

# APROXIMACIÓN ANALÍTICA A LA CONSOLIDACIÓN DEL REVERSO DE PINTURAS MURALES ARRANCADAS, MEDIANTE MATERIALES COMPOSITO DE TIPO EPOXI-CARGA INERTE

Pilar Soriano Sancho<sup>1</sup>, Dolores Julia Yusá Marco<sup>2</sup> y Lucía Bosch Roig<sup>1</sup>

Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia

<sup>1</sup>Taller de pintura mural

<sup>2</sup>Laboratorio de análisis físico-químico y control medioambiental de Obras de Arte

AUTOR DE CONTACTO: Pilar Soriano Sancho, pisan@crbc.upv.es

**RESUMEN:** *En este artículo se presenta la investigación llevada a cabo sobre materiales alternativos al tradicional caseinato cálcico, empleados en la consolidación del reveso de pinturas murales arrancadas. No en todas las obras arrancadas mediante la técnica del “strappo”, el caseinato cálcico consigue una buena consolidación de la película pictórica por el reverso, sobre todo en técnicas al seco o temples; de ahí la necesidad de introducir otro tipo de materiales, como las resinas epoxídicas. Se ha elaborado una serie de probetas realizadas con diferentes técnicas de pintura mural, que han sido arrancadas y tratadas por el reverso con distintas resinas epoxídicas, mezcladas con diversas cargas. Con el fin de determinar el grado de consolidación ejercido en los estratos pictóricos, se han extraído muestras que han sido analizadas mediante microscopía óptica y microscopía electrónica, obteniéndose resultados satisfactorios.*

**PALABRAS CLAVE:** consolidación, “strappo”, caseinato cálcico, resinas epoxídicas

## 1. INTRODUCCIÓN

El estado precario en el que muchas pinturas murales han llegado hasta nuestros días hace necesario, en algunas ocasiones, recurrir a las técnicas de arranque. Dentro de éstas destacaremos el *strappo*, técnica en la que la película pictórica es separada de su soporte original mediante la adhesión por su cara exterior a una tela o lienzo impregnada con una cola natural. Además, el traslado de la obra a un nuevo soporte requiere la consolidación del reverso de la película pictórica con un material con un poder aglutinante/adhesivo superior al exhibido por la cola animal utilizada en el arranque. El caseinato cálcico ha sido, tradicionalmente, el material usado para la consolidación por el reverso de pinturas murales arrancadas. Este producto, una vez seco, exhibe una elevada insolubilidad en agua, lo cual evitará pérdidas y/o alteraciones indeseadas de la película pictórica durante la eliminación de las telas encoladas aplicadas en su superficie externa durante el proceso de desprotección, proceso éste llevado a cabo con agua caliente.

Algunos autores, sin embargo, véase Barberó (2005), han señalado que el caseinato cálcico no consigue consolidar completamente la película pictórica. Este problema se observa, frecuentemente, en pinturas murales ejecutadas al seco o temples, de ahí la necesidad de introducir otro tipo de materiales. Como alternativa al sistema tradicional de consolidación del reverso Barberó propone el uso de una mezcla de resina epoxídica y cargas. Esta mezcla proporciona una buena consolidación de la película pictórica que evita alteraciones y/o pérdidas de ésta durante el proceso de eliminación de las telas de arranque con agua caliente.

Recientemente el Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio ha llevado a cabo un proyecto de conservación de las pinturas murales, de estilo neoclásico, que formaban parte de la decoración de la Iglesia de Nuestra Señora de los Ángeles, en Castielfabib, (Rin-

cón de Ademuz, Valencia), las cuales iban a ser eliminadas con el propósito de mostrar la primitiva decoración gótica de la iglesia que se hallaba debajo de las mismas. La iglesia, en origen gótica, había sufrido diversas reformas, de las cuales, la más agresiva, fue la reforma neoclásica, con la construcción de nuevas pilastras y arcos que fueron decoradas con motivos repetitivos pero diferentes en cada una de ellas. El proyecto arquitectónico de rehabilitación del templo, incluía la eliminación de dichas pilastras y arcos, con el fin de sacar a la luz toda la fábrica gótica. Dado que la decoración de pilastras y arcos neoclásicos se repetía a lo largo de varias pilastras e incluso en cada una de ellas, la dirección facultativa de la obra decidió conservar una muestra de cada una de las decoraciones diferentes. Para ello, y después de realizar una exhaustiva documentación gráfica y fotográfica, se procedió al arranque de cada uno de los motivos repetitivos, es decir, cinco medias pilastras y una parte de dos arcos diferentes. Se arrancó, asimismo, una pilastra entera como muestra de cómo era la decoración completa.

Las pinturas murales eran temples de cola, que exhibían una solubilidad significativa en agua. Pese a que la mejor técnica para arrancarlas hubiera sido el *stacco* (arranque de la película pictórica más su revoque externo o revoque externo e interno), utilizando como adhesivo de protección de la superficie externa una resina acrílica, (Paraloid B-72 o Elvacite) fácilmente eliminable, posteriormente, mediante disolventes orgánicos; las características de los morteros sobre los que se asentaban dichas pinturas – mortero muy fino directamente sobre la fábrica de ladrillo-, aconsejaron su arranque por medio de la técnica de *strappo*. Esta última técnica ofrecía la ventaja de poder separar la película pictórica de los revoques tanto externo como interno, facilitando tanto el arranque, como el transporte de las pinturas una vez arrancadas.

Sin embargo, el uso de la técnica del *strappo* planteaba el problema de las posibles pérdidas/alteraciones durante la eliminación de la tela

encolada de protección externa debido a la solubilidad de la película pictórica en agua. En este sentido, diversos ensayos previos realizados en probetas simulando diferentes técnicas de pintura mural aplicadas sobre diversos tipos de morteros de preparación pusieron de manifiesto que la consolidación del reverso con caseinato cálcico no impedía la pérdida significativa de la película pictórica durante el proceso de desprotección.

El presente trabajo incluye los resultados obtenidos en el conjunto de experiencias efectuadas en el laboratorio a raíz de la problemática que presentaba la consolidación de la decoración de la Iglesia de Nuestra Señora de los Ángeles arrancada mediante la técnica de *strappo*. En estas experiencias se ha evaluado la eficacia de distintos materiales basados en resinas epoxídicas como consolidantes aplicados por el reverso de probetas de seis años de antigüedad que fueron elaboradas recreando diferentes técnicas de pintura mural ejecutada sobre diferentes morteros preparatorios. De modo que las investigaciones no se centren en la consolidación del reverso de pinturas murales ejecutadas con técnica al temple de cola, sino que se amplíen a otras técnicas pictóricas murales a seco.

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos de la presente investigación se concretan en:

- Establecer el tipo de resinas epoxídicas que podrían sustituir eficientemente al caseinato cálcico en su función de aglutinar y consolidar, por el reverso, la película pictórica arrancada, pudiendo ser ésta de cualquier técnica al seco o temple.
- Establecer el tipo de carga inerte y la proporción óptima en relación al contenido de resina epoxi más adecuados para cada técnica a seco.
- Determinar el grado de consolidación de cada producto consolidante ensayado en el estrato pictórico de las diferentes técnicas de pintura al seco.
- Establecer la estabilidad de la película pictórica tras el proceso de desprotección.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Materiales empleados en la elaboración de probetas

Cal aérea apagada en pasta. Cales Pascual s.l.  
 Cal hidráulica. Cales Pascual s.l.  
 Cemento Pórtland mixto. CEM II / B-M (V-L) 32'5 N. UNE en 197-1. Lafarge Asland.  
 Arena muerta "La Palmereta". Valencia. (Arena de río lavada).  
 Yeso controlado YG (YG según norma UNE 102.010). Longips. Iberplaxo.  
 Pigmentos Conesland. Tierras minerales selectas: Ocre amarillo, Almagra, Sombra calcinada, Sombra natural, Siena natural, Siena calcinada, Óxido Rojo, Negro mineral, Blanco. Óxido de zinc, Amarillo indio, Azul Prusia, Azul cobalto, Tierra verde.  
 Pinturas acrílicas: Acrylicos Vallejo S.L.  
 Pinturas al óleo: Titán

### 3.2 Materiales empleados en la elaboración de los productos consolidantes:

Resinas epoxídicas:

- EPO 150 con endurecedor K-151. Epo-150 es un producto a base de resinas epoxídicas fluidas reticulables en frío mediante un endurecedor a base de aminos cicloalifáticas.

- EPO 121 con endurecedor k-122. EPO-121 es un adhesivo epoxídico bicomponente de acción rápida.
- EPOMIX LX-50, con endurecedor EPOMIX. Producto epoxídico de reacción, a base de resinas epoxídicas de baja viscosidad modificadas.

Cargas:

- Carbonato cálcico (marca CTS). Tamaño partícula promedio: 1-36  $\mu\text{m}$ .
- Cuarzita (marca CTS). Diámetro medio de los granos: 0,1-0,3 mm.
- Cuarzita superventilada (marca CTS). Tamaño partícula promedio: 177  $\mu\text{m}$ .

### 3.3 Instrumentación

- Microscopio estereoscópico marca Leica, modelo MZ APO, con sistema fotográfico adaptable e iluminación por fibra óptica. Resolución/ aumentos entre 8x y 80x.
- Microscopio electrónico de barrido (SEM) JEOL JSM5410 con microanálisis de rayos x Link-Oxford-Isis. Las condiciones de trabajo son: 20 kV y 2 10<sup>-9</sup>A.

### 3.4 Metodología de elaboración de probetas y productos consolidantes

En una primera serie de experiencias, se han realizado pruebas de consolidación por el reverso sobre probetas de 21 x 30 cm procedentes de pinturas murales preparadas seis años atrás con diversos morteros y distintas técnicas pictóricas obtenidas de arranques de las mismas mediante la técnica de *strappo*. Las Tablas 1 y 2 resumen el conjunto de técnicas pictóricas y tipos de morteros preparatorios que han dado origen a un total de 21 probetas.

Después de realizar los arranques y las consiguientes operaciones de preparación del reverso para recibir los distintos tipos de consolidante, éste ha sido aplicado a espátula. Los productos consolidantes ensayados son de tipo composito<sup>1</sup> epoxi-carga inerte y sus composiciones se resumen en la tabla 3:

Una vez culminado el proceso de consolidación, después de 15 días, se practicó la desprotección de la tela encolada de arranque, con agua caliente, a unas 80° de temperatura y con la ayuda de esponjas naturales.

### 3.5 Preparación de muestras como secciones transversales

Las muestras son introducidas en moldes de silicona, previo al montaje de las muestras se ha aplicado una capa de resina de poliéster de 0,5 cm de espesor que se habrá dejado endurecer.

Las muestras se disponen de dos en dos en cada molde cúbico en el punto central y dispuestas lo más próximo posible a los laterales del molde, registrando su posición. Se aplica una segunda capa de resina que cubra completamente la superficie y se dejan transcurrir 24 h hasta su completo endurecimiento. El corte del bloque de resina se efectúa con una sierra manual metálica según un plano perpendicular, que pasa por su centro, a la superficie de la muestra. Posteriormente, se realiza el prepulido con el papel abrasivo de número 220 para eliminar las irregularidades de la superficie de corte hasta que ésta quede uniforme. Después se procede a desbastar en húmedo por el plano lateral. Para eliminar el rayado producido por el papel abrasivo de grano grueso, se aplicará sucesivamente papeles abrasivos de número creciente, 500, 2400, 4000. Finalmente, se aplicará emulsión de alúmina hasta la eliminación total de las rayas.

Nº: 4 <i>Revoque interno:</i> cal apagada y arena (1:2) <i>Revoque externo:</i> cal apagada y arena (1:1) Técnica: temple cola	Nº: 5 <i>Revoque interno:</i> cal apagada y arena (1:2) <i>Revoque externo:</i> cal apagada y arena (1:1) Técnica: temple caseína	Nº:6 <i>Revoque interno:</i> cal apagada y arena (1:2) <i>Revoque externo:</i> cal apagada y arena (1:1) Técnica: temple huevo
Nº:7 <i>Revoque interno:</i> cal apagada y arena (1:3) <i>Revoque externo:</i> cal apagada y arena (1:2) Técnica: óleo	Nº:8 <i>Revoque interno:</i> cal apagada y arena (1:3) <i>Revoque externo:</i> cal apagada y arena (1:2) Técnica: encáustica	Nº: 9 <i>Revoque interno:</i> cal apagada y arena (1:3) <i>Revoque externo:</i> cal apagada y arena (1:2) Técnica: acrílico
Nº: 17 <i>Revoque interno:</i> yeso <i>Revoque externo:</i> yeso Técnica: óleo	Nº: 20 (b) <i>Revoque interno:</i> yeso <i>Revoque externo:</i> yeso Técnica: vinílico	Nº: 24 <i>Revoque interno:</i> mixto de cal apagada, arena y yeso (1:4:1) <i>Revoque externo:</i> mixto de cal apagada, arena y yeso (1:3:1) Técnica: temple cola
Nº: 25 <i>Revoque interno:</i> mixto de cal apagada, arena y yeso (1:4:1) <i>Revoque externo:</i> mixto de cal apagada, arena y yeso (1:3:1) Técnica: temple caseína	Nº: 27 <i>Revoque interno:</i> mixto de cal apagada, arena y yeso (1:4:1) <i>Revoque externo:</i> mixto de cal apagada, arena y yeso (1:3:1) Técnica: óleo	Nº: 29 <i>Revoque interno:</i> mixto de cal apagada, arena y yeso (1:4:1) <i>Revoque externo:</i> mixto de cal apagada, arena y yeso (1:3:1) Técnica: acrílico
Nº: 30 <i>Revoque interno:</i> mixto de cal apagada, arena y yeso (1:4:1) <i>Revoque externo:</i> mixto de cal apagada, arena y yeso (1:3:1) Técnica: vinílico	Nº: 34 <i>Revoque interno:</i> yeso <i>Revoque externo:</i> cal apagada y arena (1:1) Técnica: temple cola	Nº: 36 <i>Revoque interno:</i> yeso <i>Revoque externo:</i> cal apagada y arena (1:1) Técnica: temple huevo
Nº: 37 <i>Revoque interno:</i> yeso <i>Revoque externo:</i> cal apagada y arena (1:1) Técnica: óleo	Nº: 39 <i>Revoque interno:</i> yeso <i>Revoque externo:</i> cal apagada y arena (1:1) Técnica: acrílico	Nº: 40 <i>Revoque interno:</i> yeso <i>Revoque externo:</i> cal apagada y arena (1:1) Técnica: vinílico
Nº: 49 <i>Revoque interno:</i> cemento puro y arena (1:3) <i>Revoque externo:</i> cemento puro y arena (1:3) Técnica: óleo	Nº: 59 <i>Revoque interno:</i> cemento, cal apagada y polvo de mármol (1:2:3) <i>Revoque externo:</i> cemento puro y polvo de mármol (1:3) Técnica: acrílico	Nº: 60 <i>Revoque interno:</i> cemento puro y arena (1:3) <i>Revoque externo:</i> cemento puro y arena (1:2) Técnica: vinílico

Tabla 1

Técnica pictórica	Materiales utilizados
Temple de cola	Cola de conejo en tableta, disuelta al 30 % en agua. Comercializada por Casa Viguer, S.L.Pigmentos de la casa Conesland
Temple de caseína	Caseína en polvo, disuelta al 20% en agua. Comercializada por Casa Viguer, S.L.Pigmentos de la casa Conesland
temple de huevo	Yema de huevo de gallina. Pigmentos de la casa Conesland
óleo	Óleos Titan
encáustica	Cera de abejas disuelta en aguarrás Titan Pigmentos de la casa Conesland
acrílico	Acrílicas Vallejo.
vinílico	Resina vinílica Pigmentos de la casa Conesland

Tabla 2

Resina epoxi	Endurecedor	Carga inerte	Proporciones		
EPO 121	K-122	--	(80 g)	(20 g)	
EPO 150	K-151	carbonato cálcico	(22,5 g)	(7,5g)	(14,4g)
EPO 150	K-151	cuarcita superventilada	(36 g)	(12g)	(48g)
EPOMIX LX-50	Endurecedor Epomix	cuarcita	(4 vol.)	(2 vol.)	(3vol.)

Tabla 3

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Elección de productos composito

En primer lugar se ha procedido a evaluar diversos aspectos asociados a la trabajabilidad de los diferentes productos composito propuestos en este estudio cuando se aplican como consolidantes del reverso de pintura mural arrancada. En relación con las resinas epoxídicas cabe establecer:

#### Resinas epoxi

-Resina EPO 150 + endurecedor al 25% (m/m). Se trata de una resina bastante fluida, de aplicación fácil, que proporciona tiempos de trabajo prolongados, permitiendo su aplicación sobre grandes extensiones de pintura mural. Adquiere más consistencia a medida que se le añade más carga. Es transparente, si bien, dependiendo del tipo de carga, adquiere color.

- Resina EPO 121 + endurecedor 20% (m/m). Resina muy viscosa, de coloración blanca. El tiempo de trabajo es más largo. Fácil aplicación.

- Resina EPOMIX LX-50 base + endurecedor 33% (v/v). Resina fluida, aplicación fácil, posee tiempos de trabajo cortos.

#### Cargas inertes

- Carbonato cálcico. Tamaño partícula promedio: 1-36 µm. Adquiere un color beige, fácil de mezclar.

- Cuarcita. Diámetro medio de los granos: 0,1-0,3 mm. Se mezcla muy fácil.

- Cuarcita superventilada. Tamaño partícula promedio: 177 µm. Transparente, de aplicación rápida y buena.

### 4.2 Examen de pinturas murales consolidadas

Las probetas preparadas y consolidadas por el reverso fueron sometidas a tres procedimientos de evaluación: a) examen visual, b) examen mediante microscopio óptico, c) examen mediante SEM de muestras preparadas como secciones transversales.

Revoque interno	Revoque externo	Técnica pictórica	Resina	Conclusiones
Cal y arena (1:3)	Cal y arena (1:1)	Temple cola	EPO121	Pérdida notable de la película pictórica
			EPOMIX	Pérdida escasa de la película pictórica
			EPO150+ carbonato cálcico	No se observan pérdidas apreciables de película pictórica
			EPO150+ cuarcita superventilada	No se observan pérdidas apreciables de película pictórica
Cal y arena (1:3)	Cal y arena (1:1)	Temple caseína	EPO121	Pérdida selectiva de pigmento ocre
			EPOMIX	Pérdida selectiva de pigmento ocre
			EPO150+ carbonato cálcico	Pérdida selectiva de pigmento ocre
			EPO150+ cuarcita superventilada	Pérdida selectiva de pigmento ocre
Cal y arena (1:3)	Cal y arena (1:1)	Temple huevo	EPO121	Pérdida selectiva de pigmento negro y sombra
			EPOMIX	Pérdida selectiva de pigmento negro y sombra
			EPO150+ carbonato cálcico	Pérdida selectiva de pigmento negro y sombra
			EPO150+ cuarcita superventilada	Pérdida selectiva de pigmento negro y sombra
Cal y arena (1:3)	Cal y arena (1:1)	Óleo	EPO121	Pérdida selectiva de pigmento sombra
			EPOMIX	Pérdida selectiva de pigmento sombra
			EPO150+ carbonato cálcico	Pérdida escasa de la película pictórica
			EPO150+ cuarcita superventilada	Pérdida escasa de la película pictórica
Cal y arena (1:3)	Cal y arena (1:1)	Encáustica	EPO121	Pérdida selectiva de pigmento azul
			EPOMIX	Pérdida selectiva de pigmento azul
			EPO150+ carbonato cálcico	Pérdida selectiva de pigmento azul
			EPO150+ cuarcita superventilada	Pérdida escasa de pigmento azul
Cal y arena (1:3)	Cal y arena (1:1)	Acrílico	EPO121	No se observan pérdidas apreciables de película pictórica
			EPOMIX	No se observan pérdidas apreciables de película pictórica
			EPO150+ carbonato cálcico	No se observan pérdidas apreciables de película pictórica
			EPO150+ cuarcita superventilada	No se observan pérdidas apreciables de película pictórica
yeso	Yeso	Óleo	EPO121	Pérdida selectiva de pigmento sombra
			EPOMIX	No se observan pérdidas apreciables de película pictórica
			EPO150+ carbonato cálcico	Pérdida selectiva de pigmento verde
			EPO150+ cuarcita superventilada	Pérdida selectiva de pigmento sombra
yeso	yeso	Vinílico	EPO121	No se observan pérdidas apreciables de película pictórica
			EPOMIX	No se observan pérdidas apreciables de película pictórica
			EPO150+ carbonato cálcico	No se observan pérdidas apreciables de película pictórica
			EPO150+ cuarcita superventilada	No se observan pérdidas apreciables de película pictórica
Mixto de cal y arena / yeso (1:1)	Mixto de cal y arena / yeso (1:1)	Temple cola	EPO121	Pérdida selectiva de pigmento rojo
			EPOMIX	Pérdida selectiva de pigmento rojo
			EPO150+ carbonato cálcico	Pérdida selectiva de pigmento sombra
			EPO150+ cuarcita superventilada	Se pierden ligeramente todas las tonalidades.
Mixto de cal y arena / yeso (1:1)	Mixto de cal y arena / yeso (1:1)	Temple caseína	EPO121	Estable
			EPOMIX	Estable
			EPO150+ carbonato cálcico	Estable
			EPO150+ cuarcita superventilada	Se pierde ligeramente la pintura en la tonalidad marrón oscura
Mixto de cal y arena / yeso (1:1)	Mixto de cal y arena / yeso (1:1)	Óleo	EPO121	Se pierden ligeramente
			EPOMIX	Se pierden ligeramente los claros y bastante los oscuros.
			EPO150+ carbonato cálcico	Se pierden ligeramente los claros y bastante los oscuros.
			EPO150+ cuarcita superventilada	Se pierden ligeramente los claros y bastante los oscuros.
Mixto de cal y arena / yeso (1:1)	Mixto de cal y arena / yeso (1:1)	Acrílico	EPO121	Estable
			EPOMIX	Estable
			EPO150+ carbonato cálcico	Pérdida selectiva de pigmento negro
			EPO150+ cuarcita superventilada	Estable
Mixto de cal y arena / yeso (1:1)	Mixto de cal y arena / yeso (1:1)	Vinílico	EPO121	Estable
			EPOMIX	Estable
			EPO150+ carbonato cálcico	Estable
			EPO150+ cuarcita superventilada	Estable
yeso	Cal y arena (1:1)	Temple cola	EPO121	Pérdida selectiva de las tonalidades rojas. Y los blancos.
			EPOMIX	Se pierden ligeramente las tonalidades marrones y los blancos
			EPO150+ carbonato cálcico	Pérdida selectiva de tonalidades rojizas y ligeramente las tonalidades marrones.
			EPO150+ cuarcita superventilada	Bastante estable
yeso	Cal y arena (1:1)	Temple huevo	EPO121	Estable
			EPOMIX	Estable
			EPO150+ carbonato cálcico	Estable
			EPO150+ cuarcita superventilada	Estable
yeso	Cal y arena (1:1)	Óleo	EPO121	Los colores claros son estables; ligera pérdida de los colores oscuros
			EPOMIX	Ligera pérdida de todos los colores
			EPO150+ carbonato cálcico	Ligera pérdida de todos los colores
			EPO150+ cuarcita superventilada	Ligera pérdida de colores claros y oscuros
yeso	Cal y arena (1:1)	Acrílico	EPO121	Ligera pérdida del blanco, el resto de colores son estables.
			EPOMIX	Ligera pérdida del blanco, el resto de colores son estables.
			EPO150+ carbonato cálcico	Ligera pérdida del blanco, el resto de colores son estables.
			EPO150+ cuarcita superventilada	Ligera pérdida del blanco, el resto de colores son estables.
yeso	Cal y arena (1:1)	Vinílico	EPO121	Pérdida selectiva de los colores oscuros
			EPOMIX	Pérdida ligera de los colores oscuros
			EPO150+ carbonato cálcico	Pérdida selectiva de los pigmentos
			EPO150+ cuarcita superventilada	Pérdida selectiva de los pigmentos
Cemento puro	Cemento puro	Óleo	EPO121	Los colores son bastante estables.
			EPOMIX	Pérdida selectiva de los pigmentos marrones
			EPO150+ carbonato cálcico	Estables
			EPO150+ cuarcita superventilada	Estables
Cemento apagado	Cemento puro	Acrílico	EPO121	Ligera pérdida de blancos y tierras
			EPOMIX	Ligera pérdida de blancos y tierras
			EPO150+ carbonato cálcico	Estable
			EPO150+ cuarcita superventilada	Estable
Cemento puro	Cemento puro	vinílico	EPO121	Estable
			EPOMIX	Estable
			EPO150+ carbonato cálcico	Estable
			EPO150+ cuarcita superventilada	Estable

Tabla 5

Técnica artística	Composito
Óleo	EPOMIX
Acrílico	EPO 150+ carbonato cálcico; EPO 150+ cuarcita superventilada.
Vinílico	Todos los compositos proporcionaron resultado óptimo
Encáustica	EPO 150+ cuarcita superventilada
Temple de cola	EPO150+ carbonato cálcico
Temple de caseína	EPO 121; EPOMIX; EPO 150 + carbonato cálcico.
Temple de huevo	Todos los compositos proporcionaron resultado óptimo

Tabla 6

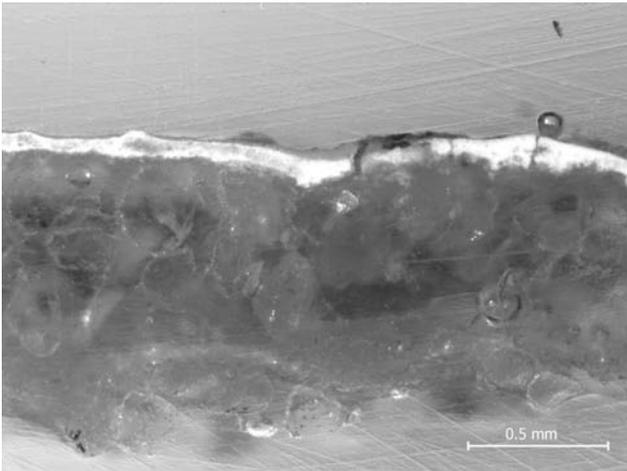


Figura 1. Muestra 4-2. A través de microscopía óptica

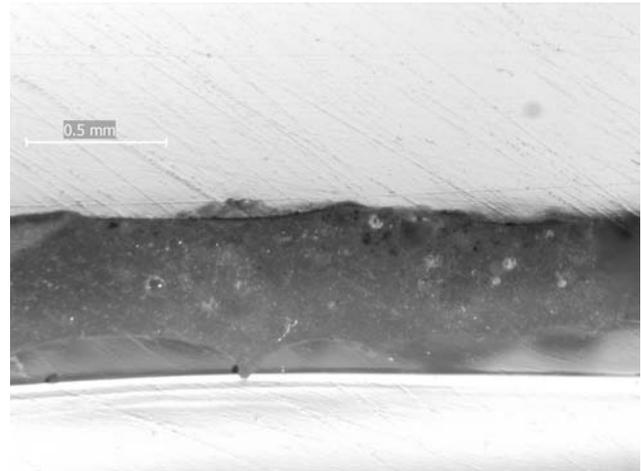


Figura 2. Muestra 49-4. A través de microscopía óptica

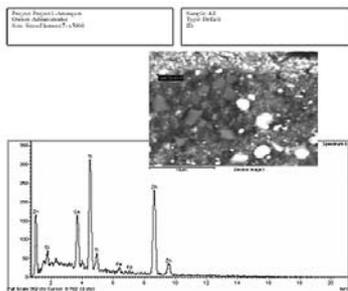


Figura 3. Muestra 4-2. A través de microscopía electrónica de barrido

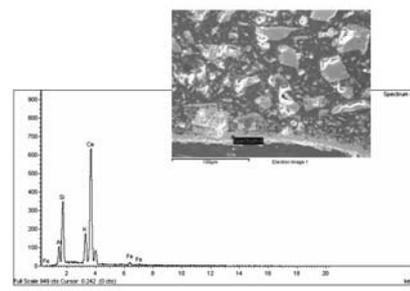


Figura 4. Muestra 49-4. A través de microscopía electrónica de barrido

#### 4.2.1 Examen visual de las recreaciones de laboratorio de pinturas murales

La tabla 5 resume las características morfológicas de las probetas

Esta observación preliminar permitió establecer los materiales compo- sito epoxídicos más idóneos para cada tipo de técnica pictórica estu- diada, los cuales se han resumido en la tabla 6

#### 4.2.2 Examen mediante microscopía óptica

La mezcla formada por EPO 121 más endurecedor K-122 no presenta adición de carga, por tal motivo no fue considerada en el examen mi- croscópico. Por lo tanto, de los cinco compo- sito únicamente han sido analizados cuatro de ellos, de los cuales han sido extraídas muestras que fueron analizadas mediante microscopía óptica obteniéndose los siguientes resultados:

**Muestra 4-2** (probeta n° 4: revoque interno de cal (1:3), revoque ex- terno de cal y arena (1:1), técnica pictórica temple de cola + resina EPOMIX + cuarcita). Se observa una buena adherencia de la película pictórica a la capa de compo- sito que en este caso exhibe un espesor de 1 mm.

**Muestra 20-2** (probeta n° 20: revoque interno de yeso, revoque externo de yeso, técnica pictórica vinílico + EPOMIX + cuarcita) de la resina. No se observa estrato preparatorio ni estrato de compo- sito lo cual sugiere que éste último, exento de carga inerte, ha actuado óptimamente como consolidante de la película pictórica.

**Muestra 24-3** (probeta n° 24: revoque interno mixto de cal, arena y yeso (1:4:1), revoque externo mixto de cal, arena y yeso (1:3:1), téc- nica pictórica temple de cola + resina EPO150 + carbonato cálcico). Mediante la lupa observamos como está totalmente adherido, sin huecos, pero no podemos observar si ha penetrado hacia la película pictó-

rica. Se observa una buena adherencia de la película pictórica a la capa de compo- sito que en este caso exhibe un espesor de 0,5 mm.

**Muestra 39-3** (probeta n° 39: revoque interno de yeso, revoque exter- no de cal y arena (1:1), técnica pictórica acrílico + resina EPO150 + carbonato cálcico). Se observa una buena adherencia de la película pictórica a la capa de compo- sito que en este caso exhibe un espesor de 0,6 mm

**Muestra 49-4** (probeta n° 49: revoque interno de cemento y arena (1:3), revoque externo de cemento y arena (1:4), técnica pictórica al óleo + resina EPO150+ cuarcita superventilada). En esta muestra se puede observar que el compo- sito ha penetrado ligeramente en los estratos pictóricos, en particular en el estrato preparatorio. Exhibe un espesor de 0,3 mm.

**Muestra 59-4** (probeta n° 59: revoque interno de cemento, cal y polvo de mármol (1:2:3) revoque externo de cemento y polvo de mármol (1:2), técnica pictórica acrílico + resina EPO150+ cuarcita superventilada). Se observa una buena adherencia de la película pictórica a la capa de compo- sito que en este caso exhibe un espesor de 0,5 mm.

#### 4.2.3 Examen mediante microscopio electrónico de barrido

Una vez observadas las muestras mediante el microscopio estereoscó- pico, se procedió a su examen mediante microscopía electrónica de barrido. En general, el conjunto de muestras examinadas mostró adecuada adhesión entre el compo- sito y los estratos pictóricos no apreciándose discontinuidades que evidenciasen juntas de unión mal formadas. No se apreció, sin embargo, penetración significativa del polímero epoxídico en los estratos pictóricos, lo cual es coherente con la elevada viscosidad que exhiben este tipo de resinas adhesivas. De este modo, parece plausible que el mecanismo de adhesión sea pre- dominante frente al de consolidación, si bien, suficientemente eficaz en la fijación de estratos pictóricos para evitar de forma eficiente la

pérdida del pigmento durante el proceso de desprotección de la tela encolada.

## 5. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha realizado el estudio de la penetrabilidad de composites epoxi utilizados para la consolidación del reverso de pinturas murales arrancadas. Tras los análisis mediante microscopía óptica de las muestras tomadas de las diferentes probetas, se ha deducido que los diferentes composites actúan por el reverso de las pinturas murales arrancadas como adhesivo por contacto y no como consolidante, puesto que no ha sido observada penetración alguna. Este dato ha sido confirmado mediante los análisis por microscopía electrónica de barrido, además de obtenerse la composición química elemental de las cargas inertes presentes en los composites.

Estos resultados han servido fundamentalmente para centrar futuras investigaciones en este campo en el estudio de las propiedades de adhesión de los productos composito así como en el comportamiento resistente de las superficies pictóricas tras el proceso de consolidación. Esta característica de resistencia de las superficies pictóricas de pinturas murales arrancadas y consolidadas por el reverso con composites epoxi podrá ser examinada empleando un nuevo equipamiento adquirido por el Laboratorio como es un abrasímetro lineal modelo 5750 *LINEAR ABRASER* Taber Industries.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación se ha realizado como una parte del proyecto I+D del Programa General de Promoción del Conocimiento (MEC) CTQ2005-09339-CO3-01 cofinanciado con fondos FEDER así como la ayuda complementaria a proyectos I+D de la Generalitat Valenciana ACOMP/2007/138. Las autoras desean expresar su agradecimiento a la Dra. María Teresa Doménech Carbó por la supervisión de este trabajo así como por sus sugerencias tanto en el desarrollo de la fase experimental como en la elaboración de este texto.

## NOTAS ACLARATORIAS

<sup>1</sup> Previamente a la elección de estos productos consolidantes tipo composito, se han elaborado 126 probetas, fruto de la combinación de las siguientes resinas epoxidicas:

- Resina EPO 155 + endurecedor K-156 al 50% (m/m)
- Resina EC 131 LV + endurecedor W342 2 %
- Resina EPO 150 + endurecedor K- 151al 25% (m/m).

- Resina EPO 121 + endurecedor K – 122 al 20% (m/m).
- Resina EPOMIX LX-50 base + endurecedor EPOMIX 33% (v/v).

Con las siguientes cargas inertes:

- Carbonato cálcico
- Cuarzita.
- Polvo de mármol
- Piedra pómez
- Polvo de ladrillo
- Cuarzita superventilada
- Sulfato cálcico

Se ha procedido a evaluar diversos aspectos asociados a la trabajabilidad de los diferentes productos composito propuestos en este estudio cuando se aplican como consolidantes del reverso de pintura mural arrancada y como resultado de estos ensayos preliminares se rechazan las siguientes resinas epoxi y cargas inertes:

- **EPO 155.** Produce cambios en el índice de refracción de la película pictórica así como en el grado de rugosidad de la misma.
- **EC 131 LV.** Tiempo de trabajo excesivamente corto.

Cargas inertes descartadas:

- **Polvo de mármol MK000.** Diámetro medio de los granos: 0,0 – 0,7 mm. Granulometría elevada.
- **Piedra pómez.** Tamaño partícula promedio: 0-90  $\mu$ . Imprime elevada dureza al composito.
- **Polvo de ladrillo.** Diámetro medio de los granos: 0 – 0,2 mm. Produce cambios cromáticos apreciables en la película pictórica.
- **Sulfato cálcico.** Tamaño partícula promedio: 1-36  $\mu$ . Produce cambios cromáticos apreciables en la película pictórica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barbero, J.C. (2005): “Una alternativa a los arranques tradicionales de pintura mural” en *Actas de Seminario sobre restauración de pinturas murales: Tratamientos y metodologías de conservación de pinturas murales. Aguilar de Campoo (Palencia) 20-22 julio de 2005*, Fundación Santa María la Real. Centro de Estudios del Románico, Aguilar de Campoo (Palencia – España).
- Soriano Sancho, P. et al. (2006): “Métodos de documentación de una pintura mural a extinguir”, *Arché. Publicación del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la UPV 1*.
- Soriano Sancho, P. et al. (2006): “Los arranques de pintura mural como método de documentación”, en *Preprints of the XVI International Meeting on Heritage Conservation*, Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

English version

TITLE: *Analytical approach to the consolidation of murals' reverse torn up through composite materials epoxy- inert load*

ABSTRACT: *This article presents the research carried out about alternative materials to the traditional calcium caseinate, used in the consolidation of torn wall paintings reverse. Not all the works obtained under strappo technique, calcium caseinate gets a good consolidation of the pictorial film by the backside, especially in dry techniques or soft distempers, hence the need for introducing other kinds of materials, such as epoxy resins. Some test tubes have been developed made with different techniques of mural, which have been torn and treated by the back side with a variety of epoxy resins, mixed with various loads. In order to determine the degree of consolidation exerted in the pictorial layers, samples that have been analyzed by optical microscopy and electronic microscopy have been extracted, obtaining satisfactory results.*

KEYWORDS: *Consolidation, strappo, calcium caseinate, epoxy resin*