

RECONSTRUCCIÓN CROMÁTICA DE LAGUNAS  
EN PIEZAS CERÁMICAS MEDIANTE  
TRANSFERENCIA DE IMPRESIONES DIGITALES  
SOPORTADAS EN PAPEL GEL



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



# RECONSTRUCCIÓN CROMÁTICA DE LAGUNAS EN PIEZAS CERÁMICAS MEDIANTE TRANSFERENCIA DE IMPRESIONES DIGITALES SOPORTADAS EN PAPEL GEL

TESINA DE MÁSTER EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE  
BIENES CULTURALES

Amparo Valero Ronda



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

Valencia 2008





## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que han colaborado o participado en este trabajo y sin las cuales la realización de esta tesina no hubiera sido posible, sobre todo a mi tutor, Dr. Jose Luis Regidor Ros y a Dra. Trinidad Pasies Oviedo, de quienes partió la idea de este tema tan interesante, y gracias también a ella por acogerme en el taller de restauración del Museo de Prehistoria de Valencia.

Mi especial agradecimiento también a Dra. Helena Bonet Rosado, directora del Museo de Prehistoria de Valencia, que permitió el uso de sus instalaciones y ofreció una pieza cerámica de su colección en la que basar la investigación. Y a Jaime Vives Ferrándiz, que buscó la cerámica más adecuada para el estudio.

A Juan Valcárcel, por su inestimable ayuda en las labores fotográficas.

A Marisa Martínez por su paciente explicación sobre los aspectos colorimétricos.

A Pacheco, Sarai Delhom y Abraham Torre, que han estado “a pie de impresora”, probando todas las formas posibles para conseguir los resultados deseados.

A la ceramista Amparo Ripollés, por conseguir hacer una réplica acertada cuando las condiciones no eran las óptimas.

A Xavier Simbor, por su apoyo y por conseguir el suministro de algunas materias primas.

Y, para finalizar, a todos los profesores que he tenido durante la Licenciatura y el Máster, por que con sus conocimientos todos ellos han contribuido un poquito en este trabajo.



## INDICE

Introducción	pg. 9
Objetivos	pg. 15
Metodología	pg. 15
Desarrollo	pg. 15
<b>I. Planteamiento de la cuestión</b>	<b>pg. 17</b>
1.1. La reintegración cromática en la restauración	pg. 19
1.1.1. Tipos y sistemas de reintegración	pg. 19
Arqueológica	pg. 19
No discernible	pg. 19
Discernible	pg. 20
1.2. La cerámica arqueológica y su reintegración	pg. 27
1.2.1. La reintegración de cerámicas	pg. 27
1.2.2. Materiales para la reintegración de cerámicas	pg. 27
Materiales para la reintegración volumétrica	pg. 28
Materiales para la reintegración cromática	pg. 29
1.2.3. Sistemas de reintegración en cerámica	pg. 29
Arqueológica	pg. 29
No discernible	pg. 29
Discernible	pg. 30
1.2.4. La reintegración de cerámicas en la actualidad. Criterios	pg. 34
1.3. Nuevas tecnologías: las tintas de impresión y las imágenes digitales	pg. 36
1.3.1. El papel gel y las transferencias de impresiones ink jet	pg. 39
1.3.2. Casos de empleo de transferencia de imágenes soportadas en PapelGel	pg. 40
<b>II. Caso de estudio e investigación</b>	<b>pg. 43</b>
2.1. Fase experimental con probetas y comparativa de resultados	pg. 45
2.1.1. Proceso de realización de las probetas	pg. 45
2.1.2. Observaciones sobre las transferencias en cada grupo de probetas	pg. 49
2.1.3. Pruebas de envejecimiento	pg. 52
2.1.4. Pruebas de solubilidad/reversibilidad	pg. 53

2.1.5. Conclusiones de la fase experimental con probetas	pg. 55
2.2. Experimentación sobre una réplica cerámica	pg. 56
2.2.1. El pueblo íbero y su cerámica	pg. 56
2.2.2. La pieza cerámica original	pg. 57
2.2.3. Intervención en la réplica cerámica	pg. 58
2.2.4. Resultados y conclusiones preliminares	pg. 62
<b>III. Conclusiones</b>	<b>pg. 63</b>
Conclusiones generales sobre las impresiones digitales y el PapelGel	pg. 65
Conclusiones sobre apariencia, estabilidad y resistencia de la fase experimental	pg. 65
Conclusiones sobre aplicabilidad y apariencia en reintegración de cerámicas	pg. 66
<b>Anexos</b>	<b>pg. 67</b>
Anexo 1: Tablas de las mediciones colorimétricas de las probetas	pg. 69
Anexo 2: Tablas de diferencia de color	pg. 75
Anexo 3: Intervención de la cerámica íbera de la Colección del Museo de Prehistoria de Valencia	pg. 79
3.1. Diagnóstico	pg. 79
3.2. Proceso de intervención	pg. 82
<b>Bibliografía</b>	<b>pg. 94</b>



# INTRODUCCIÓN



## I. INTRODUCCIÓN

Vivimos una época en la que la tecnología va ocupando huecos que hasta hace poco se consideraban tradicionalmente artesanales, y uno de estos campos es el de la conservación y la restauración.

Los avances científicos y tecnológicos descubren y aportan cada día nuevas técnicas y materiales que pretenden convertirse en algo de uso cotidiano. El campo de la reintegración cromática no es una excepción: la aparición de las tecnologías y los medios digitales de impresión promete una reconstrucción fidedigna, objetiva, rápida y de calidad en la reconstrucción cromática de lagunas. Pero, ¿es válido su uso en este tipo de intervenciones?, ¿cumple suficientemente con los criterios actuales de restauración?

Para aclarar dudas conviene recordar el concepto de laguna. Una laguna o faltante es una interrupción formal y/o estética de la unidad de la obra de arte y su materia física. Cesare Brandi la define como “...una interrupción del tejido figurativo (...) lo más grave respecto a la obra no es tanto lo que falta como lo que se inserta indebidamente...”<sup>1</sup>. Así pues, no sólo afecta negativamente a las obras lo que han perdido, si no también las malas restituciones.

Está claro que una interrupción de la unidad de una obra impide su correcta lectura e interpretación, y la reintegración es el paso fundamental para restituir esa unidad, pero hay que ser cautos a la hora de elegir los materiales y realizar las intervenciones. Siguiendo las teorías de Brandi y los actuales criterios de restauración, la acción reintegradora debe ser respetuosa con las obras a tratar, discernible para no caer en falsificaciones (bien o malintencionadas) y los materiales empleados deben ser estables, seguros, compatibles y probados.

Las impresiones digitales son algo muy reciente, muy joven, las tintas y demás materiales implicados no han sido específicamente formulados para su uso en la restauración y su comportamiento a largo plazo aún no es conocido, pero los estudios científicos intentan demostrar su viabilidad, resistencia e inocuidad y dichos materiales están en continuo desarrollo y evolución, propiciando la aparición constante de productos mejorados y adaptados a todas las necesidades.

Entonces, ¿es válido su uso en la restauración?. ¿Por qué no aprovecharlo si los estudios consiguen demostrar su validez? Y, lo más importante, ¿cómo podemos beneficiarnos de esta tecnología de impresión tan prometedora?

Las impresiones digitales ink jet, o por chorro de tinta, ofrecen una serie de posibilidades que ya se están probando con éxito en la reproducción y restauración de obras de arte, como las impresiones sobre lienzo de pinturas murales, pero el lienzo como soporte limita mucho el campo de actuación de este sistema. La solución más prometedora llegó hace pocos años de la mano de un nuevo material soporte: el PapelGel, un material laminar flexible, adaptable e imprimible que actúa como receptor de las tintas de impresión y las transfiere a la superficie deseada sin mediación de ningún otro material, siendo retirado y quedando únicamente los colorantes.

Aunque este nuevo material sigue en desarrollo ya ha sido utilizado en varios casos de diferentes características (reproducciones de retablos, de los murales de Santa María d'Àneu, en la reintegración de los murales de Santos Juanes), pero aun quedan muchas aplicaciones por descubrir.

En el presente trabajo se pretende su utilización, la del PapelGel como soporte de impresiones ink jet para realizar transferencias, en el campo de la reconstrucción cromática de lagunas en cerámicas. Los resultados de las experimentaciones son prometedores.

---

<sup>1</sup> BRANDI, CESARE: *Teoría de la restauración*. Ed. Alianza Forma, pg. 27. Madrid, 1988.



## OBJETIVOS, METODOLOGÍA Y DESARROLLO



## **OBJETIVOS**

El objetivo principal de este trabajo es determinar la idoneidad de las impresiones digitales ink jet soportadas en PapelGel® aplicadas por transferencia como material para la reintegración cromática de cerámicas, y la adaptabilidad de este nuevo material soportante, el PapelGel®, a formas y volúmenes tridimensionales. Se pretende así la integración de estos nuevos avances tecnológicos en el campo de la restauración de bienes culturales, en concreto en la reintegración cromática, considerado tradicionalmente como el más artesanal de todos los procedimientos.

También, como objetivo secundario, se ha pretendido una revisión de los criterios de restauración en general y de la reintegración cromática en particular, haciendo un repaso a los sistemas empleados en el pasado y en el presente.

## **METODOLOGÍA**

La metodología seguida para la consecución de este trabajo ha pasado por la reunión de material bibliográfico, su revisión y la experimentación.

Se ha obtenido información de diversas fuentes: libros, tesis doctorales, actas de congresos y artículos de revistas especializadas, así como de páginas web y foros de restauradores.

Se ha realizado una revisión de los criterios de restauración y reintegración actuales, así como de los diferentes sistemas empleados ayer y hoy.

La experimentación se ha desarrollado primero sobre probetas y finalmente sobre un modelo cerámico, en vistas a obtener conclusiones determinantes aplicables a objetos reales.

## **DESARROLLO**

El desarrollo de este trabajo se ha llevado a cabo en dos grandes bloques: el planteamiento de la situación de la reintegración cromática, y la fase experimental y de investigación en que se han aplicado los conocimientos teóricos adquiridos y se han obtenido conclusiones. A su vez, cada bloque se ha dividido en diversos puntos o capítulos relacionados entre sí.

En el bloque “Planteamiento de la situación” se ha hecho primero un repaso general al sentido y los sistemas tradicionales de reintegración cromática en restauración. A continuación se ha centrado el tema en la reintegración de cerámicas arqueológicas, atendiendo tanto a la reintegración volumétrica como a la cromática, ambas íntimamente relacionadas, y se han revisado los criterios actuales de intervención.

El bloque se cierra con el punto dedicado a las nuevas tecnologías, en el que habla de la aparición de las impresiones digitales y las impresiones ink jet, de su adopción primero en el campo artístico y posteriormente en el campo de la reintegración cromática; también se explica la aparición del PapelGel® como elemento soportante de estas impresiones para la realización de transferencias, comentando varios casos en los que se ha empleado como sistema de reintegración.

El bloque “Caso de estudio e investigación” se ha dividido en dos capítulos. El primero está dedicado a la experimentación de la aplicación de transferencias de impresiones ink jet soportadas en PapelGel® sobre probetas, para comparar su resultado con las técnicas cromáticas empleadas habitualmente en reintegración cromática de cerámicas (gouaches y pinturas acrílicas), y se incluyen pruebas de envejecimiento natural y acelerado, y de solubilidad/reversibilidad.

El segundo se centra en las posibilidades de aplicación de este nuevo sistema sobre objetos cerámicos. Se consiguió una reproducción de una cerámica íbera de la colección del Museo de Prehistoria de Valencia, y se probaron sobre ella las diferentes opciones de aplicación y ejecución de las transferencias.

El trabajo se cierra con las conclusiones obtenidas de esta investigación.





## I. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN



## **I. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN**

### **1.1. La reintegración cromática en la restauración:**

La reintegración cromática o pictórica es la acción más puramente restaurativa de todas las intervenciones de restauración, ya que trata de devolver la imagen o el valor estético a las obras y restituir su legibilidad para una buena interpretación sin ser un paso necesario para la conservación de las mismas.

Sin embargo, la importancia de la reintegración cromática es innegable: devuelve el sentido estético a la obra y, por tanto, restablece su legibilidad y su sentido como medio transmisor de un mensaje o de un reflejo de la sociedad y la época a la que perteneció.

La reintegración cromática es quizá el acto más llamativo y espectacular de todos los procesos de conservación-restauración, a la vez que el más complejo, polémico y, en parte, subjetivo. Esta subjetividad viene dada debido a la cantidad de criterios, metodologías y factores externos que condicionan su realización, por lo que el restaurador debe tener conocimiento de todos ellos y actuar con una visión crítica y objetiva para poder efectuarla correctamente en todos los sentidos.

La decisión por una u otra técnica o tipo de reintegración es el paso más problemático que el restaurador deberá afrontar, y debe valorar tanto los criterios vigentes como su propia habilidad y las características y necesidades de la obra: funcionalidad, extensión y ubicación de las lagunas, documentación existente y recursos disponibles de tiempo y presupuesto.

Además debe tener en cuenta que la reintegración cromática está íntimamente ligada a la reintegración volumétrica o restitución matérica de faltantes: los criterios y metodologías empleados en la reintegración de faltantes también deben conocerse a fondo porque condicionarán la posterior elección de uno u otro sistema de reintegración cromática (no todos los sistemas de reintegración cromática adecuados para un estucado a nivel lo son también en un estuco a bajo nivel)

#### **1.1.1. Tipos y sistemas de reintegración:**

Básicamente hay dos criterios de reintegración: la no discernible o ilusionista, y la discernible. Cada uno tiene diversos sistemas y metodologías para adecuarse a cada tipo de obra, unas en vigor hoy en día y otras descartadas por los actuales criterios de restauración. Podríamos hablar también de un tercer criterio de reintegración, el arqueológico.

CRITERIO ARQUEOLÓGICO: Consiste precisamente en evitar cualquier tipo de reintegración cromática, dejando los soportes vistos o, como mucho, aplicando una tinta neutra que disminuya el peso óptico de la laguna. Fue muy adoptado a partir de la Segunda Guerra Mundial, sobretodo en pintura mural<sup>2</sup>, pero hoy en día no es tan empleado para evitar el impacto visual de las lagunas no reintegradas.

NO DISCERNIBLE: También llamada ilusionista, imitativa, mimética o invisible. Como su propio nombre indica, se trata de reintegrar los faltantes o lagunas imitando al máximo la obra original para que no se aprecie que alguna vez existieron, reproduciendo tanto la cromía como la textura y el brillo, e incluso, en el pasado, los materiales constituyentes de la obra.

M. Mercado diferencia dos niveles de actuación dentro de la reintegración invisible: la ilusionista, que recrea una ilusión óptica que imita el original aunque manteniendo un criterio de respeto, y que es muy empleado por muchos restauradores y talleres de prestigio; y la mimética o de fantasía, que reconstruye la imagen mediante una reproducción "mimética" o de "fantasía", recomponiendo el original sin que se note nada que se ha restaurado, la mayoría de veces sin la necesaria información sobre cómo era el original y hasta inventando las partes

---

<sup>2</sup> MERCADO HERVÁS, MARINA: "Teoría de la reintegración cromática". En: *Cuadernos de Restauración*, nº 5, 2004, pgs. 11-21. ICCROM per Spagne 21.

desconocidas<sup>3</sup>. Este tipo de intervención es anterior a la aparición de las famosas “Cartas del Restauo” en el siglo XX.

La reintegración mimética, abanderada por Viollet-le-Duc<sup>4</sup> a mediados del siglo XIX, ha sido de práctica común hasta principios del siglo XX, y a causa de ella se han cometido infinidad de falsos históricos y estéticos a lo largo de los tiempos, llegando a cambiar en muchos casos el aspecto y sentido de las obras intervenidas hasta convertirlas en obras nuevas.

Actualmente se utiliza poco en la restauración de bienes culturales, pues prima el criterio de la discernibilidad de las intervenciones y del respeto al original, sin embargo aún se practica en piezas devocionales, objetos de anticuario, particulares y coleccionistas, donde prima el valor estético, sentimental y económico de las obras antes que su instancia histórica.

Los defensores actuales de este tipo de reintegración alegan razonadamente que estas intervenciones pueden ser reconocibles mediante la documentación gráfica del proceso y por técnicas de análisis que determinen la diferencia entre los materiales empleados en la reintegración respecto a los materiales originales de la obra.



Fig. 1: Detalle de reintegración ilusionista: la parte reintegrada de este azulejo es una pequeña zona de la esquina superior derecha (rodeada por el círculo rojo). La única forma de apreciar la intervención era detectar una ligera variación del brillo del barniz de la reintegración respecto al vidriado original, observando de lado y en oblicuo, y desde un punto muy concreto.

(Fotografía tomada de un azulejo árabe perteneciente a la colección del Museo del Louvre y cedido a la Fundación Bancaja para la exposición “Tres Imperios del Islam: Estambul, Isfahan, Delhi. Obras maestras de la colección del Louvre”. Julio a septiembre de 2008)

DISCERNIBLE O VISIBLE: El criterio de discernibilidad se basa en la diferenciación de la reintegración con el original. Fue adoptado oficialmente en el siglo XX, en la década de los 40-50<sup>5</sup>, con el objetivo es reducir al máximo el protagonismo de la laguna sin crear un falso histórico, esto es, que la intervención no moleste al ojo humano a la distancia de observación pero sea perfectamente reconocible a corta distancia para no eliminar la historia material de las obras.

Hay múltiples métodos y variables para lograr la discernibilidad de las intervenciones de reintegración, tanto a través del material de relleno como estuco a través de la cromía. La elección de uno u otro sistema depende de factores como la información disponible, los materiales y textura de la obra, la dimensión y el número de los faltantes, etc.

→ Discernibilidad a través del material de relleno:

- *a bajo nivel*: Consiste en aplicar el estuco por debajo del nivel real de la obra a reintegrar. Este desnivel puede variar de medio milímetro hasta tres, según el grosor y las características

<sup>3</sup> MERCADO HERVÁS, M.: *Op. cit.*, pg. 19-20.

<sup>4</sup> Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc (1814-1879). Diseñador, escritor y acuarelista francés formado en el estudio del arquitecto Hübner, definió sus criterios para la restauración en su obra *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle* (1845-1868): “...restaurar un edificio significa restablecerlo en un grado de integridad que pudo no haber tenido jamás...”.

MORALES, A.: “La cultura francesa de la restauración monumental: Viollet-le-Duc”. En: *Patrimonio histórico-artístico. Conservación de Bienes Culturales*, Historia 16, capítulo 12, pgs. 111-115. Madrid, 1996.

<sup>5</sup> LEGORBURU ESCUDERO, M<sup>a</sup> PILAR: *Criterios sobre la reintegración de lagunas en obras de arte y trascendencia del estuco en el resultado final según su composición y aplicación*. Tesis doctoral presentada en el Departamento de pintura de la Universidad Politécnica del País Vasco. Ed. Servicio editorial Universidad del País Vasco. Serie Tesis Doctorales. Lejona, Bilbao, 1995. Pg. 256.

de la obra. La reintegración cromática puede hacerse en los mismos colores y formas de la obra o empleando otras técnicas de discernibilidad a través de la pintura.

Este sistema ha sido utilizado en pintura mural, aunque ha caído en desuso debido a que el desnivel de la reintegración provoca sombras propias y arrojadas que alteran la correcta lectura de la obra. En la actualidad es el más empleado en cerámicas, pero no se utiliza en pintura de caballete, y apenas en esculturas.

- *coloreado o pigmentado*: consiste en pigmentar el material de relleno de las lagunas, normalmente con pigmentos, a fin de conseguir una tinta plana, neutra o similar a la de la obra y generalmente a bajo tono, y evitar una posterior reintegración cromática. Suele dejarse al mismo nivel que la obra.

El inconveniente de esta técnica es que la adición de pigmentos puede fácilmente disminuir la resistencia del material de relleno y alterar sus propiedades, además de la dificultad de ajustar el color por la variación de tono existente entre el estuco en húmedo y en seco. Para conseguir el tono deseado sin pérdida de resistencia del material de relleno se aconseja la realización de pruebas con diversos pigmentos y concentraciones antes de la aplicación del estuco, lo que implica que se alargue el tiempo del proceso.



Figs. 2 y 3: ejemplos de estuco a bajo nivel y estuco pigmentado en dos fragmentos de azulejo

- *texturización*: se trata de dar al material de relleno una textura, bien por presión-impresión, por incisión o por otros métodos (por ejemplo, adición de materiales de determinadas granulometrías al material de relleno).

De forma puntual se ha utilizado en el pasado en distintos tipos de obras, pero por su mal resultado estético no se emplea como un método de discernibilidad por sí mismo; cuando la obra tiene una determinada textura al material de relleno de los faltantes también se le debe dar una textura, pero esta textura no debe ser necesariamente idéntica a la original para así hacer reconocible la intervención.

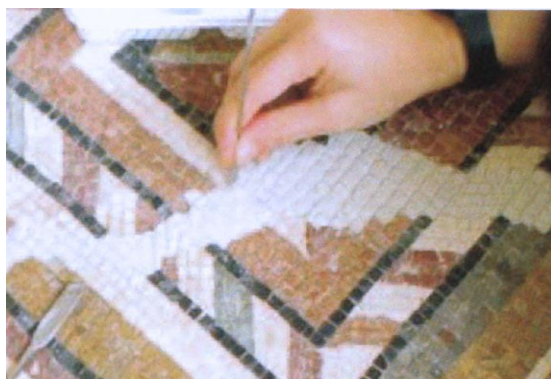


Fig. 4: Detalle del proceso de texturización de un mortero de relleno en un mosaico; mediante incisión-tallado se reproduce en el mortero que rellena la laguna la textura de las teselas del mosaico.

Fotografía obtenida del libro *La Conservación y Restauración del mosaico*, pg. 103 (Ed. UPV, 2004. Valencia)

→ *Discernibilidad por la cromía*: Se consigue a través del tono o color de la reintegración o aplicando la pintura mediante alguna técnica de grafismo. Se ha decidido incluir los sistemas de discernibilidad mediante grafismos en los de discernibilidad por la cromía porque aunque a la distancia de lectura de las obras no sean fáciles de distinguir, el hecho de emplear diversos

colores yuxtapuestos produce una vibración óptica que permite ver que no se trata de una parte original.

-según el tono o color: Hay dos formas: la tinta neutra y el bajo tono. Lo habitual es que sean aplicadas en tintas planas mediante pincel.

- *tinta neutra*: Consiste en pintar el material de relleno con una tinta de un supuesto color neutro para no llamar la atención sobre el faltante.

El inconveniente de este sistema es que el color nunca será realmente neutro porque se verá influido por los colores que tenga alrededor y, sobretudo en lagunas de gran tamaño y con escenas figurativas, puede acabar cobrando más protagonismo visual que la propia obra. La solución pasa por modular el color adaptándolo a las zonas circundantes a la laguna, en lugar de aplicarlo en tinta plana.



Fig. 5: Faltante en una pintura mural reintegrado mediante tinta neutra; realmente no se trata de una reintegración cromática ni de un mortero pigmentado, sino del color del propio material de relleno (cemento común) que tiene un tono "neutro". En este caso la laguna cobra mayor importancia visual que el conjunto de la obra.

La imagen es un detalle de los restos de unas pinturas murales ubicados en una capilla del claustro del monasterio de Morella.

- *bajo tono*: Como su nombre indica, se trata de reproducir la parte faltante de la imagen en unos tonos más claros que el original, aunque con los mismos colores. Puede confundir al espectador poco acostumbrado, ya que se aproxima mucho a la reintegración ilusionista, y atraer la mirada a la reintegración si es demasiado clara, especialmente en zonas figurativas, con la desventaja de que los colores pueden perder intensidad con el paso del tiempo y resultar ilegibles.



Fig. 6: Detalle de una reintegración realizada mediante el sistema del bajo tono; la zona reintegrada (la esquina inferior derecha) sigue los perfiles y colores del original pero en un tono más claro.

-según el grafismo: Se trata de realizar la reintegración cromática aplicando la pintura por yuxtaposición de capas de distintos colores puros mediante tramas o grafismos, sean trazos o puntos: los colores no se mezclan entre ellos en la paleta, sino en el ojo del espectador, consiguiendo así el color final por mezcla óptica.

La finalidad de usar sistemas de tramas es que la reintegración no sea claramente visible a la distancia de observación pero se que distinga el entramado a distancias más cortas, pudiendo así reconocerse la intervención.

Con los sistemas de grafismos se puede reproducir sin problemas cualquier tipo de volumen o textura de las obras, pero exigen destreza y habilidad por parte del restaurador para lograr resultados óptimos.

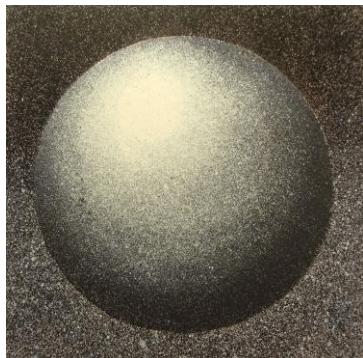


Fig. 7: Volumen logrado a través de un sistema de grafismo. El método ha sido el estarcido manual, utilizando reservas. Tan sólo se ha utilizado el color blanco y el negro, pero se ha conseguido una variada gama de grises gracias a la superposición de distintas capas con concentraciones varias de color.

Cromáticamente, los grafismos se pueden realizar utilizando los tres colores primarios<sup>6</sup> y opcionalmente el negro, según las necesidades de la obra, con lo que se consiguen tonos finales muy distintos en función de la densidad y concentración de cada color, o bien se puede elegir una selección de los colores que integran la obra (selección cromática), pero en ambos casos siempre en su forma pura.

Son varios los sistemas de tramas o grafismos que se pueden emplear: rigatino, tratteggio, punteado y estarcido.

- *rigatino*: La técnica del rigatino fue elaborada en el Instituto Centrale del Restauro de Roma, entre 1945 y 1950, inspirándose en las teorías de Cesare Brandi y Paolo Mora, y basándose en la técnica original de los primitivos italianos y de la pintura mural al fresco, en la que se consiguen los matices por yuxtaposición de trazos paralelos de color<sup>7</sup>.

Consiste en realizar una trama o rejilla tupida de color por yuxtaposición de trazos de pintura rectos, verticales y paralelos de tal forma que el entramado sea imperceptible para los ojos del espectador a la distancia habitual de lectura, y que se distinga a una distancia más corta. Los trazos deben ser netos y limpios, sin discontinuidades ni formación de gotas de pintura en los extremos.



Fig. 8: Detalle de la base del San Juanito de la Sala de Juntas de la Cofradía de los Servitas de Sevilla. La reintegración cromática consiste en un regatino efecto oro a la acuarela realizado por el restaurador Jose Ángel Ponce.

Los trazos son perfectamente rectos y paralelos entre sí

(Imagen obtenida de [www.lahornacina.com/articulossevilla.htm](http://www.lahornacina.com/articulossevilla.htm))

- *tratteggio*: Hay muy poca diferencia entre el regatino y el tratteggio, de hecho, en gran parte de la bibliografía consultada son considerados como una misma técnica, pero otros autores sí consideran que son dos técnicas ligeramente distintas: mientras en el regatino los trazos son ordenados rectos y paralelos, en el tratteggio son algo más espontáneos, menos rígidos y ligeramente oblicuos. Estos dos métodos son de uso normal en reintegración de pinturas murales y de caballete, y en policromías.

<sup>6</sup> amarillo, magenta y cian

<sup>7</sup> LEGORBURU, M<sup>a</sup> P.: *Op. cit.* pg. 258



Fig. 9: Ejemplo de cuatro trateggios. En las cuatro muestras se han utilizado los tres colores primarios (cian, amarillo y magenta) pero en distintas cantidades e intensidades, logrando tonalidades finales muy diferentes. Si se observa con detenimiento se puede apreciar que cada capa de trazos es ligerísimamente oblicua respecto a la inmediatamente inferior

En el trateggio los trazos no son necesariamente rectos, existiendo diversas variantes con las que adaptar la reintegración a las formas, texturas y volúmenes del dibujo de la obra, como el trateggio modulado, el curvo o el cruzado.

- *reglatino*: Variante del regatino que consiste en crear los trazos totalmente rectos y paralelos con la ayuda de una regla o guía. Esta técnica es apta para grandes superficies, sobretodo si que se encuentran a bastante distancia del espectador, como pinturas murales en cúpulas.

Se ha empleado en la reintegración de las pinturas de la tumba de la reina Nefertari, en Egipto, y más recientemente en los murales de la Ermita de San Antonio de la Florida, en Madrid<sup>8</sup>.



Fig. 10: Detalle de una reintegración por reglatino en un panel cerámico del siglo XVIII perteneciente a la colección del Museo Nacional de Cerámica y de las Artes Suntuarias "González Martí", en Valencia.

Se observa claramente que los trazos son continuos y perfectamente rectos y paralelos entre sí.

- *punteado*: También llamado caligrafía de puntos o puntillismo. Se basa en la yuxtaposición de puntos de colores puros siguiendo los principios del divisionismo y las investigaciones de los impresionistas y neoimpresionistas, especialmente la codificación de Seurat. El punteado ya era una técnica utilizada por los restauradores de los siglos XVII y XIX.<sup>9</sup>

Se adapta muy bien a muchos tipos de obras, pero requiere gran destreza de ejecución. Se emplea sobretodo en reintegración en lagunas de pequeño tamaño, tanto en obras de pintura de caballete como en pintura mural. En objetos arqueológicos sólo se ha utilizado en el pasado excepcionalmente, aunque tiene mucha aceptación en azulejerías por sus buenos resultados estéticos. Es la técnica que más se aproxima a la reintegración mimética pero conservando el criterio de discernibilidad.

<sup>8</sup> Se trata de unas pinturas murales realizadas por Francisco de Goya en 1798, y que fueron intervenidas en dos fases, la primera entre 1990 y 1993, y la segunda entre 2001 y 2005.

[www.mcu.es/patrimonio/MC/IPHE/Intervenciones/BienesMuebles/ObrasArte/ErmitaAntonioFlorida.html](http://www.mcu.es/patrimonio/MC/IPHE/Intervenciones/BienesMuebles/ObrasArte/ErmitaAntonioFlorida.html)

<sup>9</sup> LEGORURU, M<sup>a</sup> P.: *Op. cit.* pg. 261.





Fig. 11 (izad.): Punteado en escala de grises.

Fig. 12: Detalle de reintegración por punteado (obtenida de <http://www.sedoptica.es/revistas/pdfs/90.pdf>)

- *estarcido*: Se podría considerar como una variante del puntillismo. La pintura se aplica en capas monocromas por aspersión mediante técnicas manuales (cepillitos, vaporizadores, etc.) o mediante aerógrafo, creándose un entramado de puntitos de diferentes colores con los que se obtiene el color final por mezcla óptica. Los mejores resultados se obtienen con el aerógrafo, ya que consigue que todas las microgotitas de pintura tengan el mismo tamaño y se depositen de manera uniforme.

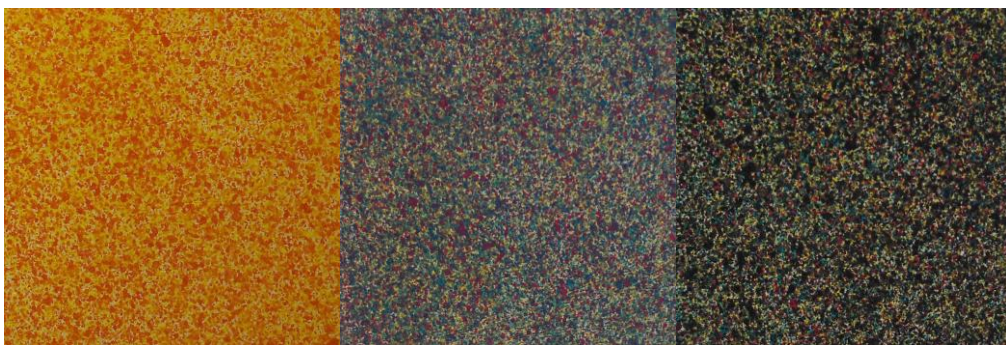


Fig. 13: Bicromía, tricromía y cuatricromía realizadas con colores básicos por estarcido manual de pinturas al agua (gouaches) mediante cepillo de dientes.

No es una técnica muy empleada para la pintura mural ni de caballete por su modo de aplicación, ya que necesita una preparación para no manchar la obra original y un sistema de reservas para controlar las formas que alargaría y complicaría el proceso por las características de las obras, pero es muy empleada en objetos tridimensionales, en especial en cerámicas, sobretodo cuando no se tiene que reproducir decoración ni figuraciones complejas.

Cabe mencionar la abstracción y la selección de color como sistemas reintegración discernible mediante tramas o grafismos. Legorburu menciona la abstracción-selección de color y la define de la siguiente manera:

- *abstracción – selección de color*: Técnica creada por Humberto Baldini y Ornella Casazza, consistente en la superposición de pequeños trazos de color entrelazados: en la primera capa son más tupidos y verticales, en la segunda los trazos se realizan en oblicuo con gesto libre y espontáneo, y en la tercera y la cuarta se aplican en otros colores y otras trayectorias. Esta técnica fue utilizada en la restauración del “Cristo de Cimabue” de Florencia<sup>10</sup>.

M. Sánchez Pons<sup>11</sup> aclara este punto diferenciando entre abstracción y selección cromática de esta forma:

- *abstracción cromática*: Tipo de reintegración que consiste en la aplicación pequeños trazos de colores puros, normalmente los cuatro predominantes en la obra, y que busca llevar

<sup>10</sup> LEGORBURU, Mª P.: *Op. cit.* pg. 264.

<sup>11</sup> SÁNCHEZ PONS, MERCEDES: *Revisión de técnicas y criterios en torno a la reintegración de pintura mural al fresco. Aplicación en las pinturas murales de la bóveda de la iglesia de Los Santos Juanes de Valencia*. Tesis doctoral presentada en el Departamento de C.-R. de la Universidad Politécnica de Valencia. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2002.

la laguna a un segundo plano sin hacerla desaparecer. Se recomienda para lagunas que no pueden completarse formalmente<sup>12</sup>.

- *selección cromática*: Los trazos de color sí reproducen el color y la forma de la imagen, pero cuando se dispone de la información necesaria. Se suele realizar mediante rigatino o, como lo propone Baldini, por *tratteggio*<sup>13</sup>, aunque también se realiza por punteado. Además, según Baldini y Casazza “la selección cromática consiste en elegir los colores a fin de conservar ciertos caracteres”<sup>14</sup>.

Estos dos medios de reintegración cromática (abstracción y selección) a través de grafismos (*rigattino* y *tratteggio*) son los que se emplean en la mayoría de reintegraciones pictóricas actuales.

→ *Otros métodos de discernibilidad*: Existen otros sistemas para lograr la discernibilidad de una acción de reintegración, en las que no intervienen los sistemas de tramas:

- *Abstracción lineal del dibujo*: Sobre un fondo claro o neutro se realiza un dibujo por líneas esquemáticas de las partes faltantes; si los datos son suficientes se puede reproducir todo el dibujo.

- *Abstracción cromática de los volúmenes*: Se reproducen de forma esquemática y en tintas planas de colores aproximados los volúmenes de las figuras.<sup>15</sup>

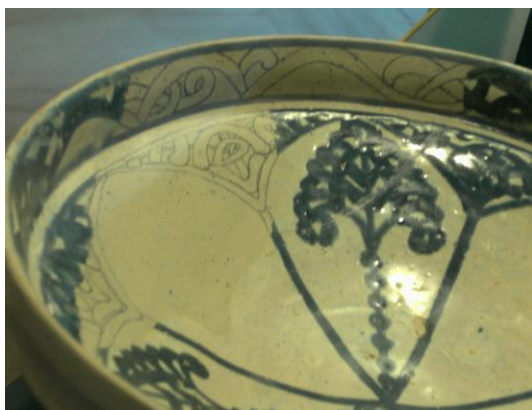


Fig. 14: Reintegración por abstracción lineal<sup>16</sup>



Fig. 15: Reintegración por abstracción cromática del volumen

Estas dos técnicas son también una buena opción en caso de no disponer de toda la información necesaria en faltantes de gran tamaño, especialmente en pintura mural, y fueron dos de las propuestas para la reintegración de los murales de la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia.

<sup>12</sup> SÁNCHEZ PONS, M.: *Op. cit.* pg. 150-151.

<sup>13</sup> SÁNCHEZ PONS, M.: *Op. cit.* pg. 154.

<sup>14</sup> MERCADO HERVÁS, M.: *Op. cit.* pg. 18.

<sup>15</sup> SÁNCHEZ PONS, MERCEDES: Revisión de técnicas y criterios en torno a la reintegración de pintura mural al fresco. Aplicación en las pinturas murales de la bóveda de la iglesia de Los Santos Juanes de Valencia. Tesis doctoral presentada en el Departamento de C.-R. de la Universidad Politécnica de Valencia. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2002.

<sup>16</sup> Imagen de un cuenco de loza de Manises de estilo malagueño de finales del s. XIV-principios del s. XV, perteneciente a la colección del Museo Nacional de Cerámica y de las Artes Suntuarias “González Martí”, en Valencia.

## **1.2. La cerámica arqueológica y su reintegración**

Poca atención ha merecido la conservación y restauración de objetos cerámicos a lo largo de la historia debido a que no son considerados como obras de arte, pero tienen un importante papel.

Los objetos cerámicos han acompañado al hombre casi desde el principio de la historia en su vida cotidiana: menaje de cocina y de mesa, recipientes para el transporte de todo tipo de sustancias y materiales, figuras y objetos religiosos e incluso adornos y piezas decorativas han sido realizados en cerámica debido al bajo coste y la maleabilidad de la materia prima (arcilla). Ésto es precisamente lo que otorga gran importancia a estos objetos: la cerámica arqueológica es un claro testimonio de las culturas pasadas, nos habla de su vida cotidiana, de sus rituales religiosos, refleja el alcance del nivel tecnológico de las civilizaciones a las que pertenecieron y es una inestimable fuente de información y documentación para el estudio de la historia.

Así pues, la cerámica arqueológica es un perfecto documento para el estudio de culturas desaparecidas, pero lo habitual es que llegue hasta nosotros de forma fragmentada, con faltantes que a veces son considerables y no permiten reconocer el objeto original; en este punto es donde entra la reintegración, que tiene la función de reconstruir esos faltantes para permitir la identificación y el estudio de las piezas.

Existe un cierto debate sobre la conveniencia o no de reintegrar los objetos arqueológicos de forma indiscriminada: no siempre es imprescindible para la conservación de las piezas, ni siquiera para su legibilidad por parte de los especialistas que las estudian, pero hay varios factores que intervienen para determinar si se realiza o no, como el grado de fragmentación, la información disponible y la funcionalidad de las piezas (si son objetos que se van a exponer al público o si van a estar almacenados)

De todos modos, la importancia de la reintegración formal (volumétrica y cromática) es innegable: facilita la identificación y el estudio de las piezas, convirtiendo los fragmentos en una unidad identificable y permitiendo a su vez profundizar en el conocimiento de las culturas y sociedades a las que pertenecieron; aporta estabilidad física a los objetos fragmentados, interviniendo así en su conservación; permite su legibilidad en piezas museables, acercando el conocimiento al público, con lo que los museos cobran su sentido de divulgación didáctica<sup>17</sup>, y, más directamente o menos, mejora la estética de los objetos.

### **1.2.1. La reintegración de cerámicas:**

La reintegración de los objetos cerámicos se ha venido haciendo casi desde el principio de la historia por motivos bien diferentes: recuperar su uso, contar con objetos de decoración o colección o, como en nuestros días, con fines de estudio, documentales y de exposición. Es por ello que los criterios seguidos en cuanto a metodologías y materiales no siempre han sido los más acertados en vistas a la perfecta conservación de los objetos a largo plazo y podemos encontrarnos con todo tipo de intervenciones y materiales que debemos conocer y distinguir.

### **1.2.2. Materiales para la reintegración de cerámicas:**

En cerámica arqueológica podemos hablar de reintegración formal como un paso que comprende la reintegración volumétrica y la cromática<sup>18</sup> ya que, especialmente en este caso, no se puede entender la una sin la otra.

A lo largo de la historia se han utilizado infinidad de materiales diferentes en la reintegración de cerámicas, muchos de ellos desacertados y que, como poco, han perjudicado la apariencia de los objetos, e incluso que han llegado a deteriorar las piezas. Los estudios y los avances de la ciencia han permitido discernir la idoneidad o no de cada uno y han logrado conseguir los

---

<sup>17</sup> FERNÁNDEZ, CARMELO: "Algunhas observacións sobre conservación e restauración de cerámica arqueolóxica en Galicia". Artículo en la revista *Labris* nº 1, pg. 42. Galicia, 1998.

<sup>18</sup> LASTRAS PÉREZ, MONTSERRAT: *Investigación y análisis de las masillas de relleno para la reintegración de lagunas en cerámicas arqueológicas*. Tesis doctoral presentada en el Departamento de C.-R. de la Universidad Politécnica de Valencia. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2007.

más adecuados a cada caso, y es importante tener conocimiento de ellos, tanto de los aceptados como de los descartados, para afrontar una labor de restauración.

#### Materiales para reintegración volumétrica:

El hombre ha empleado todo tipo de materiales para reparar y rellenar los faltantes de sus objetos o restaurarlos. Uno de los más antiguos según Koob es el alquitrán<sup>19</sup>, material pegajoso y oscuro, y quebradizo cuando envejece, utilizado ya en la prehistoria. También es muy antiguo el uso de arcilla sin cocer y de morteros de cal y yeso. Otras soluciones que se han adoptado pasan por el empleo de fragmentos cerámicos de otras piezas, mezclas de colas animales con cargas e incluso con papel y serrín, y hasta fragmentos de madera como refuerzo del interior de los estucados.

Podemos clasificar los estucos en inorgánicos, orgánicos naturales, sintéticos y comerciales preparados.

Los estucos orgánicos naturales son mezclas de materiales orgánicos diversos como caseína, colas animales, goma laca, resinas y barnices, o ceras con la adición de cargas inertes que pueden ser carbonatos cálcicos, yesos, óxido de zinc y, a veces, hasta mezclas con aceites, pigmentos y serrín. Aunque han sido muy empleados a lo largo de la historia, la mayoría de ellos son susceptibles de sufrir ataques biológicos, no tienen unas adecuadas propiedades mecánicas ni de envejecimiento y no son aptos para el relleno de faltantes en objetos cerámicos.

Los estucos de cera parecen remontarse hasta antes de época romana; su poca adherencia y tendencia a la decoloración hicieron que cayera en desuso hasta las últimas décadas, en que la Soprintendenza Archeológica per la Toscana en Florencia desarrolló la receta de la cera 176, que cumple con el criterio de reversibilidad además de ser química y biológicamente estable<sup>20</sup>.

Los inorgánicos son de uso muy antiguo; es habitual encontrar piezas de cualquier época reintegradas con estucos a base de cal o de yeso. Con el auge de la industria y la aparición de nuevos materiales de construcción en el siglo XX también se llegaron a utilizar morteros de cemento, un material totalmente inadecuado por su excesiva dureza, casi nula reversibilidad y mala estética. Actualmente se siguen empleando estucos de yeso o escayola por sus buenas propiedades, pero se deben elegir escayolas de calidad.

Las resinas sintéticas empezaron a aparecer en el siglo XIX y pronto se adoptaron para la elaboración de estucos sintéticos, siempre con la adición de cargas o materiales inertes; aunque los primeros no ofrecían buenas propiedades de manejabilidad y reversibilidad se siguió experimentando con nuevas resinas según aparecían, y en la actualidad se emplean resinas sintéticas acrílicas mezcladas con cargas inertes para la elaboración de estucos.

También el auge de la industria propició la aparición de las resinas epoxídicas, que se han empleado como masillas solas o con adición de inertes; su extrema dureza e irreversibilidad las hace poco aptas para cerámicas arqueológicas, aunque algunos talleres aun las utilizan.

Finalmente aparecieron los estucos comerciales, tanto en polvo como ya preparados para su uso. Su uso se ha extendido a casi todos los centros y talleres por su amplia variedad, su facilidad de uso y sus buenas propiedades. Destaca especialmente el amplio uso de Polyfilla<sup>®</sup> para interiores<sup>21</sup> en polvo, aunque también son empleados otros estucos como Liquitex<sup>®</sup> Modelling Paste<sup>®</sup>, Modostuc<sup>®</sup> o Liteplast<sup>®</sup>, todos ellos ya preparados.

---

<sup>19</sup> LASTRAS, M.: *Op. cit.*, pg. 102.

<sup>20</sup> LASTRAS, M.: *Op. cit.*, pg. 113.

<sup>21</sup> Polyfilla<sup>®</sup> para interiores (Policell Products) es un polvo de color blanco a base de yeso que incluye en su composición celulosa soluble en agua y agentes retardantes del secado. Se emplea mezclada en agua, formando una masilla de fácil manejo y buenas propiedades tras su secado. Se le puede añadir dispersiones acrílicas al 7-15% en agua para reforzarla y aumentar su resistencia.

Desde el siglo XVIII se viene investigando en la utilización de arcilla cocida para la reintegración volumétrica de cerámicas y en la elaboración nuevas piezas cerámicas con las que restituir las partes perdidas, pero hasta el momento no se ha conseguido un buen resultado en firme.

#### Materiales para reintegración cromática:

También en la reintegración cromática el hombre ha utilizado habitualmente los materiales que conocía o tenía más mano. Por ello se han utilizado todo tipo de temple orgánicos<sup>22</sup>, resinas y barnices, e incluso pinturas al óleo.

Una solución intermedia entre la reintegración cromática y la volumétrica ha sido y es la adición de pigmentos o tintes en el propio estuco. Con esto se perseguía un resultado estético más natural, más próximo a la coloración textura y opacidad de la pasta cerámica, pero que a la vez presenta problemas de adecuación del tono, que varía bastante del estuco hidratado a su estado ya seco, y de resistencia, ya que a mayor cantidad de pigmento mayor es la fragilidad del material de relleno

Lo más común ha sido utilizar pigmentos con aglutinantes naturales: colas, resinas y barnices, gomas u otras sustancias orgánicas como huevo o caseína, pero generalmente estas técnicas tienen un envejecimiento poco adecuado y algunas no suelen adaptarse bien estéticamente a las necesidades de la pieza.

A principios del siglo XX se empezaron a utilizar pigmentos aglutinados en resinas sintéticas; no con todas se han logrado buenos resultados pero sí han demostrado su valía las vinílicas o PVA y las acrílicas, de entre las que se siguen usando actualmente el Mowilith<sup>®</sup> M5 (vinílica) y el Paraloid B72<sup>®</sup> (acrílica)

Actualmente las pinturas al agua son las que tienen mayor aceptación; acuarelas, gouaches y acrílicos ofrecen muy buenos resultados estéticos, se adaptan a todo tipo de piezas y decoraciones y cumplen con los criterios de fácil reversibilidad, aunque se les debe aplicar algún tipo de protección o fijación para evitar que se disgreguen por contacto o que se vean afectadas por la luz, la temperatura o la humedad. Este paso se puede omitir sin problemas en el caso de las pinturas acrílicas porque debido a sus características poliméricas forma una superficie resistente a los agentes de deterioro.

#### **1.2.3. Sistemas de reintegración en cerámica:**

Como ya se ha visto, hay dos tipos de reintegración, no discernible y discernible, además de la "arqueológica", pero no todos sus sistemas y variables son aptos para la reintegración de cerámicas.

CRITERIO ARQUEOLÓGICO: Aunque podemos encontrar piezas de museo en que no se ha realizado una reintegración cromática y el estuco aparece blanco, a pesar de su nombre no se emplea actualmente en cerámica arqueológica porque la laguna cobra demasiado protagonismo respecto a la pieza.

NO DISCERNIBLE O ILUSIONISTA: El relleno de los todos los faltantes, incluso los más pequeños, se realiza al mismo nivel que el de la pieza e imitando su textura, y la reintegración cromática reproduce miméticamente el color, el brillo y la textura del original.

Se practicó mucho hasta entrado el siglo XX, especialmente en el siglo XVIII y XIX, cuando el descubrimiento de las ciudades de Herculano y Pompeya (1711 y 1748 respectivamente) propició el aumento del interés hacia los objetos arqueológicos, y el interés por éstos como piezas de coleccionista.

Este sistema sigue vigente en piezas de coleccionista y de anticuario, pero no es válido en cerámica arqueológica porque desestima la instancia histórica de los objetos. Sin embargo,

---

<sup>22</sup> Se entiende como temple toda aquella mezcla de pigmento con un aglutinante acuoso o semiacuoso de origen orgánico, sea natural o sintético: cola, huevo, goma, etc.

actualmente son cada vez más los talleres que proponen este tipo de intervención y alegan su validez amparándose en la documentación de los procesos y el uso de materiales reversibles<sup>23</sup>



Fig. 16: Detalle de una reintegración ilusionista o mimética. La zona del asa de la jarrita rodeada con el círculo rojo corresponde a la reintegración formal; el estucado se realizó al mismo nivel que las zonas restantes del asa, se emplearon los mismos colores y se imitaron las marcas de pinceladas igual que en el original y se aplicó un barniz brillante hasta que el aspecto de la reposición igualó el de la pieza.

DISCERNIBLE: Son muchos los sistemas y sus variables para lograr la discernibilidad de las intervenciones de reintegración en cerámica, tanto con el estuco a nivel como a bajo nivel. Se debe elegir uno u otro según la información disponible respecto al faltante, si hay decoración, dimensiones de las lagunas, ubicación final de la pieza, etc.

Se puede lograr la discernibilidad a través del estuco o a través de la cromía. Existe otra opción a medio camino entre ambas, que es la aplicación de un estuco pigmentado.

→ Discernibilidad a través del estuco:

-*estuco a bajo nivel*: muy habitual en cerámica arqueológica. Consiste en aplicar el estuco un poco por debajo del volumen de la pieza; este rebajado puede ser de apenas medio milímetro o de incluso dos o tres, según el grosor, peso y dimensiones de la cerámica. También se pueden biselar ligeramente los contornos de la zona reconstruida sin rebajar apenas el cuerpo del estuco<sup>24</sup>.

La reintegración cromática puede hacerse del mismo tono que la pieza original o empleando otras técnicas de discernibilidad (bajo tono, grafismo, etc.)



Fig. 17: Ejemplo de reintegración a bajo nivel. Aunque en esta pieza la reintegración cromática se ha realizado en el mismo tono y color que el objeto original, la aplicación del estuco por debajo del nivel real de la pieza facilita claramente la discernibilidad de la intervención

<sup>23</sup> LASTRAS, M.: *Op. cit.*, pg.47.

<sup>24</sup> PASÍES OVIEDO, TRINIDAD; CARRASCOSA MOLINER, BEGOÑA: "Alternativas en el proceso de reintegración de lagunas en cerámicas arqueológicas". En *Actas del XIV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, vol. II, pgs. 709-716. Valladolid, 2002.

-*estuco pigmentado o coloreado*: Consiste en pigmentar el estuco o masilla de relleno de las lagunas, normalmente utilizando pigmentos naturales, a fin de evitar una posterior reintegración cromática. Ajustar el color al de la pieza es complicado si no se realizan pruebas previas, ya que el tono en húmedo es mucho más intenso que una vez seco el estuco.

Se puede considerar a caballo entre la discernibilidad por el estuco y la discernibilidad por la cromía ya que el resultado final suele quedar de un color más claro que la pieza. Sin embargo puede dar malos resultados si no se ajusta bien el color y la cantidad de pigmento o colorante, las propiedades del estuco pueden verse alteradas por la adición de materiales ajenos, y pueden quedar “aguas” si no se reintegra toda la laguna de una sola vez, especialmente cuando no se calcula una cantidad suficiente de material de relleno para todo el faltante. Fue bastante empleado hasta principios y mediados del siglo XX, y aún se sigue utilizando bastante.



Fig. 18 y 19: Ejemplo de utilización de un estuco pigmentado. Aunque en húmedo el estuco tiene un color bastante intenso (fig. 18), una vez seco el tono varía y se aclara notablemente (fig. 19).

→*Discernibilidad por la cromía*: Se puede lograr a través del tono o color, o según el modo de aplicación, mediante alguna técnica de grafismo

-*según el tono*: tinta neutra y bajo tono. Lo habitual es que sean aplicadas en tintas planas mediante pincel, pero también se aplican por estarcido, tanto con el estuco a nivel como a bajo nivel.

-*tinta neutra*: Hace años, en pleno debate sobre el tema de la discernibilidad de las reintegraciones, se llegó a soluciones quizá demasiado puristas como la aplicación de la tinta neutra al campo de la cerámica; en la actualidad la tendencia es a realizar intervenciones más suavizadas que no evidencian tanto la diferencia entre original y reintegración y resultan más armónicas<sup>25</sup>. Lo cierto es que puede ser una buena opción, ya que generalmente la cerámica arqueológica suele presentar tonalidades neutras, pero eligiendo bien el “tono neutro” y la forma de aplicación, por ejemplo escogiendo las tonalidades del objeto y modulándolos para que la reintegración armonice con el resto de la pieza



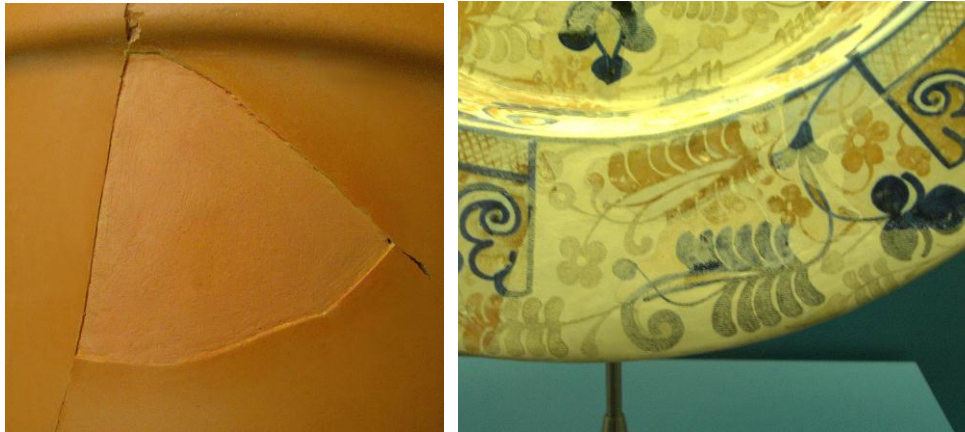
Fig. 20: Detalle de una reintegración neutra realizada en tinta plana. La tinta neutra es un buen sistema para la reintegración cromática de cerámicas arqueológicas debido a la variedad de matices que suelen presentar este tipo de piezas, aunque hay que prestar atención al tono elegido para que no sea demasiado oscuro o llamativo.

Esta pieza es un vaso de la Edad de Bronce valenciano perteneciente a la colección del Museo Nacional de Cerámica y de las Artes Suntuarias “González Martí” de Valencia.

También es una buena solución cuando el objeto tiene decoraciones que no pueden ser reproducidas por falta de información.

-*bajo tono*: Se puede realizar mediante tinta plana o por alguna técnica de tramas, como el estarcido, reproduciendo la posible decoración existente en el original o descartándola.

<sup>25</sup> PASÍES, T.; CARRASCOSA, B.: *Op. cit.*, pg. 711. Valladolid, 2002.



Figs 21 y 22: Ejemplo de dos reintegraciones realizadas a bajo tono con distintas técnicas: mientras que en la imagen de la izquierda se ha realizado por tinta plana, en la imagen de la derecha se ha optado por un finísimo rigatino<sup>26</sup>.

-según el grafismo: Las técnicas son, como hemos visto, rigatino, tratteggio, puntillismo y estarcido. Se pueden hacer en bajo tono o consiguiendo el color original.

-*rigatino y tratteggio*: estos dos métodos, de uso normal en reintegración de pinturas murales y de caballete, se han utilizado muy poco en cerámica arqueológica sin decoración, aunque sí podemos encontrarlos en cerámicas decoradas intervenidas en las últimas décadas del siglo XX. También en algunos talleres de Sudamérica el rigatino se considera una buena técnica de reintegración cromática, especialmente para cerámicas decoradas<sup>27</sup>



Figs. 23 y 24: Detalle de dos reintegraciones por rigatino. En la imagen de la izquierda no podemos hablar de rigatino en sí mismo, aunque se ha recurrido a la realización de pequeños trazos paralelos encima de la reintegración cromática del borde para hacer discernible la realización; en la imagen de la derecha, los trazos son tan finos que apenas se distinguen a simple vista<sup>28</sup>.

-*puntillismo*: no es lo habitual en cerámica arqueológica no decorada, aunque se pueda haber utilizado de forma puntual en el pasado. Da muy buen resultado en azulejías y cerámicas decoradas y vidriados con motivos decorativos.

<sup>26</sup> La imagen x (derecha) corresponde a un brasero de loza de Manises con decoración azul y dorada del siglo XV. Pieza perteneciente a la colección del Museo Nacional de Cerámica y de las Artes Suntuarias "González Martí", en Valencia.

<sup>27</sup> GÓMEZ, OSWALDO: "Restauración de materiales arqueológicos: Perspectivas y resultados." En: *XIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2000*. Editado por J.P. Laporte, A.C. Suasnívar y B. Arroyo, pp.1030-1035. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala (versión digital, [www.asociaciontikal.com/pdf/80.00.pdf](http://www.asociaciontikal.com/pdf/80.00.pdf) )

<sup>28</sup> La figura x corresponde a un plato de loza de Paterna del siglo XIV y la figura x a un plato brasero de cerámica de Manises de reflejo dorado del siglo XV, ambas piezas pertenecientes a la colección del Museo Nacional de Cerámica y de las Artes Suntuarias "González Martí", en Valencia.





Fig. 25: Detalle de reintegración puntillista realizada en una zafa cerámica de estilo Madinat al Zahra (siglo XI), perteneciente a la colección del Museo Nacional de Cerámica y de las Artes Suntuarias "González Martí", en Valencia.

Se observa que se ha utilizado una selección de los colores que conforman la pieza.

-*estarcido*: se podría considerar una variante del puntillismo; los pequeños puntitos de color con los que se consigue la mezcla óptica por superposición de finas capas de pintura monocroma son aplicados por aspersión mediante aerógrafo u otros medios (por ejemplo, cepillitos, vaporizadores, etc.). Los mejores resultados se obtienen con el aerógrafo, ya que se consigue que todas las microgotitas de pintura tengan el mismo tamaño y se depositen de manera uniforme.

Es muy empleado en cerámica y, en los últimos años, se ha venido desarrollando la técnica del aerógrafo con sistemas de reservas en la reintegración de azulejerías para conseguir visualmente un acabado a modo de puntillismo a bajo tono<sup>29</sup>.



Fig. 26: Detalle de estarcido manual a bajo tono.



Fig. 27: Estarcido realizado mediante aerógrafo

→ *Otros métodos de discernibilidad*: En cuanto a los métodos de la abstracción lineal del dibujo y la abstracción cromática de los volúmenes anteriormente mencionados, es el primero el más probable de encontrar en cerámicas con motivos decorativos, bien sólo o combinado con otros sistemas de reintegración.

Otros sistemas de discernibilidad pasan por el empleo de reintegrantes a base de resinas transparentes, como en algunas piezas del British Museum de Londres, consiguiendo que la intervención pase desapercibida pero cumpliendo con la función de dar consistencia al conjunto<sup>30</sup>. En este mismo principio se basa el montaje expositivo de los fragmentos de las piezas sobre matrices de materiales transparentes, tipo metacrilato, aunque este ya no sería un caso de reintegración propiamente dicha.

<sup>29</sup> CARRASCOSA, B; LASTRAS, M.: *La conservación y restauración de la azulejería*. Pg. 114. Ed. U.P.V. Valencia, 2006.

<sup>30</sup> PASÍES, T.; CARRASCOSA, B.: *Op. cit.*, pg. 710. Valladolid, 2002.



Figs. 28 y 29: Detalle de dos reintegraciones realizadas por abstracción lineal; en ambas piezas coexiste este sistema con zonas reintegradas con rigatino<sup>31</sup>.

#### **1.2.4. La reintegración de cerámicas en la actualidad. Criterios:**

Contra el criterio de reintegración estilística que promovía Viollet le Duc en el siglo XIX surgieron las extremas teorías de John Ruskin<sup>32</sup>, que defendían el valor de la ruina por encima de todo. Ruskin sólo aceptaba la conservación preventiva de los monumentos y, como mucho, las acciones de consolidación, despreciando cualquier tipo de intervención restaurativa para permitir que la obra tuviera una “muerte digna”.<sup>33</sup>

Estas posiciones tan encontradas de le Duc y Ruskin encontraron un punto intermedio en la escuela Italiana, encabezada por Camilo Boito y Giovannoni, defendía una mínima acción restauradora más encaminada a la conservación frente a la reconstrucción. Boito formuló sus criterios en ocho normas en lo que se considera la primera Carta del Restauo, en 1883, cuyas directrices se basan en la reconocibilidad de las intervenciones y los materiales y en su documentación.

En el siglo XIX se empezó a imponer el concepto de *restauración científica*, que dio lugar a la creación de los primeros talleres y laboratorios de restauración dentro de los museos y, aunque hay mucha diversidad, cada vez es más fuerte el interés en la unificación de criterios y en la legislación sobre protección del Patrimonio.

La gran aportación del siglo XX a las teorías de restauración la realizó Cesare Brandi, cofundador y director del *Instituto Centrale di Restauo de Roma*, y autor de la *Teoría del Restauo*, que defendía la necesidad y posibilidad de unificar criterios y analizar la obra de arte desde una visión crítica y atendiendo a su instancia histórica<sup>34</sup>. Es el siglo de la unificación de criterios y las Cartas del Restauo (Carta de Atenas, 1931; Carta del Restauo, 1972). En resumen, de ellas se extraen las famosas “tres R”, que son Respeto, Reversibilidad y Reconocimiento de las actuaciones.

Estos tres grandes criterios implican actuar en las obras respetando su integridad y su instancia histórico estética, realizando intervenciones discernibles pero a la vez con discreción, y que se puedan revertir en cualquier momento sin ocasionar daños a la obra. Extrapolando estos principios a los materiales empleados, éstos deben ser inocuos, probados, estables y compatibles con las obras.

Aplicando estos criterios a la reintegración de cerámicas, ésta se debe hacer cuando su volumen conservado está en torno al 60-65% y hay datos suficientes de la propia pieza, no

<sup>31</sup> Ambas fotografías corresponden a sendos platos de loza de Paterna del siglo XIV, pertenecientes a la colección del Museo Nacional de Cerámica y de las Artes Suntuarias “González Martí”, en Valencia.

<sup>32</sup> Escritor, poeta y teórico inglés representante del romanticismo, plasmó sus criterios en dos obras: *Las piedras de Venecia* y *Las siete lámparas de la arquitectura*. Tenía un planteamiento de las obras de arte, principalmente de las arquitectónicas, como si de seres biológicos se tratara, que pasan por un ciclo de nacimiento, vida y muerte.

<sup>33</sup> MACARRÓN MIGUEL, ANA M<sup>a</sup>: *Historia de la Conservación y la Restauración. Desde la antigüedad hasta el siglo XX*. Pgs. 200-244. Ed. Tecnos. Madrid, 2002.

<sup>34</sup> MACARRÓN, ANA M<sup>a</sup>: *Op. cit.*, pg. 247-248.

admitiéndose la falsificación. Se debe conservar siempre su instancia histórica, no ocultando las huellas existentes del devenir del tiempo, y los materiales empleados deben reunir las características antes mencionadas de reversibilidad, inocuidad, compatibilidad, resistencia al envejecimiento y estabilidad.

El apoyo de la ciencia y la investigación resulta fundamental para la caracterización de los materiales más apropiados. Los estudios realizados determinan que en cuanto a materiales de relleno, los más óptimos son los estucos de yeso y los de Polyfilla<sup>35</sup>, que son los mayoritariamente usados en los centros y talleres de restauración. En cuanto a los materiales para la reintegración cromática, principalmente se emplean las técnicas al agua.

Más complicado es el tema de la discernibilidad, que es un concepto bastante subjetivo. La mayoría de centros y talleres de restauración de la actualidad optan por la discernibilidad tanto a través del estuco (bajo nivel) como del color (bajo tono y grafismos). También es muy aceptado el empleo de estucos pigmentados, sobretodo para la reintegración de terracotas<sup>36</sup>.

Se emplean mucho el sistema de mezcla óptica de capas de color aplicadas por estarcido, especialmente en el exterior de piezas no decoradas, pero también se usa el bajo tono en tintas planas tanto para el exterior de las piezas como, sobre todo, en el interior de objetos cerradas. En cerámicas decoradas, según la información que se tenga, se pueden ver reintegraciones de la decoración a bajo tono y/o por sistemas de tramas (regatino y puntillismo)

En los últimos años hay cada vez más talleres y profesionales que optan por reintegraciones miméticas, alegando que aunque no sean visualmente discernibles sí se pueden reconocer por medios analíticos y a través de la documentación de los procesos.

---

<sup>35</sup> LASTRAS, M.: *Op. cit.*, pg.298-300.

<sup>36</sup> FODARO, DAVIDE: "Bozzetti, modelli e sculture in terracota: tecniche, analisi, conservazione". En *Progetto Restauro*, nº 5, pgs. 2-11. Padova, 2004.

### **1.3. Nuevas tecnologías: las impresiones digitales**

Las investigaciones continuas en las nuevas tecnologías no dejan de aportar nuevas técnicas y materiales que nos aportan soluciones y productos innovadores que facilitan muchos aspectos de la vida cotidiana y el trabajo. El caso que nos interesa es de las impresiones digitales, que poco a poco han ido haciéndose un hueco cada vez más grande en el campo de la comunicación visual, el arte y, ahora también, en la restauración.

El campo de la impresión digital está en continua evolución y desarrollo desde que empezó a emplearse en los años cincuenta. Cada vez se perfeccionan más las técnicas de impresión y surgen otras nuevas, y se mejora la calidad de las tintas en vistas a su durabilidad, con el fin de obtener imágenes duraderas.

Actualmente puede hablarse de cuatro grandes tipos de impresión digital<sup>37</sup>: la Termografía, sublimación o impresiones térmicas, en las que la imagen se forma por una reacción química de las tintas termoplásticas; las impresiones electrostáticas o sistema láser, también conocidas como xerografías o electrografías; las impresiones aerográficas o *Air-brush system*, de tecnología muy reciente y que todavía no se han implantado en todo el mercado; y las impresiones ink jet o de chorro de tinta, que parecen ser las que mejores resultados ofrece y que están implantándose sobre otras técnicas de impresión digital, entre otras cosas porque se afirma que una impresión ink jet con tintas pigmentadas es capaz de mantenerse estable sin decoloración durante más de cien años<sup>38</sup>. Las impresiones ink jet crean imágenes policromas formadas por superposición de gotas de tinta fijadas de manera estable a cualquier soporte; variaciones de esta tecnología permiten conseguir reproducciones facsímiles de obras de arte en las que la fidelidad de la imagen y la del soporte se conjugan de forma extraordinaria<sup>39</sup>, ofreciendo resultados estéticos comparables con los originales.

La irrupción del mundo digital en el arte ha supuesto una revolución en las técnicas, materiales y lenguajes artísticos. Los artistas modernos se han adaptado a los tiempos que corren y se han apropiado de esta tecnología que les ofrece múltiples posibilidades que no contemplan los procedimientos y materiales tradicionales para la ejecución de sus obras. Pero los sistemas de impresión digital también se han extendido como medio para la reproducción de obras de arte en vistas tanto a su difusión como a su conservación, permitiendo obtener testimonio y referencias fidedignas y objetivas ante el posible deterioro de los originales<sup>40</sup>, y como un sistema para ambientar y/o decorar espacios.

Estas tecnologías aportan soluciones espectaculares, rápidas y de relativo bajo coste en la decoración y en la creación de obras murales, con una alta fidelidad a la hora de reproducir imágenes predeterminadas. La empresa Gigantic Color<sup>41</sup>, en Dallas, Texas, fue contratada por la firma Chez Vous para reproducir en 2005 una pintura renacentista en los muros de la casa de un particular. Gigantic Color realizó un mural digital que reproducía fielmente la pintura escogida, utilizando la impresión en seis colores de una PressVu 200/600 con una resolución de 600 dpi, que imprimió la imagen sobre tela de empapelar paredes Core Seal; posteriormente se sobrelaminó con una capa protectora Accushield de GCB y se aplicó el mural a la pared siguiendo los procesos tradicionales de empapelar.

Más reciente, de 2008, es la obra mural "Historia de la minería chilena", del artista chileno Alexander Sutulov, ubicada en la Universidad de Concepción, Chile. La obra mural fue

---

<sup>37</sup> SÁNCHEZ PONS, M.: *Op. cit.*, pg. 166-170.

<sup>38</sup> REGIDOR ROS, J. L.: "Las impresiones ink jet en los procesos de restauración de obras de arte". En *Actas del XV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, vol. II, pgs.1005-1010. Murcia, 2004.

<sup>39</sup> REGIDOR ROS, J. L.: *Op. cit.*, Murcia, 2004.

<sup>40</sup> El uso de la fotografía como medio de reproducción de obras de arte también se defendía desde sus inicios por su exactitud, rapidez, objetividad, costes moderados y posibilidad de multiplicarse y resistir el paso del tiempo frente a la reproducción mediante grabados, que no dejan de ser una interpretación.

REGIDOR ROS, J. L.: *Estabilidad, protección y aceptación de las impresiones Ink Jet en procesos de creación y conservación de obras de arte*. Tesis doctoral en CD-Rom. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2003.

<sup>41</sup> Gigantic Color Inc. fue fundada a finales de los años setenta como tipográfica, y hoy atiende las necesidades de sus clientes imprimiendo variadas aplicaciones que van desde pancartas y displays de puntos de venta hasta gráficos para ferias y murales digitales. [www.graficosdehoy.com/channel.php3?open=yes&number=13&id=593](http://www.graficosdehoy.com/channel.php3?open=yes&number=13&id=593)

construida como imagen de segunda generación, desarrollada en Giclee Fine Art Paper UltraSmooth, sobre panel de PVC, impresa en tintas ultra chrome de 7 colores en 2880 dpi.<sup>42</sup>

La investigación continua en nuevos lenguajes y materiales ha propiciado la aparición de nuevas soluciones y sistemas. Uno de ellos es el Wall Tattoo o Tattoo Wall; esta técnica consiste en “tatuarse” las paredes u otras superficies mediante la aplicación de impresiones digitales, de modo que se consiga el aspecto de una pintura pero logrando una mayor sencillez de ejecución, menor coste y más rapidez.

Una de las técnicas de Wall Tattoo consiste en la impresión de imágenes a modo de calcomanía que se transfieren sobre la superficie elegida por contacto y presión. Surface Collective ofrecen un Wall Tattoo, también llamado por ellos calcomanía de pared o calcomanía de vinilo, que se aplica sobre superficies secas y sin mediación de ningún tipo de mordiente, pues éste va incorporado en las tintas de las impresiones; la impresión se encuentra entre dos films, uno es el soportante y otro es un protector. El modo de aplicación es sencillo: se retira el film protector, se aplica la “calcomanía” sobre la superficie elegida, se ejerce presión y se retira el film soportante<sup>43</sup>.

Otro sistema de Wall Tattoo de increíbles efectos es Affresco Wall<sup>®</sup>, una técnica patentada de transferencia de imágenes sobre cualquier tipo de superficie y material que presenta Fedrizzi<sup>44</sup>. La compañía explica que no se trata sólo de un film de aplicación, sino de una transferencia del color sobre la misma superficie, consiguiendo un extraordinario resultado de “affresco”.

Las imágenes son impresas sobre un film soportante especial y se transfieren al muro o la superficie elegida con la ayuda de una imprimación o mordiente que agarra los pigmentos a dicha superficie, tras lo cual se retira el film soportante y queda la imagen transferida.



Fig. 30: Imagen de la ejecución de un Affresco Wall<sup>®</sup> (Tattoo Wall)<sup>45</sup>

Las ventajas de esta técnica son rapidez y limpieza, alta fidelidad de las reproducciones respecto al original, y resistencia de las transferencias, permitiendo que la superficie sea lavada sin ocasionar daños a la imagen.

<sup>42</sup> <http://www.miningmural.com/2008/06/mining-mural-publications.html>

<sup>43</sup> Surface Collective es un grupo de diseñadores afincados en Canadá que piensan en el muro como “el nuevo lienzo del siglo XXI”. Su propuesta de Wall Tattoo ofrece ilimitadas posibilidades de diseño y creación-recreación de imágenes como alternativa barata y rápida a la pintura mural, con las que decorar espacios con garantías de resistencia y fácil eliminación sin dejar residuos. <http://www.surfacecollective.com/>

<sup>44</sup> Grafica Murale di Marco Pavia-Fedrizzi es una compañía italiana nacida en 1982 que trabaja en el área de la imagen y está en continua búsqueda y desarrollo de nuevos productos y servicios. En los últimos años, con el desarrollo de las nuevas tecnologías de impresión y la irrupción del mundo digital, han desarrollado productos de grandes posibilidades en la reproducción de imágenes, como Innovative Art (un sistema de impresión directa sobre cualquier tipo de material o superficie) y Affresco Wall (un sistema de transferencia de impresiones de imágenes digitales). <http://www.graficamurale.com/en/index.htm>

<sup>45</sup> <http://www.graficamurale.com/en/portfolio.html>

Era lógico entender que la restauración se fijara también en estos nuevos procedimientos y materiales y se quiera adaptar a las innovaciones que pueden representar una ventaja en ciertos procedimientos. Pero este tipo de materiales (tintas e impresiones) han sido formulados para un sector concreto (publicidad, cartelismo, decoración) y no específicamente para la restauración, por lo que es interesante acercarse a ellos para determinar su viabilidad en nuestro campo.

Aunque el uso de las impresiones digitales aún no es muy habitual en el campo de la restauración, y de que muchos expertos apelan a la frialdad y falta de manualidad del proceso, estas técnicas resultan muy atractivas en especial para la reintegración cromática, ya que prometen fidelidad, objetividad, rapidez y reducción de costes, además de mayor resistencia al envejecimiento respecto a técnicas tradicionales, hablando en concreto de los resultados de los estudios realizados en impresiones ink jet con tintas pigmentadas<sup>46</sup>, por lo que han empezado a aplicarse en casos concretos.

Un ejemplo es la reintegración de las pinturas del Teatro Leal de La Laguna, Tenerife. Este edificio, construido por Antonio Leal y Martín e inaugurado en 1915, albergaba en su bóveda unas pinturas al óleo sobre lienzo adheridas al muro, obra del pintor canario Manuel López Ruiz.

El estado de abandono sufrido por el edificio durante años deterioró su estructura produciéndose filtraciones de agua y humedades que deterioraron las pinturas, conservándose sólo un 20%, y los trabajos de consolidación y modificación estructural del edificio incluían la demolición del techo, poniendo en riesgo las pinturas conservadas. Un convenio entre el Ayuntamiento de La Laguna y el Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio Cicop permitió llevar a cabo la restauración por parte del Instituto de Restauración de la Universidad Politécnica de Valencia<sup>47</sup>, que realizó la restauración de los faltantes mediante la tecnología de impresiones ink jet. A pesar de que tenían que reintegrarse un 70% de las pinturas (el otro 10% correspondía al área que ocupan los plafones de las lámparas), la mayoría de los faltantes pertenecían a zonas de color de fondo y existía documentación gráfica reciente, de finales de los años 80, del estado anterior de la obra, por lo que la reintegración era posible sin vulnerar los criterios de restauración, y además era necesaria para conservar la unidad estética del conjunto.

Se extrajeron una serie de seis lienzos murales previo levantamiento gráfico detallado de los elementos pictóricos para asegurar la correcta reubicación posterior de los lienzos. Tras la captura fotográfica se trataron las imágenes con un software experimental de HP, el HP ARTIST, y se procedió a su composición y coloreado digital tomando como referencia los colores obtenidos del barrido fotográfico del original. La impresión de las imágenes se realizó en una impresora HP DESING-JET Z3100 Photo con tintas *Vivera inks*<sup>®</sup> (resistentes al agua y de gran durabilidad) sobre un soporte de lienzo de alto rendimiento y durabilidad, y posteriormente se adhirieron a la superficie de la bóveda del teatro imitando la técnica original del marouflage, empleando como adhesivo la BEVA GEL<sup>®</sup>. Finalmente se protegió el conjunto con barniz dammar y barniz a base de Regalrez de alto poder de protección a la radiación UV.



Fig. 31: Imagen de la HP DESING-JET Z3100 Photo en pleno proceso de impresión de uno de los lienzos con los que se iban a restituir los faltantes de las pinturas de la bóveda del Teatro Leal.

Fig. 32 (página siguiente): Vista de la bóveda del teatro tras la instalación de los lienzos restaurados y las impresiones digitales.

<sup>46</sup> SÁNCHEZ PONS, M.: *Op. cit.*, pg. 180.

<sup>47</sup> <http://www.eldia.es/2008-07-20/laguna/laguna7.htm>

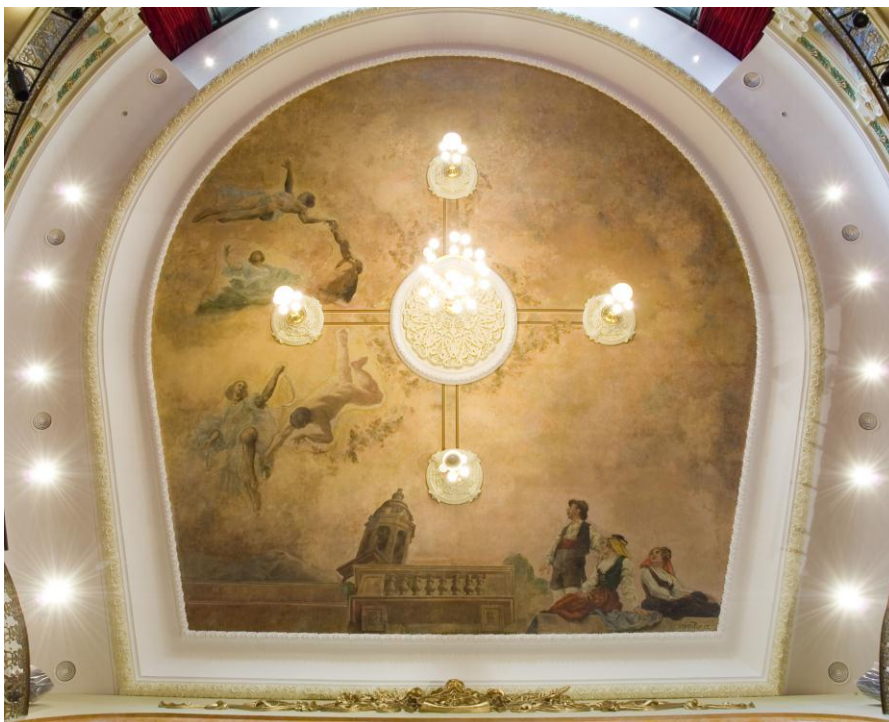


Fig. 32: Imagen de la bóveda del Teatro Leal tras su restauración

### **1.3.1. El PapelGel y las transferencias de impresiones ink jet:**

Tras dos años de investigación, la empresa Arsus Paper y el pintor vallisoletano afincado en Barcelona Julio Gómez Portela han desarrollado un nuevo material soportante, el PapelGel<sup>®</sup>, registrado y patentado en 2003.

El PapelGel<sup>®</sup> es un material co-polímero laminar realizado a partir de polímeros orgánicos e inorgánicos<sup>48</sup>, imprimible mediante tecnologías de impresión ink jet, inocuo y muy similar al film fotográfico. En seco es relativamente rígido, pero cuando es humedecido o hidratado se convierte en un material de consistencia algo gelatinosa, elástico y flexible, que gana en adherencia y se adapta a cualquier superficie o soporte. Su composición sólido-gel le permite transferir directamente imágenes fotográficas de gran calidad a todo tipo de superficies y volúmenes, independientemente de su textura y porosidad, sin necesidad de preparación ni mordiente alguno.

Tras dos años de investigación conjunta entre el IRP y Arsus, se ha conseguido adecuar el sistema PapelGel<sup>®</sup>, de forma que no se utilizan adhesivos de ningún tipo para su aplicación. Con ello, se ha conseguido un material que cumple todos los requisitos para su utilización en restauración de pintura mural. La imagen se transfiere con la presión de un rodillo y agua destilada y el soporte se retira no quedando residuo alguno.

El sistema de aplicación consta de cinco fases: impresión de la imagen a transferir, inmersión de la lámina en agua, colocación sobre la zona a transferir, aplicación de presión mediante rodillo y retirada del soporte temporal PapelGel<sup>®</sup>. Tras este proceso, sobre la superficie sólo queda la tinta con sus colorantes y mordientes específicos, siendo estos elementos y su compatibilidad con el soporte definitivo lo que determinará la estabilidad e inocuidad de la impresión.

El PapelGel<sup>®</sup> aún no está comercializado y sigue en desarrollo (se ha reducido su grosor significativamente) mientras los técnicos del CSIC tratan de determinar sus propiedades, ya

---

<sup>48</sup> [http://www.elpais.com/articulo/cultura/Romanico/virtual/Pirineo/elpepicul/20030609elpepicul\\_9/Tes](http://www.elpais.com/articulo/cultura/Romanico/virtual/Pirineo/elpepicul/20030609elpepicul_9/Tes)

que aún se desconocen sus grados de resistencia y estabilidad y sus interacciones con el resto de materiales implicados en sus utilización, pero ya se puede decir que ofrece grandes posibilidades y ventajas respecto a los métodos tradicionales: la reproducción de las imágenes es totalmente fiel y de calidad, consigue lograr la objetividad en las copias y es un sistema rápido que abarata los costes de realización respecto a las reproducciones manuales<sup>49</sup>.

Por otra parte, al ser un medio que transfiere sólo las impresiones conserva la textura original del soporte receptor, no aporta brillos indeseados y mantiene la permeabilidad al vapor de agua y la humedad de los soportes.

Julio Gómez y Arsus Paper buscaron maneras de promocionar su producto y, asociado a las tecnologías de impresión ink jet, ya se ha utilizado como material soportante para transferencias de imágenes en el campo de la reproducción y de la reintegración cromática de obras de arte.

### **1.3.2. Casos de empleo de transferencias de imágenes soportadas en PapelGel:**

Un buen ejemplo de la utilización del PapelGel<sup>®</sup> como soportante para transferencias de impresiones digitales lo tenemos en el monasterio benedictino de Santa María d'Àneu, en la Vall d'Àneu, Lleida. El edificio románico, del siglo XI pero muy reformado en el XVI, albergaba en el ábside de su iglesia un conjunto de pinturas murales que fueron arrancadas en 1920 y que hoy se encuentran en el MNAC<sup>50</sup>.

El Consejo Comarcal del Pallars Sobria, dentro de su Plan de Dinamización Turística, encargó a la empresa PapelGel la reproducción de dichas pinturas<sup>51</sup> en un intento de "devolverlas" a la iglesia a la que pertenecían.

Las pinturas originales se fotografiaron en diapositivas de gran formato, se digitalizaron en alta resolución y se imprimieron en PapelGel<sup>®</sup> mediante una impresora de gran formato DESIGN-JET 5000 de Helwett Packard. Las impresiones se fijaron a un bastidor de vacío semi-elástico para facilitar su manipulación y transferencia.



Figs 33 y 34: La imagen x (izquierda) muestra un momento de trabajo en Santamaría d'Àneu, con la impresora de gran formato DESIGN-JET 5000 de HP a pie de obra; la imagen x (derecha) muestra un detalle de una de las transferencias realizadas.

No se transfirió directamente sobre el muro original, sino sobre un nuevo ábside, separado varios centímetros del original, construido a base de hierro, madera laminada y malla metálica recubierta de un mortero sintético de arena de pizarra, reproduciendo las irregularidades

<sup>49</sup> [www.slideshare.net/restauradores/restauración/](http://www.slideshare.net/restauradores/restauración/)

<sup>50</sup> [http://www.elpais.com/articulo/cultura/Romanico/virtual/Pirineo/elpepicul/20030609elpepicul\\_9/Tes](http://www.elpais.com/articulo/cultura/Romanico/virtual/Pirineo/elpepicul/20030609elpepicul_9/Tes)

<sup>51</sup> REGIDOR ROS, J. L.: *Op. cit.* Valencia, 2003. Pgs. 59-61.



propias de este tipo de construcción. La apariencia final es la de las pinturas arrancadas el siglo pasado<sup>52</sup>, y se ha respetado su aspecto original incluso en los faltantes originales.

En vista de los excelentes resultados obtenidos parece que está previsto realizar otras operaciones similares con el ábside de la iglesia de Aineto, en el Pirineo de Huesca, cuyo original está en el Museo Diocesano de La Seu d'Urgell (Lleida); las pinturas murales de Surp (Lleida), repartidas en varios museos, y tres tablas del retablo de Son del Pi (Lleida)<sup>53</sup>.

Otro caso a destacar del empleo de transferencias de impresiones digitales soportadas en PapelGel<sup>®</sup> es la copia-reproducción del retablo gótico de Guimerà, realizada por la empresa PapelGel SL. En abril de 2007 la iglesia de Santa Maria de Guimerà estrenó una reproducción exacta del retablo gótico que el maestro Ramón de Mur realizó en el siglo XV, y que desde 1891 se conserva en el Museo Episcopal de Vic.

El reto de esta reproducción residía en las características de la obra, ya que hasta el momento sólo se había probado esta técnica en pintura (es decir, en plano) y no en 3 dimensiones. Para ello, la empresa PapelGel SL tuvo que escanear el retablo original, con lo que consiguió una copia en la que también se observa la rugosidad de la madera o las imperfecciones del soporte<sup>54</sup>.

La reproducción de este retablo de grandes dimensiones (7,30 m. de alto por 5,24 m. de ancho), considerado como una de las obras maestras de la época, ha respetado la apariencia del original en todos sus aspectos, de hecho, del original sólo se conservan doce tablas con 23 escenas que son las que se han reproducido.

Un caso muy importante de empleo de impresiones digitales ink jet es el de la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia. Con los nuevos medios tecnológicos que existen actualmente, la propuesta para la reintegración de las pinturas de Santos Juanes consistía en la aplicación de impresiones digitales ink jet con tintas pigmentadas que reprodujesen las imágenes a bajo tono. Se estudió y probó entre dos modos diferentes: impresiones realizadas sobre un soporte de lienzo con preparación mate<sup>55</sup> y transferencia directa de impresiones soportadas en PapelGel. Lo especial del caso es que sería la primera vez que se emplearían transferencias de impresiones digitales ink jet soportadas en PapelGel para la restauración de pinturas murales degradadas<sup>56</sup>.

La Iglesia de los Santos Juanes de Valencia albergaba en su bóveda un ciclo de pinturas murales al fresco realizadas por Antonio Palomino. En 1936, durante la guerra civil, el edificio fue incendiado y los efectos del fuego y de su posterior extinción resultaron devastadores para las pinturas, que se perdieron en más de un 30% y quedaron con zonas de gran suciedad y faltantes de grandes dimensiones. Por otra parte, la intervención sufrida en los años 60, consistente en el arranque de las pinturas para su restauración y su posterior adhesión a soportes rígidos, ha dejado una parte de la bóveda totalmente panelada y con claras alteraciones<sup>57</sup>.

El proyecto de restauración de las pinturas llevado a cabo por el Instituto Universitario de Restauración de la Universidad Politécnica de Valencia incluye la reintegración de los grandes faltantes mediante la tecnología de impresión digital ink jet y el sistema de transferencias PapelGel<sup>®</sup>. Las razones para decantarse por esta técnica están avaladas por los buenos resultados obtenidos con las transferencias soportadas en PapelGel en casos anteriores, que ofrece ventajas como la adaptabilidad e inocuidad, y por los profundos estudios realizados por Sánchez Pons y Regidor Ros respecto a las posibilidades de las reproducciones digitales y su estabilidad, reversibilidad, inocuidad, compatibilidad estética y aceptación de estas tecnologías.

---

<sup>52</sup> REGIDOR ROS, J. L.: *Op. cit.* Valencia, 2003. pg. 60-61.

<sup>53</sup> [http://www.elpais.com/articulo/cultura/Romanico/virtual/Pirineo/elpepicul/20030609elpepicul\\_9/Tes](http://www.elpais.com/articulo/cultura/Romanico/virtual/Pirineo/elpepicul/20030609elpepicul_9/Tes)

<sup>54</sup> [www.guimera.info/memoriagrafica/premsa/Segre/Retaule070429.htm](http://www.guimera.info/memoriagrafica/premsa/Segre/Retaule070429.htm)

<sup>55</sup> SÁNCHEZ PONS, M.: *Op. cit.*, pg. 232-237

<sup>56</sup> [http://www.lasprovincias.es/valencia/prensa/20061214/cultura/rehabilitacion-santos-juan-es-concluirea\\_20061214.html](http://www.lasprovincias.es/valencia/prensa/20061214/cultura/rehabilitacion-santos-juan-es-concluirea_20061214.html)

<sup>57</sup> NEBOT DÍAZ, ESTHER: "Medios robotizados aplicados en los procesos de reintegración de pinturas murales mediante sistemas de impresión digital". En: *Actas del XV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, vol. I, pgs. 477-480. Murcia, 2004.

A grandes rasgos, el proceso consistía en reproducir los faltantes partiendo de una foto en blanco y negro tomada por J. Alcón en 1936; la fotografía tuvo que ser rectificada y puesta a escala, y reconstruida cromáticamente para poder ser impresa en el soportante de las transferencias. El soportante se tenía que superponer directamente sobre el muro de cal y arena de la bóveda, por lo que la flexibilidad y capacidad de adaptación a las superficies del PapelGel lo hacía el material perfecto, con la ventaja de que al ser un medio soportante temporal, transfiere sólo las tintas y se conserva así el característico aspecto de la pintura al fresco. El hecho de poder ser impreso en grandes formatos le convierte además en un sistema muy rápido y perfectamente objetivo en comparación con la reintegración manual de faltantes de las dimensiones existentes en Santos Juanes.

## **II. CASO DE ESTUDIO E INVESTIGACIÓN**



## **II. CASO DE ESTUDIO E INVESTIGACIÓN**

### **2.1. Fase experimental con probetas y comparativa de resultados:**

Por la experiencia previa se conocían los resultados de las transferencias de impresiones digitales ink jet soportadas en PapelGel<sup>®</sup> sobre morteros de cal y de yeso en murales, pero ¿resultarían igual de satisfactorias sobre un estuco de Polyfilla<sup>®</sup>, uno de los más habituales en la reintegración de cerámicas arqueológicas? ¿Su calidad estética sería comparable a la de las reintegraciones con pinturas al agua manteniendo a la vez el criterio de discernibilidad? ¿Tendrían una adecuada reversibilidad en reintegraciones de objetos cerámicos sin resultar por ello demasiado débiles? ¿Tendría el PapelGel<sup>®</sup> una adecuada manejabilidad en obras exentas y con cierto volumen?

Para resolver estas cuestiones se experimentó con probetas de estuco de Polyfilla<sup>®</sup> para interiores en polvo<sup>58</sup> (realizadas siguiendo el proceso habitual en restauración) sobre las que se aplicaron las técnicas empleadas normalmente en reintegración cromática de cerámica y las transferencias de impresiones digitales ink jet soportadas en PapelGel, y se hicieron pruebas de envejecimiento y de solubilidad/reversibilidad en cada una de las técnicas para compararlas con las transferencias.

#### **2.1.1. Proceso de realización de las probetas**

Se hizo una primera serie de placas-probeta de 6 x 9 x 1 cm. de estuco de Polyfilla<sup>®</sup> para interiores en polvo, preparada según el proceso normal en estas cuestiones.

Con tiras de Etafoam<sup>®</sup> se preparó un enrejado que serviría de molde para las probetas con las dimensiones mencionadas (fig. 35).

Se preparó el estuco tamizando la Polyfilla<sup>®</sup> en polvo sobre una solución de Acril AC-33<sup>®</sup><sup>59</sup> al 10% en agua desionizada (fig. 36), se amasó, se rellenaron los moldes por vertido (fig. 37) y se dejó endurecer (fig. 38).



Fig. 35: Molde de Etafoam<sup>®</sup> para las probetas



Fig. 36: Tamizado de la Polyfilla<sup>®</sup> en polvo

<sup>58</sup> Polyfilla<sup>®</sup> per interni in polvere, stucco di Unitecta Italiano. Proporcionado por CTS España.

<sup>59</sup> Acril AC-33<sup>®</sup> copolímero acrílico ácido metacrílico acrilato de etilo-metacrilato de metilo. Proporcionado por CTS España.



Fig. 37: Vertido del estuco en los moldes



Fig. 38: Las probetas durante su fraguado

Las placas se sacaron del molde, se lijaron y se masillaron los poros que habían quedado con el mismo estuco de su elaboración. La mitad de ellas fue “protegida” con una solución de Acril al 10 % en agua a modo de tapaporos y las otras tres se dejaron tal cual.

En las probetas se reproduciría una decoración de bandas simples. Con la técnica del aerógrafo se pintó una de las probetas con imprimación de Acril empleando gouaches de la marca Talens® (fig.39)., aproximándose al tono de la cerámica que más adelante se iba a intervenir por superposición de capas de color.

Para pintar la decoración se hicieron reservas con cinta de carroceros y se pintó también con gouaches de la marca Talens, diluidos en agua desionizada, mediante aerógrafo. Para finalizar se aplicó una capa de barniz acrílico mate para pinturas de Lefranc & Bourgeois, como protección.

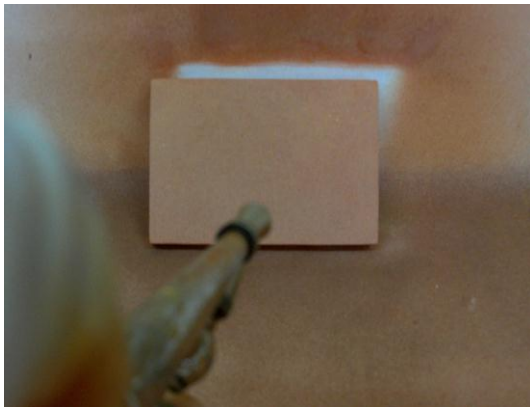


Fig. 39: Proceso de pintado de la probeta mediante aerógrafo. Se utilizaron pinturas al gouache diluidas en agua, aplicándolas mediante superposición de capas de color hasta aproximarse al tono de la cerámica. Entre capas de color se aplicaron manos de barniz de retoques para poder seguir pintando sin que se corrieran las capas inferiores.

Esta primera probeta fue fotografiada y la imagen procesada con el rip de impresión PhotoPRINT DX 5.0v1, y se obtuvo la primera impresión de transferencia sobre papel gel utilizando una impresora HP DesingJET 5000. No se buscó una correspondencia exacta de tono con la probeta de gouache ya que esta primera transferencia iba a servir como prueba para determinar si los resultados de las transferencias eran lo bastante satisfactorios como para seguir adelante con la investigación.

Se siguió con el proceso de la transferencia: el PapelGel® se sumergió en agua desionizada durante un minuto y medio para hidratarlo, se dejó escurrir el agua sobrante, se colocó sobre una probeta nueva con imprimación de Acril y se ejerció presión con un rodillo especialmente diseñado para asegurar la adherencia de las tintas.

El resultado de esta primera transferencia de prueba fue satisfactorio. La reproducción de los detalles de la probeta de gouache era prácticamente idéntica (figs. 40 y 41), la adherencia al estuco resultó muy buena, y conservaba el criterio de discernibilidad, ya que a muy poca distancia se podía distinguir que se trataba de una impresión pero a más lejos no molestaba, incluso ni se apreciaba.

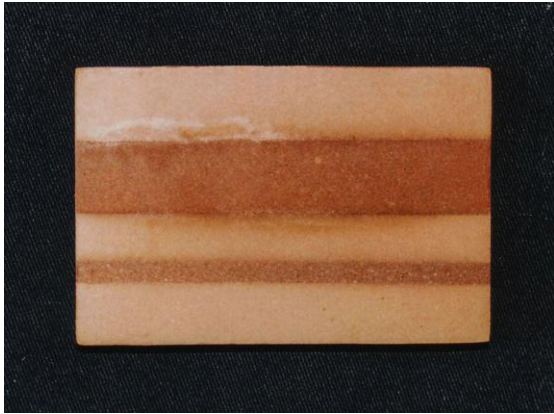


Fig. 40: Primera probeta pintada al gouache

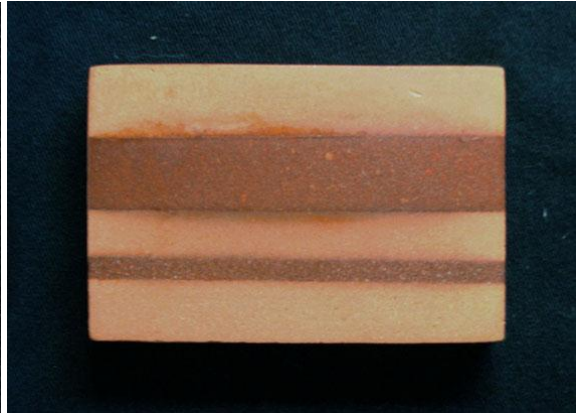


Fig. 41: Primera transferencia con PapelGel

Empezó de lleno el proceso de investigación. Se determinó realizar tres probetas para cada técnica de reintegración: una para someterla a envejecimiento acelerado en cámara de UV, otra para someterla a envejecimiento natural bajo agentes ambientales, y la tercera se reservaría intacta como referencia con la que comparar los resultados de los dos tipos anteriores de envejecimiento.

Las técnicas que se probaron son:

- Gouache Talens sobre probeta protegida con dispersión de Acril AC-33 al 10% en agua desionizada.
- Gouache Talens sobre probeta protegida con dispersión de Acril AC-33 al 10% en agua desionizada y posteriormente protegido con barniz acrílico mate para pinturas de Lefranc & Bourgeois.
- Acrílicos Maimeri sobre probeta protegida con dispersión de Acril AC 33 al 10% en agua desionizada.
- Transferencia de impresión ink jet soportada en PapelGel sobre probeta "cruda", sin protección-imprimación
- Transferencia de impresión ink jet soportada en PapelGel sobre probeta "cruda", sin protección-imprimación, posteriormente protegido con barniz acrílico mate para pinturas de Lefranc & Bourgeois.
- Transferencia de impresión ink jet soportada en PapelGel sobre probeta protegida con emulsión de Acril AC-33 al 10% en agua desionizada.
- Transferencia de impresión ink jet soportada en PapelGel sobre probeta protegida con emulsión de Acril AC-33 al 10% en agua desionizada y posteriormente protegido con barniz acrílico mate para pinturas de Lefranc & Bourgeois.

Para que no hubiera ninguna diferencia de composición ni características entre ellas se elaboraron todas las probetas de una vez, siguiendo el mismo proceso que en la primera tanda.

Se preparó el estuco de Polyfilla® con una emulsión de Acril AC- 33 al 10% en agua desionizada y se vertió en los moldes de 6 x 9 x 1 cm. realizados con placas de polietileno. Cuando el estuco hubo endurecido se sacaron las plaquetas, se lijaron y se masillaron las imperfecciones y poros aparecidos con el mismo estuco de su elaboración. Doce de las probetas se protegieron con emulsión de Acril AC-33 al 10% en agua.

Las pinturas al gouache fueron las de la casa Talens, y como acrílicos se emplearon los acrílicos Polycolor de Maimeri.

Las seis probetas de gouache se pintaron a la vez para obtener el mismo tono en todas ellas y, una vez terminadas, se barnizaron tres de ellas con barniz acrílico mate para pinturas de Lefranc & Bourgeois en spray.

Tanto las probetas al gouache como las de acrílicos se pintaron mediante aerógrafo, diluyendo previamente la pintura en agua desionizada y aplicando primero el color de fondo (fig. 42) y después la decoración de bandas utilizando el método de la reserva con cinta de carroceros (fig. 43). Entre capas se aplicó alguna mano de barniz de retoques brillante Lefranc & Bourgeois en aerosol para mejorar la adherencia de la pintura.

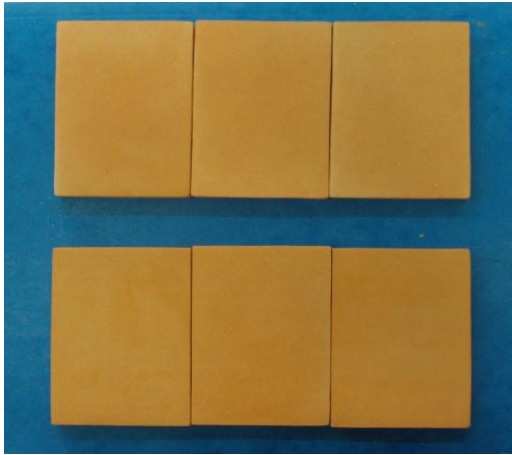


Fig. 42: Fondo de las probetas al gouache

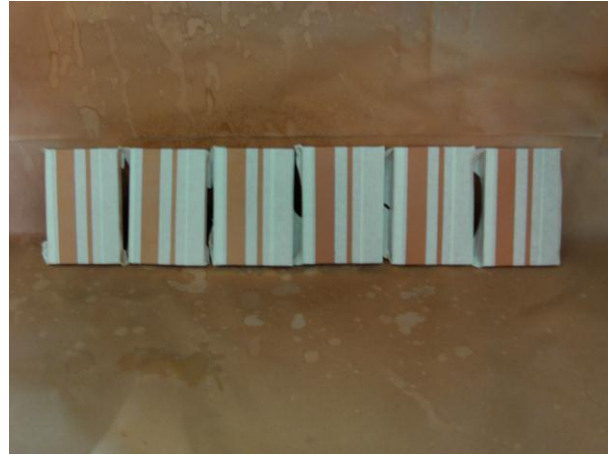


Fig. 43: Las probetas con la reserva para la decoración

El barniz subió notablemente el tono del gouache pero, al margen de esto, no se apreció diferencia estética entre las pinturas al gouache y las pinturas acrílicas (fig. 44), aunque con estas últimas resultó más difícil ajustar el color debido a la menor gama cromática disponible.

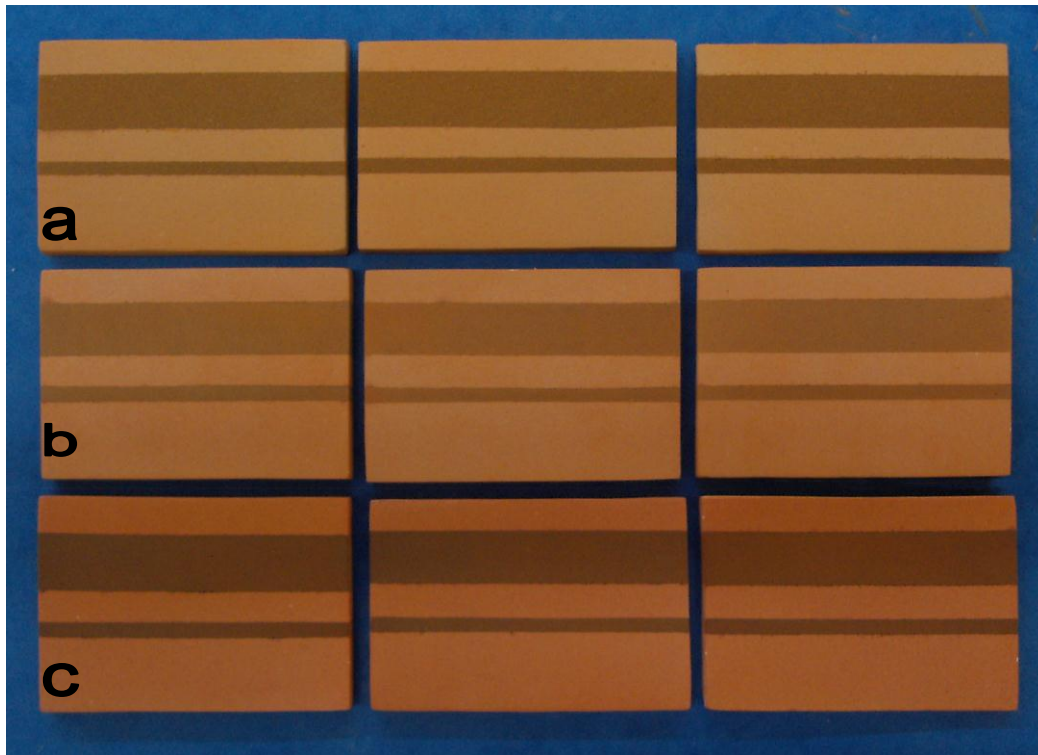


Fig. 44: Imagen de todas las probetas pintadas a aerógrafo. Las de la línea superior (a) son las realizadas con pinturas acrílicas, las del centro (b) son las probetas al gouache sin barnizar, y las de abajo (c) son las de gouache con capa final de barniz mate; se observa claramente la saturación del color producida por el barniz.

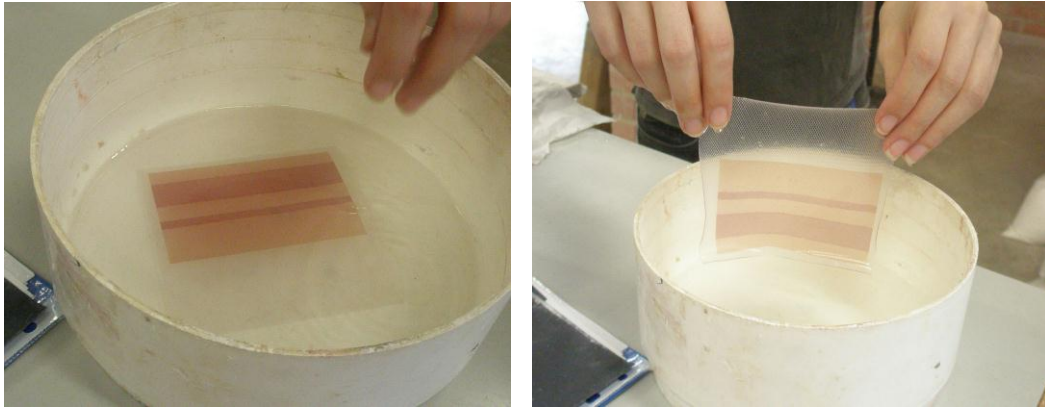
Para hacer las impresiones se eligió una de las probetas pintadas con acrílicos: se tomó una fotografía con una cámara Nikon D50 y la imagen fue procesada con el Rip de impresión PhotoPRINT DX 5.0v1. Los datos se transmitieron a una impresora HP modelo DesingJet 5000 equipada con cartuchos de tinta UV HP, con la que se obtuvieron las impresiones.

Esta vez se imprimieron las transferencias sobre Papel Gel soportado en tul. Cada una de las impresiones se recortó dejando un margen perimetral de entre dos y tres centímetros para economizar material pero a la vez permitir la manejabilidad.



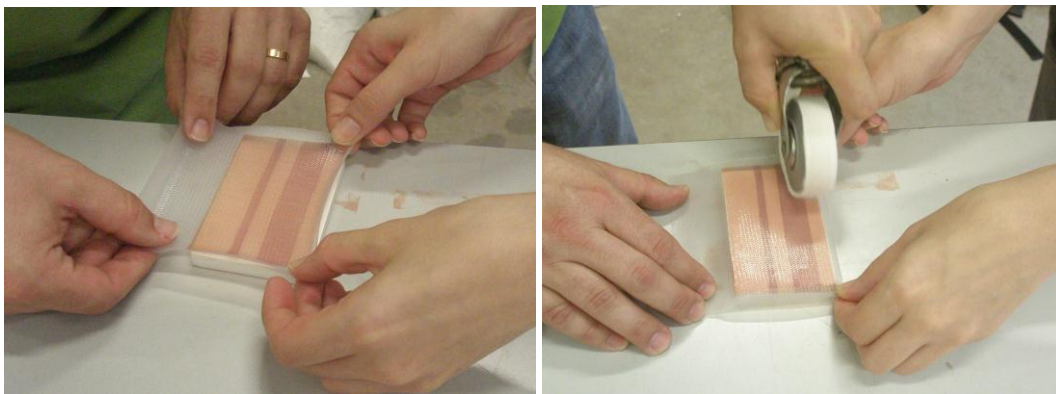
### **2.1.2. Observaciones sobre la aplicación del papel gel sobre cada grupo de probetas:**

Para hacer las transferencias se procedió de la siguiente manera: se hidrató la impresión de PapelGel durante 1 minuto en agua desionizada y se dejó escurrir el agua sobrante (figs.45 y 46)



Figs.45 y 46: Hidratación de una impresión en PapelGel y momento en que es sacada del baño para eliminar el agua sobrante.

Se tomó la impresión de sus esquinas y se depositó sobre la plaqueta, sujetándola para que no se enrollara sobre sí misma (fig. 47). A continuación se ejerció la máxima presión mediante un rodillo especialmente diseñado por toda el área de la plaqueta, para garantizar la total adherencia de la impresión (fig. 48).



Figs.47 y 48: colocación de la transferencia en la plaqueta y aplicación de presión mediante rodillo para su adherencia.

Tras asegurarse de la perfecta adhesión de la transferencia mediante más presión (fig. 49), se retiró la lámina de papel gel y tul con cuidado (fig. 50).

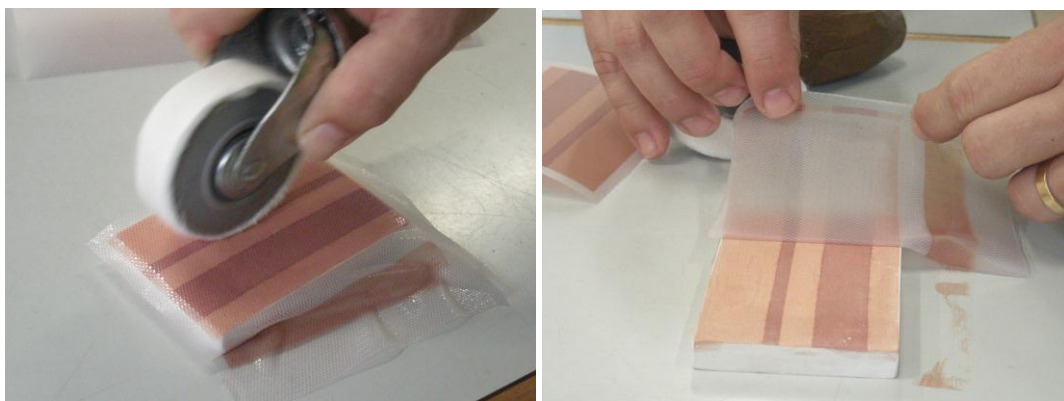


Fig. 49: Ejerciendo presión para asegurar la adherencia Fig. 50: Momento de retirada del PapelGel

Se observaron diferencias de este tipo de impresión respecto a la primera: el tul como soportante del papel gel aporta una cierta rigidez que lo hace más fácil de manipular y más resistente a la tracción, sin embargo transmitía su textura a algunas transferencias (fig. 51), algo que podría ser una desventaja en el caso de reintegraciones en superficies lisas.

Además, esta serie de transferencias tenían menor saturación de color, por lo que quedaban demasiado claras y transparentes una vez aplicadas. Se tomó una de las probetas crudas transferidas y se le realizó una segunda transferencia sobre la ya hecha: el color mejoraba considerablemente, pero en las zonas en que la primera transferencia no se había adherido bien tampoco lo hacía la segunda (fig. 52).

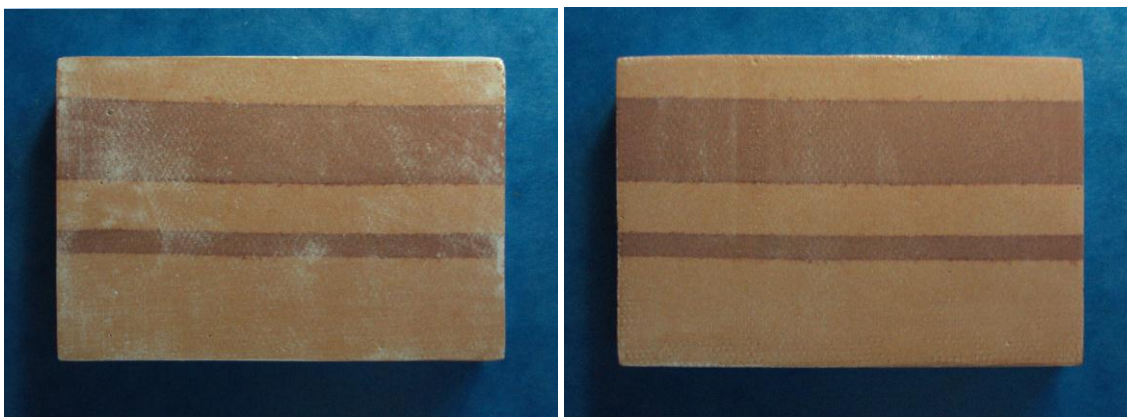


Fig. 51: Detalle de textura transferida por el tul



Fig. 52: Probeta con doble aplicación de transferencias.

Respecto a su adecuación a los soportes se obtuvieron ya algunas conclusiones. En las probetas con protección-imprimación de Acril el resultado era óptimo (fig. 54), pero no así en las probetas crudas: el aspecto cromático de las transferencias era irregular (fig. 53), con zonas de mayor y menor adherencia de los colores. Se probó pues a humectar las plaquetas con agua desionizada; ésto mejoró el resultado pero seguía sin ser lo bastante bueno, así que se humectaron otras probetas con una mezcla de disolventes compuesta por un 40% de alcohol etílico, 30% de n-butilacetato y 30% de isobutil metil acetona<sup>60</sup>. Las transferencias realizadas sobre estas probetas resultaron tan buenas como las realizadas en las que tenían protección de Acril (fig. 55).



<sup>60</sup> Su polaridad es fd 50, aproximadamente la de la acetona. Las propiedades de esta mezcla de disolventes son similares a las del disolvente nitro pero mucho menos tóxico.



Fig. 53 (pg. anterior, imagen izda.): Transferencia sobre probeta cruda.

Fig. 54 (pg. anterior, imagen dcha.): Transferencia sobre probeta con imprimación-protección de Acril al 10%.

Fig. 55 (izda.): Transferencia sobre probeta cruda previamente humectada con la mezcla de disolventes.

También se probó con el sistema de transferencias con mediación de mordiente: se aplicó una capa de Mowilith DMC2<sup>61</sup> al 10% en agua sobre probetas crudas y se dejó secar durante diez minutos; mientras tanto, se sumergió una impresión en agua durante un minuto y se dejó escurrir el agua sobrante durante casi diez minutos, hasta que el Mowilith hubo secado; se “reactivó” entonces la capa de Mowilith aplicando una mano de disolvente Universal para que éste quedara mordiente y, cuando evaporó el disolvente se aplicó la impresión sobre la probeta, se fijó presionando con los dedos y se ejerció presión con un rodillo. Al retirar la lámina de PapelGel<sup>®</sup> se produjo un pequeño *strappo* en la probeta en las zonas en que había sido masillada con un estuco diferente (estuco comercial preparado Ryat) a la Polyfilla<sup>®</sup> del soporte (fig. 56)

El proceso se repitió sobre probetas sin estuco comercial y con ligeras variantes: se aplicó una generosa mano de Mowilith al 10% en agua y se dejó secar totalmente para que actuara como imprimación. Después se aplicó otra capa de Mowilith al 10% que actuaría como mordiente. Se sumergió una impresión en agua corriente, se dejó escurrir hasta que el Mowilith hubo secado y se aplicó sobre la probeta ejerciendo presión con el rodillo. El resultado de esta transferencia sí fue satisfactorio (fig. 57).



Fig. 56: Detalle de la zona de strappo



Fig. 57: Prueba satisfactoria de transferencia con mordiente

Para asegurarse de que el mal resultado de la transferencia anterior se debía al estuco ajeno al de Polyfilla<sup>®</sup> se volvió a repetir el proceso sobre una probeta imprimada pero cuyos poros habían sido masillados con el estuco comercial preparado. El resultado confirmó la sospecha: los poros que se habían rellenado con el estuco comercial preparado quedaron adheridos al film de PapelGel, pero la transferencia sobre la Polyfilla<sup>®</sup> fue satisfactoria.

A la vista de los resultados se determinó que los estucos de Polyfilla<sup>®</sup> utilizados para reintegración de cerámicas se protegerían-imprimarían con una dispersión acrílica (Acril al 10% en agua) para optimizar el resultado final de las transferencias.

<sup>61</sup> Acetato de vinilo y éster butílico de ácido maleico

### **2.1.3. Pruebas de envejecimiento:**

Se realizaron seis mediciones colorimétricas con un espectrofotómetro Eye One modelo X-Write® con la herramienta Measure Tool del programa GregtagMachbeth a una probeta de cada grupo de técnicas cromáticas, tres en las zonas de fondo y tres en las de decoración, para tener datos iniciales con los que comparar los resultados de las pruebas de envejecimiento. Estas probetas se reservaron a salvo de cualquier factor de deterioro.

Otra probeta de cada grupo se sometió a envejecimiento acelerado en una cámara de ultravioleta QUV Accelerated Weathering Tester durante un ciclo de 200 horas a una temperatura de 50 °C.

Nada más sacar las plaquetas de la cámara se observaron sus efectos: las probetas en las que se habían realizado las transferencias resultaron las más deterioradas, presentando una tonalidad rosácea debido al desvanecimiento de las tintas amarillas (fig. 58). Las otras probetas también resultaron afectadas por el envejecimiento acelerado: en orden de mayor a menor grado de deterioro de los colores fueron la de gouache, la de gouache barnizado y la de pintura acrílica. En ésta última apenas se notaba una imperceptible decoloración.



Fig. 58: Las probetas sometidas a envejecimiento acelerado en cámara UV. De izquierda a derecha: pintura acrílica, gouache barnizado, gouache sin barnizar, transferencia sobre probeta cruda y transferencia sobre probeta imprimada con Acril. El deterioro de las tintas es más irregular y más notable por zonas en la transferencia de la probeta no protegida.

Una tercera muestra de cada grupo se sometió a envejecimiento natural, exponiéndolas a los agentes ambientales (sol, viento y cambios de temperatura), calculando una exposición aproximada de otras 200 horas; al no haber cambios en su aspecto se dejaron hasta un total de 60 días. Visualmente no se apreciaron grandes cambios en ninguna de ellas, excepto un ligero corrimiento de color en la probeta al gouache no barnizada debido a las lluvias.

Para obtener datos objetivos y fiables sobre el grado de deterioro de los colores de cada probeta expuesta a envejecimiento, se les realizaron seis mediciones colorimétricas a cada una, tres en la zona correspondiente al fondo y otras tres en la zona de decoración de bandas. Se utilizó el mencionado espectrofotómetro Eye One® modelo X-Write con la herramienta Measure Tool del programa GregtagMachbeth.



Fig. 59: Momento de toma de mediciones en una de las probetas utilizando el espectrofotómetro Eye One modelo X-Write

El siguiente paso fue calcular la diferencia de color ( $\Delta E$ ) entre las probetas envejecidas y su estado inicial aplicando la fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Los resultados confirmaron que las técnicas más sensibles a la decoloración por envejecimiento acelerado eran las transferencias sobre soporte imprimado ( $\Delta E$  fondo = 11,19;  $\Delta E$  decoración = 4,21) y las transferencias sobre soporte crudo o sin imprimación ( $\Delta E$  fondo = 9,38;  $\Delta E$  decoración = 4,43), además del gouache sin barniz protector ( $\Delta E$  fondo = 6,60;  $\Delta E$  decoración = 5,29).

En cuanto al envejecimiento natural, aunque la diferencia no era tan llamativa, los resultados fueron los mismos: las más sensibles resultaron ser la transferencia sobre probeta imprimada ( $\Delta E$  fondo = 1,32;  $\Delta E$  decoración = 4,84), la transferencia sobre soporte crudo o sin imprimación ( $\Delta E$  fondo = 1,84;  $\Delta E$  decoración = 3,26) y el gouache sin barniz protector ( $\Delta E$  fondo = 2,30;  $\Delta E$  decoración = 3,10).

En ambos casos, la técnica más resistente a la decoloración por envejecimiento resultó ser la pintura acrílica ( $\Delta E$  fondo = 1,32 y  $\Delta E$  decoración = 4,84 en envejecimiento acelerado; y  $\Delta E$  fondo = 1,32 y  $\Delta E$  decoración = 4,84 en envejecimiento natural).

Sin embargo, la mala reacción al envejecimiento de las transferencias bajo la luz ultravioleta y los agentes ambientales no es preocupante en piezas de exposición, ya que éstas están en condiciones de iluminación adecuadas y en ambientes controlados.

#### **2.1.4. Pruebas de solubilidad/reversibilidad:**

Para comprobar la reversibilidad de las tintas se hicieron pruebas de solubilidad/reversibilidad y resistencia al frotamiento con cuatro disolventes de uso común en restauración: agua desionizada, alcohol, acetona y White Spirit.

Estas pruebas se realizaron sobre las probetas sometidas a envejecimiento acelerado en cámara ultravioleta, aprovechando que conservaban un margen exterior de cerca de 1 cm. intacto posibilitaba la comparación directa del nivel de solubilidad de las tintas antes y después de su envejecimiento. También se efectuaron las pruebas de solubilidad sobre las probetas pintadas al gouache y con pinturas acrílicas.

Se realizó la prueba de cada disolvente en dos áreas cuadradas de 1cm de lado contiguas (una en la parte envejecida de la probeta y otra en la no envejecida), aplicando cada disolvente por frotado mediante un hisopo de algodón.

En todos los casos los disolventes más efectivos han sido, en este orden, la acetona y el alcohol, seguidos por el agua desionizada. El White Spirit no ha tenido efectos significativos sobre la solubilidad de ninguna de las técnicas.

La probeta pintada con acrílicos ha resultado la más soluble y, por tanto, la más reversible a la acetona y al alcohol, que son capaces de eliminar la pintura por completo sin ejercer apenas fuerza de frotado; el agua apenas ha afectado a la solubilidad de la pintura

La segunda técnica más soluble-reversible ha sido la de las transferencias de impresiones digitales sobre soporte imprimado-protegido con la emulsión acrílica (Acril al 10% en agua). En ellas, la acetona y el alcohol han logrado disolver las tintas casi por completo, quedando el soporte con un levísimo velo de color casi inapreciable.

Las transferencias aplicadas sobre las probetas crudas también han mostrado un grado de reversibilidad considerable, aunque el hecho de que el soporte no estuviera protegido favoreció la penetración de las tintas en los poros del material, no pudiendo ser totalmente eliminadas sin afectar al estuco.

La probeta al gouache no protegidas con barniz ha mostrado un alto grado de solubilidad a la acetona, que ha conseguido eliminar la pintura casi por completo sin un excesivo frotado, pero el alcohol y el agua no han sido tan efectivos, además de que la pintura solubilizada ha teñido el soporte.

La probeta pintada al gouache y posteriormente barnizada sólo ha mostrado un mínimo grado de solubilidad frente a la acetona; ésta ha conseguido disolver parte de la zona no envejecida, pero la zona sometida a envejecimiento acelerado sólo ha sufrido un leve pasmado. Tras una mayor insistencia de frotado el barniz ha experimentado un cambio de textura, adquiriendo aspecto de piel de naranja, y ha podido ser eliminado casi en su totalidad.

Por último, excepto en la probeta al gouache barnizada, no se han observado diferencias significativas de solubilidad entre las zonas envejecidas y las no envejecidas

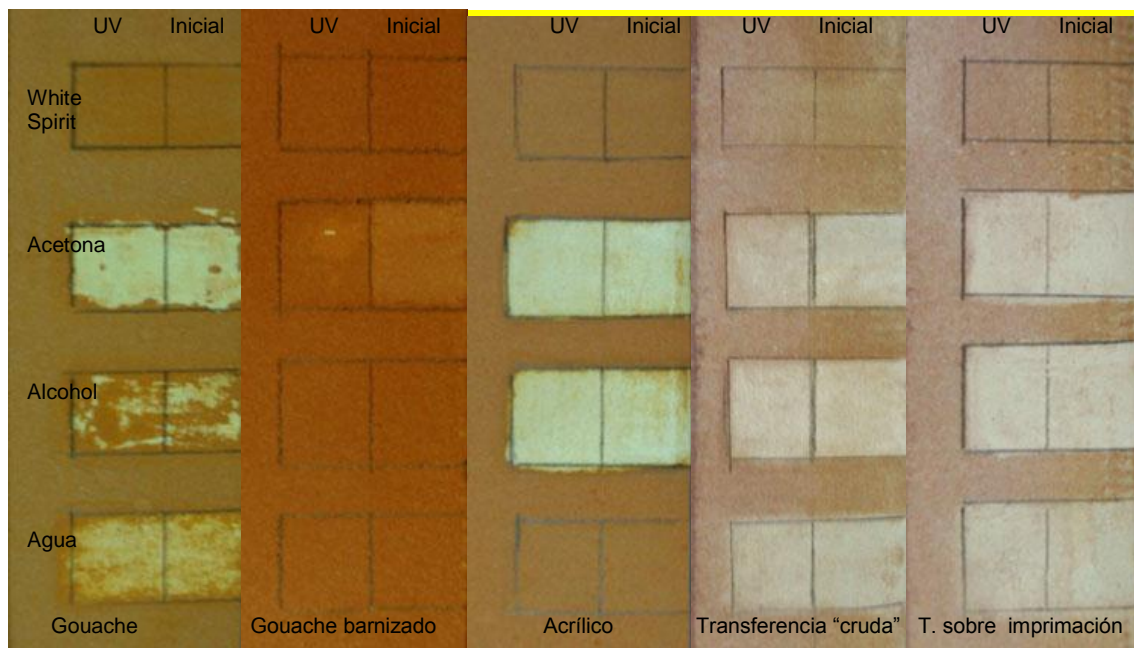
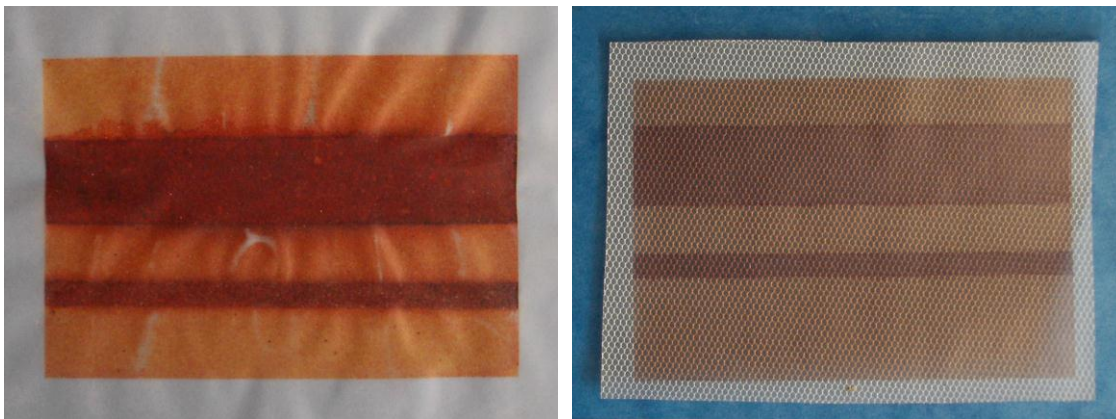


Fig. 60: Detalle de los resultados de las pruebas de solubilidad en las probetas sometidas a envejecimiento acelerado en cámara de UV; el primer cuadrado de cada probeta corresponde a la zona envejecida, y el segundo corresponde con el estado inicial de las probetas.

### **2.1.5. Conclusiones de la fase experimental con probetas:**

La manejabilidad del PapelGel mejora mucho cuando éste está soportado en tejido de tul, ya que el tul aporta una cierta rigidez que facilita su manipulación; también mejora el resultado de las transferencias, ya que disminuye la dilatación del PapelGel cuando es hidratado y la imagen impresa permanece más estable en cuanto a tamaño se refiere. La desventaja es que tiene mayor tendencia a enrollarse, por lo que conviene la participación de dos personas para manejar la impresión con facilidad, y que puede transmitir su textura a las transferencias.



Figs. 61 y 62: impresión realizada sobre PapelGel (izda.) y sobre PapelGel soportado en tejido de tul (dcha.). Se observa cierta contracción producida por el secado de las tintas (la humedad provoca movimientos de dilatación-contracción en el PapelGel); sin embargo no hay cambios dimensionales en el momento de la impresión del PapelGel soportado en tul, ya que éste le aporta estabilidad.

El resultado de las transferencias directas sobre superficies lisas y relativamente pulidas a base de estuco de Polyfilla es óptimo cuando el soporte está imprimado-protegido con alguna emulsión acrílica (en este caso, Acril 33<sup>®</sup> al 10% en agua), pero en caso de no poder ser aplicada esta protección, la impregnación del soporte con un disolvente similar al nitrocelulósico causa prácticamente el mismo efecto.

La aplicación de transferencias sobre soportes impregnados con mordiente produce muy buenos resultados: facilita el manejo del PapelGel porque el mordiente “agarra” el film e impide que se enrolle sobre sí mismo, permitiendo que una sola persona pueda manejar las impresiones, y además mejora la adhesión de las tintas. Esta mejoría es mayor cuando el soporte receptor está imprimado con alguna dispersión vinílica o acrílica.

Sobre estucos comerciales preparados (en este caso el de la marca Ryat) las transferencias de impresiones ink jet no son tan buenos: la adhesión de las tintas es pobre e irregular y el estuco puede ser arrancado por la propia impresión.

La resistencia de las tintas de las impresiones frente al envejecimiento acelerado en cámara UV es muy baja, por lo que no serían recomendables en piezas expuestas a radiaciones sin protección, sin embargo en piezas de museo no deberían sufrir ninguna alteración de color ya que las condiciones lumínicas en las que se encuentran los objetos expuestos están, en teoría, controladas y adecuadas a sus necesidades.

El envejecimiento natural por exposición a agentes ambientales y atmosféricos no parece afectarles excesivamente, y es difícil apreciar deterioros o decoloraciones mediante un examen visual simple.

La aplicación de una capa de barniz final protege las pinturas y/o tintas frente al envejecimiento y la decoloración, pero su propio envejecimiento lo vuelve más insoluble con el tiempo y reduce muy considerablemente su reversibilidad.

El aspecto final de las transferencias es tan bueno como el de cualquier técnica pictórica, con la ventaja de ser absolutamente fieles al original y muy fácilmente reversibles en disolventes poco tóxicos; sólo las pinturas acrílicas las superan en reversibilidad, pero por muy poco margen.

## **2.2. Experimentación sobre una reproducción cerámica:**

El siguiente paso de la investigación era experimentar con las posibilidades de aplicación de las impresiones soportadas en PapelGel en un objeto cerámico, su manejabilidad y su adaptación a los volúmenes curvos, y comprobar el resultado estético de las transferencias de impresiones digitales respecto al material cerámico.

Dado que la cuestión era determinar la idoneidad de este nuevo sistema de reintegración para la cerámica arqueológica, el Museo de Prehistoria de Valencia prestó desinteresadamente su colaboración ofreciendo una pieza de cerámica íbera de su colección, procedente del Tossal de Sant Miquel (Llíria). Esta cerámica sirvió como modelo para hacer una réplica sobre la que se experimentarían las transferencias, en vistas a la posterior restauración y tratamiento con esta técnica de la pieza original.

### **2.2.1. El pueblo íbero y su cerámica:**

La cultura Ibera es el resultado de un proceso de formación iniciado en el siglo VIII a. C. con la instalación de las primeras colonias fenicias en el sur peninsular<sup>62</sup>; se admite pues que la cultura Ibérica se desarrolló a partir de los influjos fenicios sobre los pueblos indígenas de las tierras costeras meridionales<sup>63</sup>.

El pueblo íbero, denominado así ya por los autores clásicos griegos y latinos, habitó en el litoral mediterráneo ocupando un área comprendida entre Andalucía (España) y el río Hérault (Francia), y desarrolló su cultura entre los siglos VI y II-I a. C.

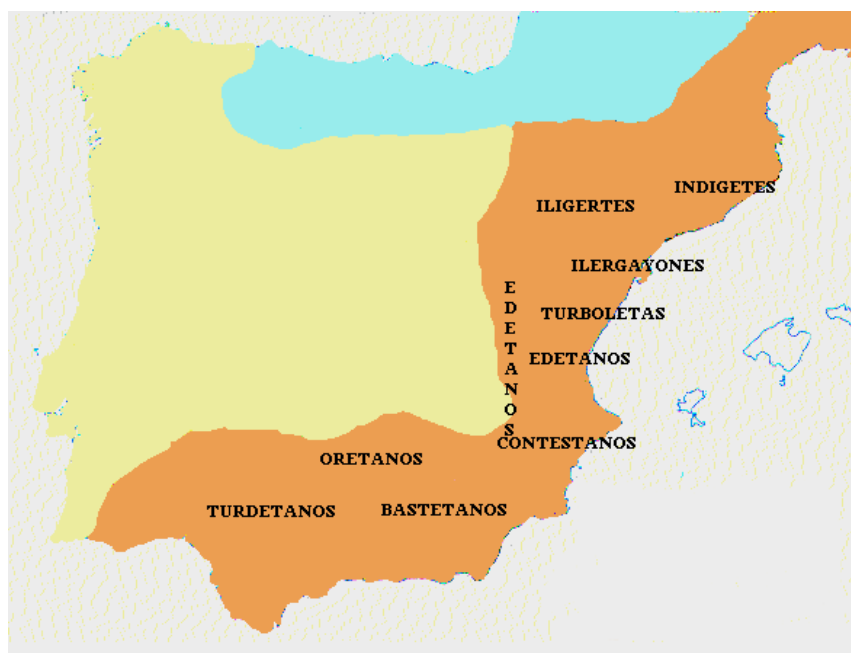


Fig. 63: Mapa de la distribución de los distintos pueblos íberos dentro de la Península Ibérica<sup>64</sup>

Los íberos, cuya economía se basaba principalmente en la agricultura y la ganadería, construían en zonas estratégicas sus ciudades, que solían estar amuralladas, adaptándolas al terreno y desarrollándolas a partir de una gran calle central que ejercía de eje principal.

Alcanzaron un alto nivel tecnológico, como expresa la generalización de la metalurgia del hierro y del torno de alfarero, además de la existencia de un sistema de pesas y medidas, la acuñación de moneda y el uso de la escritura (aun no traducida hoy en día)

<sup>62</sup> [www.tarraconensis.com/iberos/losiberos.html](http://www.tarraconensis.com/iberos/losiberos.html)

<sup>63</sup> BONET ROSADO, HELENA: *EL Tossal de Sant Miquel de Llíria. La antigua Edeta y su territorio*. Servicio de Investigación Prehistórica. Valencia, 1995. Pg. 512.

<sup>64</sup> Mapa obtenido de [www.tarraconensis.com/iberos/losiberos.html](http://www.tarraconensis.com/iberos/losiberos.html)



La cerámica íbera más común la constituyen los vasos decorados con motivos geométricos pintados, generalmente compuestos por bandas, filetes, círculos y semicírculos, y son piezas que suelen corresponder a piezas de uso común como de servicio de mesa, de aseo personal, o relacionadas con actividades religiosas.

Más llamativas son las cerámicas con escenas pintadas y figuraciones. Estas piezas se pueden agrupar en dos estilos pictóricos diferenciados: el simbólico, caracterizado por imágenes aisladas y seres mitológicos en disposición central; y el narrativo, con escenas dispuestas en friso y, muchas veces, acompañadas por textos escritos. Las escenas representan varios personajes en situaciones concretas de la clase privilegiada: cacerías guerras y juegos que reflejan la importancia de la figura del “caballero”.

Algunos de los pueblos íberos que ocuparon la península fueron los oretanos, los contestanos, los indigetes y los edetanos. Los edetanos se extendían desde el río Millares hasta el río Júcar, destacando, entre otras, las ciudades de Sagunt-Arse y del Tossal de Sant Miquel-Edeta de Lliria<sup>65</sup>, de donde procede la pieza objeto de este estudio.

El Tossal de Sant Miquel, en Lliria, se identifica con la ciudad de Edeta, el núcleo urbano más importante de la región y que ejercía como capital de un extenso y bien delimitado territorio situado al sur de Saguntum/Arse. Su momento de mayor esplendor transcurrió entre los siglos IV y II a. C., hasta que después de la conquista romana fue incendiada y destruida<sup>66</sup>.

El yacimiento del Tossal de Sant Miquel fue excavado entre 1933 y 1953, y es uno de los principales focos de interés del Museo de Prehistoria de Valencia por constituir el conjunto más emblemático y valioso de su colección<sup>67</sup>. La primera fase del Ibérico Pleno (segunda mitad del s. V y todo el s. IV a. C.) está mal representada en el Tossal de Sant Miquel, no como la segunda etapa del Ibérico Pleno (s. III – principios del s. II a. C.), que es el período mejor conocido<sup>68</sup> y documentado y al que pertenecen la gran mayoría de hallazgos y objetos rescatados.

La cerámica del Tossal es, en general, de decoraciones sencillas, principalmente con motivos geométricos, y refleja una producción alfarera de elevada calidad, con pastas muy bien depuradas y cocciones de en torno a los 1000 °C<sup>69</sup>. Tiene una composición con una significativa cantidad de hierro, y los pigmentos de la decoración pintada están constituidos mayoritariamente por óxido de hierro con un cierto contenido de óxido de magnesio<sup>70</sup>.

### **2.2.2. La pieza cerámica original:**

La cerámica íbera escogida por el conservador del Museo de Prehistoria de Valencia, Jaime Vives Ferrándiz, es una copa del siglo III-II a. C. con el borde en escocia y base destacada, que llegó al museo en 1943<sup>71</sup> procedente de la excavación del Tossal de Sant Miquel, en Lliria, y que fue restaurada en aquellos años. El motivo para la elección de esta pieza en concreto fue la ubicación y características de sus lagunas, que se encuentran tanto en el borde como en el cuerpo y la base (fig. 64).

La pasta cerámica es ligeramente rosada. Presenta una decoración pintada de color rojizo consistente en filetes, semicircunferencias concéntricas y bucles: tiene un filete en la escocia y dos más por debajo del gollete, del último de los cuales parten semicircunferencias

<sup>65</sup> [www.tarraconensis.com/iberos/losiberos.html](http://www.tarraconensis.com/iberos/losiberos.html)

<sup>66</sup> [www.tarraconensis.com/iberos/losiberos.html](http://www.tarraconensis.com/iberos/losiberos.html)

<sup>67</sup> [www.levante-emv.com/secciones/noticia.jsp?pRef=3739\\_12\\_377657\\_\\_Comarcas...ceramica-ibera...Lliria](http://www.levante-emv.com/secciones/noticia.jsp?pRef=3739_12_377657__Comarcas...ceramica-ibera...Lliria)

<sup>68</sup> BONET ROSADO, H.: *Op. cit.*, pgs. 514-515.

<sup>69</sup> PASÍES, TRINIDAD; PEIRÓ, M<sup>a</sup> AMPARO; BONET, HELENA; DOMENECH, TERESA: “Conservazione e restauro dell’insieme di ceramiche iberiche del Tossal de Sant Miquel (Lliria), appartamenti alla collezione del Museo de Prehistoria de Valencia”. En: *Actas del IV Congresso Nazionale IGIC, Lo Stato dell’Arte*, pgs. 407-414. Siena, Santa Maria dell Scala. 2006.

<sup>70</sup> [www.levante-emv.com/secciones/noticia.jsp?pRef=3739\\_12\\_377657\\_\\_Comarcas...ceramica-ibera...Lliria](http://www.levante-emv.com/secciones/noticia.jsp?pRef=3739_12_377657__Comarcas...ceramica-ibera...Lliria)

<sup>71</sup> Datos obtenidos de la ficha de ingreso realizada por J. M. Arias y M. M. Llorens.

concéntricas alternando con bucles y, por debajo, cerrando la cenefa, una franja entre filetes<sup>72</sup> y otros dos rodeando la base.



Fig. 64: Vista de la cerámica íbera que muestra la ubicación y forma de la laguna de mayor tamaño, así como las del borde y una de la base. Foto Museo de Prehistoria de Valencia.

La cerámica mide 11 cm de alto por 15 de ancho en su zona más amplia, en el centro. Tiene un diámetro de boca interior de 12'5 cm. y exterior de 14'5 cm.; la base mide 2 cm. de alto por 9'3 de diámetro.

La pieza está formada por 35 fragmentos, reconstruidos en la restauración anterior, más otro fragmento exento, suelto, porque en su momento se consideró que se trataba de un fragmento flotante.

La anterior intervención de esta pieza, especialmente la reintegración volumétrica, ocultaba pequeñas partes del original, por lo que fue sometida a un completo proceso de restauración (VER ANEXO 2) obteniendo así una información más fiable del tamaño y forma de los faltantes, que iban a ser reproducidos en la réplica para la experimentación con las transferencias de impresiones soportadas en PapelGel.

Durante el proceso de restauración se comprobó que el fragmento supuestamente flotante de la cerámica pertenecía a la laguna de mayor tamaño y tenía suficiente área de unión con el resto de la cerámica por lo que se decidió incluirlo en el montaje (VER ANEXO 2, pg. 89). Este hecho alteró el tamaño y forma de dicho faltante convirtiéndolo en dos, por lo que fue reproducido de esta forma en la réplica.

### **2.2.3. Intervención en la réplica cerámica:**

Se encargó a una ceramista el trabajo de hacer una reproducción de la pieza íbera elegida<sup>73</sup>. Sobre ella se probarían los posibles modos de aplicación del Papel Gel (por presión, con cámara de vacío), su adaptabilidad a los volúmenes, sus ventajas o no respecto a la aplicación de transferencias junto al film soportante, y se valoraría el código cromático a seguir (tono, bajo tono) para decidir el que se aplicaría a la cerámica original.

<sup>72</sup> Datos obtenidos de la ficha de ingreso realizada por J. M. Arias y M. M. Llorens.

<sup>73</sup> La ceramista Amparo Ripollés, que ha trabajado habitualmente para el Museo de Prehistoria de Valencia haciendo réplicas de cerámicas íberas, fue la encargada de realizar esta reproducción.

La réplica fue elaborada con arcilla en un torno alfarero, y horneada en un horno eléctrico con atmósfera neutra-oxidante. La decoración fue pintada con pigmentos naturales de óxido de hierro.



Fig. 65: Imagen de la réplica de la cerámica íbera

Se reprodujeron a lápiz de forma esquemática y geométrica las lagunas de la cerámica íbera en su réplica, pero de un tamaño algo mayor, ya que las dimensiones de la reproducción eran algo mayores que las de la cerámica original debido a la dificultad de controlarlas al trabajarla en torno.

Con una herramienta multifunción KRAFTtech® equipada con discos de corte se realizaron las lagunas (fig. 66) cortando la cerámica según el dibujo previo. Después se colocaron en la misma herramienta diversas fresas para suavizar las aristas de los cortes y dar a las lagunas una forma más aproximada a la real (fig. 67).

El color del bizcocho cerámico de la reproducción era demasiado claro, por lo que se le subió el tono aplicándole varias capas de barniz mate Lefranc & Burgeois (fig. 67), protegiendo previamente las zonas de corte con látex amoniacal para que el barniz no las impermeabilizara.



Fig. 66: creación de lagunas mediante corte



Fig. 67: suavizado de las aristas



Fig. 68: lagunas creadas en la réplica cerámica

Fig. 66 (pg. anterior, izda.): con los discos de corte de una herramienta multifunción se crearon las lagunas. Las aristas de éstas se pulieron para perfeccionar su forma y que no llegasen a provocar cortes (fig. 67).

Fig. 68 (dcha.): imagen de la cerámica con todas las lagunas creadas. Se consiguió subir el tono del bizcocho de la réplica tras darle varias manos de barniz mate; se puede observar la diferencia de color entre el cuerpo y las zonas de corte.

Una vez retirado el látex amoniacal se procedió al estucado de las lagunas siguiendo exactamente todos los pasos y materiales con que se reintegraría la pieza original.

Se protegieron los bordes de las lagunas con tiras de cinta adhesiva de papel (cinta de carroceros) y se impermeabilizaron las aristas de las fracturas con una solución de Acril al 10% en agua como estrato intermedio.

Se hicieron las contraformas para cada laguna tomando la impronta de la zona completa correspondiente a cada una y se sujetaron a la zona de faltante con cinta adhesiva por el interior de la pieza (fig. 69). Algunas de las contraformas se hicieron con plastilina envuelta en film plástico y otras con cera dental reblandecida con aire caliente para determinar cuál daría mejor resultado a la hora del estucado de la pieza original.

A continuación se preparó un estuco con Polyfilla<sup>®</sup> para interiores en polvo en una solución de Acril AC 33<sup>®</sup> al 10% en agua desionizada, tamizando la Polyfilla<sup>®</sup> con un colador sobre la emulsión hasta saturarla y removiendo suavemente para conseguir la masa. En las zonas de los bordes se utilizó con una consistencia más líquida aplicada por vertido, y en las lagunas del cuerpo cerámico se empleó en una consistencia más densa, aplicándola mediante espátula (fig. 70)



Fig. 69: contraformas preparadas para el estucado



Fig. 70: proceso de estucado

Cuando el estuco estuvo totalmente endurecido se retiraron las contraformas y las protecciones de cinta adhesiva, se rebajó el estuco con bisturí hasta el nivel de la pieza y se alisó e igualó su superficie con papeles abrasivos (lijas). Los poros e imperfecciones que quedaron se masillaron con el mismo estuco de la reintegración y se volvieron a lijar para unificar la superficie.

El interior de la pieza se reintegró cromáticamente a pincel con pinturas acrílicas al mismo tono. Esta decisión fue tomada debido a que el diámetro de la boca y las formas del interior de la pieza no permitirían una adecuada maniobrabilidad para la correcta aplicación de las transferencias.

Para la obtención de las impresiones de las transferencias se siguió un estricto procedimiento: cada una de las lagunas fue fotografiada frontalmente con una cámara Nikon D2X con balance de blancos en modo flash con una sensibilidad de 100 ISO.

Tras cada toma fotográfica se cubrió la pieza con un cilindro hueco de papel blanco que también fue fotografiado. Posteriormente se tomaron mediciones colorimétricas de 15 puntos del bizcocho cerámico, 15 de la decoración pintada y 15 de los blancos del estuco con el espectrofotómetro manual Eye-One®.

El motivo de estas operaciones es el siguiente: para obtener una concordancia entre el color de las fotografías y el de las impresiones, las imágenes se tratan con el software experimental HP Artist, desarrollado por Helwett Packard, con el se procesan los archivos fotográficos y se les incrusta un perfil *icc* de color de entrada. El cilindro de papel blanco actúa como blanco patrón o de referencia, repartiendo la luz independientemente de donde estén los focos de iluminación, y el sistema Artist realiza una compensación automática de la uniformidad en la luz incidente para cada captura. La toma de mediciones colorimétricas o toma de muestras de las reflectancias del original y del blanco patrón mide el espectro reflectante en puntos aleatorios de los restos de la obra con fin a caracterizar la naturaleza de los pigmentos originales y del blanco patrón. Tras el procesado de estos datos, cada imagen final generada por HP ARTIST contiene un perfil *icc* de entrada único, de ahí su mayor precisión comparando con el original a la hora de ser impresa.

Así pues, estos datos y los archivos fotográficos fueron enviados para su procesado con el mencionado software y se tradujeron en las fotografías que servirían para las impresiones de las transferencias. Éstas, a su vez, fueron procesadas con el programa Photoshop CS2 para la reconstrucción digital de las lagunas y para delimitar su contorno, con el objetivo de conseguir unas impresiones con la forma y color exactos para su transferencia a las zonas a reintegrar.

Tras la impresión de las transferencias en el PapelGel® mediante una impresora de gran formato HP modelo DesingJet 5000, se procedió a preparar la pieza cerámica.

Se aplicó una capa de Mowilith DMC2 al 10% en agua a modo de imprimación en cada laguna estucada, y se protegió un amplio perímetro de cada una con cinta adhesiva de papel semitransparente (fig. 71). A continuación se aplicó una mano generosa de la misma dispersión de Mowilith (fig. 72). Se sumergió la lámina de PapelGel impresa en agua corriente durante 1 minuto para su hidratación y después se dejó escurrir durante 15 minutos para asegurar que eliminaba cualquier exceso de agua que distorsionaría la transferencia.



Fig. 71: Reserva y protección con cinta de papel



Fig. 72: Aplicación del mordiente

Se reactivó el Mowilith volviéndolo mordiente con la aplicación de una mano de disolvente Universal y se colocó la impresión sobre la laguna, encajando los contornos de la impresión en los del estucado, se fijó con los dedos y se ejerció presión con un rodillo insistentemente (fig.

73). Una vez asegurada la total adhesión de las tintas, se retiró la lámina de PapelGel con cuidado (fig. 74)



Fig. 73: Ejerciendo presión para fijar la transferencia      Fig. 74: Retirada del film de PapelGel

La transferencia del color fue total: no quedó ningún resto de tinta en la lámina de PapelGel (fig. 75), y la laguna quedó reintegrada en un suave bajo tono que hacía discernible la intervención (fig. 76)



Fig. 75: Detalle del film una vez hecha la transferencia      Fig. 76: Aspecto final de la transferencia

#### **2.2.4. Resultados y conclusiones preliminares:**

La utilización de PapelGel soportado en tul es más cómoda pero entraña el inconveniente de que la textura del tejido también es transferida en algunas zonas, lo que en piezas de museo causa un mal efecto visual; por otra parte, las imperfecciones cómo ésta ocurridas en las transferencias pueden solventarse con retoques de pinturas al agua. Habría que valorar para cada caso si conviene más utilizar el film de PapelGel tal cual o soportado en tul.

La mejor transferencia de color se realiza con la aplicación de un mordiente sobre el estuco, alcanzando casi el 100% de transferencia de las tintas.

En general, el resultado de las transferencias de impresiones digitales soportadas en Paelgel para la reintegración cromática de la cerámica es satisfactorio. Permiten una fidelidad y objetividad que no se puede llegar a conseguir mediante técnicas de reproducción manuales, y la reintegración puede ser tan discernible como se quiera mediante el retoque de las imágenes digitales a través de programas informáticos.

### III. CONCLUSIONES





### **3.1. Conclusiones generales sobre las impresiones digitales y el papel gel: aplicabilidad y resultados en mural.**

La tecnología digital supone un gran avance en el campo de las artes; destaca entre todas las técnicas la tecnología de impresión ink jet, que permite la creación y la reproducción de imágenes de alta calidad y fidelidad respecto al original, pero tiene más ventajas: rapidez, objetividad, capacidad de generar imágenes de grandes dimensiones de una sola pieza y un coste moderado, especialmente si se comparan con técnicas de reproducción manuales. Todo ello hace que cada vez esté más implantada en todos los aspectos, gracias, además, a la mejora en la calidad de las tintas que se utilizan para las impresiones, lo que hace a estas imágenes más duraderas.

Los artistas plásticos han sabido adaptar la tecnología de impresión ink jet a sus necesidades en la búsqueda de nuevos lenguajes y actualmente ya es un medio más de producción artística. También es la técnica de impresión más utilizada para la reproducción de obras de arte para su difusión a nivel más popular y para la realización de facsímiles.

Las posibilidades y ventajas que ofrecen las impresiones digitales ink jet son tan numerosas que el campo de la restauración se ha fijado en ellas para la conservación y restauración de obras de arte. Un ejemplo de ello es la intervención realizada en el Teatro Leal de La Laguna, Tenerife, donde se utilizaron impresiones ink jet sobre lienzos para reintegrar los faltantes de las pinturas de su bóveda.

La aparición del PapelGel ha supuesto un paso positivo más para el uso de las impresiones digitales. Este material laminar, desarrollado por Arsus Paper, es una mezcla de polímeros que forma un film similar al fotográfico, y cuando es humedecido se vuelve elástico y adaptable a la mayoría de superficies. Permite ser impreso por medios digitales, convirtiéndose en un muy buen soportante para estas impresiones y para su transferencia directa, ya que sin mediación de otros materiales deposita los colorantes sobre las superficies sin dejar residuos, obteniéndose resultados equiparables a la pintura mural.

Estas características propiciaron que el sistema PapelGel fuese empleado para la reproducción de los murales de Santa María d'Àneu, en Lleida, cuyos originales fueron arrancados a principios del siglo XX. Esta intervención "devolvió" las pinturas a su ubicación con un resultado extraordinario.

La iglesia de Santos Juanes representa el siguiente paso en la utilización de esta nueva tecnología aplicada a la restauración de Bienes Culturales, ya que es la primera vez que se emplea el sistema de transferencia directa de impresiones digitales por medio de PapelGel para la reintegración de pinturas deterioradas.

Sin embargo aún es difícil que se apliquen estos avances en nuestro campo de forma habitual. Los medios digitales tienen numerosos detractores que alega la frialdad y pérdida de manualidad de un procedimiento tan artesanal como es considerada la reintegración cromática, pero olvidan que es una persona quien se ocupa del proceso, quien procesa los datos y que de su responsabilidad y buen criterio depende el resultado, al igual que en cualquier técnica tradicional. Es por ello que, una vez superadas las reticencias de estos muchos profesionales, la tecnología de impresión digital y el sistema PapelGel pueden convertirse en el futuro de la reintegración cromática

### **3.2. Conclusiones sobre apariencia, estabilidad y resistencia de la fase experimental.**

La fase experimental con probetas respecto a las transferencias de impresiones digitales soportadas en PapelGel ha dado resultados alentadores.

La objetividad y fidelidad de reproducción de las impresiones y la facilidad de manejo del PapelGel los convierten en un sistema a tener en cuenta para la reconstrucción cromática.

Las transferencias con PapelGel se adaptan muy bien a las superficies, como han demostrado los buenos resultados obtenidos en las transferencias de probetas de estuco de Polyfilla, y logra transferencias de gran calidad, con un aspecto comparable a la pintura mural o, en este caso, a la cerámica.

La versatilidad de este material es muy grande: puede ser utilizado sólo o soportado sobre tejido de tul, que lo hace más manejable en caso de impresiones de gran tamaño, pero que puede aportar su textura a la transferencia y ser un inconveniente en obras que estén muy cerca del espectador..

También permite ser utilizado como medio de transferencia directa o con el uso de algún tipo de mordiente. Las pruebas realizadas revelan que el uso de un mordiente (Mowilith reactivado con disolvente Universal) consigue las mejores transferencias de tintas a los soportes; éstos conviene que sean protegidos-imprimados con alguna tipo de dispersión acrílica o vinílica que regularice su absorbencia para conseguir una perfecta uniformidad.

La reversibilidad de las impresiones transferidas en disolventes poco tóxicos es muy alta: la acetona y el alcohol etílico consiguen la remoción casi absoluta de las tintas sin dañar los soportes; sólo las pinturas acrílicas las superan en reversibilidad.

Por otra parte, su resistencia al envejecimiento acelerado en cámara UV es muy pobre: las tintas se decoloran fuertemente, en especial las amarillas, dejando las transferencias de tonos rosáceos. Esto sólo supone que en piezas de exposición se deben adecuar y controlar las condiciones lumínicas para evitar la degradación de los colorantes, o que se pueda plantear el uso de un barniz protector.

### **3.3. Conclusiones sobre manejabilidad, aplicabilidad y apariencia en reintegración de cerámicas.**

Los resultados obtenidos de la aplicación de las transferencias de impresiones digitales soportadas en PapelGel en la reproducción cerámica han sido muy buenos.

La fidelidad de las impresiones digitales posibilita la reproducción de texturas y facilita la reconstrucción de patrones geométricos en cerámicas decoradas. Además, al tratarse de imágenes digitales, su procesado por medios informáticos permite la modulación y ajuste de los colores y los tonos para conseguir casi el efecto de una reintegración manual según los criterios actuales.

La elasticidad del PapelGel lo hace adaptarse a las formas redondeadas de los objetos cerámicos de medio formato con cierto volumen; sin embargo, en caso de ser utilizado para transferir imágenes sobre volúmenes muy pronunciados sería necesario replantearse el modo de construcción de las lagunas (por ejemplo, utilizando tecnología de escaneado en 3D) y de aplicación del film.

En definitiva, el tándem PapelGel-impresiones digitales ink jet ofrece una innovadora alternativa en la reintegración cromática de lagunas en cerámicas, decoradas.

Sus buenos resultados estéticos llegan a cotas extraordinarias, siendo casi imposible discernir que se trata de la transferencia de una impresión digital.

Su adaptabilidad, fidelidad y objetividad de reproducción no puede ser igualada por ningún sistema de reproducción manual, frente a los que representan otra gran ventaja, como es la rapidez y el menor coste. Además cumplen con los criterios actuales de restauración en cuanto a reversibilidad, fácil discernimiento (todo el que quiera el operario que esté tras las imágenes) y estabilidad, al menos a corto plazo y en las condiciones adecuadas.

Aunque aún es pronto, es posible que nos hallemos ante el futuro de la reconstrucción cromática de lagunas.

## ANEXOS



**ANEXO 1: TABLAS DE MEDICIONES COLORIMÉTRICAS DE LAS PROBETAS**

**Estado inicial de las probetas**

		Lab_L*	Lab_a*	Lab_b*
<b>Gouache</b>	Fondo	63.51	28.00	28.84
		63.38	28.14	29.12
		63.60	27.73	28.29
	Decoración	53.84	22.59	25.57
		53.97	20.57	25.49
		53.42	20.94	25.61
<b>Gouache barnizado</b>	Fondo	56.70	33.13	32.73
		56.78	33.07	32.22
		57.48	32.64	31.60
	Decoración	45.02	21.67	23.68
		45.37	21.95	24.19
		45.23	21.87	23.93
<b>Acrílico</b>	Fondo	62.14	24.83	28.00
		62.47	25.74	29.76
		63.36	26.08	30.54
	Decoración	47.93	21.14	27.90
		48.58	20.58	27.52
		48.68	20.26	26.91

<b>Transferencia probeta cruda</b> (sin imprimación)	Fondo	72.94	14.49	22.03
		72.26	15.35	23.17
		73.98	13.58	20.94
	Decoración	62.77	14.67	16.96
		66.63	13.00	14.52
		62.74	14.37	16.07
<b>Transferencia imprimación Acril 33 10%</b>	Fondo	71.25	15.29	23.54
		71.73	16.62	23.71
		72.41	15.49	23.06
	Decoración	59.90	15.84	16.66
		60.53	16.87	18.42
		58.83	16.29	16.23
<b>Transferencia imprimación Acril 33 10% Barnizado</b>	Fondo	69.66	17.24	26.12
		70.73	15.81	24.56
		70.47	16.31	25.11
	Decoración	58.28	16.63	18.58
		55.38	18.33	20.09
		59.60	17.31	19.49

**Probetas envejecimiento acelerado en cámara UV**

		Lab_L*	Lab_a*	Lab_b*
<b>Gouache</b>	Fondo	70.01	26.54	28.43
		69.87	26.42	28.77
		70.01	26.97	29.37
	Decoración	59.74	22.91	27.89
		58.97	20.21	25.49
		58.24	19.08	24.54
<b>Gouache barnizado</b>	Fondo	57.83	31.72	29.66
		58.03	31.40	29.58
		58.33	31.18	29.29
	Decoración	45.30	20.18	22.76
		45.77	20.67	23.20
		45.30	20.23	22.49
<b>Acrílico</b>	Fondo	62.52	25.06	28.40
		62.78	26.73	30.29
		63.49	27.24	30.84
	Decoración	48.55	21.57	28.26
		48.84	22.02	28.84
		48.45	21.06	27.86

<b>Transferencia probeta cruda</b> (sin imprimación)	Fondo	76.16	13.19	10.02
		76.89	12.78	12.83
		71.85	15.44	15.81
	Decoración	61.66	15.30	10.63
		61.93	14.81	12.89
		64.09	14.58	11.81
<b>Transferencia imprimación Acril 33 10%</b>	Fondo	74.43	15.23	13.01
		74.63	14.98	12.85
		75.10	14.89	12.09
	Decoración	61.30	15.56	13.46
		62.12	15.89	13.47
		61.69	16.30	13.24

NOTA: Por problemas técnicos no se pudo someter la transferencia sobre probeta imprimada y posteriormente barnizada a envejecimiento acelerado en cámara de UV.



**Probetas envejecimiento natural por exposición a agentes ambientales**

		Lab_L*	Lab_a*	Lab_b*
<b>Gouache</b>	Fondo	64.81	26.76	29.79
		65.40	26.08	28.98
		64.92	26.15	29.03
	Decoración	54.05	18.41	24.97
		50.65	17.18	22.75
		55.29	19.73	27.09
<b>Gouache barnizado</b>	Fondo	58.34	31.59	31.04
		59.19	30.84	30.20
		58.23	31.57	31.44
	Decoración	46.37	19.88	23.60
		46.77	20.99	25.58
		45.59	18.75	22.36
<b>Acrílico</b>	Fondo	62.03	26.21	29.16
		62.03	26.23	29.47
		62.30	25.96	29.42
	Decoración	46.49	20.42	25.48
		46.53	20.78	25.81
		45.76	20.33	25.48

<b>Transferencia probeta cruda</b> (sin imprimación)	Fondo	72.10	13.42	22.78
		71.70	13.74	22.77
		71.81	14.21	22.50
	Decoración	61.51	13.60	15.46
		62.13	14.72	16.95
		61.70	14.15	16.28
<b>Transferencia imprimación Acril 33 10%</b>	Fondo	70.68	14.91	23.92
		71.98	13.81	22.91
		71.60	13.33	22.89
	Decoración	63.38	14.00	17.01
		62.37	14.75	17.12
		60.92	14.04	15.67
<b>Transferencia imprimación Acril 33 10% Barnizado</b>	Fondo	71.23	14.89	23.87
		71.91	15.48	24.77
		68.68	15.79	25.87
	Decoración	58.96	15.63	16.44
		61.25	14.93	17.07
		60.65	14.19	14.79

**ANEXO 2: TABLAS DE MEDIAS DE MEDICIONES Y DIFERENCIA DE COLOR DE LAS PROBETAS ENVEJECIDAS RESPECTO A LAS NO ENVEJECIDAS**

**Estado inicial**

		Lab_L*	Lab_a*	Lab_b*
<b>Gouache</b>	Fondo	63.49	27.95	28.75
	Decoración	53.74	21.36	25.55
<b>Gouache Barnizado</b>	Fondo	56.98	32.94	32.18
	Decoración	45.20	21.83	23.93
<b>Acrílicos</b>	Fondo	62.65	25.55	29.43
	Decoración	48.39	20.66	27.44
<b>Transferencia probeta cruda</b>	Fondo	73.06	14.47	22.04
	Decoración	64.04	14.01	15.85
<b>Transferencia imprimación Acril 10%</b>	Fondo	71.79	15.80	23.43
	Decoración	59.75	16.33	17.10
<b>Transferencia imprimación Barnizada</b>	Fondo	70.28	16.45	25.26
	Decoración	57.75	17.42	19.38

**Envejecimiento acelerado Uv**

		Lab_L*	Lab_a*	Lab_b*
<b>Gouache</b>	Fondo	69.96	26.64	28.86
	Decoración	58.98	20.73	25.97
<b>Gouache Barnizado</b>	Fondo	58.06	31.43	29.51
	Decoración	45.45	20.36	22.81
<b>Acrílicos</b>	Fondo	62.93	26.34	29.84
	Decoración	48.61	21.55	28.32
<b>Transferencia probeta cruda</b>	Fondo	74.96	13.80	12.88
	Decoración	62.56	14.89	11.77
<b>Transferencia imprimación Acril 10%</b>	Fondo	74.72	15.03	12.65
	Decoración	61.70	15.91	13.39

**Envejecimiento natural**

		<b>Lab_L*</b>	<b>Lab_a*</b>	<b>Lab_b*</b>
<b>Gouache</b>	Fondo	65.04	26.33	29.26
	Decoración	53.33	18.44	24.93
<b>Gouache Barnizado</b>	Fondo	58.58	31.33	30.89
	Decoración	46.24	19.87	23.84
<b>Acrílicos</b>	Fondo	62.12	26.13	29.35
	Decoración	46.26	20.48	25.59
<b>Transferencia probeta cruda</b>	Fondo	71.81	13.79	22.68
	Decoración	61.78	14.16	16.23
<b>Transferencia imprimación Acril 10%</b>	Fondo	71.42	14.01	23.24
	Decoración	62.22	14.26	16.60
<b>Transferencia imprimación Barnizada</b>	Fondo	70.60	15.38	24.83
	Decoración	60.28	14.91	16.10

### Diferencia de color envejecimiento UV

		$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E$
<b>Gouache</b>	Fondo	6,47	-1,31	0,11	6,60
	Decoración	5,24	-0,63	0,42	5,29
<b>Gouache Barnizado</b>	Fondo	1,08	-1,51	-2,67	3,25
	Decoración	0,25	-1,47	-1,12	1,86
<b>Acrílicos</b>	Fondo	0,28	0,79	0,41	0,93
	Decoración	0,22	0,89	0,88	1,27
<b>Transferencia probeta cruda</b>	Fondo	1,90	-0,67	-9,16	9,38
	Decoración	-1,48	0,88	-4,08	4,43
<b>Transferencia imprimación Acril 10%</b>	Fondo	2,93	-0,77	-10,78	11,19
	Decoración	1,95	-0,42	-3,71	4,21

### Diferencia de color envejecimiento natural

		$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E$
<b>Gouache</b>	Fondo	1,55	-1,62	0,51	2,30
	Decoración	-0,41	-2,92	-0,62	3,10
<b>Gouache Barnizado</b>	Fondo	1,6	-1,61	-1,29	2,61
	Decoración	1,04	-1,96	-0,09	2,22
<b>Acrílicos</b>	Fondo	-0,05	0,58	-0,08	0,79
	Decoración	-2,13	-0,18	-1,85	2,83
<b>Transferencia probeta cruda</b>	Fondo	-1,25	-0,68	0,64	1,56
	Decoración	-2,26	0,15	0,38	2,30
<b>Transferencia imprimación Acril 10%</b>	Fondo	-0,37	-1,79	-0,19	1,84
	Decoración	2,47	-2,07	-0,5	3,26
<b>Transferencia imprimación Barnizada</b>	Fondo	0,32	-1,07	-0,43	1,32
	Decoración	2,53	-2,51	-3,28	4,84



### ANEXO 3: INTERVENCIÓN SOBRE LA CERÁMICA ÍBERA DE LA COLECCIÓN DEL MUSEO DE PREHISTORIA DE VALENCIA

#### Diagnóstico:

En una primera observación no se apreciaba un mala conservación de la pieza y la pasta cerámica se encontraba fuerte y en buen estado.



Figs. 77 y 78: Dos vistas de la cerámica íbera de la colección del Museo de Prehistoria de Valencia, previo a su restauración.

Presentaba zonas de polvo y suciedad superficial (fig. 79), tanto en superficie como en el interior del borde de la boca. En el interior de la pieza había numerosas marcas de lápiz (fig. 80) con las que el responsable/s de la restauración anterior se habían ayudado para ubicar y colocar cada fragmento.



Fig. 79: detalle de la suciedad superficial



Fig. 80: detalle de las marcas de lápiz

El adhesivo con que se unieron los fragmentos podía tratarse de nitrato de celulosa o de film fotográfico disuelto en acetona, deduciéndolo de la época en que se pudo haber intervenido la pieza. Había sido aplicado en pequeñas cantidades pero, aún así, quedaban a la vista pequeñas rebabas en algunas zonas de unión (fig. 81). Aunque los fragmentos se apreciaban bien unidos, el adhesivo parecía debilitado a causa de su propio envejecimiento y oxidación, como se pudo comprobar por la facilidad con que se deshacía por la acción de un bisturí.



Fig. 81: En la imagen de detalle de esta unión se aprecia cómo parte del adhesivo ha quedado a la vista a causa de un exceso en su aplicación.

A pesar del buen estado del bizcocho cerámico no sucedía lo mismo con la decoración pintada, que en general se encontraba en un serio estado de desconsolidación y un simple roce provocaba el arrastre de partículas del pigmento.

La mayoría de la decoración presentaba pequeños faltantes de formas redondeadas, como de burbujas (fig. 82), debido a una limpieza demasiado agresiva<sup>74</sup>, y en otras zonas estaba prácticamente desaparecida (fig. 83). Probablemente esta limpieza fue la causa del manchado a nivel interno de la pasta que se apreciaba en algunos puntos (fig. 84): los ácidos o sustancias empleadas penetraron en la pasta cerámica y la afectaron provocando una serie de reacciones químicas que alteraron su composición original y, por tanto, su color.



Fig. 82: Faltantes en "burbuja" de la decoración



Fig. 83: Zonas de decoración perdidas casi por completo



Fig. 84.: Detalle de una de las zonas de alteración cromática de la pasta cerámica, posiblemente debido al uso de agentes de limpieza demasiado agresivos en la restauración anterior.

<sup>74</sup> Hasta las primeras décadas del siglo XX era una práctica corriente en objetos arqueológicos realizar limpiezas con ácidos y bases fuertes o "agua acidulada" (soluciones de agua y sustancias ácidas, como ácido clorhídrico) para eliminar las típicas concreciones que presentan este tipo de objetos, sin una posterior neutralización. Aunque resultaban eficaces para este fin, estos tratamientos de limpieza resultaban excesivamente agresivos, sobretodo para las pastas cerámicas y las decoraciones, provocando su disgregación e incluso su desaparición, y aportando un incremento de sales solubles.



La reintegración formal no había sido muy acertada. Dado que la adhesión de los fragmentos no había sido perfecta y algunas uniones habían quedado escalonadas, el estucado había creado más escalones (fig. 85). Todas las lagunas, incluso las más pequeñas y las separaciones entre uniones<sup>75</sup> (fig. 86), habían sido reintegradas volumétricamente con un estuco de escayola común aplicado a nivel pero de forma descuidada, manchando y hasta cubriendo la cerámica original (fig. 87)



Fig. 85: Detalle de reintegración



Fig. 86: Escalón en el estuco de reintegración del borde de la boca



Fig. 87: Manchado de la pieza por el estuco de escayola

Fig. 85: Detalle de la reintegración de un pequeña separación-faltante entre uniones; se observa también el manchado de la cerámica por el estuco.

Fig. 86: La incorrecta unión de los fragmentos dio como resultado que el estucado de la pieza quedara escalonado, como vemos en esta imagen del borde de la boca de la pieza.

Fig. 87: Detalle del manchado de la cerámica por una aplicación descuidada del estuco empleado (escayola común). Se observa además una impureza de la escayola que interrumpe la continuidad de la reintegración.

La reintegración cromática estaba realizada siguiendo el criterio de la tinta neutra y utilizando pintura al agua, probablemente ténpera, aplicada en tinta plana mediante pincel. Tampoco esta intervención había sido del todo correcta: la pintura no había sido aplicada de manera uniforme (fig. 88), quedando zonas más saturadas y otras casi transparentes, y llegando a manchar la pasta cerámica (fig. 89)



Fig. 88: Detalle de la reintegración irregular



Fig. 89: La pintura invadiendo la cerámica original

<sup>75</sup> Según los criterios actuales sólo se reintegran las lagunas de cierto tamaño que puedan afectar a la estabilidad física de las piezas; las de pequeñas dimensiones y las separaciones y lascas entre uniones se dejan sin reintegrar.

## **Proceso de intervención de la cerámica íbera:**

### **LIMPIEZA, DESMONTAJE Y EXTRACCIÓN DE SALES:**

Se realizó una primera limpieza mecánica del polvo y la suciedad superficial utilizando un pincel suave.

Como la reintegración cromática de las lagunas había sido realizada con colores al agua, probablemente gouaches, se optó por eliminarla antes de empezar con el proceso de desmontaje para evitar que se disolvieran y pudieran migrar a la pasta cerámica y mancharla. Para ello se realizó una limpieza mediante hisopos impregnados con acetona (figs. 90 y 91) dejando el estuco casi visto (fig. 92)

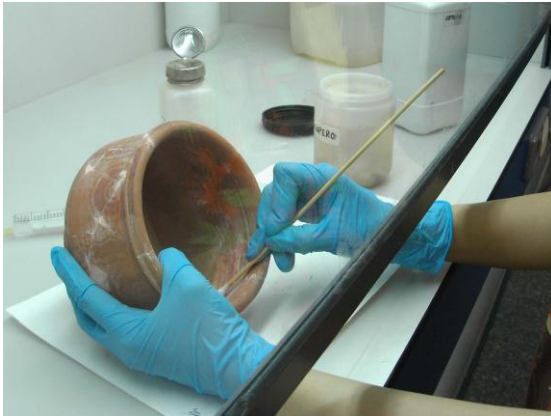


Fig. 90: Eliminación de la reintegración cromática



Fig. 91: detalle de la limpieza



Fig. 92: El estuco tras retirar la capa pictórica

Figs. 90 y 91: eliminación de la reintegración cromática antigua de las lagunas mediante hisopos impregnados en acetona. Siguiendo la normativa de seguridad e higiene, tanto este procedimiento como todos aquellos que implicaban el uso de disolventes se realizaron bajo una campana extractora de gases.

Fig. 92: detalle del resultado de la eliminación de la reintegración cromática antigua; se dejó prácticamente a la vista la escayola de las reintegraciones volumétricas.

A continuación, se procedió al desmontaje de la pieza disolviendo el adhesivo que unía los fragmentos.

Al examinar el adhesivo se observó que había sido aplicado en pequeñas cantidades y parecía no tener mucha fuerza quizá debido a su propio envejecimiento, por lo que en principio se decidió realizar la operación mediante inyección de acetona en las zonas correspondientes. Se separaron con éxito dos fragmentos, pero la complejidad de las formas de la mayoría de ellos y de sus uniones hacía peligrar su integridad a la hora de separarlos y se tuvo que optar por otro método. Ya que el adhesivo no tenía mucha fuerza se determinó que sería suficiente exponer la pieza al vapor del disolvente para que realizara su función. Ésta se colocó en una campana de vacío junto a un recipiente con acetona (fig. 93) y se dejó actuar durante 24 horas, tras las cuales se separaron las partes de la pieza con total facilidad. Se aprovechó entonces para retirar el grueso de las escayolas con que se habían rellenado las lagunas. Después se sumergieron todos los fragmentos de la cerámica en otro recipiente con acetona para que se

reblandecieran los restos de adhesivo de las uniones (fig. 94) y se eliminaron por completo mediante la acción mecánica de un cepillito de dureza media de la casa CTS y bisturí (fig. 95).

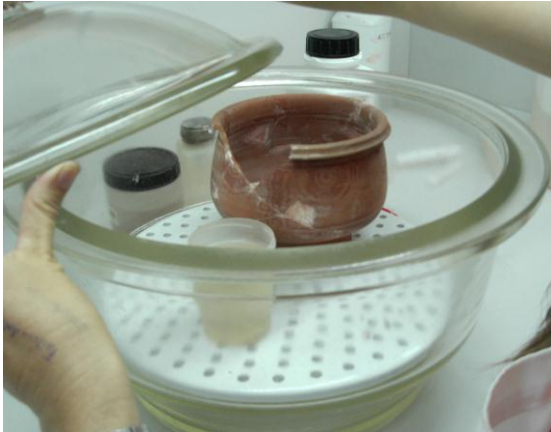


Fig. 93: Preparación de la campana de vacío



Fig. 94: Baño de acetona

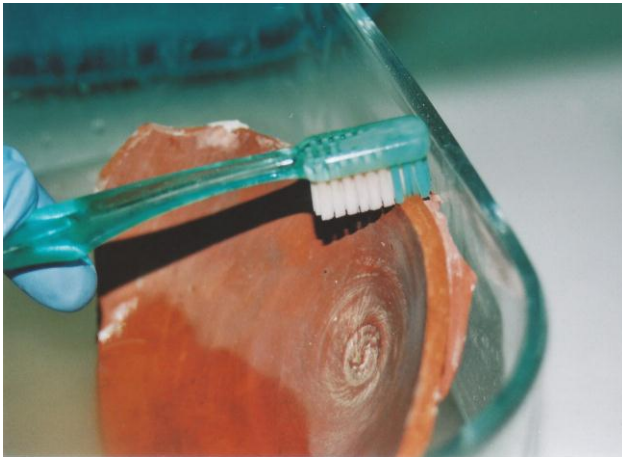


Fig. 95: Limpieza mecánica con cepillo

Los vapores de la acetona en la campana de vacío (fig. 93) debilitaron el adhesivo lo suficiente como para separar los fragmentos de la cerámica sin problemas.

Una vez desmontados se sumergieron en un baño de acetona (fig. 94) que siguió debilitando y disolviendo el adhesivo para terminar retirándolo por completo con un cepillo mojado en el mismo disolvente (fig. 95) y con la punta de un bisturí en las zonas de mayor acumulación y/o de peor acceso para el cepillo.

Quedaban restos de la escayola empleada para la reintegración de las lagunas, que había sido aplicada de forma algo basta, en los bordes de algunos fragmentos, cubriendo algunas zonas originales de la pieza y manchando gran parte del cuerpo cerámico, penetrando ligeramente en los poros. Para eliminar estos restos se preparó una solución de sal de hexametáfosfato al 5% en agua desionizada ligeramente tibia para acelerar la disolución, se sumergieron en ella los fragmentos de la pieza (fig. 96) y se dejaron durante dos horas. Pasado el tiempo se procedió a retirar la escayola mediante la acción mecánica de bisturís en las zonas de mayor volumen (fig. 97), y con la ayuda de un cepillito suave en las partes de la pasta que no presentaban decoración. Con un pincel suave mojado en la solución de hexametáfosfato se limpió la babilla que se había formado en superficie por la disolución de las manchas superficiales de escayolas (fig. 98). Después se enjuagó con agua desionizada.



Fig. 96: Baño de hexametáfosfato.

Tras el baño de la cerámica con hexametáfosfato (fig. 96) se pudieron retirar sin dificultad los restos de escayola adheridos a los fragmentos cerámicos mediante la acción mecánica de un bisturí (fig. 97) y la escayola que manchaba la superficie de la pieza, convertida en una especie de babilla, se pudo limpiar y eliminar con un pincel suave (fig. 98).



Fig. 97: Eliminación mecánica de escayolas



Fig. 98: Limpieza de babilla de escayola con pincel

El siguiente paso fue someter la pieza a una serie de baños con objeto de extraer las sales solubles presentes en la cerámica, tanto las que pudieran deberse al anterior proceso como las adquiridas del sustrato durante el periodo de enterramiento y las causadas por las intervenciones anteriores.

Los fragmentos se sumergieron en un recipiente con agua desionizada y llevadas a un agitador magnético de la casa Guinama (fig. 99), calibrado a 500 rpm.<sup>76</sup> y con una temperatura media de 35 °C +/- 1 °C para acelerar el proceso. El agua era renovada cada día, momento en que se enjuagaban las piezas con agua limpia y se tomaba la medida del nivel de sales del agua a desechar con un conductímetro Hanna Instrument DiST WP para determinar la efectividad del procedimiento (fig. 100). Estos niveles se reflejan en los siguientes gráficos<sup>77</sup>: en el gráfico 1 se observa la cantidad de sales presente en el agua del baño tras cada periodo de 24 horas de inmersión, y en el gráfico 2 se aprecia la velocidad y ritmo del descenso de estos niveles.

---

<sup>76</sup> revoluciones por minuto

<sup>77</sup> Como se aprecia en los gráficos, no se realizaron mediciones los días 9 y 10 de agosto al coincidir con un fin de semana (sábado y domingo)



Fig. 99: Los fragmentos en el agitador magnético



Fig. 100: Medición de sales presentes en el agua

GRÁFICO 1: NIVEL DE SALES ms

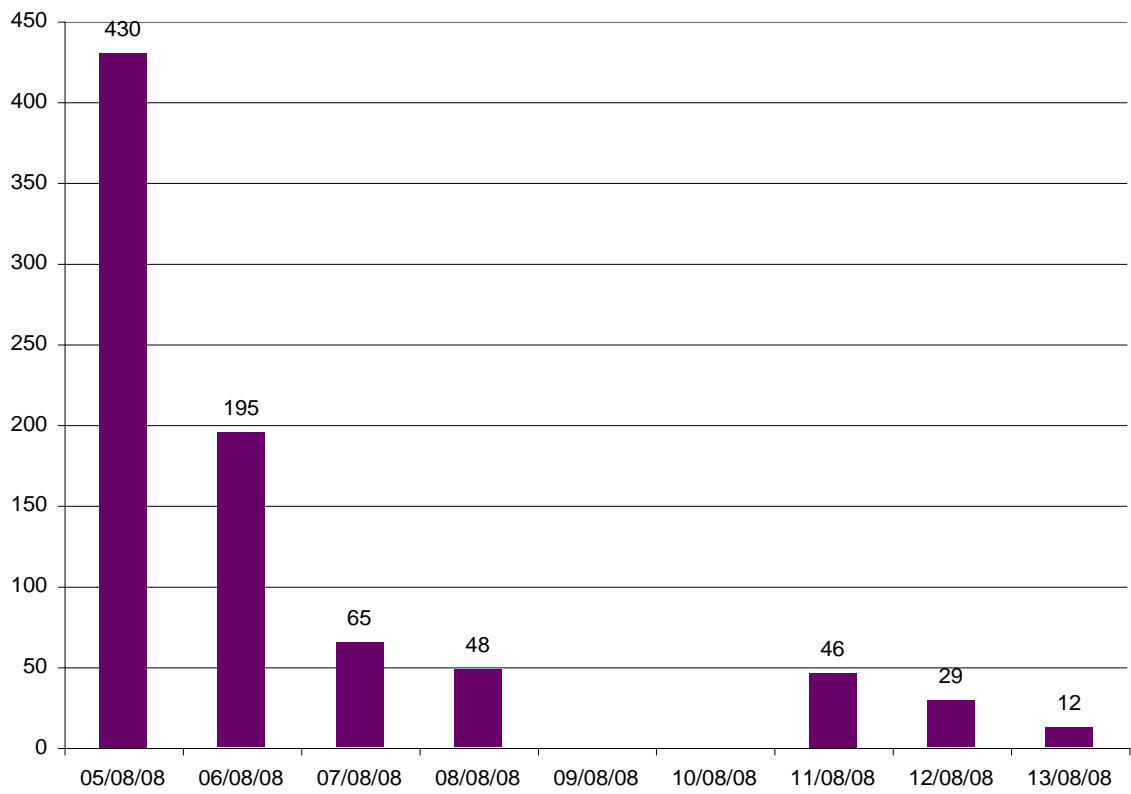
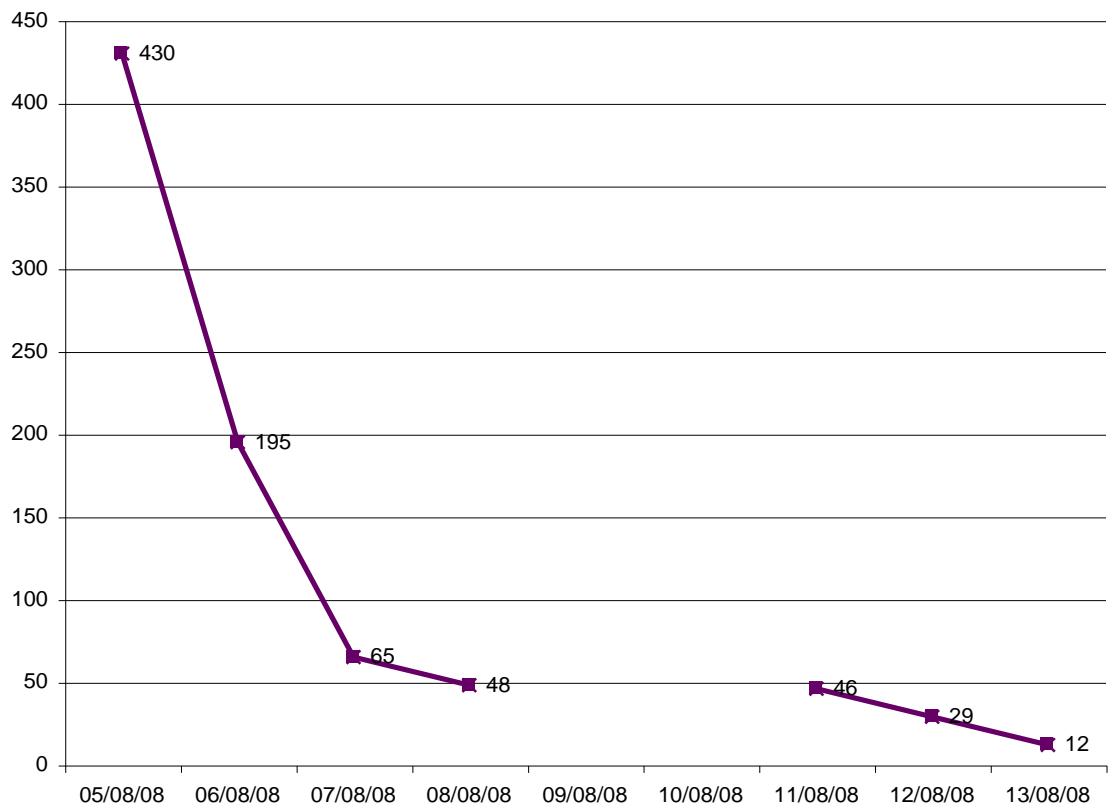


GRÁFICO 2: NIVEL DE SALES ms



Tras 9 días de baños continuos el nivel de sales bajó hasta 12  $\mu\text{s.}$ , valor que se consideró adecuado debido al bajo ritmo de descenso de los niveles en los últimos días.

Se sacaron los fragmentos del baño, se enjuagaron con agua limpia y se dejaron secar a oreo a una temperatura estable de 21'5 °C y 54% de HR .

El hecho de utilizar el agitador magnético para la extracción de sales favoreció la eliminación de las partículas de suciedad depositadas en el interior del estrecho borde de la pieza que, por su difícil acceso, no se habían podido limpiar anteriormente (figs. 101 y 102)



Fig. 101 (arriba): detalle de la suciedad acumulada en el interior del borde de la cerámica. Su difícil acceso y la estrechez del borde impedía llegar a ella para conseguir una completa limpieza.



Fig. 102 (debajo): Estado del interior del borde tras los baños de extracción de sales con agua desionizada en el agitador magnético. Se observa que de la suciedad que no había podido ser eliminada anteriormente no ha quedado ningún resto gracias a la acción vibracional del agitador.

Cuando los fragmentos estuvieron secos se tomó una fotografía según el procedimiento habitual en objetos arqueológicos (fig. 103)



Fig. 103: Los fragmentos cerámicos colocados según su posible ubicación en la pieza.

### CONSOLIDACIÓN:

La decoración pintada de la cerámica se consolidó antes del montaje debido a su estado de debilidad. Para ello se utilizó una solución de Paraloid B-72<sup>®</sup> al 2'5% en acetato de etilo aplicada por impregnación mediante pincel (fig. 104). Se utilizó una concentración tan baja por que tenía el suficiente poder consolidante pero se evitaba la aparición de brillos indeseados en la pieza



Fig. 104: Detalle del proceso de consolidación de la decoración pintada mediante impregnación por pincel; el producto consolidante sólo se aplicó sobre la decoración.

### PREMONTAJE Y MONTAJE:

Se realizó un premontaje con cinta adhesiva de papel para situar correctamente cada fragmento en la pieza (figs. 105 y 106). La cinta fue adherida por la cara interior de la pieza y en las zonas sin decoración. Durante el proceso se comprobó que el fragmento supuestamente flotante de la cerámica (fig.107) tenía suficiente área de unión con el resto de la cerámica (figs. 108 y 109), por lo que se decidió incluirlo en el montaje.



Fig. 105: detalle del proceso de premontaje



Fig. 106: premontaje terminado





Fig. 107: fragmento "flotante"

El pequeño fragmento considerado como flotante por los arqueólogos restauradores en la primera intervención de la pieza (fig. 107) pertenecía a la zona central de la laguna de mayor tamaño (fig. 108).

Durante el premontaje de la cerámica se observó que este fragmento flotante en realidad no lo era, ya que tenía suficiente área de unión con el resto de la pieza y encajaba perfectamente en su ubicación, por lo que se decidió incluirlo en el montaje final (fig. 109)



Figs. 108 y 109 (arriba y abajo): antes y después de añadir el fragmento



Antes de completar el montaje final se procedió a eliminar las marcas de lápiz del interior de la pieza realizadas en una intervención anterior (fig. 110). Tan sólo resultó efectiva la goma de borrar tradicional, con la que se consiguió atenuar mucho estas marcas, aunque no todas desaparecieron por completo.

El montaje definitivo se realizó por volúmenes o bloques (fig. 111), utilizando el adhesivo comercial HMG B-72<sup>®</sup>, a base de Paraloid B-72<sup>®</sup>, que tiene una correcta fuerza de unión y un tiempo de secado bastante rápido pero que a la vez permite rectificaciones, además de ser fácilmente reversible en acetona.



Fig. 110: Detalle de las marcas de lápiz

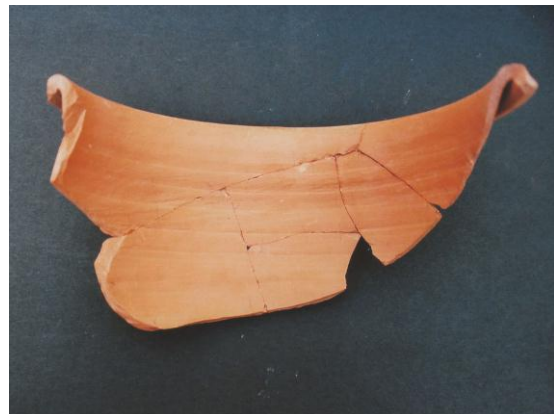


Fig. 111: Montaje de uno de los volúmenes superiores

A causa de la liberación de tensiones tras la fractura de la cerámica y los cambios en las condiciones de humedad de la pasta, algunos fragmentos habían sufrido una cierta deformación que causaba uniones ligeramente escalonadas, pero se llevaron al sitio sin necesidad de gatos mediante la aplicación de fuerza a través de tiras de papel adhesivo colocadas de forma lo suficientemente tensa para ejercer la presión justa (figs. 112 y 113). Las tiras de tensión se dejaron durante 24 horas, tras las que fueron retiradas para realizar el proceso de estucado.



Figs. 112 y 113: Imagen de las bandas de tensión realizadas con tiras de cinta adhesiva de papel o cinta de carroceros

#### ESTUCADO:

El estucado era el proceso más laborioso y al que más atención se le debía dedicar en vistas a la posterior reintegración cromática, sobretodo de la aplicación de las transferencias.

Siguiendo los actuales criterios de reintegración, se decidió restituir los faltantes de mayor tamaño, es decir, aquellos que interrumpían la lectura formal de la cerámica, pero no se tocaron los más pequeños.

Se protegieron los bordes de cada laguna con tiras de cinta adhesiva de papel que evitarían el posible manchado de la pieza con el estuco. Las aristas de las roturas se protegieron con una solución de Acril AC-33<sup>®</sup> al 10% en agua desionizada (fig.114) a modo de estrato intermedio; esta operación se realiza con el fin de que el estuco no llegue a penetrar en los poros de la pasta cerámica.



Fig. 114: impregnación de las áreas de fractura con Acril al 10%. Este procedimiento aporta cierta impermeabilidad a la zona, evitando que el estuco penetre en la pasta cerámica y favoreciendo su total reversibilidad en caso necesario.

Con placas de cera de dentista, reblandecida con aire caliente para hacerla maleable, se tomó la impronta correspondiente a cada laguna a partir de una zona completa adyacente y se colocó en el faltante correspondiente sujetándola con cinta adhesiva para que actuara de molde-contraforma y poder depositar el estuco (fig.115 y 116).



Fig. 115 (arriba): detalle de contraforma con cera dental en la base.



Fig. 116 (dcha.): La pieza preparada para estucar.

El estuco se preparó con Polyfilla® para interiores en polvo amasada en una solución de Acril AC 33® al 10% en agua desionizada: la Polyfilla® se tamizó con un colador sobre la emulsión hasta saturarla para conseguir una pasta relativamente densa, se removió suavemente y se aplicó a espátula. En los bordes, por su difícil acceso con las espátulas, se optó por hacer un estuco más líquido y aplicarlo por vertido.

Se dejó secar (fig. 117 y 118), se retiraron las contraformas y las cintas adhesivas de protección y se procedió a rebajar e igualar el estucado, primero con bisturí (fig. 119) y después con papeles abrasivos de diversos granos (fig. 120) para conseguir una superficie lisa y fina. Se optó por un estucado a nivel para facilitar la posterior transferencia de las impresiones.



Figs. 117 y 118: Dos imágenes de la pieza estucada durante el fraguado del material de relleno.



Fig. 119: Rebajado del estuco con bisturí



Fig. 120: Nivelación y lijado del estuco

Los poros e imperfecciones que aparecieron se masillaron con el mismo estuco de Polyfilla® y Acril, humedeciendo previamente las zonas correspondientes (figs. 121 y 122) y se volvió a lijar la superficie, quedando listo para la reintegración cromática (figs. 123 y 124).



Fig. 121: Humectación del estuco



Fig. 122: Masillado de poros e imperfecciones

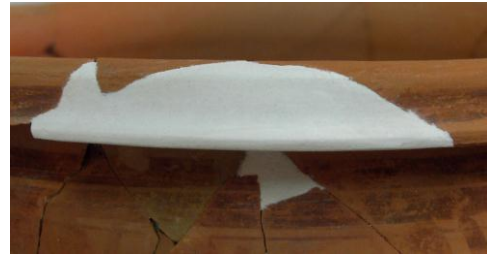


Fig. 123 (izda.): imagen de la cerámica estucada, lista para la reintegración cromática.

Fig. 124 (arriba): detalle del estucado del borde de la boca.

#### REINTEGRACIÓN CROMÁTICA.:

La reintegración cromática del estucado por el interior de la pieza se realizó por superposición de capas de color a pincel con pinturas acrílicas Polycolor de Maimeri, siguiendo el sistema de la tinta plana y aproximándose al color real de la cerámica (fig. 125)

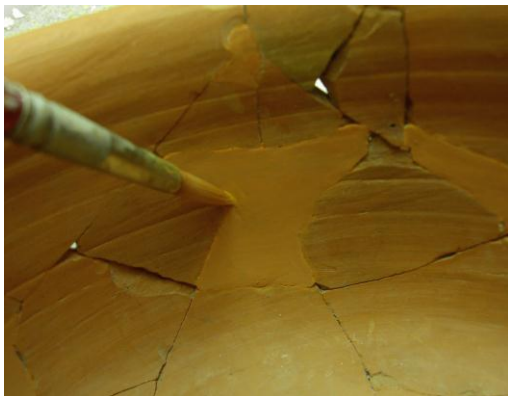


Fig. 125: Detalle del proceso de reintegración cromática de las lagunas por el interior de la pieza cerámica.

No se realizó la reintegración cromática de las lagunas por su cara exterior a la espera de los resultados del estudio e investigación sobre las transferencias de impresiones ink jet soportadas en PapelGel.

NOTA: Todas las fotografías reproducidas en este anexo corresponden a la pieza de cerámica íbera perteneciente a la colección del Museo de Prehistoria de Valencia.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **ARTÍCULOS**

ANGELI, BEATRICE; MICHELUCCI, MAURIZIO; RASTRELLI, ANNA: "Ceramiche attiche a figure nere del Museo Archeologico di Firenze: prassi operativa e tradizione in margine alla teoria del restauro". En *OPD Restauro. Rivista dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori de Restauro di Firenze*. pgs. 153-164. Florencia, 2002.

BANDINI, GIOVANNA: "Forma e immagine, ossia consideración sul problema delle lacune nelle ceramiche". En *Faenza, annata LXXVIII*, fascicolo III-IV, 1992. Pgs. 223-230.

BANDINI, GIOVANNA: "Forma e immagine, ossia consideración sul problema delle lacune nelle ceramiche". En *OPD Restauro. Rivista dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori de Restauro di Firenze*. pgs. 108-120. Florencia, 2002.

CAROCA RODRÍGUEZ, ASTRID: "Barnices sintéticos: estudio comparativo de barnices sintéticos utilizados en la restauración de cerámicas". Artículo en la revista *Conserva* nº 6, pgs. 29-46. 2002.

DEL FRANCIA, PIER ROBERTO: "Materiali per la restituzione di parti mancanti su reperti non metallici". En *Studi e materiali. scienza dell'antichità in Toscana*, vol. VI, pgs. 157-164. 1991. Giunta regionale Toscana "L'Erma" di Bretschneider.

FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, CARMELO: "Algunhas observacións sobre conservación e restauración de cerámica arqueolóxica en Galicia". Artículo en la revista *Labris* nº 1, pgs. 38-46. Galicia, 1998.

FODARO, DAVIDE: "Bozzetti, modelli e sculture in terracota: tecniche, analisi, conservazione". En *Progetto Restauro*, nº 5, pgs. 2-11. Padova, 2004.

GÓMEZ, OSWALDO: "Restauración de materiales arqueológicos: Perspectivas y resultados." En: *XIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2000*. Editado por J.P. Laporte, A.C. Suasnávar y B. Arroyo, pp.1030-1035. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

ILLANES, M. PAULINA; REYES, VERÓNICA: "Restauración de alfarería prehispánica: intervenciones en vasijas del cementerio Metro Estación Quinta Normal". Artículo en la revista *Conserva* nº 7, pgs. 65-84. 2003.

MERCADO HERVÁS, MARINA: "Teoría de la reintegración cromática". En: *Cuadernos de Restauración*, nº 5, 2004, pgs. 11-21. ICCROM per Spagne 21.

MORALES, A.: "John Ruskin, entre el diseño y la restauración de monumentos". En: *Patrimonio histórico-artístico. Conservación de Bienes Culturales*, Historia 16, capítulo 13, pgs. 119-122. Madrid, 1996.

MORALES, A.: "La cultura francesa de la restauración monumental: Viollet-le-Duc". En: *Patrimonio histórico-artístico. Conservación de Bienes Culturales*, Historia 16, capítulo 12, pgs. 111-115. Madrid, 1996.

MORENO CIFUENTES, M<sup>a</sup> ANTONIA; DÁVILA BUITRÓN, CARMEN: "Estudio de antiguas intervenciones de restauración en los diferentes tipos de objetos, llevadas a cabo en el Museo Arqueológico Nacional desde su fundación. Evolución de los criterios y productos empleados". En: *X Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, pgs. 337-347. Cuenca, 1994.

NEBOT DÍAZ, ESTHER: "Medios robotizados aplicados en los procesos de reintegración de pinturas murales mediante sistemas de impresión digital". En: *Actas del XV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, vol. I, pgs. 477-480. Murcia, 2004.

PASÍES OVIEDO, TRINIDAD; CARRASCOSA MOLINER, BEGOÑA: "Alternativas en el proceso de reintegración de lagunas en cerámicas arqueológicas". En *Actas del XIV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, vol. II, pgs. 709-716. Valladolid, 2002.

PASÍES OVIEDO, TRINIDAD; PEIRÓ RONDA, M<sup>a</sup> AMPARO: "Antiguas intervenciones sobre piezas arqueológicas del Museo de Prehistoria de Valencia". En *Actas del XIV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, vol. II, pgs.987-996. Valladolid, 2002.

PASÍES OVIEDO, TRINIDAD; PEIRÓ RONDA, M<sup>a</sup> AMPARO: "80 anni di storia del restauro nel Museo di Prehistoria di Valencia". En *Restaurare i Restauri: Metodi, Compatibilità, Cantieri. Atti del Convegno di Studi Bressanone. Scienza e Beni Culturali XXIV*. 2008, pgs. 869-875. Edizioni Arcadia Ricerche.

PASÍES OVIEDO, TRINIDAD; PEIRÓ RONDA, M<sup>a</sup> AMPARO: "El laboratorio de Restauración del Museo de Prehistoria de Valencia". En: *Arqueología en blanco y negro. La labor del SIP 1927-1950*, pgs. 171-176. Diputació de Valencia y Museu de Prehistòria. Valencia, 2006.

PASÍES, TRINIDAD; PEIRÓ, M<sup>a</sup> AMPARO; BONET, HELENA; DOMENECH, TERESA: "Conservazione e restauro dell'insieme di ceramiche iberiche del Tossal de Sant Miquel (Llíria), appartamenti alla collezione del Museo de Prehistoria de Valencia". En: *Actas del IV Congresso Nazionale IGIC, Lo Stato dell'Arte*, pgs. 407-414. Siena, Santa Maria dell Scala. 2006.

REGIDOR ROS, JOSE LUIS: "Las impresiones ink jet en los procesos de restauración de obras de arte". En *Actas del XV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, vol. II, pgs.1005-1010. Murcia, 2004.

SMITH, SANDRA: "Filling and painting of ceramics for Exhibition in the British Museum – Is it acceptable?". En: *Restoration. Is it acceptable?. Occasional Paper 99*, pgs. 159-169. Edited by Andrew Oddy, Department of Conservation British Museum. London, 1994.

#### LIBROS Y MONOGRAFÍAS

BONET ROSADO, HELENA: *EL Tossal de Sant Miquel de Llíria. La antigua Edeta y su territorio*. Servicio de Investigación Prehistórica. Valencia, 1995.

BRANDI, CESARE: *Teoría de la restauración*. Ed. Alianza Forma. Madrid, 1988.

BUYS, SUSAN; OAKLEY, VICTORIA: *Conservation and restoration of ceramics*. Pgs. 119-160. Ed. Elsevier Butterworth-Heinemann, series in Conservation and Museology. Oxford, 2005.

CARRASCOSA MOLINER, BEGOÑA: *Iniciación a la conservación y restauración de objetos cerámicos*. Ed. UPV. Valencia, 2006.

CARRASCOSA, BEGOÑA; LASTRAS, MONTSERRAT: *La conservación y restauración de la azulejería*. Ed. U.P.V. Valencia, 2006.

MACARRÓN MIGUEL, ANA M<sup>a</sup>: *HISTORIA DE LA conservación y la Restauración. Desde la antigüedad hasta el siglo XX*. Ed. Tecnos. Madrid, 2002.

PASIES OVIEDO, TRINIDAD: *La conservación y restauración del mosaico*. Ed. UPV. Valencia, 2004.

VV.AA.: *Restauración de pintura mural. Iglesia de los Santos Juanes*. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2007.

## TESIS DOCTORALES

LASTRAS PÉREZ, MONTSERRAT: *Investigación y análisis de las masillas de relleno para la reintegración de lagunas en cerámicas arqueológicas*. Tesis doctoral presentada en el Departamento de C.-R. de la Universidad Politécnica de Valencia. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2007.

LEGORBURU ESCUDERO, M<sup>a</sup> PILAR: *Criterios sobre la reintegración de lagunas en obras de arte y trascendencia del estuco en el resultado final según su composición y aplicación*. Tesis doctoral presentada en el Departamento de pintura de la Universidad Politécnica del País Vasco. Ed. Servicio editorial Universidad del País Vasco. Serie Tesis Doctorales. Lejona, Bilbao, 1995.

REGIDOR ROS, JOSE LUIS: *Estabilidad, protección y aceptación de las impresiones Ink Jet en procesos de creación y conservación de obras de arte*. Tesis doctoral en CD-Rom. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2003.

SÁNCHEZ PONS, MERCEDES: *Revisión de técnicas y criterios en torno a la reintegración de pintura mural al fresco. Aplicación en las pinturas murales de la bóveda de la iglesia de Los Santos Juanes de Valencia*. Tesis doctoral presentada en el Departamento de C.-R. de la Universidad Politécnica de Valencia. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2002.

## PÁGINAS Y SITIOS WEB

[http://www.doncolor.es/index.php?option=com\\_content&task=view&id=37&Itemid=59](http://www.doncolor.es/index.php?option=com_content&task=view&id=37&Itemid=59)

[http://www.elpais.com/articulo/cultura/Romanico/virtual/Pirineo/elpepicul/20030609elpepicul\\_9/Tes](http://www.elpais.com/articulo/cultura/Romanico/virtual/Pirineo/elpepicul/20030609elpepicul_9/Tes)

<http://www.guimera.info/memoriagrafica/premsa/Segre/Retaule070429.htm>

<http://www.graficosdehoy.com/channel.php3?open=yes&number=13&id=593>

<http://www.graficamurale.com/en/index.htm>

<http://www.graficamurale.com/en/portfolio.html>

<http://www.mcu.es/patrimonio/MC/IPHE/Intervenciones/BienesMuebles/ObrasArte/ErmitaAntoni oFlorida.html>

<http://www.miningmural.com/2008/06/mining-mural-publications.html>

<http://www.lahornacina.com/articulossevilla.htm>

[http://www.lasprovincias.es/valencia/prensa/20061214/cultura/rehabilitacion-santos-juan-es-concluire\\_20061214.html](http://www.lasprovincias.es/valencia/prensa/20061214/cultura/rehabilitacion-santos-juan-es-concluire_20061214.html)

[http://www.levante-emv.com/secciones/noticia.jsp?pRef=3739\\_12\\_377657\\_\\_Comarcas...ceramica-ibera...Lliria](http://www.levante-emv.com/secciones/noticia.jsp?pRef=3739_12_377657__Comarcas...ceramica-ibera...Lliria)

<http://www.sedoptica.es/revistas/pdfs/90.pdf>

<http://www.slideshare.net/restauradores/restauración/>

<http://www.surfacecollective.com/>

<http://www.tarraconensis.com/iberos/losiberos.html>



