

# TRANSFERENCIA DE IMPRESIONES INK JET, UNA HERRAMIENTA PARA LA RECONSTRUCCIÓN PICTÓRICA DE FALTANTES

José Luis Regidor Ros, Sarai Delhom Solaz, Juan Valcárcel Andrés, Antonia Zalbidea Muñoz y Pilar Soriano Sancho  
 Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia  
 Taller de Pintura Mural

AUTOR DE CONTACTO: José Luis Regidor Ros, jregidor@crbc.upv.es

**RESUMEN:** *La posibilidad técnica de trasladar a soportes físicos reales las reconstrucciones virtuales generadas desde los softwares de tratamiento de imagen, abre un campo de soluciones a la reconstrucción pictórica de faltantes.*

*El presente texto evalúa una serie de sistemas de impresión y transferencia a los que se ha sometido a un programa de resistencia a diversas magnitudes físicas y de compatibilidad con el medio pictórico real. A través del estudio de estas técnicas se ha colaborado en el desarrollo de un novedoso soporte de transferencia llamado papelgel®, revelándose como el más idóneo para la reconstrucción pictórica de faltantes de pintura mural al fresco.*

*Los casos de la restauración de la decoración pictórica del Teatro Leal de La Laguna y de los frescos de Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia muestran la aplicación práctica de estos recursos.*

**PALABRAS CLAVE:** transferencia, *ink jet*, reintegración pictórica, *papelgel®*, pintura mural

## 1. ESTABILIDAD DE TINTAS HP VIVERA®/UV® TRANSFERIDAS A SUPERFICIES MURALES

Con el fin de evaluar el comportamiento de las tintas pigmentadas Viverra y UV (Hewlett Packard) seleccionadas para convivir con entornos de pintura mural real, en un sistema de restauración pictórica basado en la transferencia de impresiones *ink jet*, se ha diseñado un programa de medición de resistencia a diversas magnitudes físicas. Los parámetros considerados han sido: la resistencia a la luz (fuentes UV, IR y fluorescente), abrasión y resistencia química (transferencia de color por frotado) sobre estructuras de parches de tinta transferidos a soportes murales.

### 1.1 Idoneidad de la estructura tinta pigmentada/revoque mural

Distintos estudios avalan la estabilidad de las impresiones *ink jet* con tintas pigmentadas HP UV® y Viverra® sobre distintos soportes (Wilhelm, 2004; Wihelm 2007; Regidor, 2004) y es sobradamente conocida la resistencia de los revoques de cal y arena. La duda surge cuando se juntan estos materiales y se pretende hacerlos convivir con fragmentos originales de pintura mural tradicional.

Los distintos sistemas de transferencia requieren que la tinta, originalmente líquida, se solidifique sobre el soporte temporal, sea disuelta nuevamente y se fije definitivamente sobre el soporte mural. Este forzado cambio de fase (por efectos del calor o los disolventes), o el hecho de que la superficie mural de cal y arena mantiene durante largo tiempo una alta alcalinidad (pH 13), son factores que pueden alterar la presunta estabilidad del conjunto. Para resolver estas dudas se están realizando estudios que confirmen la idoneidad de la estructura tinta pigmentada/revoque mural.

Cabe recordar que cualquier material que se desee emplear en fines de reintegración pictórica, como el caso que nos ocupa, ha de responder a las tres exigencias básicas de cualquier intervención restaurativa: la estabilidad, la reversibilidad y la inocuidad, sin olvidarnos de la irrenunciable compatibilidad estética. De este modo se ha diseñado un programa de medición de resistencia a diversas

magnitudes físicas que permitirá encuadrar la transferencia de tinta pigmentada frente a los requisitos antes comentados.

La elección, para el proyecto de *Santos Juanes*, de las marcas de tinta pigmentada, impresora, sistema de transferencia y soporte mural definitivo han respondido a un buen número de exigencias de todo tipo. A nivel informático (compatibilidad con los softwares empleados), a nivel físico (formato de impresión, compatibilidad con el soporte de transferencia, etc.) incluso a nivel estético (*gamut* cromático, textura, etc.) [Regidor, et al, 2007].

Finalmente nuestras experiencias han sido realizadas con dos tipos de tinta:

- HP UV Ink®. Black, Cyan, Magenta, Yellow, Light Cyan, Light Magenta.
- HP Viverra Ink®. Black, Photo Black, Light Gray, Blue, Red, Yellow, Green, Cyan Light Cyan, Magenta, Light Magenta, Matte Black.

Dos impresoras:

- HP 5500 para las tintas HP UV. Ink®.
- Z 3100 para las tintas HP Viverra Ink®.

Tres sistemas de transferencia:

- Papelgel® (Transferencia por disolución en agua y presión).
- Data Becker® (Transferencia Térmica).
- Lazertran® (Polimero sintético soluble en film).

Tres soportes murales finales:

- Revoque de cal y arena liso.
- Revoque de cal y arena texturado.
- Revoque de yeso.

Junto a las probetas resultantes de la combinación de los anteriores materiales, se han realizado unas cuantas de materiales tradicionales como patrones de referencia, para comparar los resultados de algunas de las experiencias realizadas.

## 2. PROGRAMA DE PRUEBAS DE ESTABILIDAD.

Las probetas han sido sometidas a cinco tipos de test diferentes:

1. Resistencia a la abrasión.
2. Resistencia química (transferencia de color por frotado).
3. Resistencia a la iluminación fluorescente.
4. Resistencia a la luz UV.
5. Resistencia a la luz día artificial (cámara de arco de xenón)

### 2.1 Prueba de resistencia a la abrasión

Este test propone evaluar cómo una transferencia de tinta sobre revoque, reacciona frente a factores exteriores como la erosión, viento, polvo, fricción...

Este test se ha realizado con un abrasímetro lineal bajo los siguientes parámetros:

1. Como material de desgaste se ha empleado una mezcla de goma y óxido de aluminio presentada en forma de pequeños cilindros y bajo el nombre de CS-10.
2. La presión en la cabeza del abrasímetro era de 250g.
3. La velocidad del roce: 15 ciclos/minuto.
4. La distancia del recorrido: 4 cm.
5. Duración del Test: 5 ciclos.

Para clasificar los resultados se ha empleado la siguiente graduación:

0, sin daño. 1, pérdida de brillo sin pérdida de color. 2, pequeña pérdida de color. 3, media pérdida de color. 4, severa pérdida de color.

#### 2.1.1. Conclusiones.

La valoración de la transferencia con Lazertrán/Vivera, sería de 2, las realizadas con Papelgel® /UV, 3. y las Papelgel® /Vivera, 2. Por comparar, pruebas realizadas sobre fresco tradicional y fresco protegido con Paraloid B72, obtuvieron valoraciones de 2 y 1 respectivamente.

Concluyendo, las tintas Vivera y UV tienen un grado medio de resistencia a la abrasión, bastante parecido al que obtendrían las técnicas tradicionales, como la acuarela, y un poco por debajo del fresco tradicional. Obviamente estos resultados están relacionados con las características del soporte mural, su grado de carbonatación y los materiales que permanecen, dependiendo del sistema de transferencia (films, adhesivos).

### 2.2. Resistencia química (transferencia de color por frotado)

Este test propone evaluar cómo una transferencia de tinta sobre revoque, reacciona frente al frotado en contacto con diferentes sustancias químicas. Simultáneamente a la valoración de las distintas resistencias, se puede comprobar el grado de reversibilidad y eliminación que tiene la tinta sobre el revoque.

Para realizar este test se le aplica al abrasímetro lineal el *Crock Meter Kit*, que consiste en un pequeño cilindro de metacrilato al que se le fijan unas piezas de tela que se impregnan con los distintos agentes químicos a ensayar.

Las sustancias químicas probadas fueron:

- A. Agua: Disolvente polar por excelencia.
- B. Agua con 10% de tensoactivo: Modificación del agua que le permite disolver materiales grasos.
- C. Acetona: Disolvente estándar de polaridad media.
- D. Alcohol: Simula los efectos de un limpia-cristales.
- E. White Spirit: Hidrocarburo altamente apolar.

Para clasificar los resultados se ha empleado la siguiente graduación:

0, sin transferencia de color. 1, pérdida de brillo sin transferencia de color. 2, pequeña transferencia de color. 3, Media transferencia de color. 4, severa transferencia de color.

#### 2.2.1. Conclusiones

Se ha realizado el ensayo sobre seis colores diferentes con tintas UV, con una duración total de 5 ciclos, concluyendo que el White Spirit obtendría un 3, la acetona 3, el alcohol 2, y el agua y el agua con tensoactivo, estarían entre 0 y 1. Cabe destacar que los rojos y magentas son los colores que más se transfieren. Las tintas Vivera son, en conjunto, un punto más resistentes que las UV en cada ensayo.

Para completar el ensayo de grado de reversibilidad se ha realizado el Test de Féller, que ha determinado la polaridad exacta a la que la tinta transferida se disuelve con facilidad. La reversibilidad total no se puede conseguir, debido a la porosidad y textura del revoque, pero un grado de solubilidad aceptable sí, a partir de un fd80 (Tolueno).

### 2.3. Resistencia a la iluminación fluorescente

Los test de resistencia a la luz intentan acelerar el desgaste por fotodegradación acumulando radiaciones lumínicas de distintas longitudes de onda dependiendo del ambiente que se desee reproducir (exteriores, interiores).

Las lámparas fluorescentes no producen ninguno de los efectos críticos causados por las radiaciones UV, visible e infrarrojo de la luz solar, pero pueden darnos una orientación acerca de la iluminación que recibirá la transferencia en un espacio interior.

Las probetas se han introducido durante 3216 horas en una caja de luz fría compuesta por 4 tubos fluorescente modelo TLD 18 W/94 (60 cm.) de 1000 lúmenes de intensidad por tubo. Bajo un filtro Perspex (CTS) las muestras recibían 10.000 lux a una temperatura de 38° C y 36% HR.

### 2.4 Resistencia a la iluminación UV

Para los ensayos de resistencia a la iluminación UV hemos empleado la cámara de envejecimiento acelerado QUV con lámparas UVA-340, exponiendo las probetas en ciclos de 250h/450h/1000h de radiación UV.

Para evaluar los resultados de resistencia a las distintas iluminaciones hemos empleado el parámetro de la diferencia de color ( $\Delta E^*$ ).

### 2.5. Resistencia a la luz día artificial (cámara de arco de xenón)

Gracias a una colaboración con el AMIEN una serie de muestras viajaron a EE.UU. donde fueron sometidas a ciclos de 410 horas de exposición en una cámara de arco de xenón.

### 2.5 Conclusiones a los ensayos de resistencia a la iluminación fluorescente, luz UV y luz día artificial

Si admitimos que las imágenes se deteriorarán proporcionalmente al aumento de los niveles de intensidad de la exposición, tendremos que un día de exposición en la caja de luz fría equivaldrá a 44,4 días de iluminación real en un espacio interior, en el caso de que



Figura.1. Abrasímetro lineal con el Crock Meter Kit.

mantuviéramos una temperatura y humedad constante de 20° C y 50-60% de HR. En nuestra pequeña caja, los fluorescentes pese a la ventilación, crean un ambiente seco a 38° C y 36% de HR, con lo que la proyección en días probablemente aumentaría.

Teniendo en cuenta que nuestras probetas han estado en la caja 104 días podríamos afirmar que las transferencias de tinta soportarían 12,6 años de iluminación fluorescente normal sin producirse variaciones de color significativas.

Las variaciones cromáticas tras los ciclos de permanencia en la cámara QUV para ambos tipos de tinta empiezan a ser significativos sobrepasadas las 200 horas de exposición siendo el parche de tinta amarilla el único que empieza a decolorarse (450 h =  $\Delta 34,96$ ) para desaparecer tras 1000 horas de exposición. El resto de tintas no empiezan a tener variaciones cromáticas apreciables hasta las 450 horas de exposición, permaneciendo en ( $\Delta E^*$ ) menores de 5 puntos.

Las variaciones cromáticas tras los ciclos de permanencia en la cámara de arco de Xenón para ambos juegos de tinta han sido muy escasos permaneciendo en ( $\Delta E^*$ ) menores de 2 puntos.

### 3. CONCLUSIONES GENERALES

Una larga exposición a radiación UV o en cámara de arco de Xenón pretende simular el efecto de la luz solar sobre las transferencias, exigencia a la que no se va a someter el sistema de reintegración pictórica propuesto para los frescos de la iglesia de los Santos Juanes de Valencia. No obstante el conocimiento de las limitaciones de la estructura tinta pigmentada, revoque de cal y arena permite acotar su campo de aplicación y abre las puertas a su mejora. En esta línea se continúan realizando experiencias con estas tintas y sistemas de transferencia.

En función de los procesos de desgaste a los que han sido sometidos los materiales analizados, podemos confirmar que la transferencia de las tintas pigmentadas a revoque de cal y arena posee un alto



Figura.2 Georreferenciación de la imagen digital del techo de Teatro Leal.

grado de estabilidad a largo plazo en condiciones de exposición interior simulada, y a corto/medio plazo en condiciones reales de desgaste en exteriores. Lo que sitúa esta técnica, al menos, al mismo nivel que las técnicas pictóricas tradicionales.

Es sabido que un fresco es una estructura porosa que permite el tránsito de vapor de agua. Las gotas de tinta al formar la imagen no constituyen en sí un bloqueo de la porosidad, sin embargo, las bases acrílicas o siliconadas utilizadas para la transferencia de las imágenes impresas sí constituyen una barrera infranqueable para esta transpiración natural pudiendo ser tan negativa como el abuso de consolidantes o barnizados plásticos, por lo que la transferencia con el sistema papelgel® aventaja en prestaciones al resto de sistemas testados.

### 4. LOS CASOS DE LA RECONSTRUCCIÓN DE FALTANTES CON IMPRESIONES INK JET EN LOS FRESCOS DE PALOMINO EN LA IGLESIA DE LOS SANTOS JUANES DE VALENCIA Y DEL MURAL DE LÓPEZ RUIZ EN EL TEATRO LEAL DE LA LAGUNA

Ambos conjuntos murales, salvando las distancias técnicas (fresco-marouflage), dimensionales y estéticas, tienen en común la pérdida de un altísimo porcentaje de su materia original. Este hecho los convierte en un grupo de fragmentos arqueológicos sin posibilidad alguna de recuperar su unidad estética con medios convencionales.

La intención y necesidad de recuperar el ambiente pictórico de los espacios que ornamentan, legitima la puesta en valor de los fragmentos conservados y los intentos de "reconstrucción" de los perdidos para devolver al espectador al menos la "imagen" de lo que fueron.

La idea reconstructiva que proponemos está en la línea de aquellos sistemas que defienden la unidad estética manteniendo el carácter documental del fragmento pero limitando en la medida de lo posible todos los factores interpretativos y subjetivos.

El empleo de imágenes fotográficas como material de reintegración viene justificado principalmente por el argumento de que se trata del **acercamiento más fiel al original que podemos conseguir** y a la vez **no toma en absoluto el carácter de la pintura, no la suplanta, no falsifica.**

#### 4.1. Metodología común

El proceso de reintegración pictórica mediante impresiones ink jet para estos casos, parte de la existencia de material fotográfico histórico que se fusiona con material fotográfico actual hasta conseguir una imagen única en la gama cromática deseada, enderezada, rectificada y puesta a escala, de la que se extraerán los fragmentos que convivirán con los restos originales.

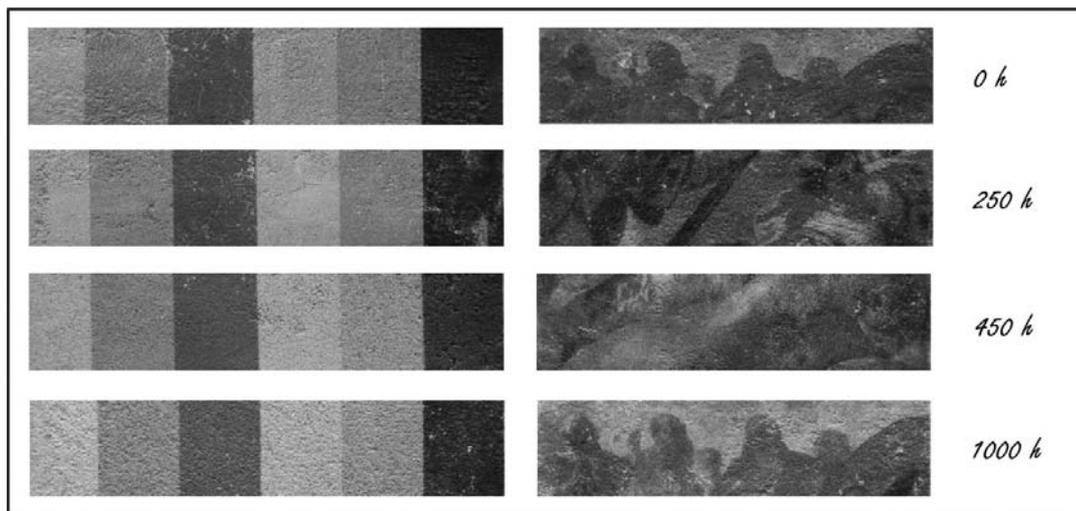


Figura 3. Efecto de la iluminación UV tras distintos ciclos de exposición.

Fruto de la colaboración de los Talleres de Intervención de Pintura Mural y Documentación y Registro del IRP, técnicos de Hewlett-Packard y de ARSUS PAPER, se ha desarrollado una metodología concretada en tres fases:

- Captura fotográfica y tratamiento con software *HP ARTIST* de los fragmentos originales
- Composición de la imagen a transferir
- Impresión y transferencia

#### 4.1.1. Proceso de captura fotográfica y tratamiento con software *HP ARTIST*.

La reconstrucción colorimétrica digital de los fragmentos existentes en la obra se ha realizado utilizando una tecnología de Hewlett-Packard que permite realizar digitalizaciones de obras de arte con alta fiabilidad.

El sistema consiste en realizar un barrido fotográfico, empleando en estos dos casos una cámara Nikon D2X y controlando una serie de parámetros:

- Toma de muestras de las reflectancias de las obras de arte original a reproducir (restos de los murales de Palomino y López Ruiz) y de un blanco patrón con un espectrofotómetro que 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.
- Caracterización de los iluminantes Balcar Jazz350 con el espectroradiómetro Minolta CS-1000A.
- El proceso de captura consiste en tomar dos fotos consecutivas bajo las mismas condiciones de iluminación. Por un lado la captura del resto de original y por otro la de un blanco patrón de referencia por cada captura de original.

Posteriormente, el sistema realiza una compensación automática de la uniformidad de la luz incidente para cada captura, independizando las tomas de la situación física y precisa de los iluminantes.

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.

#### 4.2. Composición de la imagen a transferir

El material fotográfico histórico de partida es sometido a un proceso digital que rectifica, endereza y pone a escala la imagen. De tal manera que queda asimilada a la forma arquitectónica real que

contiene o contenía las pinturas originales.

La imagen de partida para la reconstrucción de la bóveda de los Santos Juanes es una fotografía de los años 30 del pasado siglo, mientras que para el techo del Teatro Leal se ha empleado la imagen que se conserva tras la restauración que éste tuvo en 1989 y más o menos mantenía hasta su demolición.

A estas imágenes se les superponen las capturas fotográficas procesadas de los fragmentos originales de mural conservados (referencia actual más objetiva de la realidad cromática de la obra). Una vez encajados ambos registros de información se procede al coloreado digital de las áreas perdidas hasta obtener la nivelación cromática deseada.

Las fotografías presentan las aberraciones típicas que producen las lentes del objetivo de una cámara fotográfica y en ocasiones, si el plano de la cámara no está completamente paralelo y en el centro del motivo a fotografiar, la imagen final resultante, posee además una gran deformación de perspectiva. Las deformaciones, escala y situación en el espacio de una imagen, se pueden solventar en gran medida gracias a programas de georeferenciación.

Las imágenes finales son generadas siguiendo las siguientes fases:

#### 4.2.1 Georeferenciación de la imagen digital de la bóveda de la Iglesia de los Santos Juanes

Para la corrección de imágenes no georeferenciadas es necesaria la adición de *puntos geográficos de control*, que consiste básicamente en la introducción de puntos fácilmente reconocibles en la imagen, evitando su linealidad para abarcar la mayor superficie posible. Para realizar estas operaciones se ha optado por utilizar el software *Microstation*, ya que combina ambas funciones gracias a introducir un sub-programa con el que es posible realizar labores tanto de georeferenciación como de teledetección llamado *IRAS\_C*.

##### 4.2.1.1 Elección de puntos geográficos de control

Mediante una estación de topografía se recogen los puntos de control presentes en la bóveda realizados gracias a una cuadrícula regular marcada en el muro. Finalmente se han obtenido veinticinco puntos que permiten georeferenciar la fotografía en B/N con la cuadrícula marcada en la bóveda.

##### 4.2.1.2 Corrección geométrica

Una vez recogidos los datos, se introducen en el programa. Durante

este proceso realizado mediante el software IRAS\_C, se modifica la posición y coordenadas que ocupan los píxeles de la imagen que se desea readaptar gracias a tratarse de una imagen digitalizada. Esta transformación se basa en funciones numéricas que permiten modificar muy flexiblemente la geometría de la imagen.

#### 4.2.1.3. Desproyección de la imagen original

El software IRAS\_C permite encajar la fotografía original en B/N mediante la asignación de coordenadas. En este proceso se hacen coincidir los puntos referenciales tomados en la bóveda con los de la fotografía en B/N y se realiza por fragmentos de fotografía para conseguir que el ajuste sea perfecto. Tras obtener toda la fotografía reajustada a la cuadrícula por fragmentos, se realiza el mosaico de todos ellos para conseguir la imagen completa final.

#### 4.2.1.4. Recorte de la fotografía en B/N por cuadrantes.

Para facilitar las operaciones de impresión y transferencia se ha seccionado la fotografía completa adaptándola a los cuadrantes existentes en la bóveda. Dichos cuadrantes tienen unas dimensiones de 88 x 86 cm.

#### 4.2.1.5. Ajuste del barrido fotográfico.

Con la utilización del mismo software, se desproyecta cada una de las capturas realizadas de los fragmentos existentes en la bóveda. Mediante la asignación de puntos estratégicos se consigue adaptar las imágenes a cada uno de los cuadrantes utilizando referentes de imagen y de cuadrícula.

#### 4.2.2. Georreferenciación de la imagen digital del techo de Teatro Leal.

En este caso se ha optado por utilizar el software *Bentley Descartes*. Partiendo de un archivo .dwg de *AutCAD (programa CAD de AutoDesk)* con la geometría y dimensiones reales del techo, se asimilan a éste las fotografías testimoniales de los años 80' que conservan la disposición de los conjuntos figurativos. De esta forma, se obtiene una imagen a escala real y perfectamente adaptada al techo que sirve como referencia para la georreferenciación posterior de las tomas individuales hechas a cada fragmento conservado.

#### 4.2.3 Coloreado digital

Para dar color a la imagen georreferenciada utilizada como base, se superpone a ésta las fotografías de los fragmentos originales tras su limpieza que han sido tratadas con el software *HP ARTIST*, el cual les proporciona un perfil ICC específico que permite imprimirlas con los colores ajustados perfectamente a los originales. Tomando como punto de partida los colores existentes en este barrido fotográfico, se aplican veladuras de color sobre dicha fotografía hasta conseguir entonar el conjunto.

Los pasos para este procedimiento realizado con *Photoshop®* son:

- Se parte como capa de base, de la imagen georreferenciada y escalada en la que aparecen las referencias de la situación de los originales en el techo.

- Sobre esta capa base se coloca una capa con las fotografías ajustadas por el *HP ARTIST* que servirán como referencia de color.

- Generándose una capa intermedia entre las dos anteriores con selección de fusión de capa en *color*, se van aplicando veladuras de color sobre la capa base a través de diversas herramientas propias del *Photoshop®* tomando como referencia de color la capa de las fotografías ajustadas por el *HP ARTIST*.

Finalmente y para homogeneizar todo el trabajo se aplica un pequeño *desenfoque gaussiano*.

## 5. IMPRESIÓN Y TRANSFERENCIA DE LA IMAGEN.

Las diferencias técnicas propias de ambos conjuntos murales requieren de soluciones de impresión específicas para cada uno de ellos. Mientras que la técnica de *marouflage* de la obra de López Ruiz permite la impresión directa de la imagen generada sobre lienzos imprimados, la reconstrucción del fresco de Palomino ha necesitado el desarrollo de un sistema de transferencia que garantice la inocuidad y compatibilidad estética de la reconstrucción con el original.

### 5.1. Impresoras y tintas

Como hemos visto en los estudios anteriores los ensayos realizados con las tintas *HP UV* y *HP Vivera* con las impresoras *HP 5500* y *Z 3100* respectivamente avalan el empleo de ambas alternativas.

### 5.2. Solución de transferencia para los frescos de Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia. EL SISTEMA PAPELGEL®

Tras comprobar cómo los sistemas de transferencia que ofrece el mercado, incumplen los mínimos criterios necesarios para la reconstrucción pictórica de faltantes de pintura mural al fresco, (elasticidad, transparencia, compatibilidad estética y física con la obra real) nos propusimos adaptar a nuestros fines un material que, de inicio, presentaba ciertas posibilidades.

La empresa ARSUS PAPER ha desarrollado un material copolímero laminar, inocuo, transparente, y extraordinariamente elástico; PAPELGEL®, cuya composición sólido-gel le permite transferir imágenes fotográficas de gran calidad a todo tipo de superficies y volúmenes, independientemente de su textura y porosidad, sin necesidad de preparación alguna.

Tras dos años de investigación conjunta (IRP-ARSUS), se ha conseguido adecuar el sistema PAPELGEL®, 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. El soporte se retira no quedando residuo alguno.

El sistema de aplicación se realiza en las siguientes fases:

- Impresión de la imagen a transferir.
- Inmersión de la lámina en agua.
- Presentación sobre la zona a transferir.
- Aplicación de presión mediante rodillo.
- Retirada del soporte temporal papelgel.

Para transferir los más de cien metros de faltantes pictóricos de la zona de trabajo se ha optado por imprimir áreas de un máximo de 69 x 69 centímetros que son fijadas a un bastidor de vacío semi-elástico para facilitar su manipulación.

Tras el proceso de transferencia sobre la superficie mural tan solo permanece la tinta seleccionada 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.

### 5.3 Solución de impresión y adhesión del mural de López Ruiz en el Teatro Leal de la Laguna

La impresión se ha realizado con tintas *Vivera inks®* y el *plotter Z3100*. Las impresoras de la serie Z tienen un mayor *gamut* colorimétrico que modelos anteriores, fundamental para la reproducción fidedigna de colores reales. Las tintas *Vivera inks®* son resistentes al agua y poseen una longevidad de unos 200 años. (Wilhelm, 2007). Además, el hecho de ser tintas resistentes al agua previene a priori las perturbaciones cromáticas asociadas a la humedad del techo



Figura.4 Superposición de capturas del original y coloreado de la imagen histórica.

donde han sido aplicadas.

La imagen total generada se seccionó en 12 *banners* de un metro de ancho y longitudes variables en función del techo (entre 12 y 7m) imprimiéndose en lienzo especial de HP (*Professional matte canvas de 420 gr*).

En este caso, fue necesaria la utilización de un software específico para la gestión de impresiones de gran formato mediante el *Rip PhotoPRINT® DX 6.0v1* siendo necesaria la generación de perfiles *ICC* específicos compatibles con la aplicación. A pesar de que el archivo fotográfico tenga un perfil de color *ICC* incrustado, el propio software gestiona internamente la salida del archivo a través de sus propios perfiles específicos para cada tipo de *medias*. Esto supone un problema cuando es imprescindible que el color de salida del documento sea idéntico al de la obra que se está reproduciendo.

Por esta razón fue necesario “calibrar” el *Rip*, para conseguir un perfil de salida que permitiera imprimir el archivo según el perfil de entrada. Los perfiles *ICC* tanto de entrada (los asignados a las fotografías en este caso por el software *HPARTIST*) como los de salida (los propios del software de gestión de color) que indican cómo debe “pintar” una impresora sobre cada tipo de *media*, deben ajustarse para obtener el archivo con el color deseado.

#### 5.4. Adhesión y montaje final

Sobre el soporte definitivo se dibujó una cuadrícula de referencia sobre la que adherir los *banners* impresos. La adhesión se comenzó desde el eje central y las telas fueron yuxtaponiéndose hasta alcanzar los límites periféricos. Como adhesivo se empleó la *BEVA O.F. GEL®*.



Figura.5 Superposición de capturas del original y coloreado de la imagen histórica.

Al techo entelado se le adhirieron los fragmentos de lienzo original en su correcta ubicación gracias a las referencias impresas. En previsión de posibles desprendimientos como los acaecidos en anteriores restauraciones, los fragmentos originales disponen de unas pestañas perimetrales ancladas mecánicamente mediante tornillería de acero inoxidable.

Finalizada la adhesión se procedió al retoque pictórico de juntas y puntos de encuentro entre telas, completándose también la reintegración pictórica de los fragmentos originales. La última fase fue el barnizado de protección del conjunto.

## 6. CONCLUSIONES

Como se ha descrito, el intento de reproducir colores originales por medio de impresiones *inkjet* transferidas a partir de capturas

digitales, supone un importante esfuerzo de búsqueda de la perfecta equivalencia entre los distintos operadores informáticos, y aun así, es honesto reconocer que los resultados que presentamos serán ampliamente mejorados en un futuro muy próximo, merced la continua evolución de estas tecnologías.

Continua evolución que de por sí ya avalan las impresiones y transferencias como una herramienta válida, garantizando incluso la mejora de sus prestaciones.

La obra de Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia, lleva 70 años esperando una solución, y la ejecución de esta propuesta de reintegración que en la actualidad cubre los primeros metros transferidos, puede abrir la puerta a una intervención definitiva que al menos recupere el ambiente pictórico de la Iglesia de los Santos Juanes y haga justicia a los valiosos fragmentos de fresco que aún se conservan.



Figura.6 Transferencia mediante bastidor de vacío.



Figura.7 Resultado de la transferencia.

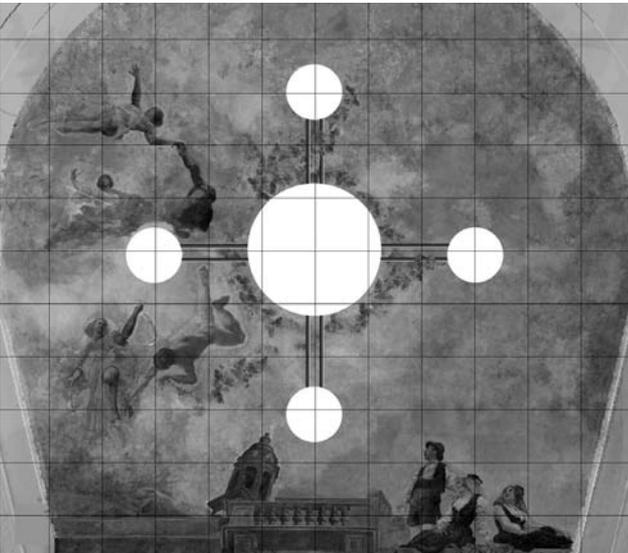


Figura 8 Reconstrucción digital del mural de López Ruiz



Figura 9 Plotter Z3100.

El Teatro Leal reinaugurado el 18 de septiembre de 2008 mantiene en el techo del patio de butacas la idea que López Ruiz concibió para él en 1919. Dos realidades físicas distintas, pinturas e impresiones, conviven formando una única imagen. Nueva realidad sí, pero fiel reflejo de lo que fueron.

### AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a las entidades que colaboran en la financiación de estos proyectos de restauración, Fundación Aguas de Valencia en los frescos de Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia y el CiCOP en el mural de López Ruiz en el Teatro Leal de la Laguna. También queremos agradecer al Vicerrectorado de Investigación Desarrollo e Innovación de la UPV y a la Conselleria d'Empresa, Universitat i Ciència por financiar los proyectos relacionados, de estudio de sistemas de transferencia. Ref 4722. 20070321 y GV/2007/208 respectivamente. También a Mark D. Gottsegen, Materials Research Director, Co-Director, Art Materials Information and Education Network Intermuseum Conservation Association, y a Jim Hayes, Golden Artist Colors, Inc. Y por supuesto a todo el equipo del IRP y sus colaboradores que en mayor o menor medida participa en el proyecto.

### NOTAS

<sup>1</sup> ESTUDIO DE SISTEMAS DE TRANSFERENCIA Y SOPORTES TEMPORALES DE IMPRESIÓN INK JET CON TINTAS PIGMENTADAS UV SOBRE SUPERFICIES MURALES. Ref 4722. 20070321 financiado por el Vicerrectorado de Investigación Desarrollo e Innovación de la UPV. ESTUDIO DE SISTEMAS DE TRANSFERENCIA Y SOPORTES TEMPORALES DE IMPRESIÓN INK JET CON TINTAS PIGMENTADAS SOBRE SUPERFICIES MURALES Codg. GV/2007/208. financiado por la Conselleria d'Empresa, Universitat i Ciència.

<sup>2</sup> *Data Becker®* y *Lazertran®* inicialmente no son aconsejables para nuestros propósitos porque forman un film sobre el mortero, que dificulta el paso natural de vapor de agua.

<sup>3</sup> El principio de "similitud con el original" que rige la selección de materiales a emplear en restauración como garantía de compatibilidad (física y estética) e inocuidad, es el que se ha seguido a la hora de seleccionar el material de soporte definitivo mural. El revoque simplemente debía consistir en un mortero lo más parecido en modo y forma al que empleara Palomino para la ejecución de su obra, es decir, una argamasa de cal y arena. Según las analíticas realizadas, este revoque estaría compuesto por cal y polvo de mármol en proporción de 1/1 y 1/2 y una granulometría máxima de 0,6-0,7.

<sup>4</sup> Las diferencias de textura se obtienen empleando llana, pincel o esponja al reparar la aplicación de la argamasa, con lo que se obtienen revoques más o menos compactos y porosos.



Figura.10 Estado final de la restauración del mural de López Ruiz.

<sup>5</sup> Las probetas tienen un formato de 6 x 9 cm. y se han transferido tanto parches de color como imágenes policromas complejas.

<sup>6</sup> Acuarela sobre mortero de cal, Fresco, Fresco pulverizado con Paraloid B 72.

<sup>7</sup> Para testar la resistencia a la abrasión y la resistencia química hemos usado un abrasímetro lineal *Taber 5750*. El abrasímetro lineal tiene una cabeza deslizante en un movimiento lineal, a la que se puede intercambiar accesorios y a la que se puede ajustar distintas longitudes, presiones y velocidades.

<sup>8</sup> El *Crock Text* es muy usado en la industria textil y se emplea de acuerdo a la norma ISO 105-X12.

<sup>9</sup> Construida a partir del modelo descrito en: Norville-Day, H. "The conservation of faxes and colour photocopies, with special reference to David Hockney's "Home made prints", *Modern Works – Modern Problems?* Conference Papers, The Institute of Paper Conservation, 1994.

<sup>10</sup> Las lámparas UVA-340, con un pico de emisión de 340 nm son las que mejor reproducen la corta región de longitud de onda entre los 295 y 365 nm de la radiación solar.

<sup>11</sup> Se están realizando ensayos de resistencia a la iluminación, dejando unas probetas en luz interior, y otras en la oscuridad. Estas probetas se van midiendo colorimétricamente cada 3 meses.

<sup>12</sup> Las probetas se han medido antes, durante y después de cada ciclo de iluminación con un espectrofotómetro *Eye One*. De los diferentes sistemas de color existentes hemos elegido el perceptivo CIELAB [coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ], idóneo para la medición de fuentes secundarias que son las que nos ocupan, y que nos permiten el cálculo del parámetro de diferencia de color ( $\Delta E^*$ ), a través de la fórmula:  $\Delta E = \Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2$ , parámetro que simplifica extraordinariamente la comparación de variaciones globales de color.

<sup>13</sup> Art Materials Information & Educations Network.  
10,000 lux/450 lux x 24 horas/12 horas = 44,4 días.

<sup>14</sup> 450 lux por día.

<sup>15</sup> Si asumimos la correlación entre el envejecimiento acelerado y la durabilidad real en exteriores de acuerdo con el estándar de que 1 año de exposición en Centro Europa = 2050 MJ/m<sup>2</sup> y Energía = 550 W/m<sup>2</sup> (UV & Visible = 300-800 nm), podemos establecer que las transferencias soportarían su exposición al exterior entre tres y seis meses. En España donde en un solo semestre se duplican los datos de irradiación diaria acumulada respecto a los de Centro Europa, tan solo soportarían dos meses al exterior.

<sup>16</sup> Con el fin de seguir la norma ASTM D 4303.

<sup>17</sup> *Eye-One*®.

<sup>18</sup> El Espectroradiómetro de *Konica Minolta CS-1000A* es capaz de medir la distribución espectral, luminancia, cromaticidad y temperatura del color en pantallas CRT Y LCD, y luminarias. Es un instrumento de referencia para transferir medidas de radiancia y temperatura del color a instrumentos secundarios.

<sup>19</sup> La característica a tener en cuenta en la elección de un punto de control terrestre (GPC) (que en este caso se trataría de puntos representativos presentes en la pintura), es la capacidad de “localización inequívoca” con la mayor precisión posible tanto en la imagen en B/N como en la bóveda.

<sup>20</sup> El *Bentley Descartes*® se trata de un software que añade un alto rendimiento a las operaciones de *MicroStation*®, permitiendo la georreferenciación, el *resampleado*, la creación de mosaicos de imágenes, etc.

<sup>21</sup> La empresa se ha especializado en la reproducción de obras de arte; pintura mural, pintura sobre lienzo, retablos, mosaicos, etc. obteniendo las réplicas más exactas que actualmente pueden conseguirse.

<sup>22</sup> Este tipo de programas denominados *Rip* son capaces de gestionar archivos internamente, almacenándolos previamente en la memoria del ordenador. De esta forma pueden ser impresos posteriormente sin necesidad de tener que ser procesados durante la impresión. Esto permite que la impresora reciba los datos de forma continua y constante durante todo el proceso disminuyendo sustancialmente los tiempos de pre-impresión y durante la misma, reduciéndola hasta en un 30%.

<sup>23</sup> El *ICC* de salida específico para el *media hp professional matte canvas* fue obtenido gracias al espectrofotómetro *Eye-One*® que garantizó la gestión completa del color en el flujo de trabajo, desde el principio hasta el final. Este sistema trabaja a partir de la medición de *targets* indicadores de corte de tinta y paletas de colores, obteniéndose finalmente un archivo *ICC* específico para dicho *media*.

## BIBLIOGRAFÍA

A.A. V.V. (2007): Restauración de Pintura Mural. Iglesia de los Santos Juanes de Valencia. 1º Ed. Servicio de publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

Bosch, I., Roig, P. (1992): “Bases metodológicas para recomposición de pintura mural mediante técnicas de tratamiento informatizado de la imagen”, En: Actas del IX Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Ed. Excmo. Ayuntamiento de Sevilla. Sevilla.

Dicarlo J.M., Sampat N., Bhachech M., Mcguire M. and Dispoto G. (2004): “Building a fine art reproduction system from standard hardware” in *Sensors and Camera Systems for Scientific, Industrial, and Digital Photography Applications V*. Edited by Blouke, Morley M.; Sampat, Nitin; Motta, Ricardo J. Proceedings of the SPIE, Volume 5301, pp. 383-392

Gonzalez, N. (2007): La transferencia de mediotono impresa. Posibilidades plásticas y creativas. Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral. Sin publicar

Jürgens, M.C. (1999): Preservation of Ink Jet Hardcopies. Rochester Institute of Technology. Rochester, Nueva York.

Pastor, J., Alcalá, J.R. (1997). Procedimientos de transferencia en la creación artística, 1ª Ed. Diputación de Pontevedra. Pontevedra.

Regidor, J.L. (2004): “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.2, Murcia. Ed. Ligia Comunicación y Tecnología, SL. 3. Murcia. pp.1005-1010

Regidor, J.L. (2004): Estabilidad, protección y aceptación de las impresiones ink jet en procesos de creación y conservación de obras de arte 1º Ed.. Servicio de publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

Regidor, J.L., Palumbo, M., Gomez, G., Clavel, I. (2006), “Restauración y solución propuesta para la exposición de los fragmentos conservados en la bóveda de la iglesia de los Santos Juanes de Valencia”. En: ARCHE. Publicación del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la UPV. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, vol 1, nº 1. pp. 45-52

Regidor, J.L., Roig, P. Abad, J. Gomez, J. (2007): “Pictorial restoration of frescos by transferring inkjet prints: the case of Palomino’s frescos in the church of Santos Juanes in Valencia”. En: ARCHE. Publicación del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la UPV. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, vol 1, nº 2. pp. 31-38

Sanchez, M., Regidor, J.L. (2004): “Las nuevas tecnologías en los procesos de reintegración de pinturas murales. Tratamiento digital y sistemas de impresión digital aplicados en los frescos de A. Palomino en la iglesia de los Santos Juanes de Valencia”, En :VII Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación, Yaiza, Lanzarote.

Wilhelm, W. (2004): “A review of Accelerated Test Methods for Predicting the Image Life of Digitally-Printed Photographs—Part II”. En: IS&T NIP20:2004 International Conference On Digital Printing Technologies. Salt Lake City, Utah USA,

Wilhelm, W. (accessed 15 de April 2007): “Print Permanence Ratings for HP Designjet Z2100 Printer and Vivera Pigment Inks” En: www.wilhelm-research.com.

Wilhelm, W. (accessed 15 de April 2007): “Print Permanence Ratings for HP Designjet Z2100 Printer and Vivera Pigment Inks” En: www.wilhelm-research.com.

English version

TITLE: *Transfer to ink jet printers, a tool for the painterly reconstruction of missing parts.*

ABSTRACT: *The technical possibility to move real physical supports to virtual reconstructions generated from the software of image treatment opens a range of solutions to the painterly reconstruction of missing parts.*

*The text in question evaluates a series of print and transfers systems, both of which being considered a resistance programme of various physical magnitudes and the means compatibility of real painterly reconstructions. The study of these techniques has lead to the development of a new transfer support called papelgel® turning out to be the most suitable for painterly reconstruction of the fresco mural painting’s missing parts.*

*The painterly decoration restoration cases of the “Teatro Leal de La Laguna” and the “Frescoes” by Palomino in the church of Santos Juanes of Valencia show the practical application of these resources.*

KEYWORDS: *transfer, ink jet, painterly retouching, papelgel®, mural painting*