

Cuantificación del daño y estudio de materiales para la restauración de la imagen de la Virgen del Carmen

Álvaro Villagrán Piccolini y Alejandra Bendekovic de la Puente

RESUMEN

En el contexto de la primera etapa que comprendió la evaluación de la factibilidad de restauración de la imagen de la Virgen del Carmen, los Laboratorios de Análisis y de Monumentos del CNCR realizaron los estudios de materiales que permitieron orientar la intervención de la imagen. Estos estudios estuvieron focalizados en dos áreas principales: el análisis de la imagen que permitió caracterizar los daños presentes en ella, y el estudio de los posibles materiales y técnicas de intervención que se pudieran aplicar. Como parte de la caracterización de daños, se cuantificó la profundidad de las quemaduras, tomando micromuestras de las zonas carbonizadas hasta alcanzar la madera determinando su estado mediante un análisis de microscopía óptica. Los resultados indicaron que el espesor de la capa carbonizada llega a los 7 mm en el caso de la imagen de la Virgen, mientras que en la imagen del Niño los niveles alcanzaron los 12 mm.

Por otra parte, los estudios dirigidos a determinar los materiales y técnicas de intervención más apropiadas consistieron en elaborar modelos de madera quemada y consolidar las zonas carbonizadas con soluciones de PVA-AYAF y Paraloid B72 en acetato de etilo en distintas concentraciones, aplicándoles luego capas de preparación de carbonato y sulfato de calcio. Los modelos fueron sometidos a etapas sucesivas a cambios controlados de temperatura, humedad y radiación equivalente a la solar, además de pruebas de resistencia mecánica. Durante el proceso se les hizo un seguimiento en forma sistemática para evaluar cualquier cambio observable tanto a nivel macroscópico como microscópico en la superficie. Los mejores resultados se obtuvieron con una solución de Paraloid B72 con concentraciones de 5% y 10%

Palabras clave: madera quemada, carbonización, consolidación, microscopía, envejecimiento.

ABSTRACT

As part of the first work stage that considered the evaluation of the feasibility to restore the sculpture of the *Virgen del Carmen*, the CNCR Analysis and Monuments laboratories carried out studies on the materials, which served to orient in the intervention of the image. These studies focused on two main areas: the analysis of the image, which led to the characterization of the damages, and the study of possible materials and intervention techniques that could be used. The damage characterization considered evaluating the depth of the burns by collecting micro-samples of carbonized areas up to the wood, determining its state through optical microscopic analysis. Results indicated that the carbonized layer of the image of the Virgin reached a thickness of 7 mm while for the image of the Child, reached levels of 12 mm.

Meanwhile, the studies conducted to determine the most appropriate materials and intervention techniques, consisted on preparing models of burnt wood and consolidating the carbonized areas with solutions of PVA-AYAF and Paraloid B72 in ethyl acetate at different concentrations. Then layers of calcium carbonate and sulphate preparations were applied. The models were subjected to successive stages of controlled changes in temperature, humidity and sun-equivalent radiation, in addition to mechanical resistance testing. Throughout the entire process, the models were systematically followed up to evaluate any macroscopic and microscopic observable change of the surface. The best results were obtained with a 5% and 10% concentrate of Paraloid B72 solution.

Key words: burnt wood, carbonization, consolidation, microscopy, ageing.

Álvaro Villagrán Piccolini, químico, Jefe Laboratorio de Análisis CNCR.
avillagrán@cncr.cl

Alejandra Bendekovic de la Puente,
conservadora-restauradora.
alebendekovic@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

Los análisis del estado de la imagen de la Virgen del Carmen así como de los posibles materiales de intervención tuvieron por objetivo determinar la metodología a emplear y su factibilidad técnica. Dicha viabilidad pasó, en primera instancia, por consolidar el sustrato carbonizado para poder efectuar sobre éste una nueva policromía.

De acuerdo con las discusiones llevadas a cabo por el grupo técnico¹ encargado de evaluar la factibilidad de una eventual intervención de la imagen de la Virgen del Carmen, y en base a consideraciones antracológicas combinadas con el análisis de imágenes anteriores al incendio, se concluyó que la superficie carbonizada aún mantenía la forma original y constituía un fiel reflejo de los rasgos auténticos de la obra y por lo tanto se decidió conservar dichas zonas. Esto planteó el desafío de desarrollar un método viable y efectivo para consolidar el sustrato carbonizado. Para esto, fue necesario establecer con un adecuado grado de precisión el nivel de profundidad de las quemaduras, con el fin de determinar un posible consolidante y su técnica de aplicación para convertir el sustrato carbonizado en una base compacta y resistente que permitiera reconstruir sobre éste la policromía.

Una vez cuantificado el daño el paso siguiente fue construir modelos de madera quemada que emularan el nivel de daño de la imagen con el fin de realizar pruebas con los posibles materiales de intervención propuestos y finalmente efectuar pruebas de resistencia mecánica y estrés ambiental.

Como el proceso de consolidación pretende conferir estabilidad mecánica al frágil soporte carbonizado se propuso emplear un polímero que pudiera ser aplicado en disolución. Se probaron dos polímeros que son normalmente usados en conservación; uno de ellos es el PVA-AYAF que presenta una plasticidad apropiada y temperatura de transición vítrea² relativamente alta, es comúnmente usado como adhesivo para madera, y el otro fue el Paraloid B72 que presenta una extraordinaria estabilidad frente al ambiente y a los sustratos sobre los que es aplicado pero posee una temperatura de transición vítrea más baja que el PVA-AYAF, aun considerando que dadas las características de la aplicación, la temperatura de transición vítrea así como la estabilidad cromática no eran en este caso relevantes. Además de elegir el aglutinante más adecuado fue necesario considerar uno de los factores difíciles de controlar en este proceso: el nivel de penetración del polímero. Por ello resultaba fundamental conocer el espesor de la capa carbonizada, de manera que el consolidante aplicado alcanzara idealmente la zona de la madera y prevenir algún posible desprendimiento de material en el futuro. Por otra parte, se sabe que el nivel de penetración de un consolidante en solución es inversamente proporcional a su concentración; sin embargo, el poder consolidante es directamente proporcional a su concentración³⁻⁴⁻⁵, por tal motivo fue necesario determinar la concentración óptima del

1 Grupo de trabajo compuesto por profesionales del área de la Restauración, e Historiadores del CNCR y externos.

2 La temperatura de transición vítrea corresponde a la temperatura bajo la cual un polímero se vuelve quebradizo.

3 Wang and Schniewind, 1985: pp. 77-91.

4 Shawn et al., 1990: pp. 26-32.

5 Arno, Schniewind and Eastman, 1979: pp. 247-255.

consolidante para obtener un adecuado grado de penetración y a la vez un adecuado nivel de consolidación. Por ello se efectuaron pruebas con distintas concentraciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cuantificación del daño

La cuantificación del daño se efectuó mediante microperforaciones con una broca de 1 mm de diámetro, el material extraído se preparó en forma de dispersiones en resina Melmount montadas sobre portaobjetos para ser analizadas mediante microscopía óptica con luz transmitida normal y polarizada empleando magnificaciones de 10X con un microscopio Zeiss modelo Axioskop 40, mientras que las imágenes fueron capturadas con una cámara Canon PowerShot G3.

Pruebas de consolidantes

Para las pruebas de consolidación se emplearon siete bloques de madera de laurel de 5,5 x 5,0 x 11,0 cm los que fueron carbonizados en su superficie formando un gradiente con espesores de carbonización en el sentido longitudinal desde 0 a 2,0 cm.

Soluciones de consolidantes:

- PVA-AYAF al 5%, 10% y 15% en acetato de etilo.
- Paraloid B72 al 5%, 10% y 15% en acetato de etilo.

Método de aplicación: Inyección mediante jeringa. Se consolidaron seis bloques con las soluciones preparadas, mientras que al bloque número 7 no se le aplicó consolidante quedando como control.

Bases de preparación:

- CaCO_3 (Carbonato de calcio) con tamaños de partículas $150\mu\text{m} < 600\mu\text{m}$.
- CaSO_4 (Sulfato de calcio) con tamaños de partículas $150\mu\text{m} < 600\mu\text{m}$.

Aglutinante: cola de conejo 10%

Aditivos: eugenol y glicerina

A los seis bloques consolidados se les aplicaron las bases de preparación en forma longitudinal generándose tres zonas: una con carbonato de calcio, una sin base y otra con sulfato de calcio. (Foto 1)



Foto 1: Bloques montados en los portamuestras.



Foto 2: Bloques sometidos a cambios climáticos.

Para someter los modelos al estrés ambiental se empleó una cámara climática (cámara de envejecimiento acelerado) Suga modelo X75SC. (Foto 2)

Condiciones experimentales:

Cinco ciclos de ocho horas con oscilaciones térmicas variables entre 15 °C y 45 °C⁶, variaciones de humedad relativa entre 20% y 95%, cantidad de radiación solar con intervalos intermitentes de dos horas con una energía de 50 W/m².

El registro de imágenes se realizó por medio de la misma cámara fotográfica a través de una lupa binocular Zeiss Stemi 2000-C iluminado con una fuente Zeiss KL 1500 LCD.

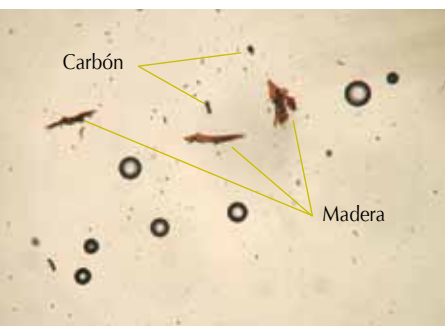


Foto 3: Dispersión con luz transmitida normal 10X.

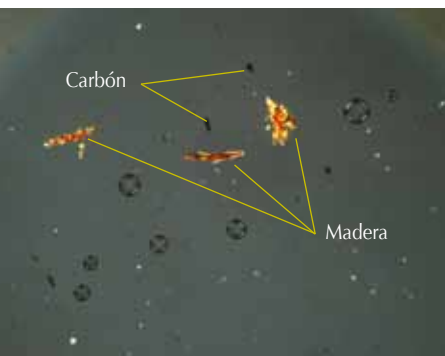


Foto 4: Dispersión con luz transmitida polarizada 10X.

RESULTADOS

Medición del nivel de profundidad de las quemaduras

Las dispersiones del material extraído de las microperforaciones indican claramente la ausencia o presencia de madera, esto último queda más de manifiesto al emplear luz polarizada, ya que se produce el fenómeno de rotación óptica debido a la presencia de las estructuras orgánicas quirales de la madera. (Fotos 3 y 4)

Las profundidades de las quemaduras medidas para cada punto se pueden observar a continuación. (Foto 5 y 6)

Profundidad del carbón

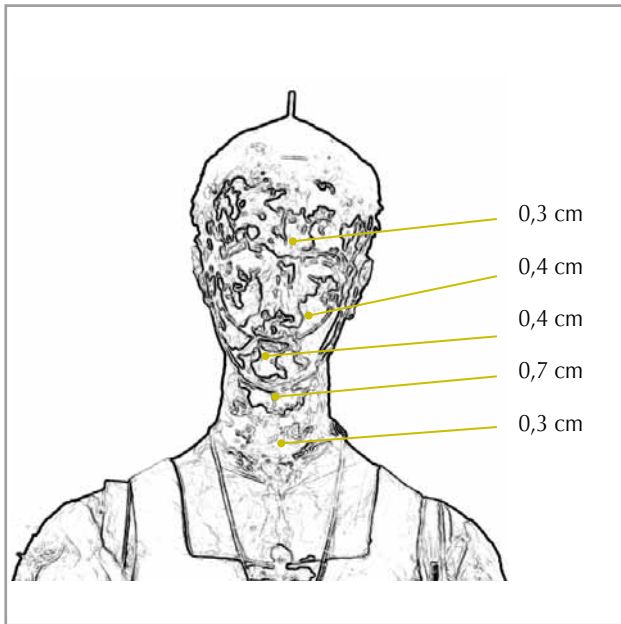


Foto 5: Profundidad de las quemaduras de la imagen de la Virgen y el Niño.

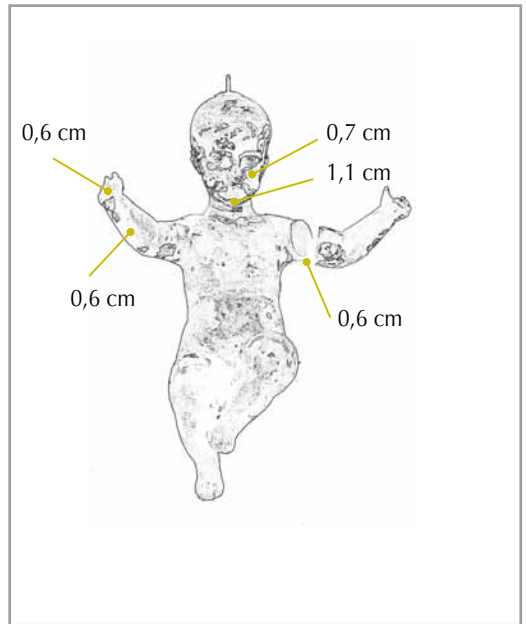


Foto 6: Profundidad de las quemaduras de la imagen del Niño.

Pruebas de estrés ambiental

La observación de la superficie no mostró alteraciones después de cada ciclo de cambios climáticos, sin embargo en el bloque control se observó cambio de color producto de la migración de material resinoso desde la madera hacia el carbón (Fotos 7 y 8), no obstante, la integridad del bloque se mantuvo. Por otra parte, los bloques consolidados con PVA muestran migración de éste hacia la superficie, lo que se puede apreciar por el brillo presente. (Foto 9)

Pruebas de impacto mecánico

Finalmente, los bloques se sometieron a sucesivos impactos mecánicos, con el fin de determinar si éstos podían resistir el movimiento y manipulación a los que sería sometida la imagen religiosa. Para ello se diseñó un sistema de bandejas

6 Gijsman, Meijersa, and Vitarellib, 1999: pp. 433-44.

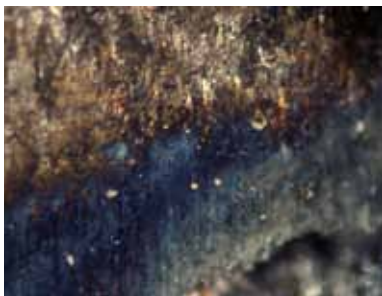


Foto 7: Zona del bloque control en estado inicial.



Foto 8: Zona del bloque control en estado final.

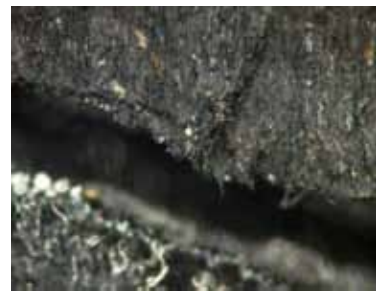


Foto 9: Migración de PVA a la superficie.

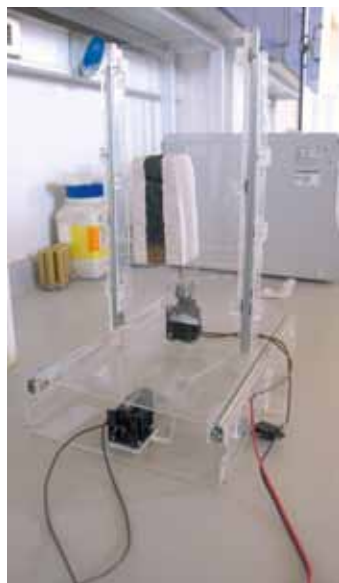


Foto 10: Bloque montado en dispositivo para pruebas de impacto mecánico.

de acrílico con movimiento en los ejes x e y, accionadas mediante un mecanismo de electroimanes al que se adosaron los bloques de madera (Foto 10). La prueba se prolongó por 24 horas de impactos intensos, donde se observó que todos los bloques pasaron la prueba.

CONCLUSIONES

Cuantificación del daño

Al evaluar el daño de la imagen, resulta fundamental cuantificar tanto su extensión como el grado de profundidad de las quemaduras, ya que sobre todo esto último es determinante para lograr un proceso de consolidación adecuado en términos del nivel de penetración del consolidante. Las dispersiones analizadas microscópicamente revelan una interfase madera-carbón reducida, es decir, el paso de carbón a madera es brusco lo que se explicaría por la forma rápida con que el fuego fue extinguido y enfriada la superficie luego del incendio.

Como resultado general de estos estudios, se determinó que la extensión e intensidad del daño es significativamente mayor en la imagen del Niño que en la de la Virgen, ya que la profundidad máxima de quemadura detectada en la Virgen fue de 7 mm en la zona del mentón, mientras que en las zonas verticales como el rostro se midieron profundidades del orden de 4 mm. En el caso del Niño las profundidades máximas de las quemaduras medidas fueron de 12 mm.

Estudio de la aplicabilidad de los materiales y técnicas de intervención para estabilizar el soporte

El resultado para cada uno de los modelos fue satisfactorio, obteniéndose mejores resultados al emplear Paraloid B72®, que a diferencia del PVA no presenta tendencia a migrar hacia la superficie en las condiciones usadas.

De acuerdo con los resultados obtenidos hasta ahora una consolidación con Paraloid B72® disuelto en acetato de etilo con concentraciones entre un 5% y un 10% confiere un grado de consolidación adecuado, se eligió el acetato de etilo. Por otra parte, las capas de preparación de carbonato y sulfato no sufrieron alteraciones



Foto 11: Fisura de la base de preparación debida a la fractura de la madera.

observables, excepto agrietamientos en la superficie en zonas donde la madera se fracturó producto de la excesiva humedad. (Foto11)

Por su parte las pruebas de impacto mecánico resultaron satisfactorias para todos los modelos. Finalmente y considerando todos los resultados obtenidos se concluyó que la mejor alternativa para consolidar es aplicar Paraloid B72® al 10% p/v en acetato de etilo.

BIBLIOGRAFÍA

- GIJSMAN P.; MEIJERSA G. AND VITARELLIB G. Comparison of the UV-degradation chemistry of polypropylene, polyethylene, polyamide 6 and polybutylene terephthalate. *Polymer Degradation and Stability*, v.65, 1999. pp. 433-441.
- SHAWN, M. C. AND SCHNIEWIND, A.P. Residual Solvents in Wood-Consolidant Composites. *Studies in Conservation*, v. 35, n. 1, 1990. pp. 26-32.
- SCHNIEWIND, A. P. AND EASTMAN, P.Y. Consolidant Distribution in Deteriorated Wood Treated with Soluble Resins. *Journal of the American Institute for Conservation*, v. 33, n. 3, 1979. pp. 247-255.
- WANG, Y. AND SCHNIEWIND, A.P. Consolidation of Deteriorated Wood with Soluble Resins. *Journal of the American Institute for Conservation*, v. 24, n. 2, 1985. pp. 77-91.

