las colecciones del museo están sujetos a proyectos de conservación y a un plan de emergencia, con el objetivo de protegerlas para las generaciones presentes y las futuras (ABSM website "Master Plan"; ABSM website "Projects").

Partiendo de un proceso de investigación desde la conservación-restauración^[1] activo en la actualidad, este artículo tiene como objetivo destacar la importancia de los riesgos antrópicos de las colecciones de la memoria trágica en itinerancia, mediante el estudio cualitativo de los museos memoriales, sus retos y dificultades y el análisis crítico de los posibles daños antropogénicos externos e internos dada su relevante significación histórica, política, social y cultural. Como conclusiones, serán ordenados según las fases de gestión de una exposición temporal para su seguimiento en la praxis preventiva.

Museos memoriales y su conservación

Accesibilidad y conservación son los dos platos de la balanza en la búsqueda del equilibrio museístico, y la cesión temporal de los objetos de estas instituciones para una exposición temporal itinerante conlleva un conjunto de riesgos añadidos a los que habitualmente están expuestos en los diversos espacios públicos o privados. Su misión testimonial y didáctica los convierte en elementos que deben ser preservados para a su vez, ser mostrados y comunicados con todo su mensaje intacto y auténtico (Bornamm 2018: 38). Asimismo, su potente significado los hace ser más vulnerables y estar más expuestos a un deterioro antrópico.

La base teórica y reflexiva para construir una evaluación o marco de significancia de las colecciones de memoria trágica es todavía un proceso vivo abordado fundamentalmente desde las áreas sociales y antropológicas (Arrieta 2016; Maceira 2012; Ortiz y Sánchez 2008). Si atendemos a su caracterización y a la gestión de riesgos de esta tipología de colecciones, se debe acudir a las fuentes primarias como son los museos memoriales para investigar sobre los sistemas de documentación, catalogación y conservación, donde los diversos laboratorios generan una rica e interesante información vinculada con el desempeño del día a día, y que es de uso específico para la institución museística

(Strzelczyk 2004) [figura 1]. Se trata de unas instituciones que merecen especial atención y cuya contextualización nos ayuda a comprender sus acciones de conservación de los patrimonios difíciles (Klinger 2018; Jastrzębowski 2018; Rymaszewski 2004).



Figura 1.- Proceso de conservación de colección de zapatos del museo en el Laboratorio del Museo Estatal de Auschwitz-Birkenau. Foto: Andrzej Jastrzębowski.

Sin embargo, al identificar el contexto museístico comprobamos la multiplicidad de instituciones y museos memoriales. Reconocemos una heterogeneidad y multiplicidad de diversas fórmulas de gestión (públicos y privados) y por tanto con herramientas diversas para su registro y conservación en una exposición temporal (Galán y Vieira 2020). Así, podemos citar los museos vinculados al lugar histórico y Patrimonio de la Humanidad, como el Museo de Auschwitz-Birkenau (Polonia); los museos de cultura judía, como el Museo Judío de Oświęcim (Polonia) o el Museo Judío de Amsterdam (Holanda); los Centros de estudio como The Wiener Library (Reino Unido); archivos de herencia judía y religiosa como Amud Aish Memorial Museum de Nueva York (Estados Unidos); los museos memoriales en recuerdo de la SHOÁ, como Yad Vashem de Israel (Jerusalem); los museos y fundaciones creadas con la misión de recordar la historia y como lugar de encuentro comunitario con los supervivientes: United State Holocaust Museum Memorial USHMM, (Washington), Museum of Jewish Heritage; y también los museos de carácter bélico, como los museos de Historia Militar: Imperial War Museum de Londres (Reino Unido); las casas museo relacionadas con historias personales que han pasado a ser universales, como el Museo de Ana Frank de Amsterdam (Holanda).

Por otra parte, existen toda una serie de fundaciones, como Spungen Foundation (Estados Unidos), coleccionistas privados, como Miroslaw Ganobis de Oświęcim (Polonia) y más directamente los familiares y descendientes de supervivientes, como Melcher de Wind (Holanda), la profesora Judy Tylor (Israel), o la profesora Anne Ruth Lengua

(Reino Unido), entre otros, que custodian su legado familiar y que lo han cedido para exposiciones temporales^[2].

La heterogeneidad de agentes señalada implica un gran reto como es la diversidad en el tratamiento de los objetos por sus propietarios, según procedan de institución o de organismo privado. Además, se requiere poner en práctica nuevos canales de comunicación con estos agentes, custodios de estos objetos: museos memoriales, museos diferentes, y organismos privados: fundaciones familiares y familias directas de supervivientes al Holocausto.

Dichos museos a la hora de idear planes de salvaguarda en los que se integra la gestión de riesgos deben adaptar fórmulas originadas para colecciones artísticas e históricas, a colecciones formadas por objetos procedentes de un suceso trágico como es el Holocausto, en los que la significancia de este patrimonio aborda valores intangibles específicos vinculados con la memoria y la remembranza y que además está vinculado con movimientos políticos y sociales que hicieron posible este genocidio hace 75 años, y que permanecen en la estructura social internacional como hemos podido comprobar el pasado 9 de enero de 2021 a las puertas del Museum of Jewish Heritage en Nueva York, en relación con los acontecimientos de asalto al Capitolio norteamericano en Washington (Eyewitness news 2021).

Significancia de las colecciones de la memoria trágica

Las colecciones de la memoria que custodian dichos museos, por su significancia social, política y cultural pueden verse afectadas en menor o mayor medida por estas causas de degradación cada vez que salen de su institución de origen. Por ello, para evaluar posibles riesgos, se requiere proceder a su valoración y detectar las posibilidades de que ocurra un riesgo antes de que suceda (Durán 2019). Entendemos la valoración o significancia, por tanto, como la acción de recopilación y comprensión del valor de los bienes culturales previa a todo plan de conservación preventiva y de prevención de riesgos, y en el caso de las colecciones de la memoria trágica a identificar posteriormente por sus características y significado, cómo está de expuesta a los posibles riesgos antrópicos.

La evaluación de estas colecciones a través de la retícula de NARA (Van Balen 2008) o abordada desde las diversas fuentes de evaluación de bienes culturales (Reed 2018; Russel y Winkworth 2009) proporciona el siguiente análisis crítico de los atributos, valores histórico-culturales, valores sociales y valores de uso.

Respecto a los atributos, conocer su naturaleza y valorar el análisis del estado de conservación es prioritario. Respecto a su constitución material, destaca su vulnerabilidad y fragilidad, intrínsecamente relacionadas con su constitución material, al momento y lugar en el que se crearon: no duraderos, rápido y a escondidas, reciclados, con materiales de deshecho. Esto supone que los museos

estudian caso a caso las posibilidades de su cesión temporal y establecen sus requerimientos de manera que puedan manipularse con mayores precauciones que otro tipo de materiales (Klinger 2018). Además, hay que tener en cuenta que en una exposición temporal que itinera la manipulación de los objetos se reproduce de manera sistemática en breves periodos de tiempo y que a menudo se resuelve con su sustitución. Estas colecciones vulnerables, además, se ubican en una exposición temporal en una ubicación externa a la que el objeto está habituado (bien en sala de reservas, bien en la exposición permanente de su institución de origen).

Respecto a la procedencia, la documentación que atestigua el origen es un punto fuerte considerando el mercado negro en torno a la II Guerra Mundial y el nazismo; sobre su rareza y representatividad, ciertamente difícil de evaluar cuando cada objeto personal es único y cuenta una historia individual de supervivencia. Para el Museo de Auschwitz-Birkenau este punto es muy importante a la hora de desarrollar los planes de salvaguarda, y la valoración de sus colecciones es compleja y profunda. Tratarse de un elemento único y representativo lo sitúa como un elemento prioritario para su rescate (Sawicki et al. 2015). Atendiendo al valor de conjunto que en nuestro caso de estudio es muy importante. La ingente acumulación de enseres cotidianos, cepillos, maletas, etc. nos habla en su conjunto de la magnitud del Holocausto [figura 2]. Es por ello por lo que a menudo se han presentado museografías acumulativas como las exposiciones actuales en el Museo Estatal de Auschwitz-Birkenau, aunque la tendencia actual en las nuevas museologías y museografías proyectadas por el museo citado es seleccionar ciertos objetos y custodiar en la sala de reservas la mayor parte del conjunto para preservar y prevenir riesgos por manipulación (Sawicki et al. 2015). En este caso, dañar el objeto es dañar el valor del conjunto total.



Figura 2.-Vitrina con gafas presentadas siguiendo la museografía acumulativa por el significado de conjunto en la exposición permanente del Museo Estatal de Auschwitz-Birkenau. Foto: Ana Galán

Respecto a los valores histórico-culturales, las colecciones de la memoria pueden ser valoradas por su vinculación a los lugares de importancia histórica donde se cometieron los crímenes, por la vinculación con una persona concreta o un grupo. Cuestión bien difícil cuando se evalúan las colecciones para un plan de seguridad de una exposición temporal: ¿qué peso histórico cultural es mayor, el del escritorio original de Rudolf Höss, comandante del campo de concentración de Auschwitz, o la manivela que abría la estantería tras la que se escondía la familia Frank en su domicilio de Ámsterdam? [figura 3]. Complejidad que se extiende a la evaluación de valores artísticos, puesto que la expresión pictórica, narrativa y artesana estuvo presente principalmente en los elementos creados en los campos. Por tanto, evaluar el diseño, concepto, técnica, marca o creatividad de entre todos los objetos producidos por los prisioneros supone necesariamente la valoración conjunta de otros factores. También tenemos el caso de obra de artistas que ya desempeñaban su carrera profesional como tales o que florecieron después, y que crearon obra directamente relacionada con su experiencia trágica, como el artista David Oleré (Polonia, 1902-1985) o la pintora Ceija Stojka (Austria, 1933-2013) (MNCARS 2020). Por otra parte, todos y cada uno de los objetos que tratamos recogen entre sus valores el ser testigos del ataque a los derechos fundamentales. Los museos que los custodian reconocen el gran valor de información que contienen como testimonio material y aseguran que su conservación es vital como documento, pues de alguna manera ayudarán a mantener la memoria de los hechos una vez los últimos supervivientes desaparezcan. La dificultad radica en determinar entre todos los objetos, cuál es la jerarquía o selección del más importante al menos importante, cuando todos son potencialmente “objeto con fines de estudio, investigación, ciencia, documentación, referencia o archivo” (Durán 2019).

Y llegamos a los valores sociales, en los que evaluamos el significado de las colecciones de la memoria para un grupo de personas o una comunidad por razones políticas, sociales



Figura 3.- Vitrina de la exposición temporal “Auschwitz. Not Long Ago. Not far away” con el escritorio original de Rudolf Höss, colección del Museo Estatal de Auschwitz-Birkenau. Foto: Ana Galán.

y religiosas. Y este es sin duda otro rasgo significativo de los objetos del Holocausto como hemos avanzado en la introducción. El motivo de su salvaguarda es precisamente porque son importantes para la identidad de las comunidades que fueron víctima de los crímenes públicos, pero, también para toda la sociedad. Por otra parte, son objetos de la memoria, y como tal evocan una remembranza, una experiencia revivida intensa (Cywiński 2015).

Muy relacionado con los valores sociales, evaluamos los valores de uso. Tal y como comentábamos previamente, es precisamente el reconocimiento de uso lo que nos genera la necesidad de analizar los indicadores de riesgo antropogénicos. Bien para ser expuestos en un museo o en una exposición temporal, con fines didácticos y pedagógicos estas colecciones tienen un uso específico que es el de la construcción de democracias y la defensa de los derechos humanos (Maceira 2012).

Riesgos antrópicos externos e internos

Analizada su significancia, entre los riesgos que pueden afectar al patrimonio cultural, los agentes de origen humano pueden provocar un deterioro en toda su magnitud, siendo tanto externos, con intencionalidad de daño o destrucción, como internos, es decir, aquellos que afectan a las propias dinámicas sugeridas por la puesta en valor del objeto e internas al trabajo de sus profesionales (ICCROM 2001; Hekman 2010).

Cuando nos referimos a riesgos antrópicos, estamos hablando de la posibilidad de daños o pérdidas que pueden producirse en los objetos memoriales, provocados específicamente por personas. En su identificación, es relevante conocer la vulnerabilidad como un factor intrínseco a los objetos de la memoria trágica expuestos a sufrir el daño (infraestructura, personal, colecciones), así como la peligrosidad, un factor de riesgo externo, considerada como la probabilidad de ocurrencia de un hecho potencialmente dañino durante cierto periodo de tiempo, en un lugar concreto (Herráez, Durán y Pastor 2019).

Por tanto, es la propia naturaleza de estas colecciones y su estado de conservación el factor intrínseco que determina su vulnerabilidad, pero también la logística o espacios en los que se va a ubicar en un momento u en otro cuando se cede en préstamo, así como la participación del diverso personal y su preparación que atenderá las necesidades de dichos objetos. Respecto a la peligrosidad, hay factores externos que afectan directamente a las colecciones de la memoria trágica en relación con el contexto social, político y cultural de las localidades donde se ubica la sede.

Sin embargo, no todos los daños antrópicos tienen el mismo origen, distinguiendo entre externos e internos, accidentales y provocados (Carrión 2015; Culubret *et al.* 2008).

—Riesgos antrópicos externos

- Por una parte, distinguimos los daños provocados, como sabotaje, vandalismo, terrorismo, situaciones bélicas o conflictos sociales (Tremain 2009). Recientemente hemos sido testigos en los acontecimientos del asalto al Capitolio el pasado 9 de enero de 2021 de la performance ejecutada y compartida en redes sociales por grupos neofascistas por la que se tomaron fotos saludando con la bandera confederada americana a las puertas del Jewish Museum of Heritage en Nueva York, sede actual de la exposición "Auschwitz. No hace mucho. No muy lejos" y donde se custodia el vagón de la Deutsche Reichsbahn (Outlive Them NYC 2021). Este grupo de riesgos está intrínsecamente relacionado con la situación política y social de las comunidades locales.

- Los daños provocados por la sustracción o robo para el mercado negro de objetos relacionados con la II Guerra Mundial. Así ha ocurrido en el año 2009 con el robo de la señal de entrada al campo de Auschwitz (Ogrodzki 2020: 171) o la misma señal en el campo de Dachau "Arbeit Macht Frei" en el año 2017 (Blakemore 2017; The Guardian 2009) [Figura 4].



Figura 4.- Señal de acceso al campo de concentración de Auschwitz-Birkenau. En la actualidad se trata de una reproducción tras el intento de robo en 2009. La señal original se restauró y se conserva en las salas de reserva del propio museo. Foto: Ana Galán.

- Daños vandálicos generados por los visitantes, como marcas, arañazos o sustracción de elementos de las maquetas didácticas en las exposiciones temporales.

- El daño que se puede producir por la solicitud de requerimiento privado o confiscación de un objeto expuesto y por el que se pone en funcionamiento entre la institución y el país de recepción de la exposición el certificado de no confiscación, o *Non seizure certificate* (Woudenberg 2010; Matassa 2014; Leeuw 2005). A través de esta herramienta, el país de recepción se compromete a proteger los objetos de la colección ante una demanda de propiedad que pudiera llegar a darse. En caso contrario, el objeto es confiscado y custodiado en almacenes no habilitados para la conservación del patrimonio hasta que se dirime el juicio (Peterson *et al.* 2010).

— Riesgos antrópicos internos

- Los daños fortuitos no intencionados, como la disociación. Por su gran carga histórica y dramática se trata de un tipo de patrimonio difícil, sensible, requiriendo un tratamiento narrativo cuidadoso y una manipulación ajustada a su significancia. Y esta dificultad también se produce en los tratamientos de documentación, pues si bien se utilizan herramientas preparadas para abordar el patrimonio histórico-artístico en el contexto de una exposición temporal, existen ciertas lagunas para abordar el patrimonio de la memoria trágica, dado su fuerte carácter antropológico y social, como ya hemos comentado previamente. Además, comprobamos la ausencia de tesauros, por lo que no todos los museos nombran de la misma manera objetos de similar naturaleza o procedencia favoreciendo el factor antrópico de deterioro que es la disociación (Galán 2020).

- Daños fortuitos no intencionados derivados del uso del objeto una vez expuesto. Y es que, por su significado, estos objetos custodiados por los museos y también por los familiares, pueden desempeñar su misión patrimonial y accesible de manera más activa y al ser utilizados, más allá que limitarse a la contemplación en una vitrina de una exposición temporal por parte de sus visitantes. Son objetos en uso, como el Shofar colección de Judy Tydor (Israel), instrumento litúrgico musical que fue tocado en Auschwitz y que se expone en el Museum of Jewish Heritage de Nueva York [figuras 5, 6 y 7]. De manera periódica es solicitado para ser utilizado en las festividades judías de las sinagogas de la ciudad. Por tanto, son elementos musealizados pero a la vez en uso. Forman parte de la exposición, y también de la dinámica religiosa de la comunidad judía de la ciudad. Así, abandonan puntualmente su vitrina para ser más accesibles para las comunidades, materializando lo que en múltiples convenios y cartas internacionales atestiguan, y que supone reconocer el gran peso que tiene la sociedad para reconocer los valores específicos con los cuales se identifica (Galán 2020).



Figura 5.- Familiar de superviviente haciendo sonar el Shofar o instrumento litúrgico judío antes de su embalaje y traslado a la exposición temporal. Foto: Judy Tydor (Baumel) Schwartz.



Figura 6.- El Shofar de la familia Tydor siendo sonado en celebración religiosa judía en el Jewish Museum of Heritage, de Nueva York. Foto: Museum of Jewish Heritage, de su canal de Vimeo



Figura 7.- El Shofar de la familia Tydor en la vitrina de la exposición "Auschwitz. Not Long Ago. Not far away" en el Jewish Heritage Museum de Nueva York, en los momentos en los que no es utilizado. Foto: Ana Galán.

- Los daños fortuitos no intencionados derivados de la falta de mantenimiento en las instalaciones o ausencia de estándares mínimos para la conservación de colecciones específicas, y cuya herramienta de control es el informe de condiciones o *Conditions Report*. También es relevante que, para evitar estos daños, dicha institución conozca las características de las colecciones y de la exposición, y sus necesidades para preservarlas correctamente antes, durante y después de la producción de la misma. Espacio, teniendo en cuenta las seis capas de protección o envoltorio: la región, el lugar, el edificio, la sala, el mobiliario receptorio-vitrina y el soporte (Michalski y Pedersoli 2016).

- Los daños fortuitos no intencionados, como los descuidos derivados de la ausencia de una protocolización de acciones sobre las colecciones y de mantenimiento en la exposición que también se relaciona con la visita y que afecta al personal o a los agentes sociales, culturales y gestores involucrados (Michalski, Pedersoli y Antomarchi 2016). Este grupo de riesgos afectaría sobre todo a la dinámica de la exposición temporal.

El equipo y sus procedimientos son un pilar de estudio básico y en el que nos integramos para comunicar y tomar decisiones de manera conjunta. Desde el equipo de gestión,

coordinación y toma de decisiones, el equipo científico y la selección de piezas que formarán parte de la exposición, el equipo de diseño que lo distribuirá en el espacio y el equipo de producción que preparará el contexto adecuado para que las colecciones comuniquen apropiadamente al visitante con todas las garantías de instalación y prevención de riesgos durante y después del montaje (Biedermann, Ferreiro y Galán 2018).

Estas tipologías de riesgos antrópicos engloban las diversas casuísticas y posibilidades catastróficas cuyo resultado sea el daño o pérdida de los objetos del patrimonio memorial cedidos en préstamo temporal, que salen de sus instituciones de origen, se trasladan y forman parte de una exposición accesible para la sociedad de recepción, en la nueva sede donde permanecerá temporalmente.

Conclusiones

Reconocer las causas humanas que pueden afectar a las colecciones de la memoria trágica, bien externas al proyecto expositivo bien internas al mismo por las que se puede provocar un daño o pérdida, son clave para elaborar un plan de emergencias además de introducirlo como protocolo habitual de conservación preventiva en una exposición temporal (Maxwell et al. 2018) [Figura 8]. Es decir, en las tres fases en las que se gestionan las colecciones, gestación, organización y desarrollo: programación y producción, montaje e instalación, periodo expositivo, desmontaje y dispersión o reorganización en el caso de que además sea itinerante (Fernández et al. 2008), y en las diversas tareas de documentación, registro y logística, manipulación y transporte e instalación y seguimiento del estado de conservación (Galán, Biedermann y Ferreiro 2020).

Por otra parte, a la hora de identificar el contexto y los distintos agentes que intervienen en la toma de decisiones sobre las colecciones o sobre aspectos que pueden afectarles, podemos señalar: por una parte, la heterogeneidad en origen de los propietarios de las colecciones o la institución de origen, público o privada, familia o fundación; la sede de la exposición: museo o institución de llegada, personal propio (gestión, mantenimiento, limpieza, seguridad, etc.); las comunidades, especialmente la sociedad local y cómo participa en la exposición; y finalmente el equipo organizador: comisarios, gestores, diseño-museografía, producción, etc. Los procedimientos y herramientas dependen de los agentes que participan en la exposición temporal.

La conservación y la accesibilidad en las colecciones de la memoria van de la mano y son uno de los principales retos de estos museos y de sus proyectos expositivos. Facilitar la movilidad de los objetos también supone una serie de riesgos antrópicos, principalmente por su uso social, por su significado político y riesgo de vandalismo, y por su vulnerabilidad a la hora de manipularlo para su embalaje e instalación.

Riesgos antrópicos de las colecciones de la memoria en una exposición temporal itinerante.

FASE I Preparación

- Ausencia de un análisis y recopilación de la documentación pormenorizada de los distintos objetos y sus requerimientos específicos como colecciones de memoria.
- Diversa denominación o denominación no coincidente entre los diversos agentes implicados. Ausencia de Tesoro.
- Ausencia de un cronograma de registro y movimiento de las colecciones acorde con la dinámica de sus propietarios.
- Ausencia de protocolos de comunicación e intercambio de información entre los agentes implicados.
- Ausencia de aproximación comunicadora a las familias con objetos de la memoria.
- Ausencia de estándares de manipulación específicos.
- Ausencia de previsión de seguridad; ausencia de solicitud de los requerimientos legales como el *Certificado de no confiscación* de objetos del Holocausto, entre otros.

FASE II Operaciones

- Multiplicidad de puntos de salida y de retorno de las colecciones.
- Ausencia de protocolos claros de ejecución del registro, salida y llegada de los objetos de la memoria de la institución prestataria a la sede receptora
- Posibilidad de solapamiento de llegada y atención de los objetos por el momento en el que materializa la cesión de los propietarios.
- Ausencia de protocolos de instalación de los objetos de la memoria.
- Ausencia o desconocimiento de los estándares de calidad de las empresas locales subcontratadas en cada ciudad donde la exposición itineraria.
- Errores técnicos.
- Ausencia de formación sobre las colecciones del personal de instalación.
- Además de estos riesgos por ausencia, cabe integrar aquellos que se generen de manera fortuita como accidentes, o provocados como intentos de robo en el trayecto, siendo necesaria escolta acompañando el recorrido de las piezas.

FASE IV Operaciones

- Multiplicidad de puntos de salida y de retorno de las colecciones.
- Ausencia de protocolos claros de ejecución del registro, salida y llegada de los objetos de la memoria de la institución prestataria a la sede receptora
- Posibilidad de solapamiento de llegada y atención de los objetos por el momento en el que materializa la cesión de los propietarios.
- Ausencia de protocolos de instalación de los objetos de la memoria.
- Ausencia o desconocimiento de los estándares de calidad de las empresas locales subcontratadas en cada ciudad donde la exposición itineraria.
- Errores técnicos.
- Ausencia de formación en el personal de instalación de las colecciones, entre otros.
- Además de estos riesgos por ausencia, cabe integrar aquellos que se generen de manera fortuita como accidentes, o provocados como intentos de robo en el trayecto, siendo necesaria escolta acompañando el recorrido de las piezas.



FASE III Exposición

- Impacto de la significancia de las colecciones y solicitud de uso cultural o religioso fuera de su vitrina.
- Ausencia de seguridad, cámaras de vigilancia, personal.
- Errores técnicos.
- Posibilidad de actos vandálicos, hechos terroristas, sustracción o robo de elementos de la exposición.
- Requerimiento de confiscación por iniciativa privada.
- Ausencia de seguimiento de las condiciones de las colecciones.
- Ausencia de los requerimientos de conservación preventiva para las colecciones de la memoria.
- Impacto social y uso del espacio expositivo para ceremonias, reuniones, encuentros propiciados por las comunidades.
- Impacto de la afluencia de visitantes en el recorrido propuesto y ubicación de las vitrinas.

Figura 8.- Gráfico de riesgos antrópicos de las colecciones de la memoria en una exposición temporal. Foto: Eduarda Vieira y Ana Galán.

En conclusión, desde el análisis de las colecciones de la memoria, pasando por las fórmulas de trabajo de los museos prestadores, las sedes de recepción, así como las comunidades que directa o indirectamente están relacionadas con el patrimonio del Holocausto, el equipo de gestión de una exposición temporal tiene ante sí un reto para salvaguardar y proteger el patrimonio de los posibles riesgos antrópicos que pudieran llegar a producirse, teniendo en cuenta que el estudio de los indicadores de riesgos antrópicos integra no solo los descuidos o mala praxis, tanto fortuitos como intencionados, sino también la ausencia de una previsión en cada una de las fases en las que las colecciones de la memoria son gestionadas en las exposiciones temporales itinerantes. Gestionar los riesgos supone avanzar hacia unos entornos museísticos

más resilientes y sostenibles (McGhie 2020).

Notas

[1] El estudio de la preservación de los patrimonios difíciles en tránsito es uno de los objetivos de investigación postdoctoral desarrollado en la actualidad por las autoras en CITAR, Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de las Artes, de la Escuela de las Artes de la Universidad Católica Portuguesa (Citar-EA-UCP, Oporto).

[2] La exposición temporal itinerante "Auschwitz. Not Long Ago. Not Far away", es un proyecto de cooperación entre la empresa Musealia y el museo estatal de Auschwitz-Birkenau de Polonia, punto de referencia y objeto de nuestro estudio, así como el propio museo.

Referencias

- ABSM, AUSCHWITZ-BIRKENAU STATE MUSEUM Website. "Master Plan for Preservation. Preservation Area". <http://auschwitz.org/en/museum/preservation/master-plan-for-preservation> [consulta: 10/11/2020].
- ABSM, AUSCHWITZ-BIRKENAU STATE MUSEUM Website. "Projects" <http://auschwitz.org/en/museum/preservation/projects> [consulta: 10/11/2020].
- ARRIETA URIZBEREA, I. (ed.) (2016). *Lugares de memoria traumática. Representaciones museográficas de conflictos políticos y armados*. Bilbao: Universidad del País Vasco.
- BARTYZEL, B. (2021). "Auschwitz: Significado y simbología", en *Mes del Holocausto*, Centro Sefarad-Israel Canal de YouTube https://www.youtube.com/watch?v=NXI6OzriPTM&feature=emb_logo [Consulta: 30/01/2021]
- BIEDERMANN, A., FERREIRO, L. y GALÁN-PÉREZ, A. (2018). "Auschwitz –una exposición itinerante– diseño, gestión de colecciones y de información". En *ReVisiones sobre Arte, patrimonio y tecnología en la era digital*. Foradada Baldellou, Irala-Hortal (eds.). Zaragoza: Gobierno de Aragón.
- BLAKEMORE, E. (2017). "Stolen 'Arbeit Macht Frei' Gate Returns to Dachau. The identity of the thieves remains a mystery", en *SMITHSONIAN Magazine*. <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/stolen-arbeit-macht-frei-gate-returns-dachau-180962252/> [consulta: 2/01/2021]
- BORNAMM, M. (2018). "In direct contact. material testimonies from the Auschwitz Concentration Camp. The conservators perspective", *Memory of the Holocaust*, MOCAK Forum Special Edition 1/2018: 38-43.
- CARRIÓN GÚTIEZ, A. (coord.) (2015). *Plan Nacional de Emergencias y Gestión de Riesgos en Patrimonio Cultural*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- CULUBRET WORMS, B., HERNÁNDEZ AZCUTIA, M., HIDALGO CÁMARA, E., MARTÍNEZ DE MARAÑÓN YANGUAS, M. y RALLO GRUSS, C. (2008). *Guía para un Plan de protección de colecciones ante emergencias*. Madrid: Ministerio de Cultura.
- CYWINSKI, P. (2015). *Epitaph*. Oswiecim (Polonia): Auschwitz-Birkenau State Museum.
- DURÁN ROMERO, D. (2019). "Evaluación de Bienes culturales", en *Seminario Significancia*. Ministerio de Cultura y Deporte, Instituto de Patrimonio Cultural de España. https://www.youtube.com/watch?time_continue=7&v=M3afH_3Dpw&feature=emb_logo [Consulta: 05/11/2019]
- EYEWITNESS NEWS (2021). "Confederate flag found tied to door of Museum of Jewish Heritage". <https://abc7ny.com/museum-of-jewish-heritage-confederate-flag-anti-semitism-semitic/9472755/> [Consulta: 30/01/2021]
- FERNÁNDEZ, C., ARECHAVALA, F., MUÑOZ-CAMPOS, P., TAPOL, B. D. y DE SORIA, F. D. (2008). *Conservación preventiva y procedimientos en exposiciones temporales*. Madrid: Grupo Español de IIC y Fundación Duques de Soria.
- GALÁN-PÉREZ, A., BIEDERMANN, A., FERREIRO, L., et. al. (2020) "Preventive conservation and sustainability of heritage collections in transit", *Estudos de Conservação e Restauro*, 11: 31-51. <https://doi.org/10.34632/scr.2020.9586>.
- GALÁN-PÉREZ, A., (2020). "Significancia del patrimonio trágico. Hacia nuevos paradigmas de conservación preventiva", *UNICUM*, 19: 59-70.
- GALÁN-PÉREZ, A. y VIEIRA, E. (2020). "Museos memoriales, museos diferentes: buscando claves para su conservación", *Diferents. Revista de museus*, 5: 36-55. <https://doi.org/10.6035/Diferents.2020.5.3>.
- HEKMAN, W. (ed.) (2010). *Handbook on Emergency procedures*. Amsterdam: ICOM, International Committee for Museum Security.
- HERRÁEZ, J. A., DURÁN, D. y PASTOR, M. J. (coord) (2019). *Guía para la Elaboración e Implantación de Planes de Conservación Preventiva*. Madrid: Ministerio de Cultura y Deporte.
- ICCROM (2001). "The causes of deterioration of cultural heritage. Graphic. Gaël de Guichen", en *Preventive conservation*. <https://www.iccrom.org/section/preventive-conservation> [consulta: 2/01/2021].
- JASTRZĘBIEWSKI, A. (2018). "Conservation treatment of metal artefacts from the collections of the Auschwitz-Birkenau State Museum in Oświęcim". En *Conservator's Conference: Renovated, rebuilt, saved - how they survived WWII. Conservation, preservation and prevention of items from the years 1939-1945*. WARSAW RAISING MUSEUM, 12-13 APRIL 2018 WARSAW, 42-43.
- KLINGER, J.E. (2018). "Criteria for the Conservation of Holocaust Materials" En *Conservator's Conference: Renovated, rebuilt, saved - how they survived WWII. Conservation, preservation and prevention of items from the years 1939-1945*. Warsaw (Polonia): Warsaw Raising Museum, 12-13.
- LEEJW, R. (ed.) (2005). "Immunity from seizure". En *Lending to Europe Recommendations on collection mobility for European museums*. European Commission Group of Experts, Council Resolution 13839/04. https://www.muziejai.lt/ImagesNew/LENDINGTOEUROPE_PDF_051105.pdf [consulta: 2/01/2021].
- MACEIRA OCHOA, L. (2012). *Museo, memoria y derechos humanos: itinerarios para su visita*. Bilbao: Deusto Publicaciones. Cuaderno Deusto de Derechos Humanos Nº 68.
- MATASSA, F. (2014). "Applying for Immunity from Seizure for International Loans In". En ICOM UK Resources website. <https://uk.icom.museum/resources/guidance-articles/applying-for-immunity-from-seizure-for-international-loans-in/> [consulta: 2/01/2021]

MICHALSKI, S. & PEDERSOLI, J. L. (2016). *The ABC Method: a risk management approach to the preservation of cultural heritage*. Ottawa: Canadian Conservation Institute - ICCROM.

MICHALSKI, S., PEDERSOLI, J. L. & AN TOMARCHI, C. (2016). *A guide to Risk Management of cultural Heritage*. Risk Management. Ottawa: Canadian Conservation Institute – ICCROM.

MAXWELL, I., MILOS, D., VINTZILEOU, E., BONAZZA, A. & HANUS, C. (2018). *Safeguarding cultural heritage from natural and man-made disasters. A comparative analysis of risk management in the EU*. Brussels: European Commission. <https://doi.org/0.2766/224310>

McGHIE, H. A. (2020). *Museums and Disaster Risk Reduction: building resilience in museums, society and nature*. Curating Tomorrow, UK. <https://www.hands-on-international.net/wp-content/uploads/museums-and-disaster-risk-reduction-2020.pdf> [consulta: 15/01/2021].

MUSEO CENTRO DE ARTE REINA SOFÍA, MNCARS (2020). "Ceija Stojka. Esto ha pasado". Exposición temporal, 22 noviembre, 2019 - 1 junio, 2020. <https://www.museoreinasofia.es/exposiciones/ceija-stojka> [consulta: 15/01/2021].

OGRODZKI, P. (ed) (2020). "Museums Are Always in Danger. Theft at the Auschwitz-Birkenau Museum". En *Safe Museums, Safe Collections*, Ogrodzki, P. (ed). Warszawa: Narodowy Instytut Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów, 179-182.

ORTIZ GARCÍA, C. y SÁNCHEZ CARRETERO, C. (2008). "Archivos etnográficos, memoria y nuevos patrimonios: el caso del archivo del duelo". En *Patrimonios culturales: Educación e interpretación. Cruzando límites y produciendo alternativas*, Pereiro, X., Prado, S. y Takenaka, H. (coords). Donostia: Ankulegi, 155-170.

OUTLIVE THEM NYC (2021). C/w antisemitism. Local Nazi Jovi Val bragged on Telegram about sieg heiling outside the Museum of Jewish Heritage last week, the very same night a confederate flag was tied to its front door. He's seen here holding a fascist 'American Falangist Party' flag with 2 other people. @outlivethemnyc <https://twitter.com/outlivethemnyc/status/1349421384913575936> [consulta: 30/01/2021]

PETERSON, S., HAGEDORN-SAUPE, M., TEIJAMARI, A. & WEIJ, A. (eds.) (2010). *Encouraging collections mobility. A way forward for Museums in Europe*. Helsinki: Finnish National Gallery.

REED, C. (2018). Reviewing significance 3.0, a framework for assessing museum collections' significance, management and use. <https://collectionstrust.org.uk/resource/reviewing-significance-3-0/> [consulta: 30/01/2021]

RUSSEL, R. & WINKWORTH, K. (2009). Significance 2.0, A guide to assessing the significance of collections, Collections Council of Australia. https://www.arts.gov.au/sites/default/files/significance-2.0.pdf?acsf_files_redirect [consulta: 15/01/2021]

RYMASZEWSKI, B. (2004). "The limits of intervention in museum and conservation practice at the Auschwitz Memorial and Museum".

En *Preserving for the future. Material from an International Preservation Conference*, June 23-25, 2003, Oswiecim (Polonia): Auschwitz-Birkenau State Museum, 24-34.

SAWICKI, P., BARTYZEL, B., JASTREBIOWSKA, N., OBOZA-ZIARKO, K. & PINDERSKA-LECH, J. (eds.) (2015). *To Preserve Authenticity. Nine tasks for the years 2012-2015*. Oswiecim (Polonia): Auschwitz-Birkenau State Museum.

STRZELCZYK, A. (2004). "Using modern preservation workshops to protect the collections of the Auschwitz-Birkenau State Museum". En *Preserving for the future. Material from an International Preservation Conference*, June 23-25, 2003. Oswiecim (Polonia): Auschwitz-Birkenau State Museum, 35-37.

THE GUARDIAN (2009). Poland declares state of emergency after 'Arbeit Macht Frei' stolen from Auschwitz. <https://www.theguardian.com/world/2009/dec/18/auschwitz-arbeit-macht-frei-sign> [consulta: 2/01/2021]

TREMAIN, D. (2009). *Robos y vandalismo*. Canadian Conservation Institute - ICCROM. https://www.cncr.gob.cl/611/articles-56474_recurso_2.pdf [consulta: 2/01/2021]

VAN BALEN, K. (2008). "The Nara Grid: An Evaluation Scheme Based on the Nara Document on Authenticity", *APT bulletin*, 49(2): 39-45.

WOUDENBERG, N. (2010). "Immunity from seizure: a legal exploration". En *Encouraging Collections Mobility. A Way Forward for Museums in Europe*, Peterson, S., Hagedorn-Saupe, M., Teijamari, A. & Weij, A. (eds.). Helsinki: Finnish National Gallery, 184-196.

Autor/es



Ana Galán-Pérez
anagalan@musealia.net
 Gestora de Colecciones, Musealia

Ana Galán-Pérez, es Gestora de Colecciones en la Empresa Musealia y Profesora asociada de la Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Bellas Artes, Dep. de Pintura y Conservación-Restauración.

Doctora en Bellas Artes por la Universidad de Sevilla (2011), titulada en Conservación-Restauración de Bienes Culturales por la Escola Superior de Conservació i Restauració de Béns Culturals de Catalunya (2002) y Licenciada en Historia del Arte por la Universidad de Zaragoza (1998). Desarrolla su actividad profesional en el ámbito privado en la gestión de colecciones y conservación preventiva. Investigadora postdoctoral integrada en CITAR, Centro de Investigação em Ciência e Tecnologia das Artes de Universidad Católica de Porto. ORCID: 0000-0002-4583-3108

**Eduarda Vieira**

evieira@porto.ucp.pt

Escola das Artes de la Universidad Católica portuguesa

Eduarda Vieira es Doctora en Conservación y Restauración de Patrimonio Histórico y Artístico por la Universidad Politécnica de Valencia, y Máster en Conservación Arquitectónica por la Universidad de Évora. Actualmente es Profesora adjunta en la Escola das Artes de la Universidad Católica portuguesa (Conservación de Materiales Inorgánicos), donde coordina el programa de Doctorado en Conservación y Restauración de Patrimonio Cultural. Es Directora del Centro de Investigaçao em Ciência e Tecnologia das Artes (CITAR) y editora de la revista Studies in Conservation and Restoration -ECR-Estudos de Conservação e Restauro. También es miembro de ICOMOS e ICOM, e investigadora de numerosos proyectos relacionados con Conservación preventiva y Green Conservation, además de supervisora de numerosas tesis Doctorales y de Master. ORCID: 0000-0002-0620-080X



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.1012>

INVESTIGAÇÕES EM CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO

Investigaciones en Conservación del Patrimonio

Consejos básicos para sobrevivir a la elaboración de un Plan de Protección de Colecciones ante Emergencias: la experiencia práctica del Museo Nacional del Prado

Estrella Sanz Domínguez, Marta Hernández Azcutia

Resumen: Este artículo tiene como objetivo exponer, desde la perspectiva de una experiencia práctica, la metodología utilizada para la redacción del Plan de Protección de Colecciones ante Emergencias del Museo Nacional del Prado, ofreciendo a técnicos dedicados a la conservación de patrimonio cultural e implicados en la elaboración de planes similares, consejos básicos para salvar escollos recurrentes que pueden obstaculizar su llegada a buen puerto. El contenido se organiza en diez apartados relativos a: conservación preventiva, seguridad y plan de autoprotección, planimetrías, análisis de espacios y recursos, jerarquización de colecciones, protección *in situ*, rutas de evacuación, equipos internos de intervención, coordinación con agentes externos y, finalmente, evaluación del siniestro. En cada punto se analizan los aspectos clave, se define su desarrollo ideal y se formula una propuesta de tareas mínimas indispensables con la finalidad de dar un uso eficiente a los recursos disponibles.

Palabras clave: conservación preventiva, emergencias, plan de protección de colecciones, jerarquización de colecciones, protección *in situ*

Conselhos básicos para sobreviver à elaboração de um Plano de Proteção de Coleções para Emergências: a experiência prática do Museu Nacional do Prado

Resumo: Este artigo tem como objetivo expor, na perspectiva de uma experiência prática, a metodologia utilizada para a redação do Plano de Proteção de Acervos em Emergências do Museu Nacional do Prado, oferecendo a técnicos dedicados à conservação do patrimônio cultural e a envolvidos no desenvolvimento de planos semelhantes, conselhos básicos para evitar obstáculos recorrentes que podem impedir a sua chegada a bom porto. O conteúdo está organizado em dez seções relativas a: conservação preventiva, plano de segurança e autoproteção, planimetrias, análise de espaços e recursos, hierarquia de coleções, proteção *in situ*, rotas de evacuação, equipas de intervenção interna, coordenação com agentes externos e, por último, avaliação do sinistro. Em cada ponto, são analisados os aspetos-chave, define-se o seu desenvolvimento ideal e formula-se uma proposta de tarefas mínimas essenciais para a utilização eficiente dos recursos disponíveis.

Palavras-chave: conservação preventiva, emergências, plano de proteção de coleção, hierarquia de coleção, proteção *in situ*

Basic advice for surviving the preparation of an Emergency Collection Protection Plan: the practical experience of the Museo Nacional del Prado

Abstract: The aim of this paper is to present, the methodology used to draw up the Emergency Collection Protection Plan of the Museo Nacional del Prado, based on practical experience. It offers technicians dedicated to the conservation of cultural heritage and involved in the preparation of similar plans basic advice on how to overcome recurring obstacles that may hinder their successful completion. The content is organised into ten sections relating to: preventive conservation, security and self-protection plan, planimetries, analysis of spaces and resources, collection hierarchy, in situ protection, evacuation routes, internal intervention teams, coordination with external agents and, finally, assessment of the incident. At each point, the key aspects are analysed, their ideal development is defined and a proposal of minimum essential tasks is formulated in order to make efficient use of the available resources.

Keyword: preventive conservation, emergencies, collection protection plan, collection hierarchy, in situ protection

Introducción

Dos pavorosos incendios: el del Museo Nacional de Río (Brasil) en 2018 y el de la catedral de Notre Dame (París, Francia) en 2019 provocaron una respuesta general en instituciones culturales con la adopción de medidas preventivas que se acogen al marco normativo de Sendai para la reducción del riesgo de desastres (UNDRR United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2015) y que, en el caso de museos, consisten en la elaboración de los denominados comúnmente “Planes de Salvaguarda”.

El desencadenamiento de la pandemia provocada por el virus COVID-19, ha llevado a los museos a una reflexión profunda sobre la categorización de los riesgos y su impacto tanto directo como secundario. La incertidumbre actual derivada de la crisis sanitaria, si bien no permite valorar con exactitud el alcance de los posibles daños sobre el sector cultural en general, nos impulsa a trabajar en el terreno de la prevención de riesgos sobre nuestras colecciones, como opción segura para garantizar la resiliencia.

La obligación de reducir el riesgo y las pérdidas de bienes culturales recae principalmente en los Estados, pero debe compartirse con los actores locales para alcanzar con eficacia su objetivo. Los técnicos de museos y los gestores de patrimonio son los agentes clave para redactar los planes e implantar las medidas de protección.

El beneficio social indirecto de la redacción de estos planes aplicados al patrimonio cultural, aunque difícil de cuantificar, justifica de sobra el esfuerzo realizado, independientemente de que se dirijan tanto a bienes culturales de interés local en entornos muy aislados como a grandes museos de relevancia internacional.

Los consejos presentados en este artículo derivan de la experiencia práctica, aplicada en el Museo Nacional del Prado, que ha permitido a las autoras identificar los aspectos ineludibles del tema tratado y organizarlos en forma de documentos, criterios, principios de actuación o procedimientos operativos. Constituyen una herramienta de referencia sencilla para saber por dónde empezar con la ingente tarea de proteger los bienes culturales custodiados por cada institución ante situaciones de emergencia y una fuente de información actualizada a la que recurrir. Estos son los diez puntos en que se agrupan los contenidos básicos:

- Conservación Preventiva
- Seguridad y Plan de Autoprotección
- Planimetrías
- Análisis de espacios y recursos
- Jerarquización de colecciones
- Protección *in situ*
- Rutas de evacuación
- Equipos internos de intervención
- Coordinación con agentes externos
- Evaluación del siniestro

Esta reducida relación de cuestiones clave sirve de guía para reflexionar sobre el estado de la cuestión en cada museo (fortalezas y carencias) y decidir en qué línea de trabajo queremos o debemos profundizar, sin necesidad de seguir estrictamente la secuencia sugerida y permitiendo una adaptación a los variables recursos disponibles.

Conservación Preventiva

La clave. La implantación de una política de conservación preventiva eficaz garantiza la pervivencia de los bienes culturales en situaciones cotidianas. De su desarrollo práctico depende íntimamente la reducción del riesgo tanto en circunstancias ordinarias como durante emergencias.

Lo ideal. Redactar un Plan de Conservación Preventiva completo que implique a todo el personal de la institución incidiendo en aspectos fundamentales como la gestión de uso de la colección, las condiciones climáticas, la calidad del aire, la manipulación de obras, el control de plagas, la limpieza y mantenimiento de instalaciones, la iluminación y la seguridad en salas y zonas de reserva. Implica el análisis de las colecciones, el entorno, los espacios y su equipamiento técnico.

Los principios de conservación preventiva deben aplicarse en todos los proyectos museísticos pequeños o grandes, aprovechando la existencia de presupuesto para costear pequeñas mejoras (p. ej. eliminar materiales con COVs dañinos de una vitrina reutilizada) o, yendo a máximos, para implantar criterios estructurales en proyectos arquitectónicos de nueva planta. Todo esfuerzo invertido en mejorar las condiciones cotidianas de conservación preventiva de nuestras colecciones redundará automáticamente en la desaparición de agentes de riesgo presentes en los espacios con bienes culturales o en la minimización de los posibles daños que podrían causar.

Podemos afirmar que la redacción de un Plan de Protección de Colecciones ante Emergencias supone una extensión de las políticas de conservación preventiva de una institución, llevándolas al límite y enfocándolas hacia situaciones extremas. La lógica profesional nos llevará a entender que si carecemos de una sólida implantación de los principios básicos de conservación preventiva en nuestras colecciones deberemos incidir en su mejora antes de pretender pasar directamente a la gestión de situaciones de emergencia. En cualquier caso, son dos tareas de planificación que se retroalimentan generando beneficios mutuos.

Al igual que cualquier Plan de Salvaguarda, el Plan de Conservación Preventiva requiere de una revisión y actualización periódicas [figuras 1, 2]. En ambos casos,



Figura 1 y 2.- Vista de *El otro Tesoro. Los estuches del Delfín*, montaje temporal abierto al público y montaje temporal cerrado por COVID-19. Fotos: Marta Hernández.

es esencial comunicar y compartir los procedimientos, recursos y criterios con todo el personal de la institución.

Lo indispensable. Entender y corregir los riesgos cotidianos con la finalidad de implantar mejoras que redunden en la conservación de los bienes.

Seguridad y Plan de Autoprotección

La clave. El Plan de Autoprotección es el documento que vertebra la seguridad de las personas y del inmueble. Refleja los riesgos presentes en el museo y obliga a reflexionar sobre aspectos no mencionados que puedan afectar a los bienes culturales. Es, por tanto, la referencia a seguir y el contexto del que “descuelga” el Plan de Protección de Colecciones.

Lo ideal. Contar con un departamento específico, con personal cualificado que asuma como responsabilidad la seguridad del inmueble, de sus empleados y visitantes y, primordialmente, de sus colecciones, de modo que sus trabajadores actúen como “efectivos de choque” en la detección de amenazas y cuenten con instrumentos para neutralizarlas, esto es: sistemas de detección de intrusión, detección y extinción de incendios, manuales de intervención en emergencias, etc.

Según los distintos modelos organizativos, cada institución contará con dotación más o menos numerosa de personal de seguridad y vigilancia para poner en práctica los procedimientos operativos críticos para la seguridad de visitantes y personal, por ejemplo, el desalojo ordenado del edificio. Si, además, existe un departamento dedicado al control y prevención de riesgos laborales, su intervención será crucial.

Los empleados están obligados a asumir las tareas que el Plan de Autoprotección les imponga y a la realización de simulacros periódicos para mantener el conocimiento actualizado. Al ser compartido por todo el personal, queda abonado el terreno para la redacción e implantación de un plan específico para colecciones.

Al trabajar en la redacción de este último, analizando previamente el contenido de nuestro Plan de Autoprotección, se produce una retroalimentación que permite la detección de carencias cuya corrección acabará repercutiendo positivamente en la propia seguridad de las personas y viceversa. Es esencial que el contenido de ambos planes se interrelacione fluidamente y sin incongruencias.

En el Plan de Autoprotección, como mínimo, debe identificarse al Coordinador para situaciones de emergencias que afecten a colecciones y a los miembros de los distintos equipos. También es esencial marcar sobre plano las ubicaciones de los materiales de protección, bien se trate de carros, armarios o almacenes.

Es muy aconsejable categorizar en el Plan de Autoprotección como “locales de riesgo especial” los almacenes de bienes culturales significativamente valiosos y conservar en el mismo lugar, bien identificados, los dos planes.

Lo indispensable. Conocer los aspectos básicos de nuestro Plan de Autoprotección actualizado y utilizarlos como base para la redacción del “Plan de Protección de Colecciones ante Emergencias”. Son especialmente importantes los riesgos presentes, la sectorización de espacios y la organización de equipos.

Planimetrías

La clave. Las planimetrías permiten tener un conocimiento general del edificio y su entorno, aportan información sobre su ubicación, características constructivas, uso, distribución de espacios y accesos. Son fuente de información y un medio de representación visual clara, sencilla y sintetizada fundamental en el Plan de Protección de Colecciones ante Emergencias.

Lo ideal. Lo ideal es disponer de planos completos y actualizados de mayor a menor escala que nos aporten la información necesaria para abordar nuestro plan de protección, pero también que nos permitan incorporar con claridad datos acordes al asunto tratado o propósito dentro del plan. El conjunto de planimetrías necesarias constaría de:

- Plano de situación: plano, a la escala adecuada, de la zona donde se localiza el edificio y en el que se muestra su entorno. En él, además de marcar el emplazamiento del edificio, podemos localizar otras infraestructuras útiles y necesarias para nuestro propósito, como pueden ser parques de bomberos próximos.

- Plano de emplazamiento: este plano supone una vista aumentada del plano de situación en el que queda delimitada la parcela del edificio, identificándose calles próximas e incluso edificaciones cercanas. En él ubicamos accesos, zonas del pavimento sin suficiente capacidad de carga para el estacionamiento o tránsito de vehículos pesados de emergencias, localización de hidrantes próximos o zonas de triaje y rutas en caso de evacuación externa.

- Planos de planta y alzado acotados: estos planos van a tener un carácter informativo al reflejar datos sobre medidas de superficie necesarias para proponer, por ejemplo, posibles zonas de almacenamiento temporal, o dimensiones de vanos que ayuden a confirmar la viabilidad de rutas de evacuación según formatos de las obras.

- Planos de instalaciones: al igual que los anteriores también de índole informativa, pero muy interesantes dado que nos van a ayudar a localizar y analizar posibles zonas de riesgo relacionadas con agua o plagas; o a entender, por ejemplo, cómo habría que actuar para la ventilación y evacuación de humos tras un incendio. Nos referimos a planos de instalaciones de fontanería, sistema de climatización e instalación eléctrica. Por otro lado, del Plan de Autoprotección podemos obtener los planos en los que se reflejan los sistemas de protección (detección y extinción de incendios y sistema de seguridad).

- Planos de planta de espacios: donde incorporar la distribución de las obras expuestas identificadas con su número de inventario o identificar los contenedores para su almacenamiento. Las obras prioritarias de evacuación se deben señalar en este plano.

- Planos con rutas de evacuación: en estos planos, que incorporaremos a nuestro documento de salvaguarda, trazamos la ruta -o posibles rutas de evacuación si creemos necesario aportar varias alternativas-, desde el espacio afectado a la zona de triaje y posterior destino de almacenamiento temporal si es una evacuación interna o, en caso contrario, hacia la zona de salida y triaje exterior si hablamos de evacuación externa.

Lo indispensable. Consideramos como indispensable disponer o elaborar planos de planta en los que poder incorporar, al menos, la ubicación de las obras prioritarias de evacuación o protección in situ y las rutas de evacuación interna o rutas hasta la zona de triaje externa si la primera opción no es posible.

Análisis de espacios y recursos

La clave. Con el análisis de espacios y recursos perseguimos tener una percepción clara y global, no sólo de cuál es el uso del espacio, cómo son las instalaciones, o cuáles son los servicios o dotaciones de los que se dispone sino, además, si la concurrencia de todas estas cuestiones puede suponer un riesgo, de qué nivel, si los recursos identificados son suficientes y si se adecuan a la labor de conservación y protección ante emergencias de las colecciones (Dorge y Jones 2004: 115).

Lo ideal. Lo deseable para comenzar con el análisis de los diferentes espacios y recursos, es disponer de parte las planimetrías antes mencionadas y de información de primera mano de los encargados del control de los posibles riesgos. Comúnmente estos riesgos están relacionados con terrorismo, robo, vandalismo, daño por fuerzas físicas, fuego, agua, interrupción del suministro eléctrico y plagas. De modo que el equipo de seguridad, los encargados de mantenimiento y control de plagas o el equipo de montaje y manipulación de colecciones, si disponemos de él, nos aportarán información fundamental.

Por otro lado, debemos analizar exhaustivamente el espacio museístico para tener una percepción clara de los bienes presentes, su vulnerabilidad, la forma en que se exponen o almacenan y otras particularidades que puedan presentar [figura 3]. El objetivo es tener un conocimiento cualitativo y cuantitativo respecto al objeto de protección, esto es: saber qué tipo de colección o de bienes culturales se encuentran en cada espacio y su número, cuál es su forma de exposición o almacenamiento (obras de una misma colección, por ejemplo pintura, pueden exhibirse colgadas con cables a carril, con hembrillas y escarpas, pletinas, etc.), o si existen singularidades a tener en cuenta como pueden ser el peso, un sistema específico de apertura de vitrinas, elementos de seguridad con tornillería concreta, presencia de grandes formatos que condicionen el traslado por algunos de los recorridos de evacuación, etc.



Figura 3.- Análisis del espacio de la galería central, Planta 1. Museo del Prado. Foto: Jaime García-Máiquez.



Figura 4 y 5.- Vista de carro de emergencias en Planta 2. Museo del Prado. Foto: Estrella Sanz.

Del mismo modo, hemos de recabar información sobre los recursos técnicos y materiales existentes necesarios para la evacuación interna o externa de obras o su protección *in situ*. [figuras 4 y 5]

Creemos que esta información es muy útil incorporarla en una ficha de identificación del espacio museístico estudiado, pero también en la ficha de análisis y evaluación de riesgo y en el plan de evacuación del mismo espacio, de tal forma

que cada uno de los documentos, si los vemos o utilizamos de manera independiente, nos aporten toda la información completa de ese espacio. En la ficha de identificación del espacio museístico, también debemos reflejar sus características arquitectónicas: superficie que ocupa ese ámbito, su altura, medidas de accesos, características de cerramientos o cómo es la comunicación vertical con otras áreas. Finalmente, será preciso detallar los medios de protección frente a incendios e intrusión y aspectos en

cuanto a medios organizativos como pueden ser protocolos específicos de acceso, limitaciones de aforo, etc.

Lo indispensable. Conocer el uso museístico de nuestras colecciones y sus particularidades, identificar la naturaleza de las amenazas, los medios disponibles para hacerlas frente, detectar carencias y proponer acciones que permitan mejorar la respuesta.

Jerarquización de colecciones

La clave. Una colección jerarquizada facilita enormemente la gestión porque nos ayuda a establecer prioridades en el destino de nuestros recursos económicos y humanos, no solo en lo que se refiere a actuaciones en situaciones de emergencia.

Lo ideal. Establecer equipos multidisciplinares que fijen criterios para la valoración de los bienes, ordenándolos en un listado jerarquizado.

Se deberán tener en cuenta si las obras son nuestras o se trata de depósitos temporales de otras instituciones. En este último caso, la responsabilidad del depositario es aún mayor, si cabe.

Para valorar un bien es fundamental contar con una buena documentación del mismo que nos permita determinar si se trata de un objeto que conserva su integridad original o ha sido gravemente alterado a lo largo del tiempo, si se encuentra en buen estado, si es raro o único, si es una obra maestra del arte universal, si pertenece a un conjunto, si conocemos la importancia de su creador, si ha sido especialmente apreciado por una comunidad concreta, etc. (REED 2018).

Es fundamental consensuar entre los participantes en el proceso de valoración la relación final de obras y las posiciones de cada una en la misma, reduciendo a una cifra manejable el número de piezas del listado: veinte obras pueden ser una buena cifra de partida. Si se realizan valoraciones por distintas personas, es esencial definir y compartir los mismos criterios, consensuando las posiciones relativas de cada bien en la lista.

No olvidar jamás que debemos establecer un marco de referencia para la valoración: un mismo bien puede tener un elevadísimo valor para una comunidad concreta y no tener ninguna relevancia en el contexto de la historia del arte universal.

Nada sería más triste que se perdieran obras de gran relevancia mientras se dedicaban esfuerzos al salvamento de bienes sin valor por puro desconocimiento de los miembros de los equipos de intervención o por la inexistencia de un listado jerarquizado.

Lo indispensable. Reflexionar sobre cuál sería la pieza clave

de nuestra colección, al menos una, marcarla físicamente y destinar tiempo y recursos a garantizar su protección o su evacuación.

Protección *in situ*

La clave. Sin recursos para una evacuación masiva, no siempre deseable, la decisión de implantar sistemas de protección *in situ* nos lleva a buscar soluciones para las piezas más relevantes, especialmente si por su peso, fragilidad, ubicación o tamaño entrañan dificultad de traslado.

Lo ideal. Definir estratégicamente qué piezas serán protegidas y si el sistema o material utilizado tendrá que ser diseñado a medida. A veces, es conveniente comenzar por las obras de naturaleza más frágil, proponiendo la fabricación de vitrinas, marcos o contenedores de almacenamiento que proporcionen a los objetos protección permanente y que nos permitan desviar nuestros esfuerzos hacia la movilización de equipos para la instalación de fundas o para la evacuación simultánea de piezas que todavía no cuentan con sistemas de protección.

Decidir dónde se ubican los materiales de protección y qué aspecto tendrán sus contenedores, evitando siempre interferir con la experiencia de contemplación de los objetos. Para ganar tiempo de respuesta los recursos materiales deben localizarse lo más cerca posible de los bienes a proteger. Es muy útil emplear como alojamiento los propios soportes, vitrinas, marcos o mobiliario de almacenamiento y, si esto no fuera posible, debemos identificar los lugares, habitáculos o armarios más cercanos que nos permitan depositar nuestro equipamiento bien señalado para ejecutar con fácil maniobra el procedimiento de protección.

Designar a los miembros de los equipos de intervención y entrenarles en los procedimientos operativos para el despliegue de las protecciones. Cuantas más personas compartan el conocimiento, más efectiva será la protección.

Buscar siempre las soluciones técnicas más simples, reduciendo al mínimo el tiempo de intervención.

En función de los riesgos presentes en cada espacio, tiene sentido invertir en materiales que respondan a cada necesidad. Por ejemplo, bajo un lucernario con carpintería metálica dañada que permite filtraciones en caso de precipitaciones extremas, conviene tener a mano y bien localizada una dotación de material impermeable. En función de la probabilidad de que el riesgo se convierta en daño, podemos decidir si el material será almacenado en forma de bobina continua o se confeccionarán fundas cortadas a medida para piezas concretas. En este último caso, cada funda debe ir marcada con el número de referencia del objeto correspondiente e, idealmente,

identificada con la reproducción fotográfica del propio bien cultural.

La protección *in situ* debe plantearse de manera que jamás pueda generar riesgos hacia los objetos o hacia los miembros de los equipos de ejecución. Por eso es esencial probar una y otra vez las soluciones propuestas hasta decidir cuál será finalmente implantada. En la fase de desarrollo de soluciones técnicas se detectan y corrigen en detalle los pasos, materiales o recursos que pueden llegar a amenazar la integridad de los bienes [figuras 6 y 7]. En esta fase debemos descartar siempre que sea posible los trabajos en altura o que supongan maniobras “acrobáticas” dado que, en una emergencia real, las reacciones emocionales críticas alteran la capacidad de reacción.

Lo indispensable. Adquirir material mínimo para proteger las piezas del agua o del polvo si no tenemos recursos para la compra de carros de emergencia con suficiente dotación. Reflexionar sobre las necesidades de protección y evacuación de las piezas más importantes de la colección y definir soluciones técnicas, al menos, para la pieza que “todos salvarían” en caso de emergencia.

Rutas de Evacuación

La clave. Tener estudiados y establecidos los itinerarios de evacuación va a permitir disminuir los tiempos de

respuesta y conocer con antelación posibles trabas. Además, evitaremos una improvisación que puede tener consecuencias fatales.

Lo ideal. Establecer una ruta de evacuación interna y una ruta de evacuación externa, definiendo en ambos casos una zona de triaje lo suficientemente alejada de la zona afectada y un destino para el almacenamiento temporal de los bienes culturales, tratando de que éste tenga unas condiciones ambientales similares a las habituales de las obras. Es esencial tener calculado previamente el volumen de espacio necesario para la reubicación temporal de los fondos evacuados y conocer la sobrecarga de uso de los forjados del espacio propuesto, debido a que acumulará de forma temporal un importante número de obras. No debemos olvidar señalar los recursos técnicos y materiales necesarios para la evacuación, en base a las características de los bienes presentes en la zona afectada. Dependiendo de las dimensiones de la institución es recomendable, si es posible, ubicar estas herramientas, llaves especiales, etc., necesarias para el acceso o desmontaje de las obras, en puntos o carros de emergencia distribuidos de forma estratégica -al menos uno por planta- con el objetivo de acelerar la actuación (Dorge y Jones 2004: 123), e indicar su ubicación.

Así mismo, y en el caso de ser posible, deberemos determinar alternativas para escenarios que, por ejemplo, limiten el uso de elementos de comunicación vertical

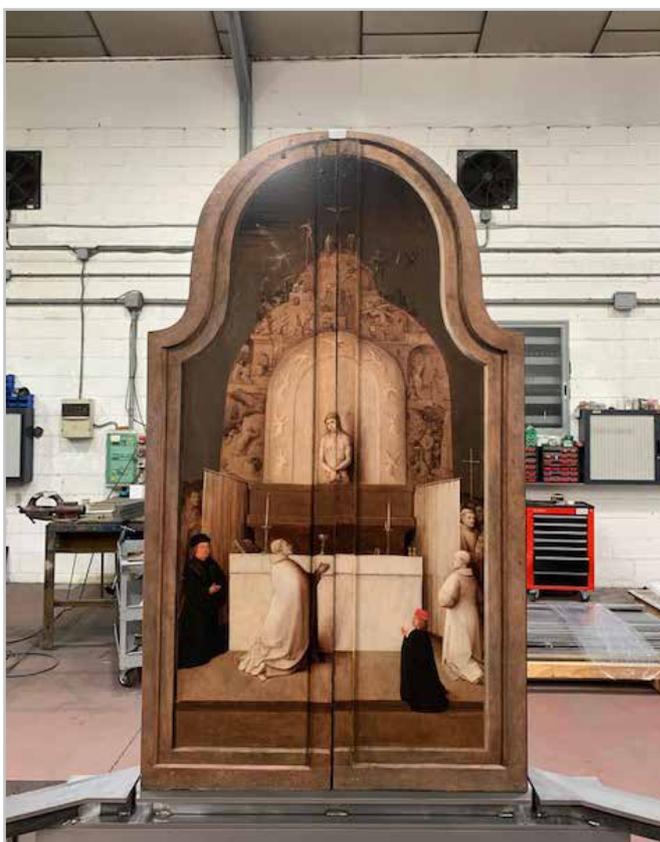


Figura 6 y 7.- Pruebas en taller con una reproducción exacta abierta y cerrada del Tríptico de la Adoración de los Reyes Magos del Bosco para la definición del sistema de protección. Foto: Marta Hernández.

que pudieran ser necesarios (montacuos) y que en un corte del suministro eléctrico o una emergencia por fuego quedarían anulados. Indicaremos en qué circunstancias se debe utilizar cada ruta en base a la amenaza.

Las rutas de evacuación también pueden estar condicionadas por los formatos de las obras, por esta razón deberemos tener identificadas estas particularidades en nuestro documento como hemos señalado anteriormente y especificar cómo se tiene que proceder para su movimiento y el itinerario alternativo a seguir.

Otra cuestión que puede surgir es la de valorar o proponer rutas de evacuación que, en el caso de una emergencia parcial, se puedan utilizar interfiriendo lo menos posible en la rutina de la institución. No obstante, debemos ser conscientes de que tanto la gravedad de la emergencia como las características arquitectónicas del edificio pueden condicionar o incluso imposibilitar esta opción.

Lo indispensable. Lo fundamental en este caso es priorizar, si es posible, la evacuación interna, ya que de este modo minimizaremos los riesgos de manipulación, de seguridad y limitaremos el uso de recursos externos. El nivel de emergencia y número de piezas afectadas será el factor determinante.

Por supuesto, debemos conocer previamente las limitaciones arquitectónicas que pueden obstaculizar una rápida evacuación. Las planimetrías y el análisis previo de espacios nos ayudan a ubicar estas zonas conflictivas y adelantar posibles soluciones.

Por último, mencionar el necesario control documental durante toda la evacuación y la indispensable designación previa de los espacios para almacenamiento temporal, tanto interno como externo por si el primero no fuera posible.

Equipos internos de intervención

La clave. Formar e informar a los miembros del equipo en las tareas asignadas y realizar simulacros de forma periódica va a contribuir a una mayor eficacia, minimizando riesgos para las personas y los bienes culturales (Dorge y Jones 2004: 89).

Lo ideal. El nivel de emergencia y la necesidad de evacuación interna o externa indudablemente va a definir la necesidad de medios y recursos humanos, determinando si son suficientes los propios o si tenemos que recurrir a recursos externos. En base a estos posibles escenarios deberemos tener establecidos nuestros equipos de intervención, pero para ello será fundamental tener claro nuestro organigrama interno y sus condicionantes (Culubret *et al.* 2008: 54).

Inicialmente deberíamos planificar el equipo asignando tareas acordes a la cualificación técnica del personal

implicado en la respuesta y contando en él con un perfil técnico especializado en conservación/restauración de bienes culturales.

Es fundamental detectar posibles coincidencias entre Plan de Autoprotección y Plan de Protección de Colecciones al asignar las funciones de los miembros del equipo.

Según sus funciones y cometidos podríamos articular este equipo con una estructura similar a la detallada a continuación:

- Jefe de Emergencias: normalmente esta figura corresponde al Jefe de Seguridad de la institución o a la persona asignada en el Plan de Autoprotección. Ordena la evacuación tras la comunicación y consigna previa del Coordinador de Emergencias de Colecciones. Además, coordina a los equipos de seguridad que apoyan en la evacuación.
- Coordinador de Emergencias de Colecciones: esta figura debería corresponder a un técnico especializado en conservación y restauración. Entre sus funciones principales están evaluar la magnitud e impacto del siniestro, transmitir la orden de evacuación de colecciones al Jefe de Emergencias, y coordinar y establecer la secuencia de actuación del Equipo de Intervención. En consecuencia, debe conocer las rutas de evacuación, zonas de triaje y almacenamiento temporal para las obras evacuadas, así como las obras prioritarias de evacuación y/o protección *in situ* y las posibles particularidades que estas pudieran presentar.
- Responsable del puesto de mando: además de ejecutar las funciones establecidas en el Plan de Autoprotección, debe tener conocimiento del Plan de Protección de Colecciones ante Emergencias.
- El Equipo de Intervención y Evacuación: lo forma el personal que realiza las tareas de protección *in situ* o evacuación física de las obras y también el personal encargado de asegurar el control documental del movimiento si éste se llega a producir. Asimismo, este equipo debe conocer las obras prioritarias de evacuación o protección *in situ*, conocer la ubicación de medios auxiliares necesarios según el tipo de respuesta y estar habilitados o adiestrados para actuar en cada caso.
- Equipo de Apoyo: idealmente formado por personal de seguridad y mantenimiento, ayuda en tareas de control en el área de intervención o control de medios técnicos, puede dar asistencia al equipo de intervención si se les solicita o actuar como equipo de intervención en periodos de media o baja actividad en ausencia de otros colectivos.

Lo indispensable. Identificar y establecer las funciones y los mecanismos de actuación del equipo de intervención, teniendo en cuenta, en la planificación de respuesta,

los periodos de actividad y la presencia horaria de los colectivos implicados. Elaborar un listado actualizado del personal implicado con sus datos de contacto, sin que jamás falte la figura del Coordinador de Emergencias de Colecciones.

Coordinación con agentes externos

La clave. Si la gravedad de la emergencia trasciende nuestra capacidad de respuesta, nos vemos obligados a recurrir a agentes externos.

Lo ideal. Contactar previamente con los posibles agentes externos implicados (Bomberos, Policía Nacional y Municipal, Protección Civil, Guardia Civil, Unidad Militar de Emergencias, etc.) para el conocimiento y familiarización con el edificio y sus bienes. De este modo se genera una actitud activa y se favorece la coordinación de una respuesta anticipada. Ésta última viene determinada por una buena distribución de los espacios externos y accesos al edificio, separando o secuenciando las necesidades de atención a personas y a bienes culturales. Son previsiones vitales la señalización en el pavimento de las zonas que carecen de suficiente capacidad de carga para el estacionamiento de los vehículos de emergencias pesados o tener perfectamente identificados los ascensores que tienen garantizado el suministro eléctrico durante cualquier siniestro.

Según la magnitud de la emergencia y el alcance territorial de la misma, entrarán en servicio los distintos planes a nivel local, autonómico y nacional. En caso de grave afectación de bienes de interés cultural especialmente singulares, es conveniente que los comités asesores y los centros de coordinación de la emergencia cuenten con un criterio técnico específico para atender las necesidades de salvaguarda del patrimonio. Si se categoriza la emergencia como de interés nacional, debería intervenir el propio Ministro de Cultura y Deporte.

Contar con el DPI (documento para la intervención de Bomberos), en el que se recoge, de modo extremadamente esquemático, los riesgos presentes en el inmueble y los datos más relevantes con vistas a la intervención en siniestro. Incluye datos sobre el tipo de estructura del edificio, los focos de peligro y los sistemas de protección frente a incendios (bocas de incendio equipadas, hidrantes, alumbrado de emergencia, etc.). Permite introducir una mención a la existencia de un Plan para Colecciones en el campo de observaciones.

La manipulación de los bienes culturales en caso de protección in situ o de evacuación entraña a veces riesgos tan elevados para las piezas que debemos reflexionar sobre la conveniencia y alcance de la intervención de agentes externos, lo que convierte en crucial la formación y capacitación del personal. Las circunstancias de cada emergencia exigirán respuestas distintas.

Establecer contactos previos con empresas de servicios, que puedan colaborar en el embalaje y transporte de bienes a lugar seguro, garantiza su rapidez de movilización en caso de emergencia.

Por último, es esencial buscar vías de colaboración con otras instituciones próximas para el apoyo mutuo en caso de siniestro y para cubrir la necesidad de compartir espacios para almacenamiento provisional de bienes culturales y materiales o personal técnico que pueda ser movilizado en caso de intervención de gran calado.

Lo indispensable. La preceptiva visita técnica de Bomberos a nuestras instalaciones para orientar a los responsables de Seguridad y Mantenimiento, detectando cuestiones críticas y formulando propuestas para facilitar la intervención corrigiendo defectos no identificados previamente.

Evaluación del siniestro

La clave. En la evaluación del siniestro tratamos de reflejar, con una visión global, la transcendencia del suceso acontecido, recogiendo múltiples aspectos que permitan hacer una valoración para adoptar la actuación más acorde a la circunstancia (Dorge y Jones 2004: 160). Puede haber una evaluación inicial y/o una evaluación final.

Lo ideal. Lo deseable, pero no siempre posible al estar condicionado por el nivel de emergencia e incluso por el horario en el que se produce el suceso, es poder hacer, si se dispone de tiempo, una evaluación inicial del siniestro que permita ajustar al máximo el plan de respuesta y la toma de decisiones. El Coordinador de Emergencia de Colecciones debería ser el encargado de llevar a cabo o coordinar esta evaluación inicial para poder priorizar las actuaciones y la secuencia de tareas. Por ejemplo, valorando la conveniencia de dar prioridad a la protección *in situ* de aquellos bienes que presenten una dificultad para su evacuación y/o, además, dispongan de fundas diseñadas para esta posibilidad; o, por el contrario, decidiendo la necesidad de una evacuación interna o externa, debido al riesgo o volumen de obras afectadas o en riesgo de serlo.

Con este objetivo de utilidad inmediata, aunque también de fuente referencial *a posteriori*, y de concepción como visión panorámica del suceso, debemos idear un formulario o una ficha estructurada que contemple los múltiples aspectos implicados en el siniestro o, al menos, los que se indican a continuación:

- Fecha del siniestro: si tiene que ser una evaluación a posteriori o no inmediata por alguna de las circunstancias antes apuntadas, señalaremos la fecha del siniestro y también la fecha en la que se realiza la evaluación.
- Responsable de la evaluación: en este caso puede ser interesante indicar, además del autor, la persona que

descubre el siniestro o incidencia y que contribuye o puede contribuir con información sobre el suceso. Puede ser una fuente a la que sea necesario recurrir más adelante.

- Localización y zona afectada: nos referimos al espacio o espacios del edificio, elementos arquitectónicos dentro de éste y elementos museográficos que se han visto implicados.
- Tipo de siniestro: relacionados con los posibles riesgos previamente establecidos (daño antropogénico -terrorismo, robo, vandalismo-, fuerzas físicas, fuego, agua, interrupción de suministro eléctrico o plagas).
- Bienes culturales afectados: cuántos, de qué tipología y severidad del daño cuantificando, además, las piezas según la gravedad del daño.
- Necesidades de actuación como pueden ser medidas de protección *in situ*, indicando para qué obras o, en su caso, conveniencia de traslados.
- Inventario de los bienes culturales afectados indicando su origen, destino y grado de afectación.
- Áreas implicadas en la actuación.

Lo indispensable. Si la urgencia de la actuación no ha permitido realizar o completar una evaluación inicial, debemos hacer o retomar la evaluación del siniestro una vez que la amenaza esté controlada o estabilizada, ya que esta evaluación va a ser el documento de partida que ayude a elaborar el plan de recuperación y facilite el diseño de un programa de actuaciones y los recursos necesarios para su consecución.

Conclusión

El Plan de Protección de Colecciones ante Emergencias del Museo del Prado nace adaptándose a las circunstancias, recursos y necesidades de la institución. Esto ha permitido, mediante el examen, identificación, análisis y evaluación de los medios de protección técnicos y humanos existentes, la creación de una estrategia operativa para neutralizar los riesgos identificados y minimizar los posibles daños en la colección ante una situación de emergencia.

Conscientes de las particularidades de cada institución que alberga y custodia bienes culturales y de que las circunstancias del Museo del Prado pueden ser excepcionales en algunos casos, entre otros en cuanto a dotación de personal de seguridad, mantenimiento, conservación y restauración, etc., o medios y recursos técnicos, se ha optado no tanto por relatar de forma exhaustiva el procedimiento o contenidos específicos del plan de protección de colecciones del museo, sino por destacar aquellos elementos que consideramos

imprescindibles en el diseño de cualquier plan similar y buscar, dentro cada uno de ellos, aspectos que bajo nuestra experiencia hemos considerado decisivos (claves), aquellos que serían deseables o que al menos deberíamos tener en nuestra perspectiva de trabajo (lo ideal) y por último, los que en ningún caso deberíamos obviar (lo indispensable).

En definitiva, la variedad de circunstancias y las múltiples cuestiones expuestas, ponen de manifiesto la necesidad de un trabajo multidisciplinar y cooperativo donde confluyen conocimientos y fuentes de información diversas. Igualmente, no debemos olvidar que el éxito de nuestro plan sólo será posible con el consenso, compromiso e implicación de todo el personal que trabaja en la institución.

Referencias

- CULUBRET, E. *et al.* (2008). *Guía para un Plan de Protección de Colecciones ante Emergencias*. Madrid: Ministerio de Cultura.
- DORGE, V. y JONES, S. (2004). *Creación de un Plan de Emergencia. Guía para museos y otras instituciones culturales*. Los Ángeles: The Getty Conservation Institute.
- REED, CAROLINE. (2018). *Reviewing Significance 3.0*. <https://collectionstrust.org.uk/resource/reviewing-significance-3-0/>. [consulta: 23/01/2021].
- UNDRR. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2015). *¿Qué es el Marco de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastres?*. <https://www.undrr.org/es/implementando-el-marco-de-sendai/que-es-el-marco-de-sendai-para-la-reduccion-del-riesgo-de>. [consulta: 23/01/2021].

Autor/es



Estrella Sanz Domínguez
 essanz@ucm.es
 Facultad de Bellas Artes (UCM)

Conservadora Restauradora de Bienes Culturales por la Universidad Complutense de Madrid (1996), Magíster en Conservación Preventiva de Obras de Arte y Bienes Culturales, UCM (2006) y Doctora en Bellas Artes por la UCM (2015), en el programa de Conservación y Restauración de Patrimonio Cultural. En el ámbito de la formación investigadora ha obtenido diversas becas de conservación y restauración en el Instituto de Patrimonio Cultural de España (IPCE, 2004-2006), y de Museología en el Museo Nacional del Prado (2012). Profesionalmente, ha trabajado en materia de conservación-restauración para diferentes instituciones públicas: Museo del Ejército, IPCE, Museo Naval, Museo Nacional de Artes Decorativas, Museo del Traje o Ministerio de Cultura y Deporte, con una asistencia técnica para la definición de la conservación

y sistemas expositivos del nuevo Museo del Ejército en el Alcázar de Toledo. Asimismo, ha realizado varios proyectos como técnico especialista en Conservación Preventiva y Protección de Colecciones ante Emergencias para el Museo Nacional del Prado y para el Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, dentro de su Área de Bienes Culturales. Además, ha colaborado con empresas privadas en diferentes proyectos de conservación y restauración por todo el territorio nacional. Actualmente es docente en el Grado de Conservación y Restauración de Patrimonio Cultural y en el Máster de Conservación del Patrimonio Cultural de la Facultad de Bellas Artes (UCM).



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.1004>



Marta Hernández Azcutia

marta.hernandez@museodelprado.es

Jefa de Servicio de Colección Permanente
Museo Nacional del Prado

Marta Hernández Azcutia, miembro del Cuerpo Facultativo Superior de Conservadores de Museos desde 1998, se licenció en Antropología Americana por la Universidad Complutense de Madrid y trabajó inicialmente como arqueóloga en distintos yacimientos españoles y franceses. Posteriormente, obtuvo la titulación oficial en conservación y restauración de bienes arqueológicos por la ESCRBC de Madrid. La instalación del Laboratorio de Restauración y la implantación de la política de conservación preventiva en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología fueron hitos en su primer trabajo museístico de envergadura. Disfrutó de una breve estancia en el Ministerio de Cultura centrada en la planificación y ejecución de proyectos museísticos y, como funcionaria de carrera, ocupó la Jefatura del Departamento de Conservación Preventiva del Museo del Ejército de Madrid, planificando, coordinando y dirigiendo entre los años 1999 y 2003 las primeras fases del traslado de las colecciones al Alcázar de Toledo. En la actualidad, trabaja como Jefa del Servicio de Colección Permanente del Museo Nacional del Prado llevando el control de la conservación preventiva y la presentación museográfica de los bienes culturales expuestos. En su último trabajo de trascendencia, ha definido los aspectos técnicos que han regido la contratación del nuevo montaje del Tesoro del Delfín y ha formado parte del equipo de seguimiento del proyecto. Es responsable técnica del nuevo montaje del Bosco en el que se han aplicado principios de sostenibilidad, accesibilidad y conservación preventiva concebidos con un enfoque global. Entre otras tareas, coordina la redacción e implantación del Plan de Protección de Colecciones ante Emergencias en su museo.

INVESTIGAÇÕES EM CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO

Investigaciones en Conservación del Patrimonio

Describir para planificar: la ficha técnica en la conservación-restauración del patrimonio fotográfico

Sara Brancato

Resumen: Cuando hablamos de la conservación y restauración del patrimonio fotográfico, a menudo, nos referimos a grandes cantidades de artefactos que conforman fondos o colecciones. La tarea de evaluar el estado de conservación general de cierto conjunto, y planificar los tratamientos necesarios para garantizar su conservación a largo plazo, sería muy difícil sin una herramienta fundamental como es la ficha técnica de examen y conservación-restauración.

Con motivo de la documentación y conservación del fondo fotográfico de la Biblioteca de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, se ha creado un modelo la ficha de la que hablaremos en el presente artículo, que toma el ejemplo de la experiencia italiana en el tema de restauración de material fotográfico y, al mismo tiempo, está adaptado a las indicaciones dictadas por el *Plan Nacional de Conservación del Patrimonio Fotográfico*, con la intención de utilizar un lenguaje lo más normalizado posible, dentro del territorio español.

Palabras clave: fotografía, ficha técnica, documentación, restauración, conservación

Descrever para planear: a ficha técnica sobre a conservação-restauro do património fotográfico

Resumo: Quando falamos sobre conservação e restauro de património fotográfico, frequentemente nos referimos a grandes quantidades de artefactos que compõem fundos ou coleções. A tarefa de avaliar o estado geral de conservação de um determinado conjunto, e de planear os tratamentos necessários para garantir a sua conservação a longo prazo, seria muito difícil sem uma ferramenta fundamental como a ficha técnica para exame e conservação-restauro.

Por ocasião da documentação e conservação do acervo fotográfico da Biblioteca da Faculdade de Belas-Artes da Universidade Complutense de Madrid, foi elaborada uma maquete, arquivo de que falaremos neste artigo, que toma como exemplo a experiência italiana em matéria de restauro de material fotográfico e, ao mesmo tempo, é adaptada às indicações ditadas pelo Plano Nacional de Conservação do Património Fotográfico, com o intuito de utilizar a linguagem mais padronizada possível em território espanhol.

Palavras-chave: fotografia, ficha técnica, documentação, restauro, conservação

Describe to plan: the technical data sheet on the conservation-restoration of photographic heritage

Abstract: When we talk about the conservation and restoration of photographic heritage, we often refer to large numbers of artifacts that make up collections. The task of evaluating the general state of conservation of a certain group and planning the necessary treatments to guarantee its long-term conservation would be very difficult without a fundamental tool such as an examination and conservation-restoration sheet.

On the occasion of the documentation and conservation of the photographic collection of the Library of the Faculty of Fine Arts of the Complutense University of Madrid, a model of conservation-restoration file has been devised which takes an example from the Italian experience about conservation of photographic materials and, at the same time, it is adapted to the indications dictated by the National Plan for the Conservation of Photographic Heritage, with the intention of using language that is more standardized within Spanish territory.

Keyword: photograph, technical data sheet, document, restoration, conservation

Introducción

Planificar las medidas y los tratamientos de conservación del patrimonio fotográfico sería una labor aún más compleja sin una herramienta, tan elemental y fundamental, como es la ficha técnica de conservación-restauración. Gracias a ella, podemos recopilar las informaciones necesarias para poder dar los correctos cuidados a objetos tan delicados, y variados, como lo son los materiales fotográficos, y mantener un registro completo de las intervenciones realizadas. La situación, ya complicada de por sí en razón al gran número de ejemplares a considerar, se puede dificultar, aún más, cuando se trata de objetos que no han sido con anterioridad inventariados y catalogados, o son inéditos.

Este ha sido el caso de las fotografías sobre papel que componen el fondo fotográfico de la Biblioteca de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, que han dado lugar al presente estudio y a la tesis doctoral en curso, dirigida por Alicia Sánchez Ortiz y Luis Castelo Sardina.

El primer grupo de obras que constituye el fondo, fue sacado a la luz en 2015. Aproximadamente un siglo después de que circularan por las clases de la Escuela de Bellas Artes de Madrid, empleadas como material didáctico para la enseñanza de las asignaturas de Teoría del Arte o Perspectiva (Brancato 2018). Ese conjunto fue digitalizado por Luis Castelo, e inventariado por los profesores Juan Miguel Sánchez Vígil y María Olivera Zaldúa, que dieron a conocer por primera vez la entidad de un primer "lote", de 281 fotografías, que años más tarde se verá incrementado con otras piezas.

Al margen de este primer inventario, no había un registro que atestiguara la presencia de este valioso patrimonio fotográfico en la actual Facultad de Bellas Artes. Se hacía necesario subsanar ese vacío documental en dos sentidos: en relación a la identificación de los objetos y en lo que se refiere a la descripción de su estado de conservación.

El propósito del presente estudio, por ende, ha sido encontrar la forma y los medios con los que describir eficazmente un número importante de fotografías; facilitar la planificación de su conservación y restauración; establecer una terminología comprensible para todos los profesionales implicados en su valorización; y compartir, de un modo sencillo, los datos recogidos, basándonos en las exigencias de la misma Biblioteca.

Objetivo de la investigación

Para alcanzar los propósitos que nos planteaba la situación en la que nos encontrábamos, era preciso idear una ficha técnica bien sopesada y comparada. Ésta se nos muestra ahora como una herramienta extremadamente significativa y necesaria para la preservación del patrimonio fotográfico,

pudiendo aunar informaciones relevantes tanto para el restaurador como para el archivista de nuestra institución, y, en su última instancia, para el investigador que quiera acercarse a las obras y contribuir a su estudio.

Su adecuada redacción permite crear un valioso instrumento apto para la gestión física del fondo y, a la vez, contribuir al conocimiento del patrimonio fotográfico (Gasparini 2012: 51), por lo que se definieron las características necesarias para que cumpliera con nuestras expectativas y sirviera de forma adecuada a la descripción de éste y al planteamiento de sus medidas de conservación.

Nos propusimos realizar, a través de un *software* para la creación de bases de datos, una ficha, dotada de apartados y campos específicos, que permitiese describir el objeto en todas sus partes y niveles; evaluar el estado de conservación y los tratamientos de conservación o restauración, necesarios para garantizar su estabilidad; y que implementara una terminología normalizada, entre aquellas postuladas por el *Plan Nacional de Conservación del Patrimonio Fotográfico* (Carrión Gútiérrez 2015a).

También consideramos necesario que diera la posibilidad de ver simultáneamente la imagen del objeto, tanto por el anverso como por el reverso, además de su propio mapa de alteración anejo. Asimismo, queríamos que pudiese reflejar la información de cada espécimen en subapartados de la misma ficha, que fuera fácil de compilar y consultar. Una interfaz intuitiva y agradable haría aún más ágil la incorporación de datos.

El *software* elegido habría de consentir, desde luego, el volcado de los datos desde una ficha de catalogación que se había creado según las exigencias de la Biblioteca de la Universidad -su principal destinatario-, y, también, ser más asequible para los profesionales de la restauración, de modo que pudiese encontrar una aplicación útil más allá del caso concreto, objeto de la tesis doctoral. Esto es, que pueda servir, más adelante a otros restauradores, ocupados en preservar nuestro patrimonio fotográfico.

Del mismo modo, la ficha ha de permitir la recopilación de toda la información en dos niveles: el particular y el general. De esta forma, nos proporcionaría un conocimiento completo sobre su estado de conservación, pudiéndose así planificar las respectivas medidas de tutela del conjunto, y la extrapolación de datos estadísticos de las medidas tomadas, que podremos agregar al estudio del fondo.

Problema de la investigación

La dificultad que presentaba la investigación era estructurar inicial, oportuna y eficazmente los campos de la ficha, sin caer en redundancias, utilizando, en la medida de lo posible, el lenguaje normalizado que nos proporciona el Plan Nacional de Conservación del Patrimonio Fotográfico. Asimismo, la transmisión de la información tenía que ser

cómoda para todo tipo de usuario, así como había de serlo su lectura.

Elegir el software adecuado y la organización de los apartados, constituyó un punto clave del estudio. Sin un atento análisis de las exigencias del restaurador y las posibilidades del programa, no habría sido posible conformar adecuadamente las voces de la ficha ni alcanzar los objetivos propuestos.

La escasez de bibliografía específica sobre el tema, nos llevó a ampliar la búsqueda de información y a tener en cuenta no solo los casos de estudio publicados en el ámbito de la restauración-conservación de material fotográfico, sino también aquellos relativos a su catalogación y, además, de otros ámbitos de la conservación-restauración de patrimonio.

De esta forma, pudimos constatar varios sistemas con los que describir un objeto de interés cultural y sacar partido de los puntos fuertes observados, adaptándolos a nuestro caso y exigencias concretas.

Importancia de la investigación

Era importante crear una herramienta útil, práctica y sencilla, que permita a los usuarios describir exhaustiva y adecuadamente el material fotográfico, a beneficio de su preservación, y lo era ulteriormente también para nuestros propósitos, de dotar, a la Biblioteca (y a la Universidad) dueña del fondo, de un recurso que facilite el intercambio de información y una comprensión unívoca de la terminología recogida, gracias a un lenguaje lo más normalizado posible, que le asegure una clara lectura a profesionales de distintas áreas.

Situación actual del tema

En los casos que hemos consultado, podemos concluir que para la descripción de los especímenes fotográficos, sobre todo en lo que se refiere a un elevado número de objetos, los restauradores usan varias formas de documentar su trabajo: con tablas creadas a través del software para hojas de cálculo *Microsoft® Excel®* (García Bustos 2017); con el programa para base de datos *Microsoft® Access®*; y también con *FileMaker®* o con *FileMaker Pro* (Zafarana 2007: 24; Gutiérrez Reyes 2019: 134). En el ámbito académico, con vocación estrechamente educativa, se han utilizado fichas realizadas con programas de creación de texto, como puede ser el famoso *Microsoft® Word®*, y que se han imprimido para facilitar el estudio directo de un número reducido de obras, y guiar con ellas al alumno en la detección de las técnicas fotográficas y de sus deterioros, a lo largo de las actividades formativas.

En Italia, se han realizado varias publicaciones acerca de fichas de documentación relativas a la conservación, a las técnicas de diagnóstico, la conservación preventiva y la

intervención de material fotográfico. Éstas son el resultado de los estudios guiados por el *Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD)* y que se han desarrollado para garantizar una documentación muy detallada, transversal y controlada de los bienes fotográficos^[1].

De gran importancia para nuestro estudio, ha resultado ser la publicación *Il restauro della fotografia: materiali fotografici e cinematografici, analogici e digitali*, donde Laura Gasparini, responsable de la Fototeca de la Biblioteca Panizzi de Reggio Emilia, nos muestra la *scheda di rilevamento e di restauro*, una ficha, distinta para positivos y negativos, que permite registrar, por un lado, los datos técnicos y “anagráficos” de una sola obra y, por otro, los tratamientos a realizar. Ésta se configura como una herramienta de fácil uso y gran alcance, sobre todo en la didáctica de la conservación-restauración del patrimonio fotográfico (Gasparini 2012: 53).

Otra gran aportación a la ficha técnica para la conservación del patrimonio fotográfico es la *Scheda conservativa Fotografia*, un documento elaborado en 2015 por el *Gruppo di lavoro per l'indirizzo metodologico nell'ambito delle discipline della conservazione delle collezioni fotografiche ICCD*, en constante actualización (Matè y Palazzi 2015), y que se configura como un más que válido instrumento para la determinación de cualquier tipo de actuación acerca de ellos: conservación, restauración, manipulación, exposición y puesta en seguridad (Matè y Palazzi 2017).

La experiencia de los restauradores italianos de material fotográfico ha resultado ser, sin duda, determinante para poder entender las posibilidades que nos ofrece una buena descripción de las obras, de las problemáticas que las afectan y de los medios a disposición en el cuidado de éstas. Al mismo tiempo, entender las tendencias en ámbito español ha sido de gran ayuda para enfocar la situación hacia la resolución del problema que nos habíamos planteado al principio de la investigación: documentar, de forma ordenada y controlada, el material fotográfico.

Una fuente de indiscutible referencia a este propósito ha sido el Plan Nacional de Conservación del Patrimonio Fotográfico, donde se expresan las directrices para la preservación de estos bienes, a partir de su documentación.

Empezando por la premisa de que no se menciona una ficha de intervención para material fotográfico, hemos tenido en cuenta las indicaciones relativas a la descripción de fotografías en los archivos estatales. Un sistema de descripción que se menciona es aquel implementado en el Portal de Archivos Españoles PARES, que utiliza la norma ISAD (G) (Carrión Gútiérrez 2015b: 230-231).

Asimismo, no hemos dejado de lado algunas de las publicaciones fundamentales para el ámbito español y del vecino Portugal. Destacamos aquellas de conservadores-restauradores de renombre, tales como Ángel María Fuentes de Cía (Fuentes de Cía 1997; 1999; 2012) o Luís Pavão (Pavão 2001).

A partir de estos conocimientos, hemos planteado la posibilidad de realizar una ficha que se beneficia de la experiencia italiana, pero destinada a los restauradores que operan en ámbito español.

Metodología

El punto de partida para el desarrollo de la ficha de conservación-restauración de material fotográfico, particularmente centrado en positivos de papel, ha sido la revisión bibliográfica referida a este tema, eligiendo preferentemente el ámbito geográfico italiano y español, por razones inherentes a la formación académica de la autora –la que suscribe–, y a la aplicación de la ficha en el contexto de la tesis doctoral en la Universidad Complutense de Madrid.

Habiendo previamente conocido las exigencias de la sede en la que se custodiaría el fondo fotográfico objeto del estudio, se ha planteado una ficha capaz de recopilar los datos requeridos por el centro, además de tener en cuenta las directrices del Plan de Conservación del Patrimonio Fotográfico en materia de descripción de los especímenes. Otro aspecto de notable importancia ha sido la intención de relacionar la ficha técnica con la ficha de catalogación de material fotográfico, creada expresamente para este fondo, ya que no se disponía de una específica.

Por esta razón, se individuó y utilizó el software ya en uso dentro de la institución, en cuanto habría permitido un más cómodo traslado de la información.

Considerando los campos presentes en el portal PARES, se incluyó su terminología normalizada para algunos de los parámetros determinados para la identificación del espécimen, y que constituyen sus datos “anagráficos”^[2]. Para poder indicar de una forma estándar el autor o el editor, se hizo referencia al Fichero de Autoridades Virtual Internacional (VIAF®: *Virtual International Authorities File*).

En lo referente al estado de conservación, la normativa considera los valores *Bueno*, *Regular* y *Malo*, asociando varias patologías a éstos últimos dos. Estimamos importante definir el significado de estos términos, para poder hacer una correcta evaluación de su condición, tomando ejemplo de la *Normativa F* para la *Scheda F*, elaborada por el Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione de Roma (Berardi 2016)^[3]. Por lo tanto, se establecieron los siguientes significados para cada término:

- Bueno*: no hay necesidad de restauración o conservación
- Regular*: legible, pero faltan algunas partes o se ha producido un deterioro
- Malo*: faltan piezas relevantes, mala legibilidad, necesidad de restauración

A los valores Regular y Malo, se asocian un total de 23 patologías, para positivos y negativos, con diferentes

soportes:

- Acidez
- Amarilleamiento de la imagen
- Cambio de color
- Coloración (cambio de tono original)
- Craquelado de emulsiones y barnices
- Delaminación
- Depósitos
- Descomposición del soporte
- Desprendimiento de la capa de imagen
- Enrollamiento del soporte
- Especulación o espejo de plata
- Estado algodonoso
- Fragilidad
- Manchas
- Microorganismos
- Oxidación/Manchas de óxido
- Óxido-reducción de la plata
- Pérdida de adherencia
- Pérdidas
- Rotura
- Suciedad generalizada
- Distorsión dimensional
- Sulfuración de la imagen (Carrión Gútiérrez 2015b: 244-245).

Si bien la terminología era normalizada, nos pareció necesario comparar ese listado, con los deterioros referidos en las fichas de conservación italianas ya citadas, para encontrar el modo más práctico y preciso en el que un restaurador pudiera describir el estado de conservación, y, finalmente, los tratamientos de restauración o las medidas de conservación.

Una vez establecidos los campos y la terminología asociada, se procedió con la construcción de la base de datos con el software elegido.

En nuestro caso, el programa informático que mejor se adaptaba a las necesidades de la Biblioteca, era Microsoft® Access®, en cuanto a que ya estaba en uso y no les resulta de ninguna forma ajeno. Otro aspecto que tuvimos en cuenta –que va un poco más allá de nuestro proyecto–, era que este tipo de programa es mucho más accesible para un largo número de usuarios, y mucho más difuso que otros programas para bases de datos.

Lejos de plantear un sistema de documentación complejo, como el del Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, que cuenta con 53 valores de patologías, y que ha sido fruto de años de trabajo e intercambios entre los mayores expertos de este ámbito, hemos querido inspirarnos en las experiencias italianas, para realizar una herramienta útil, versátil y adaptada al contexto español de la documentación del patrimonio fotográfico.

La ficha, elaborada con estos criterios, fue sometida a unas pruebas para comprobar su correcto funcionamiento y sus límites, con el objetivo de realizar una adecuada valoración del sistema empleado, y utilizar correctamente las

posibilidades que nos ofrecía el software. La confrontación con la experiencia de especialistas en catalogación y conservación de material fotográfico fue, sin duda, un paso importante para entender la eficacia del sistema, sobre todo en lo referente a los datos identificativos de las fotografías^[4].

mover fácilmente para describir el objeto en todos sus aspectos, y que cuenta con tres apartados:

1. Datos identificativos y técnicos [figura 1];
2. Estado de conservación [figura 2];
3. Tratamientos [figura 3].

Resultados

Ha sido posible elaborar una ficha de conservación-restauración de material fotográfico, en la que nos podemos

A cada objeto, es posible asociar una imagen de anverso y reverso, en la pantalla relativa a los *Datos identificativos y técnicos*, además de un mapa de deterioro de las dos caras, en aquella dedicada al *Estado de conservación*.

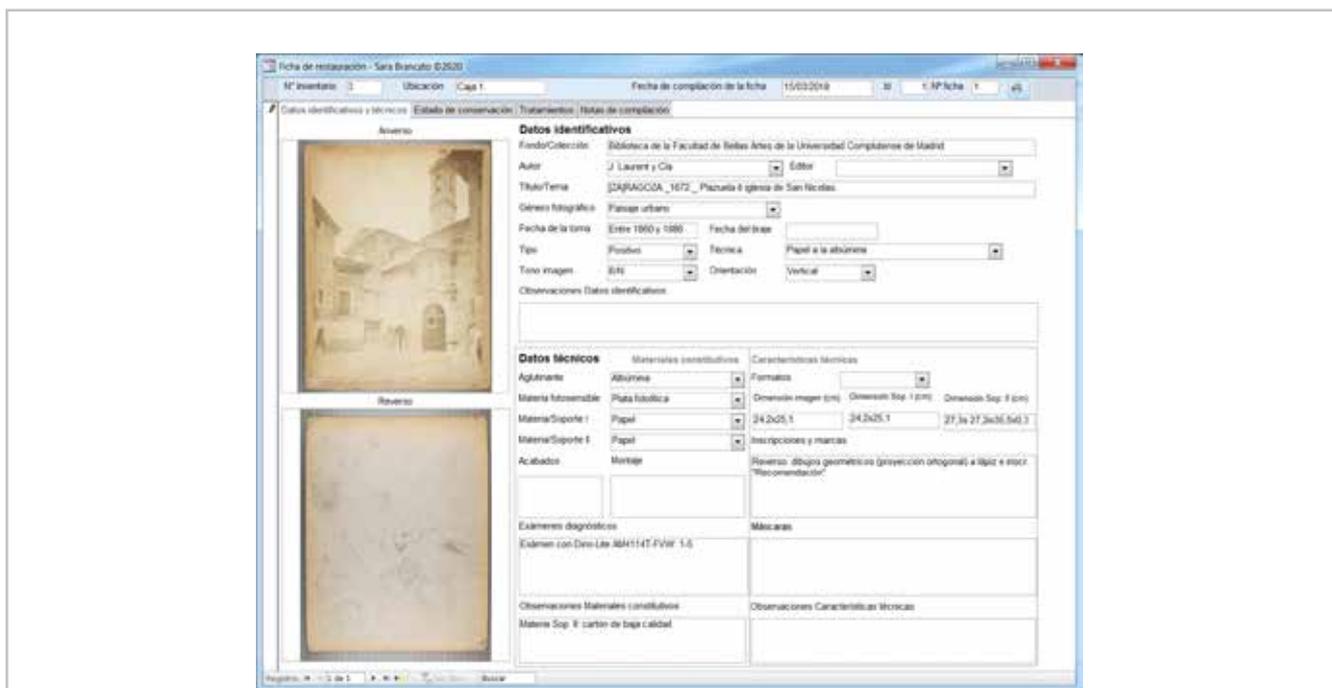


Figura 1.- La ficha de restauración: *Datos identificativos y técnicos*. Ejemplo de compilación.

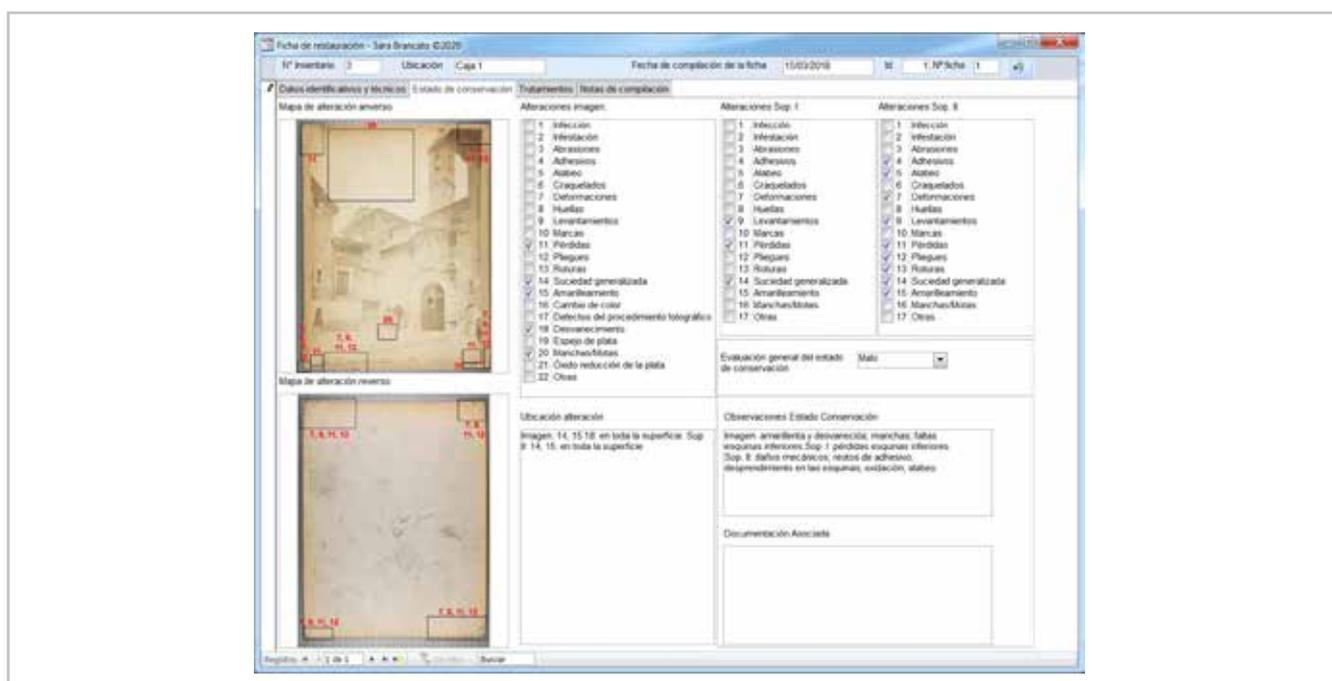


Figura 2.- La ficha de restauración: *Estado de conservación*. Ejemplo de compilación.

Figura 3.- La ficha de restauración: *Tratamientos*. Ejemplo de compilación.

Figura 4.- La ficha de restauración: *Notas de compilación*. Ejemplo de anotaciones que se pueden añadir para guiar la compilación de la ficha.

Los datos identificativos guardan relación con la ficha de catalogación de referencia y permiten la descripción a través de listas desplegables. Del mismo modo, es posible elegir una opción o más de una, para describir las alteraciones de imagen, soporte primario y soporte secundario.

Considerado el repertorio de deterioros descrito en el Plan de Conservación del Patrimonio Fotográfico, y la necesidad que tenemos los restauradores de sintetizar

y adaptar la terminología a una amplia casuística de situaciones, se ha decidido implementar un sistema de organización de la información y unos valores que toman ejemplo de la *scheda di rilevamento* e di restauro, por permitir describir un amplio espectro de materiales y de sus deterioros, según su origen biológico, físico y químico, dejando en cada sección un campo de libre compilación, para poder introducir aquellas alteraciones no presentes en nuestra lista de 21 deterioros de la imagen y 16 deterioros para los soportes primarios y secundarios:

ALTERACIONES BIOLÓGICAS: Infección; Infestación.

ALTERACIONES FÍSICAS: Abrasiones; Adhesivos; Alabeo; Craquelados; Deformaciones; Huellas; Levantamientos; Marcas; Pérdidas; Pliegues; Roturas; Suciedad generalizada.

ALTERACIONES QUÍMICAS: Amarilleamiento; Cambio de color; Defectos del procedimiento fotográfico; Desvanecimiento; Espejo de plata; Manchas/Motas; Óxido reducción de la plata.

En el apartado de los *Tratamientos*, se han establecido 8 campos libres, donde es posible relatar una amplia gama de intervenciones, y un campo predeterminado, con varias opciones, para indicar el sistema de montaje y acondicionamiento de la obra. También se ha incluido, en esta pantalla, un cuadro en el que mencionar los materiales a utilizar para las intervenciones, la duración y el responsable de la intervención.

En todos los apartados de la ficha hay campos de "Observaciones" donde se permite detallar aquellos aspectos que no ha sido posible describir con los campos ya predispuestos.

Finalmente, se ha contemplado una sección de *Notas de compilación* [figura 4], para tener siempre presentes los significados de algunos valores, como aquellos que definen el estado de conservación general, o, por ejemplo, los tratamientos, para una más fácil compilación de los campos, en el caso de que se vayan a repetir las operaciones.

Discusión

Comparando las fichas en hojas de cálculo o en documento de texto, con la ficha elaborada para la intervención en el fondo fotográfico de la Biblioteca de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, hemos podido constatar que ésta última permite organizar de forma más rápida y normalizada en la mayoría de los campos, la información relativa a la identificación, estado de conservación y tratamientos. La interfaz intuitiva permite rellenarla con facilidad y la posibilidad de trasladar los datos a otros formatos, como puede ser el .xlsx, contribuye al análisis de los ejemplares y a la elaboración de otros estudios.

Por esta razón la consideramos como un instrumento completo y eficaz, que, no obstante, conlleva un límite que no podemos obviar, sobre todo cuando vamos a intervenir en un número elevado de ejemplares: la base de datos tiene una capacidad de almacenamiento de información de 2 GB. Incluyendo imágenes muy pesadas, existe el riesgo de sobrecargar la aplicación y provocar incidencias que difícilmente pueden ser reversibles. La precaución que evita estos problemas consiste en cargar imágenes de poco peso, antes de empezar a rellenar la ficha, y así agilizar el trabajo de compilación. Imágenes de alta resolución pueden vincularse de otra forma al documento,

por ejemplo, indicando la ruta de su ubicación o creando enlaces al fichero.

Conclusión

La planificación de las medidas de conservación, y los tratamientos de restauración en materiales fotográficos, es una labor que, a menudo, abarca un gran número de especímenes y que requiere un entendimiento global del estado de conservación, que difícilmente puede ser obtenido sin un instrumento, tan básico como indispensable, como lo es la ficha técnica de conservación-restauración.

El estudio del Fondo fotográfico de la Biblioteca de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, de reciente descubrimiento, nos ha llevado a elaborar un modelo de ficha, que pudiera facilitar el intercambio de información con una ficha de catalogación basada en el lenguaje normalizado, utilizado por la plataforma PARES y descrito en el Plan Nacional de Conservación del Patrimonio Fotográfico. Asimismo, basándonos en la experiencia italiana en documentación, restauración y conservación de patrimonio fotográfico, hemos estructurado, de manera orgánica y ordenada, los tres ámbitos de descripción indispensables para planificar cualquier tipo de actuación, que son: los datos identificativos y técnicos; el estado de conservación; y los tratamientos. Y revisando la terminología inherente a las alteraciones a nivel de imagen, soporte primario y soporte secundario.

De acuerdo con las necesidades de la Biblioteca, hemos elaborado la ficha con un software para bases de datos ya utilizado por ésta, el programa Microsoft® Access®, y hemos comprobado que la ficha creada para este caso de estudio concreto podría ser útil para otros materiales fotográficos, por varias razones: además de haberse creado con una interfaz intuitiva y con un lenguaje normalizado en muchos campos de la ficha, esta base de datos se podría compartir fácilmente, ya que se ha creado con un programa muy difundido tanto en ámbito académico como profesional.

Si bien un programa de creación de bases de datos es más complejo de manejar, con respecto a una hoja de cálculo, nos ha permitido conformar una ficha de fácil compilación, donde podemos observar, a primera vista, toda la información contenida en ella, dividida en los tres apartados ya mencionados e incluyendo imágenes y mapas de alteraciones, de consulta, que contribuyen, de manera importante, a respaldar a la descripción del estado de conservación. La posibilidad de traducir la información, así recogida, en otros formatos, permite el análisis de otros aspectos que van más allá de la restauración, como, por ejemplo, puede ser el análisis de datos estadísticos.

Sin ánimo de descartar otros tipos de programas informáticos, se ha querido presentar una ficha ordenada, en muchos casos normalizada, asequible y funcional, para un largo número de usuarios que quieran planificar los tratamientos

de restauración y las medidas de conservación en materiales fotográficos, teniendo en cuenta los dictámenes del Plan Nacional de Conservación del Patrimonio Fotográfico y las exigencias de los restauradores. Sirva como humilde y sincera contribución nuestros estudios, desvelos y trabajo.

Notas

[1] Solo para citar algunas: MATÈ, D., SCLOCCHI, M.C. Y COLAPICCHIONI, M. (2008), "Nuovo modello di scheda diagnostica informatizzata per raccolta dati sulle indagini diagnostiche dei documenti fotografici". AFT, rivista di Archivio Fotografico Toscano: 47, 3-10. Prato: Regione Toscana Comune di Prato. ISSN 1120-205X. http://rivista.aft.it/aftriv/controller.jsp?action=rivista_view&rivista_id=39. [consulta: 29/01/2021].

MATÈ, D., PASQUARIELLO, G., SCLOCCHI, M.C. Y R. SOLURI (2007), "Conservazione preventiva del patrimonio fotografico: metodologie di indagine e scheda diagnostica informatizzata". En *Lo Stato dell'Arte 5, V Congresso Nazionale IGIC, 11-13 ottobre 2007, Cremona*. Florencia: Nardini Editore, 363-373, ISBN 978-88-404-4156-6.

[2] Por datos "anagráficos" entendemos aquellos que registran la autoría, procedencia, cronología y técnica del espécimen.

[3] Allí nos encontramos con hasta cuatro definiciones para el estado de conservación: *Bueno, Discreto, Mediocre y Malo* (Berardi 2016: 127).

[4] A tal propósito, agradezco sinceramente por su asesoramiento a Javier Pérez Iglesias y Amelia Valverde González (Biblioteca de la Facultad de Bellas Artes, UCM), Alicia Sánchez Ortiz y Luis Castelo Sardina (Facultad de Bellas Artes, UCM), Juan Miguel Sánchez Vigil (Facultad de Documentación, UCM), Isabel Argerich Fernández, Isabel Lozano de Gregorio y Carlos Teixidor Cadenas (IPCE), Belén Palacios Somoza (BNE).

Referencias

BERARDI, E. (coord.) (2016). *Normativa F - Fotografia- versione 4.00. Strutturazione dei dati e norme di compilazione*. Roma: Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione. <http://www.iccdold.beniculturali.it/index.php?it/473/standard-catalografici/Standard/62>. [consulta: 29/01/2021].

BERARDI, E., FRISONI, C., GIUDICI, C. Y SERENA, T. (2016). *Normativa FF - Fondi fotografici- versione 4.00. Strutturazione dei dati e norme di compilazione*. Roma: Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione. <http://www.iccdold.beniculturali.it/index.php?it/473/standard-catalografici/Standard/63>. [consulta: 29/01/2021].

BERSELLI, S. Y GASPARINI, L. (2004). *L'archivio fotografico: manuale per la conservazione e la gestione della fotografia antica e moderna*. Bologna: Zanichelli.

BOADAS, J., ESTEVE CASELLAS, L. Y SUQUE, M. À. (2001). *Manual para la gestión de fondos y colecciones fotográficas*. Girona: Centre

de Recerca i Difusió de la Imatge (CRDI). Ajuntament de Girona. https://www.girona.cat/sgdap/docs/Manual_Fotografia_OCR.pdf. [consulta: 29/01/2021].

BRANCATO, S. (2018), "Un patrimonio por descubrir: los fondos fotográficos de la Facultad de Bellas Artes, UCM". En *II Jornadas sobre Investigación en Historia de la Fotografía: 1839-1939, un siglo de fotografía: Zaragoza, 25-27 octubre*, José Antonio Hernández Latas (dir.), Francisco Javier Lázaro Sebastián (aut.). Zaragoza: IFC, 365-374. ISBN 978-84-9911-509-2. <https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/37/13/30brancato.pdf> [consulta: 29/01/2021].

CARRIÓN GÚTIEZ, A. (coord. Ed.) (2015a). *Plan Nacional de Conservación del Patrimonio Fotográfico*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, <http://www.culturaydeporte.gob.es/planes-nacionales/dam/jcr:e97e9f56-5c1c-4192-96bf-3c02fbd6cad3/11-maquetado-patrimonio-fotografico.pdf>. [consulta: 29/01/2021].

CARRIÓN GÚTIEZ, A. (coord. Ed.) (2015b). "Anexo 5.8. La descripción del documento fotográfico en los Archivos Estatales" del *Plan Nacional de Conservación del Patrimonio Fotográfico*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 230-231, 244-245. <http://www.culturaydeporte.gob.es/planes-nacionales/dam/jcr:1002ecd9-87f2-4bba-91a8-bd9a56060e7d/descripcion-del-documento-fotografico-en-los-archivos-estatales.pdf>. [consulta: 29/01/2021].

CATTANEO, B. (coord.) (2012). *Il restauro della fotografia: materiali fotografici e cinematografici, analogici e digitali*. Florencia: Nardini Editore.

FUENTES DE CÍA, Á. (1997). *La identificación de materiales fotográficos convencionales*. Madrid: SEDIC. Asociación Española de Documentación e Información.

FUENTES DE CÍA, Á. (2012). *La conservación de archivos fotográficos*. Documentos de trabajo, octubre - 1ª revisión. Madrid: SEDIC. Asociación Española de Documentación e Información. <https://www.sedic.es/wp-content/uploads/2019/06/conservacion-arch-fotograficos.pdf>. [consulta: 29/01/2021].

FUENTES DE CÍA, Á. y ROBLEDANO ARILLO, J. (1999). "La identificación y preservación de los materiales fotográficos". En *Manual de documentación fotográfica*, del Valle, F. (coord.). Madrid: Síntesis, 43-76.

GARCÍA BUSTOS, I. (2017). *Medidas de conservación aplicadas al Archivo Fotográfico Hernández Pacheco de la Biblioteca Histórica Marqués de Valdecilla*. Trabajo Fin de Máster. Director: Jorge Rivas López-Universidad Complutense de Madrid. 9-11. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/43905/>. [consulta: 29/01/2021].

GASPARINI, L. (2012). "Análisis y recogida de datos para la conservación e per gli interventi di restauro della fotografia". En *Il restauro della fotografia*, Cattaneo, B. (coord.) Florencia: Nardini Editore, 51-59.

GUTIÉRREZ REYES, C. (2019), "Restauración del Archivo fotográfico E'42". En *Conservación de Arte Contemporáneo*, 20ª Jornada.

Madrid: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, 129-134.
<https://www.museoreinasofia.es/publicaciones/conservacion-arte-contemporaneo-20a-jornada>. [consulta: 29/01/2021].

LAVÉDRINE, B. Y MONOD, S. (2003). *A guide to the preventive conservation of photograph collections*. Los Angeles: Getty Conservation Institute.

LAVÉDRINE, B., GANDOLFO, J. P. Y MCELHONE, J. (2009). *Photographs of the past: process and preservation*. Los Angeles: Getty Conservation Institute.

MATÈ, D. Y PALAZZI, D. S. (coord. Ed.) (2015). *Scheda conservativa per i documenti fotografici*. Roma: ICCD. <http://www.iccd.beniculturali.it/getFile.php?id=4072>. [consulta: 29/01/2021].

MATÈ, D. Y PALAZZI, D. S. (coord. Ed.) (2017). *Scheda conservativa Fotografia*. Revisione scheda 2.0. Roma: ICCD. <http://www.iccd.beniculturali.it/getFile.php?id=6072>. [consulta: 29/01/2021].

MESTRE I VERGÉS, J. (2014). *Identificación y conservación de fotografías*. Gijón: Trea.

NORRIS, D. H. Y GUTIERREZ, J. J. (2010). *Issues in the Conservation of Photographs*. Los Angeles: Getty Publications.

OCLC, VIAF®: *Virtual International Authorities File*. <http://viaf.org/>. [consulta: 29/01/2021].

PAVÃO, L. (2001). *Conservación de colecciones de fotografías*. Sevilla: Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico.

REILLY, J. M. (1986). *Care and identification of 19th-century photographic prints*. Rochester: Eastman Kodak Co.

RELLA, L. Y SACCANI, L. (2009). *Schede tecniche per il restauratore di dipinti murali, su tela e su tavola*. Milán: U. Hoepli.

ROOSA, M. (2002). "Care, handling, and storage of photographs". En *International Preservation Issues (IPI)* 5. <http://www.ifla.org/files/assets/pac/ipi/ipi5-es.pdf>. [consulta: 29/01/2021].

SALVADOR BENÍTEZ, A. (coord.) (2015). *Patrimonio fotográfico: de la visibilidad a la gestión*. Gijón: Trea.

SCARAMELLA, L. (2003). *Fotografia: storia e riconoscimento dei procedimenti fotografici*. Roma: Edizioni De Luca.

ZAFARANA, S. (2007), "Un progetto di catalogazione per il Fondo Whitaker". En *Il Fondo Fotografico Whitaker - Catalogazione e conservazione attraverso la formazione professionale*, Mandina, R. (coord.). Palermo: Crimisos Societa' Cooperativa, 22-27. http://www.crimisos.it/FSE_06/Fondo%20Fotografico%20Withaker.pdf. [consulta: 29/01/2021].

Autor/es



Sara Brancato

sa.brancato@gmail.com

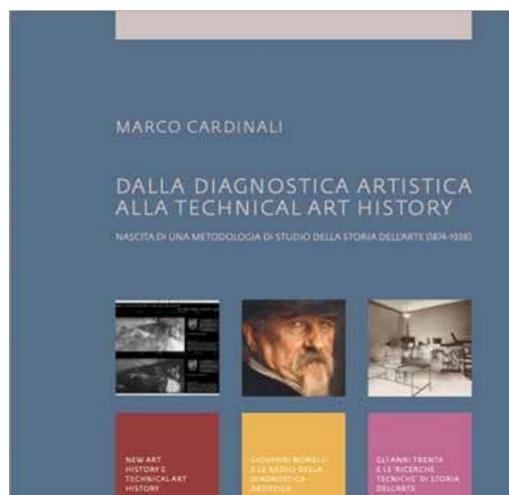
Facultad de Bellas Artes (UCM)

Restauradora de bienes culturales, licenciada en Restauración con especialización en arte contemporáneo (Accademia di Belle Arti di Brera, Italia, 2006-2012). Ha trabajado tanto en el sector público como el privado como colaboradora y como restauradora de obras de arte, en Italia y en España. En 2014 ha sido beneficiaria de la Beca FormARTE otorgada por el Instituto del Patrimonio Cultural de España (Madrid). Desde 2015 es doctoranda en Bellas Artes por la Universidad Complutense de Madrid (UCM), con una tesis sobre historia, conservación, restauración y valorización de los fondos fotográficos de la Facultad de Bellas Artes.
<https://orcid.org/0000-0002-4038-469X>



<https://doi.org/10.37558/gec.v19i.1007>

Reseñas



Dalla Diagnostica Artistica alla Technical Art History. Nascita di una metodologia di studio della Storia dell'Arte (1874-1938)

Cardinali, Marco

Editor: Kermes, 2020

ISBN: 978-88-32029-27-7

Dimensiones: 200 x 200 mm (a color)

Páginas: 149

Idioma: Italiano

En el último siglo, los avances tecnológicos y científicos propios de áreas de conocimiento como la física o la química se han ido sumando, progresivamente, como útiles herramientas con las que enriquecer los tradicionales estudios histórico-artísticos. Hoy, la Diagnóstico Artística (lo que en inglés se conoce como *Technical Art History*) se ha ido erigiendo en una disciplina científica al servicio del estudio técnico de la obra de arte, a caballo entre los intereses histórico-artísticos y los conservativos. Incluso, se ha instituido como una rama metodológica de la Teoría del Arte, primero adscrita al epígrafe del *Formalismo* y, desde hace ya décadas, como una superación técnica del mismo; una suerte de *Metaformalismo* –si se me permite la expresión–, que sobrepasa los límites de la mera visualidad superficial para incurrir en aspectos mucho más complejos. Precisamente el visible era el campo en el que tradicionalmente se movía cualquier observación de índole *formalista* (es decir, alusiva al estudio de la obra de arte a través del análisis comparativo de la forma y del estilo, incluyendo igualmente sus realidades material y procedimental y, en definitiva, su apariencia). Con los años, se vislumbraron nuevas realidades formales: modos de existencia y concreción de la obra de arte en otras regiones –a priori invisibles– del espectro electromagnético que eran traducidas a imágenes visibles, revelando aspectos que ordinariamente no se dejaban percibir ni contemplar. Probablemente, fue el interés en los asuntos conservativos (en su condición física; su realidad patológica y su intrahistoria) lo que, –al menos inicialmente– acabó comportando el uso de ciertas tecnologías propias del ámbito estrictamente científico en un campo –el de la Historia del Arte– que, había sido en cambio, desde los tiempos de Winckelmann, casi un bastión exclusivo del gremio humanístico. Pero, ¿cuándo surgió aquel nuevo enfoque?

Las investigaciones de Giovanni Morelli, con una mirada crítica y profundamente científica, constituyeron la primera referencia epistemológica, permitiendo sentar las bases del *formalismo* como un sistema de estudio inductivo e indiciario. Se trataba, en esencia, de una metodología necesaria para afrontar los sólitos dilemas de estructuración que planteaba una disciplina que, contando por entonces con poco más de un siglo, pretendía enfrentarse a desproporcionados ejercicios de sistematización histórico-artística. Abrumadoras empresas de ordenación de infinitos *corpus* de obras –originales, versiones y copias– tanto de insignes como –mucho más habitualmente– de ignotos artistas.

Con el múltiple fin de indagar en las medidas más pertinentes de preservación de las obras; anticipar y sortear (o a veces paliar) sus problemas de conservación; reconocerlas y valorarlas en todas sus dimensiones; poder atribuirles de forma más certera; y situarlas más precisamente en las coordenadas espaciotemporales, las bondades del método positivista hicieron que aquellas metodologías se granjearan, por sí solas, una merecida reputación entre los profesionales del patrimonio. Especialmente desde el primer tercio del siglo XX, muchos grandes museos y colecciones de todo el mundo apostaron por una nueva aproximación a sus fondos que permitiese un conocimiento mucho más empírico del hecho artístico, incorporando avances como la radiografía o la fotografía infrarroja para acometer una inspección más profunda de los estratos policromos, mediante técnicas analíticas y de diagnóstico por imagen. Pero la aceptación de tales metodologías no fue ni mucho menos inmediata: antes bien, vino a coincidir con el convulso marco contextual del frenético *entresiglos* y el enrarecido ambiente pre- y posbélico de la Gran Guerra; un momento en el que el imparable empuje del progreso

parecía comprometer los saberes tradicionales basados en la observación y el palpito, que hasta entonces acreditaba el método *formalista*. Como advierte el profesor Riccardo Lattuada en su prólogo, por una parte, los *connaisseurs* se revelaban dispuestos a reivindicar la primacía del ojo sobre la capacidad técnica de la máquina; esto es, de la experiencia visual y organoléptico-perceptiva pura, – intuitiva y espontánea–, frente a lo que atisbaban como una perversa mecanización del saber histórico artístico. Por otra parte, individuos ataviados con batas blancas se enfrentaban directamente a las obras de arte, con la voluntad de afrontar el problema de una interpretación científica de sus rasgos constitutivos y las complicaciones de su degradación.

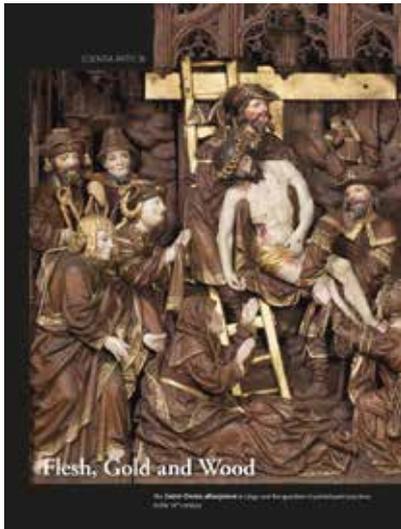
Cardinali divide el libro en tres capítulos. El primero versa en torno a la *New Art History* y la *Technical Art History*, presentando cuestiones semánticas y definiendo las crisis y transformaciones de la disciplina en el ocaso decimonónico. El segundo capítulo lo dedica a Giovanni Morelli; al paradigma indiciario del conocimiento a través de un nuevo método de razonamiento visual, y a las raíces de la llamada diagnóstica artística (nutridas, en aquellos embrionarios años, por los aportes de la fotografía a dicho campo). El tercer capítulo trata de las investigaciones técnicas en los años 30 del siglo XX, momento en el que florecen los primeros experimentos científicos en el incipiente análisis de obras de arte. Como colofón, el autor presenta un aparato documental y gráfico –de enorme valor histórico, sociológico, antropológico y epistemológico–; una especie de anexo con el que apoya, fundamenta e ilustra la investigación expuesta a lo largo de los antedichos capítulos.

Imbuido de los mismos intereses didácticos y de transferencia del conocimiento que caracterizan recientes publicaciones sobre este mismo tema, como la de Sandra Rossi (*Giorgione, Sebastiano del Piombo e Tiziano a Venezia. La diagnostica: conoscere per valorizzare* 2019), Cardinali nos plantea una regresión hacia los hechos que cimentaron el nacimiento de la llamada Diagnóstica Artística. Recoge con metódico rigor –y con un discurso ameno, razonado y claro– los principales hitos que, a lo largo de poco más de medio siglo (1874-1938), fueron vertebrando el crecimiento y avance de esta nueva metodología de estudio de la obra de arte. Así, el presente título se erige como una referencia imprescindible para entender los entresijos de la génesis de una disciplina creciente que, alumbrada por las incombustibles lámparas de la ciencia, supo hacerse un hueco en su día y que, como antaño, va sumando cada vez más adeptos; incluyendo nuevos repertorios metodológicos, y las más punteras tecnologías e instrumentaciones, sin cambiar, en esencia, el propósito final que ya afloraba en sus orígenes mismos.

Miquel Àngel Herrero-Cortell
Universidad Politécnica de Valencia



<https://doi.org/10.37558/gec.v18i1.804>



The Saint-Denis altarpiece in Liège and the question of partial paint practices in the 16th century

Flesh, Gold and Wood

Edited by Emmanuelle Mercier, Ria De Boodt and Pierre-Yves Kairis Royal Institute for Cultural Heritage Brussels. Diciembre 2020.

ISBN 978-2-930054-40-7

Dimensiones: 200 x 200 mm (a color)

Páginas: 483

Idioma: inglés y francés

La policromía parcial del prestigioso retablo tardogótico de San Dionisio se había tenido durante el pasado siglo por una intervención del XIX que finalmente ha resultado ser original. Aunque se desconoce su fecha exacta esta obra se encuadra entre 1522, año en que se menciona la necesidad de encargar el retablo, y 1537 cuando se anota una primera limpieza. La obra se realiza para el altar mayor de la Iglesia de la Colegiata de San Dionisio en Lieja, un pequeño principado del Sacro Imperio Romano Germánico donde reina el príncipe obispo Énard de La Marck (1505-1538).

San Dionisio es un retablo atípico. Su procedencia de los talleres de Bruselas estuvo asumida durante muchos años sin embargo, carece de las marcas de control de escultores y pintores características de los centros de producción de esta época que sirven para datar estas obras. Por otra parte, su policromía parcial, o semipolicromía, una práctica habitual en Alemania, no lo era en absoluto en los Países Bajos o en el principado de Lieja donde sus retablos se doraban y policromaban completamente. Demostrada su originalidad se convertía en el único retablo conservado, o conocido, cuya escultura en madera de roble se dejó mayoritariamente a la vista policromando únicamente las carnes y dorando los detalles decorativos de la arquitectura, de los ropajes, las armas y atributos de sus pequeñas figuras. El hallazgo se produjo con ocasión de los trabajos de conservación y restauración. Su directora, Emmanuelle Mercier, recuerda en el libro que era el último retablo brabantino conservado en Bélgica que aún no había sido investigado.

Con 10 metros es uno de los de mayor altura de esta región. Consta de predela y cuerpo, independientes entre sí, y ambos con sus correspondientes puertas

pintadas. Escenas de la vida y pasión de Cristo se suceden en el cuerpo principal y sus puertas, mientras que la vida del santo titular se desarrolla en la predela y sus propias puertas. En buen estado de conservación, y parece que nunca antes desmontado, fue despojado de sus puertas a finales del siglo XIX o principios del XX encontrándose en la actualidad parte de ellas expuestas junto al retablo y el resto dispersas en distintas colecciones.

Estos y otros aspectos son tratados en profundidad en este libro que recoge más de veinte trabajos de destacados especialistas en torno a este retablo y su inesperada policromía. Todo ello es resultado tanto de los estudios e intervenciones llevadas a cabo entre 2012 y 2019 por el Institut Royal du Patrimoine Artistique (KIK-IRPA) como de las contribuciones del Simposio internacional, que organizó en 2015 la misma institución, y donde se debatió sobre este tipo de pintura parcial.

El primer tema del libro, a cargo de Pierre-Yves Kairis, sitúa el contexto histórico y cultural en el que se produjo el retablo de San Dionisio. El autor analiza la figura del diplomático y mecenas del arte quien desempeñará un importante papel en este retablo. Abierto a las nuevas ideas Énard marcará una ruptura con el siglo XV y contribuirá personalmente al renacimiento intelectual y artístico de esta época. A continuación, los trabajos tratan en detalle los distintos puntos de vista de los especialistas participantes en torno, sobre todo, a dos cuestiones principales. El empleo de la pintura parcial, que supuso un revulsivo en la investigación del retablo, y el análisis y debate sobre la complicada y escurridiza autoría de las distintas partes de la obra: el cuerpo, la predela y sus correspondientes puertas. Con un importante componente discursivo sobre el diseño del

programa iconográfico y de la dirección del retablo a cargo del pintor de Lieja, Lambert Lombard, posiblemente designado por el príncipe obispo.

Por nuestra parte, destacamos los descubrimientos revelados por el examen técnico, los análisis químicos y la dendrocronología realizados al retablo. Los trabajos de Emmanuelle Mercier y Jana Sanyova identificaron tratamientos desconocidos aplicados a la madera, antes y después del montaje del retablo, capas que, por otro lado, resultan semejantes a las documentadas en obras alemanas concebidas sin policromía. La coincidencia de materiales y procedimientos empleados para encarnar y dorar el cuerpo y la predela venían a contradecir las afirmaciones hechas hasta ahora sobre su concepción independiente. El estudio dendrocronológico, a cargo de Pascale Fraiture, ha permitido por su parte seguir el proceso de fabricación del retablo gracias al uso dado a las piezas extraídas de un mismo árbol. A partir de la estimación de la fecha de tala su estudio indica, además, la contemporaneidad de sus partes. Aunque, pequeñas piezas de ornamentación muestran que proceden de robles cercanos a Lieja es el roble del Báltico la madera de uso mayoritario y casi exclusivo en el conjunto de la obra.

El análisis realizado a partir de los nuevos hallazgos técnicos, históricos y documentales permitió al equipo del IRPA reconsiderar la datación de una policromía largamente considerada como del siglo XIX, haciéndola contemporánea, o cercana a la realización de la escultura, con una clara intencionalidad y cuyos valores estéticos señalarían la apertura y adaptación a las formas italianas.

De gran interés, sin duda, son también los análisis comparativos de San Dionisio con otros retablos del siglo XV y principios del XVI, así como con obras escultóricas de otros países europeos en las que se estudiaron los distintos niveles de policromía –policromía parcial, sin policromía, monocromía, etc. –. Del mismo modo, se explora la aplicación y función del color en obras elaboradas con otros materiales como la plata, el alabastro, etc. El libro cierra, finalmente, con una mirada a los eventos culturales y artísticos que marcarían el éxito de la monocromía en el renacimiento italiano.

Como es costumbre en Scientia Artis este número 18 incluye abundante documentación gráfica general y pormenorizada de las obras estudiadas. Las publicaciones de esta serie presentan los resultados de proyectos de investigación y eventos científicos organizados por el Institut Royal du Patrimoine Artistique (KIK-IRPA), Brussels.

Ana Carrassón

Instituto del Patrimonio Cultural de España



<https://doi.org/10.37558/gec.v18i1.804>

www.revista@ge-iic.com



Edición digital del GEIIC