

# V REUNIÓ TÈCNICA DE CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ

Museu Marítim de Barcelona  
20 i 21 d'octubre de 1995



Grup Tècnic

Associació professional  
dels conservadors-restauradors  
de Catalunya





V Reunió Tècnica  
de Conservació i Restauració



# V Reunió Tècnica de Conservació i Restauració

Museu Marítim de Barcelona  
20 i 21 d'octubre de 1995



Grup Tècnic  
Associació professional  
dels conservadors-restauradors  
de Catalunya

Primera edició: octubre de 1998

© 1998, Grup Tècnic. Associació Professional  
dels Conservadors-Restauradors de Catalunya  
Portaferrixa, 24. 08002 Barcelona

La responsabilitat de les afirmacions fetes en les comunicacions correspon exclusivament als seus autors. L'opinió expressada per aquests no coincideix necessàriament amb la del Grup Tècnic.

Tots els drets reservats. Cap part d'aquesta publicació es pot reproduir, transmetre ni emmagatzemar de cap manera ni per cap mitjà sense l'autorització escrita dels titulars del copyright.

Els editors agraïeixen a Boixareu Editores l'autorització per a la publicació de l'article «El láser en la restauración controlada de obras de arte», aparegut originalment a *Mundo electrónico*, núm. 251 (octubre de 1994).

Edició i maquetació a cura de Conrad Galli  
Disseny de la coberta: Marta Borrell  
Fotomecànica: Digigraf 2000, SL  
Filmació de fotolits: Lozano Faisano, SL  
Impressió: Hurope, SL. Lima, 3 bis. 08030 Barcelona

Imprès a Espanya - Printed in Spain  
Dipòsit legal: B. 42.197-1998  
ISBN: 84-930225-0-0

## Sumari

### PRESENTACIÓ

### CONSERVACIÓ

- 11 Guía para una adecuada conservación en los museos, archivos y bibliotecas: control de la polución ambiental, *per Jordi Torramilans*
- 17 Control de l'activitat biològica amb atmosferes de gas inert, *per Joan R. Aromí i Montserrat Argemí*

### TECNOLOGIA APLICADA A LA RESTAURACIÓ

- 23 El láser en la restauración controlada de obras de arte, *per Sergio Ruiz-Moreno*

### PINTURA

- 36 Recuperació i restauració de pintures murals a l'oli de Pere Viver, *per Conxa Armengol, Mireia Fages, Pere Rovira i Silvia Samaniego*
- 41 Diferents aplicacions del Reemay tramet dins l'àmbit de la restauració pictòrica, *per Eduard Batlle i Rosa M. Carretero*

### ESCULTURA

- 43 Restauració dels elements decoratius de la Galera Reial del Museu Marítim de Barcelona, *per Carmen Vázquez i M. Teresa Sala*



PAPER I MATERIAL D'ARXIU

- 51 Restauració del còdex «Taula per alphabet sobre tots los llibres de Seneca», *per Domènec Palau i Tana Andrades*
- 57 Mostra Cerdà: restauració dels plànols, *per Carme Bello i Àngels Borrell*
- 63 Retrat de Barcelona: diari d'una restauració, *per Carme Bello, Àngels Balliu i Marta Esteve*

PALEONTOLOGIA

- 71 Tècniques de preparació paleontològica, *per Isabel Pellegrero i Eulàlia Soler*

## Presentació

Em complau presentar, en nom de la Junta del Grup Tècnic, l'edició de les comunicacions de la V Reunió Tècnica de Conservació i Restauració, que va tenir lloc al Museu Marítim de Barcelona els dies 20 i 21 d'octubre de 1995.

Aquesta publicació, que apareix de manera simultània amb les actes de la VI Reunió Tècnica, té com a objectius principals difondre els continguts de les reunions, facilitar l'intercanvi d'informació entre els professionals de la conservació i la restauració i donar a les activitats del Grup Tècnic una major projecció pública. Amb això, la Junta fa realitat el compromís adquirit quan va ser elegida, que responia a una vella aspiració només parcialment acomplerta en el passat amb la difusió en fotocòpies de les actes d'anteriors reunions tècniques. El contingut d'aquest volum correspon a les comunicacions que van ser trameses per escrit al Grup Tècnic per a la seva publicació.

Esperem que aquesta iniciativa tingui continuïtat en el futur i que ajudi a consolidar la tendència creixent pel que fa a la participació de públic i a la quantitat i la qualitat de les comunicacions presentades a les reunions tècniques.

Barcelona, octubre de 1998

Anna Nualart  
Presidenta del Grup Tècnic



## Guía para una adecuada conservación en los museos, archivos y bibliotecas: control de la polución ambiental

Jordi Torramilans, licenciado en Ciencias químicas, técnico de Purafil Inc.

El uso general del término «conservación» se refiere al cuidado y tratamiento de obras u objetos valiosos, descripción a la que también podría ajustarse el término «restauración». Sin embargo, cuando hablamos de las disciplinas de conservación y restauración, el contenido de las mismas es distinto.

La función de los especialistas en conservación podría dividirse en dos aspectos: el primero de ellos sería el control medioambiental para minimizar el deterioro de obras de arte y materiales, y el segundo sería el tratamiento de éstos, para contrarrestar el decaimiento sufrido y para estabilizarlos cuando sea posible contra cualquier posterior deterioro.

En esta ponencia se tratará únicamente el primero de estos dos aspectos, es decir, el control medioambiental, haciendo hincapié en el más desconocido de los cuatro factores que contribuyen a la degradación de objetos materiales: la polución por gases corrosivos. El conocimiento y tratamiento de los otros tres factores (partículas en suspensión, temperatura y humedad) está mucho más extendido.

Es de destacar el efecto sinérgico que producen estos dos últimos factores sobre la capacidad corrosiva de gases como el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y el ozono ( $\text{O}_3$ ), todos ellos presentes habitualmente en la atmósfera de áreas urbanas en cantidades muy superiores a las máximas recomendadas por los

estándares de conservación de museos, archivos y bibliotecas. Así, los niveles comunes de gases corrosivos presentes en el aire son los siguientes:

| Gas             | Áreas no urbanas | Áreas urbanas |
|-----------------|------------------|---------------|
| SO <sub>2</sub> | 6-13 ppb         | 100-750 ppb   |
| NO <sub>2</sub> | 1-1,5 ppb        | 40-100 ppb    |
| O <sub>3</sub>  | 0,4 ppb          | 20-40 ppb     |

Por citar datos más próximos, la concentración de estos gases en 1992 (se indican concentración promedio anual y puntas mensuales) en el paseo de Recoletos de Madrid fue la siguiente:

| Gas             | Promedio | Puntas  |
|-----------------|----------|---------|
| SO <sub>2</sub> | 18 ppb   | 42 ppb  |
| NO <sub>2</sub> | 51 ppb   | 60 ppb  |
| NO <sub>x</sub> | 160 ppb  | 262 ppb |
| O <sub>3</sub>  | 10 ppb   | 21 ppb  |

La presencia de esos gases en nuestras ciudades se debe principalmente a la contaminación producida por los vehículos de motor y por los sistemas de calefacción.

## Principales gases corrosivos

### *Dióxido de azufre*

Los principales materiales afectados por la acción corrosiva del dióxido de azufre son el carbonato cálcico (mármol, piedra caliza, frescos, piedra arenisca), la celulosa (papel, algodón, lino, madera), la seda, el hierro y el acero.

También son atacados por este gas el cuero, la lana y el pergamino, y en menor medida ciertas aleaciones de bronce, gomas sintéticas, tejidos sintéticos y colorantes, aunque hay que mencionar que los colorantes y los pigmentos modernos han demostrado ser específicamente sensibles a la acción corrosiva resultante del dióxido de azufre.

### *Ozono*

El ozono desarrolla una acción destructora específica sobre compuestos orgánicos insaturados, rompiendo sus dobles enlaces. Tratándose de un potente agente oxidante, tiene también un efecto destructor sobre toda materia orgánica.

Las pinturas, los tejidos, el material de archivo, los muebles, los especímenes biológicos, el cuero, las pieles y las plumas están total o predominantemente constituidos por materia orgánica, por lo que el ozono es un gas extremadamente pernicioso en un museo.

### *Dióxido de nitrógeno*

Debido a que el dióxido de nitrógeno se disuelve eventualmente en agua formando ácido nítrico, un ácido tan fuerte como el sulfúrico pero además fuertemente oxidante, causa los mismos problemas mencionados para el  $\text{SO}_2$ , pero particularmente en lo que se refiere a la corrosión de metales, la hidrólisis de la celulosa y el deterioro de las piedras calcáreas y murales.

A causa de su carácter volátil, sin embargo, tiene difícil acceso a superficies secas y sólo reacciona en contacto, por lo que se puede considerar menos amenazante que el ácido sulfúrico formado por oxidación y disolución en agua del  $\text{SO}_2$ .

### *Cloruros*

A pesar de que no figuran entre los grandes contaminantes, los cloruros, ya sean en forma de cloro o de cloruro de hidrógeno, son los contaminantes más peligrosos para los objetos metálicos, por lo que en zonas costeras o altamente industrializadas son un factor más a tener en cuenta.

## **Estándar para el control medioambiental**

Han sido muchas las organizaciones que han investigado o patrocinado estudios para definir unos estándares medioambientales no

agresivos para la perfecta conservación de materiales expuestos o almacenados en museos, archivos y bibliotecas. Entre las organizaciones que han liderado estos esfuerzos figuran las americanas National Institute for Science and Technology (NIST), anteriormente denominado National Bureau of Standards (NBS), Public Buildings Service (PBS), General Services Administration (GSA), American National Standards Institute (ANSI), American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers Institute (ASHRAE) y The Library of Congress, las canadienses Canadian Conservation Institute (CCI) y Royal Ontario Museum y la británica British Museum Library.

La variedad de resultados de los estudios realizados hasta la fecha para los cuatros parámetros medioambientales ha impedido por el momento que exista un consenso sobre los estándares que deben regir en el área que nos ocupa.

Las discrepancias encontradas no son, de todos modos, muy grandes. Por ejemplo, en cuanto al nivel máximo recomendable de  $\text{SO}_2$ , la norma más extendida es de 0,35 ppb, aunque hay grupos que especifican niveles máximos de hasta 3,8 ppb, y otros, como el British Museum, que exigen su completa eliminación.

A continuación se resumen los estándares más ampliamente aceptados:

| Factor ambiental          | Categoría 1                      | Categoría 2                      | Categoría 3                      |
|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Acceso público            | sí                               | no                               | no                               |
| Tiempo de almacenamiento  | corto-largo                      | corto-largo                      | largo                            |
| Rango de temperaturas     | 18-24°C                          | 10-13°C                          | -29°C                            |
| Variación de temperaturas | $\pm 1^\circ\text{C}$            | $\pm 0,5^\circ\text{C}$          | $\pm 1^\circ\text{C}$            |
| Gases contaminantes:      |                                  |                                  |                                  |
| $\text{SO}_2$             | $\leq 0,35 \text{ ppb}$          | $\leq 0,35 \text{ ppb}$          | $\leq 0,35 \text{ ppb}$          |
| $\text{NO}_2$             | $\leq 2,65 \text{ ppb}$          | $\leq 2,65 \text{ ppb}$          | $\leq 2,65 \text{ ppb}$          |
| $\text{O}_3$              | $\leq 0,94 \text{ ppb}$          | $\leq 0,94 \text{ ppb}$          | $\leq 0,94 \text{ ppb}$          |
| $\text{CO}_2$             | $\leq 2,50 \text{ ppb}$          | $\leq 2,50 \text{ ppb}$          | $\leq 2,50 \text{ ppb}$          |
| Partículas                | $\leq 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\leq 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\leq 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |

## **Caracterización de la corrosividad medioambiental**

Está disponible en el mercado un método sencillo de caracterización de la corrosividad potencial de ambientes específicos de museos, archivos y bibliotecas: el Silver 6 Pack. Se trata de un test consistente en seis probetas de plata independientes que permite la caracterización de otras tantas zonas distintas dentro del museo. Las probetas se disponen por un periodo de 90 días en el ambiente que se quiere analizar, por lo que el resultado obtenido resulta una aproximación realista de las condiciones promedio en ese periodo. La película de corrosividad formada sobre las láminas de plata se analiza cuantitativamente mediante reducción electrolítica catódica, método que permite también disponer de información cualitativa sobre los gases causantes de la corrosión. El resultado se correlaciona con los niveles de contaminantes especificados en los estándares de diseño que ya hemos visto anteriormente.

Este sencillo test permitirá a los responsables de conservación determinar el nivel de corrosividad de las salas y almacenes a su cargo y emprender acciones correctivas en caso necesario.

## **Eliminación de la contaminación ambiental**

La eliminación de los gases corrosivos debe realizarse a través de filtros químicos, generalmente combinando la eficacia de más de un adsorbente específico, como el Purakol para gases de alto peso molecular como el cloro, los hidrocarburos en general y los clorados en particular, el ozono y el dióxido de nitrógeno, y el Chemisorbant II de Purafil para gases de bajo peso molecular como el dióxido de azufre, el sulfuro de hidrógeno y el cloruro de hidrógeno.

Como norma, todo el aire que provenga del exterior y se impulse al sistema de acondicionamiento debe ser purificado a través de los filtros químicos, siendo aconsejable también filtrar el aire de retorno.

En áreas de almacenamiento de acceso restringido es deseable disponer de sobrepresión para evitar infiltraciones de aire contaminado. En cambio, en los laboratorios de restauración es imprescindible mantener una presión negativa para evitar fugas de aire, generalmente más contaminado, hacia otras áreas.

Es esencial que el diseño del equipo de filtración de aire lo reali-



ce una empresa con experiencia específica en museos, como Purafil Inc., que cuenta con infinidad de referencias en este campo, destacando entre las más recientes el diseño y el suministro de filtros químicos para la preservación de la Capilla Sixtina.

## Control de l'activitat biològica amb atmosferes de gas inert

Joan R. Aromí, director, i Montserrat Argemí, coordinadora de servei de Mètode, SCCL

El 1987, el Getty Conservation Institute (GCI) va signar un acord amb l'Egyptian Antiquities Organization per desenvolupar un model de vitrina hermètica amb atmosfera de gas inert per a la col·lecció de mòmies reials del Museu Egipci d'El Cairo. Així, el GCI va dissenyar i construir un sistema estàtic d'emmagatzematge a llarg termini per a la conservació d'objectes i artefactes sensibles a l'oxigen amb un control dels nivells d'oxigen i d'humitat relativa. La vitrina es va dissenyar per prevenir el deteriorament d'objectes orgànics o inorgànics com a conseqüència dels canvis d'humitat, biodegradació, oxidació tèrmica o fotolítica i degradació per gasos i partícules contaminants de l'aire. El desembre de 1994 ja es disposava dels primers prototips i es feien les primeres proves.

Els objectius principals que el GCI va marcar per al projecte van ser els següents:

- Les vitrines no podien dependre de cap sistema elèctric o mecànic.
- Els requeriments de manteniment havien de ser mínims (arbitràriament, cada dos anys).
- Les vitrines s'havien de poder fabricar i provar en països en vies de desenvolupament.
- El cost de les vitrines s'havia de mantenir al més baix possible.

El GCI va investigar en els seus laboratoris sobre els efectes de la activitat biològica en atmosferes amb una baixa concentració d'oxi-

gen, i també amb variacions de la humitat relativa. La recerca es va ampliar també a l'estudi de l'estabilitat fisicoquímica dels materials proteínics, com els teixits momificats o el pergami.

Les conclusions principals d'aquesta recerca van ser que les vitrines havien de garantir:

- La supressió de l'activitat biològica i l'oxidació dels materials proteínics mitjançant una atmosfera de gas inert (nitrogen) i una baixa humitat relativa.
- El manteniment de la temperatura en un nivell tan constant i baix com fos possible.
- El manteniment de la humitat relativa entre el 30 i el 50%.
- La restricció de les longituds d'ona més llargues de la llum que incidís en un objecte, amb l'ús de filtres ultraviolats i violats (propers als 400 nanòmetres), i amb una intensitat lumínica limitada a 100 lux per a materials orgànics.

Finalment, el GCI va construir amb èxit una vitrina hermètica amb atmosfera de nitrogen, amb una contaminació per oxigen no superior a les 10 ppm/dia. La vitrina s'ha de purgar si els nivells d'oxigen superen l'1% (o les 10.000 ppm). El període sense manteniment és d'aproximadament 11 anys si la vitrina es purga a 1.000 ppm d'oxigen, i es pot prolongar fins a més de 20 anys si s'hi introdueixen absorbidors d'oxigen.

### **Aplicació pràctica de la conservació en atmosferes inerts: el cas de la mòmia de Vilanova i la Geltrú**

Ara fa gairebé un any, es va introduir la mòmia egípcia «Nesi», de la col·lecció del Museu Víctor Balaguer, de Vilanova i la Geltrú, dins una vitrina que era l'adaptació del prototip del GCI, per tal de frenar-ne el deteriorament que s'havia detectat, causat per unes condicions d'exhibició inadequades.

Per a això, els responsables del museu es van posar en contacte amb Nieves Valentín, especialista de l'Instituto de Restauración y Conservación de Bienes Culturales, qui va diagnosticar una infecció generalitzada causada per diversos microorganismes que estaven provocant la descomposició de la mòmia. El tractament que es va decidir aplicar va ser instal·lar la mòmia dins una bossa de plàstic de barrera, amb la seva atmosfera purgada amb un gas inert en flux

constant. Els objectius principals d'aquesta actuació van ser els següents:

- Disminuir la humitat relativa fins al límit del 40%, per tal d'afavorir l'assecat de la mòmia de manera lenta i controlada.
- Disminuir al màxim l'activitat biològica.
- Disminuir el creixement de bactèries anaeròbies per descens de la humitat.
- Eliminar completament el insectes per anòxia.
- Mantenir la mòmia en un entorn controlat fins que es disposés d'una solució definitiva.

El gener de 1993, els responsables del museu es van posar en contacte amb nosaltres per tal que féssim l'estudi de viabilitat i el pressupost per a la producció del prototip dissenyat pel GCI, raó per la qual vam posar-nos en contacte amb aquesta institució, que des del primer moment es va mostrar absolutament disposada a col·laborar amb nosaltres. Per dur a terme aquest projecte innovador vam sol·licitar la participació dels Serveis Científicotècnics de la Universitat de Barcelona, als quals també cal que agraïm la col·laboració.

Una de les fites del projecte era aconseguir un nivell d'hermeticitat que permetés mantenir durant un llarg període de temps unes concentracions d'oxigen per sota de l'1%. La solució constructiva adoptada va consistir en l'ús de perfils d'alumini amb juntes tòriques i cub d'unió.

Quedava per resoldre el problema de la pressió interior, ja que els gasos augmenten de volum en escalfar-se (cosa per la qual tendeixen a escapar-se de la vitrina) i disminueixen de volum en refredar-se (per la qual cosa l'aire exterior té tendència a entrar a la vitrina). Això provoca unes tensions en els materials que haurien d'haver obligat a fer un disseny molt més complex i pesant. Per aquest motiu es van dissenyar els coixins de pressió, uns elements capaços d'absorbir les diferències de pressió a l'interior de la vitrina. D'aquesta manera la vitrina treballa a la mateixa pressió que l'atmosfera exterior.

Cal afegir que els materials amb què està feta aquesta vitrina són químicament estables i de llarga durada, i que no requereixen cap manteniment: l'alumini anoditzat i el vidre laminat de seguretat conformen l'urna; tots els ports i vàlvules són completament hermètics a l'oxigen; els coixins de pressió són fets de material barrera.

Pel que fa a la humitat relativa a l'interior de l'urna, el gas inert se subministra en sec, raó per la qual el sistema n'inclou la humidi-

ficació, per tal d'arribar als valors designats. Això s'aconsegueix fent bombollear el gas per una columna d'aigua.

La vitrina es va muntar a la Universitat i es va purgar amb heli. Amb un detector es van localitzar i segellar les fugues. Es va mantenir la vitrina amb una petita sobrepressió durant una setmana per garantir-ne l'estanquitat, després d'això es va transportar, sense desmuntar-la, a Vilanova, on s'hi va instal·lar la mòmia, per a la qual cosa es va desmuntar el vidre superior.

A partir d'aquell moment, la concentració d'oxigen es va mantenir per sota del 0,1%, i la humitat relativa, en un nivell constant del 47,5%. El mes d'abril, es va substituir l'analitzador d'oxigen per un altre de definitiu, s'hi van introduir absorbidors d'oxigen i es va purgar fins que l'analitzador va marcar el 0,000% d'oxigen (per sota de les 10 ppm). Al cap de sis mesos, les lectures dels nivells d'humitat relativa es mantenen constants (47,5%) i el nivell d'oxigen era del 0,003% (30 ppm).

L'èxit obtingut en la realització d'aquest prototip ens va animar a fer un estudi de viabilitat per a la producció industrial d'aquestes vitrines, que actualment estem en disposició de produir en un termini raonable. Per tal de mantenir una continuïtat de treball, Mètode, SCCL, ha creat un nou departament d'R+D amb el nou servei de control d'activitat biològica amb atmosferes de gas inert.

## **Servei de control d'activitat biològica amb atmosferes de gas inert**

El servei de control d'activitat biològica amb atmosferes de gas inert es basa en els estudis fets per Nieves Valentín, de l'Instituto de Restauración y Conservación de Bienes Culturales. Aquestes investigacions neixen de la necessitat de donar alternativa a la utilització de productes tòxics, per tal d'evitar-ne els efectes negatius.

El mètode es basa en la creació d'atmosferes amb un nivell molt baix d'oxigen, de manera que s'aconsegueix l'eliminació dels insectes per anòxia en totes les seves fases biològiques (ous, larves, nimfes i adults), i també el decreixement de l'activitat de microorganismes (fongs, bacteris).

Nieves Valentín experimenta en els seus treballs amb diferents tipus de gasos inerts, amb diferents nivells de temperatura i humitat, amb concentracions diferents d'oxigen i amb diferents insectes per

tal d'establir els paràmetres de tractament adequats. El temps de tractament es redueix en augmentar la temperatura, o en disminuir la humitat relativa. Entre els gasos provats (nitrogen, argó i CO<sub>2</sub>), l'argó va donar més bons resultats. En els materials tractats amb argó no es produeixen alteracions físiques ni químiques (i tampoc canvis de color).

L'eficàcia del mètode depèn clarament:

- Del gas utilitzat.
- De les espècies de què es tracti i del seu estadi de desenvolupament.
- De la combinació de temperatura i humitat relativa.
- De la concentració d'oxigen.

Per realitzar el tractament cal tenir en compte en quines condicions d'humitat s'ha conservat el material, ja que cal evitar modificar-les dràsticament. Això és especialment important en el cas de les talles policromades o els instruments musicals.

Pel que fa als microorganismes, la combinació d'humitat relativa baixa i nivells baixos d'oxigen redueix l'activitat microbiana fins a nivells indetectables. L'objectiu no és eliminar els microorganismes sinó controlar-los. Un cop el tractament s'ha realitzat, els objectes es poden tornar a exposar en les condicions ambientals amb seguretat, sempre que es controli la humitat.

Mètode, SCCL, es responsabilitza de fer el seguiment de l'activitat biològica amb atmosferes de gas inert mitjançant bosses barrera, amb tot l'equipament necessari per oferir el servei complet i amb la garantia d'un control rigorós (plàstic de barrera a l'oxigen, termo-soldadors biactius, vàlvules, analitzador d'oxigen amb una precisió de 10 ppm).

El procés comença amb una diagnosi prèvia, per tal de valorar el grau de degradació dels objectes que cal tractar, per a la qual cosa es compta, si cal, amb el suport de diversos especialistes i amb la col·laboració dels responsables de la conservació de les peces. Mètode, SCCL, té un acord de col·laboració amb els biòlegs membres del grup Saxum, de la Universitat Autònoma de Barcelona, que li permet efectuar aquesta diagnosi àgilment.

La diagnosi indica si el tractament de l'alteració biològica amb gasos inerts és convenient i adequat. També estableix quines són les condicions idònies de tractament pel que fa, per exemple, a temperatura, humitat relativa, nivell d'oxigen o durada.

El tractament que s'aplica consta en general de les parts següents:

- Confecció mitjançant termosoldadura d'una làmina de plàstic a la mida de la peça o del conjunt de peces que cal tractar.
- Col·locació de les peces sobre la làmina de plàstic.
- Aplicació de vàlvules per a l'entrada i la sortida de gas.
- Introducció d'un termohigròmetre i, si es considera necessari, d'absorbidors d'oxigen i reguladors d'humitat (tipus gel de sílice).
- Tancament de la bossa mitjançant termosoldadura.
- Inflat de la bossa amb gas inert i realització de purgues, amb circulació forçada i possibilitat de reciclatge del gas, fins aconseguir nivells d'oxigen inferiors a l'1%.
- Control periòdic de la concentració d'oxigen i realització de purgues si se supera el límit establert, per tal de garantir la validesa del tractament.

Considerem que aquest mètode no acaba amb el tractament, sinó que continua amb les mesures preventives de manteniment dels objectes, incloent-hi les condicions ambientals idònies per a la seva conservació.

## El láser en la restauración controlada de obras de arte<sup>1</sup>

Sergio Ruiz-Moreno, del Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones de la Universidad Politécnica de Cataluña

La conservación y restauración de una obra de arte requiere tanto la previa identificación de los pigmentos que la componen como la limpieza superficial de la misma. Si el tratamiento se realiza mediante técnicas convencionales como, por ejemplo, mediante la toma de muestras, se pueden provocar efectos no deseados en la obra, como la destrucción de la textura original o el envejecimiento prematuro de los pigmentos. Por todo ello, las técnicas modernas de restauración deben ser no destructivas para evitar cualquier alteración indeseable de las características de la obra. En este sentido, diversos trabajos han demostrado que la espectroscopía Raman es la técnica más apropiada para la identificación de pigmentos.<sup>2</sup> Un esquema ilustrativo de tal aplicación se encuentra en la figura 1. Por otra parte, estudios muy recientes ponen de manifiesto que una excelente técnica para la limpieza superficial de una obra de arte es la que emplea

---

1. El texto que se reproduce a continuación corresponde al artículo de S. Ruiz-Moreno, M. J. Manzaneda, J. M. Yúfera y J. Guitart (Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones de la Universidad Politécnica de Cataluña), publicado originalmente en *Mundo Electrónico*, núm. 251, octubre de 1994, en el que se basó la ponencia.

2. S. Best, R. Clark, M. Daniels, R. Withnall, «A Bible Laid Open», en *Chem. Brit.*, febrero de 1993; y S. Best, R. Clark, R. Withnall, «Nondestructive Pigment Analysis of Artefacts by Raman Spectroscopy», en *Endeavour*, vol. 16, núm. 2, 1992.



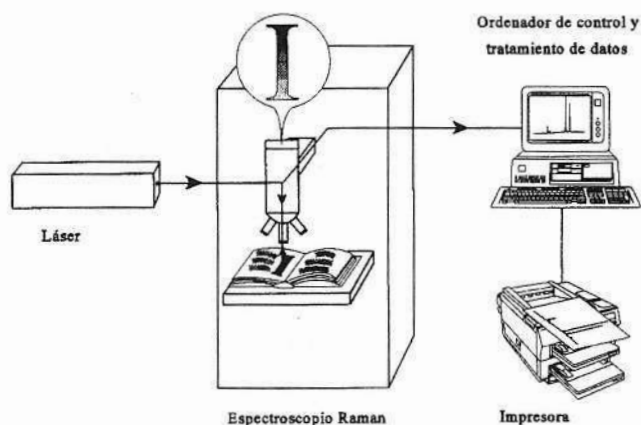


Figura 1. Instrumentación básica para espectroscopía Raman

fotoablación no térmica<sup>3</sup> mediante impulsos láser, con el fin de eliminar las capas superficiales espurias (figura 2). Cabe entonces plantearse la posibilidad de utilizar conjuntamente ambas estrategias, es decir, el efecto Raman para identificar la naturaleza de la muestra y, si procede, la fotoablación no térmica para eliminar los componentes espurios.<sup>4</sup> Con este doble objetivo se ha diseñado el sistema que se presenta a continuación.

### Espectroscopía Raman aplicada a la identificación de pigmentos

En 1928, C. V. Raman obtuvo la primera evidencia experimental del efecto que lleva su nombre. La espectroscopía Raman, que se basa en este efecto, consiste en la dispersión inelástica de la luz por la materia: cuando se ilumina una muestra con un haz de luz de frecuencia

3. E. Hontzopoulos, C. Fotakis, M. Doulgeridis, *SPIE-Proceedings*, vol. 1.810, GCL'92.

4. M. Manzaneda, J. M. Yúfera, S. Ruiz-Moreno, J. Guitart, «Aplicación de técnicas láser a la restauración controlada de obras de arte», ponencia 284, URSI'94, Las Palmas de Gran Canaria.



Figura 2. Restauración mediante fotoablación de un icono (san Demetrio) del siglo XVIII

$\nu_0$ , una pequeña parte se dispersa en todas direcciones. La mayor parte de la radiación dispersada (radiación Rayleigh) tiene la misma frecuencia original ( $\nu_0$ ), mientras que una pequeña fracción se dispersa con frecuencias  $\nu_0 \pm \nu_m$ , siendo  $h\nu_m$  la energía correspondiente a una transición de tipo vibracional o rotacional en la estructura poliatómica de la muestra. Estas líneas espectrales constituyen la radiación Raman, que se compone, por tanto, de frecuencias dispuestas simétricamente en torno a  $\nu_0$ . También se denomina radiación dispersada inelásticamente, ya que tiene componentes frecuenciales distintas a la incidente. Cada material tiene un conjunto característico de valores  $\nu_m$  de su estructura poliatómica (molecular, cristalina...) y de la naturaleza de los enlaces químicos, lo cual proporciona un espectro propio del mismo denominado espectro Raman. La radiación con frecuencia  $\nu_0 - \nu_m$  (líneas Stokes) tiene una intensidad superior a la radiación de frecuencia  $\nu_0 + \nu_m$  (líneas antiStokes), tanto más cuanto mayor sea el valor de  $\nu_m$ , por lo que se suelen representar sólo las líneas Stokes. Un modelo teórico sencillo de niveles energéticos

que explica esta fenomenología, así como otros más completos, pueden encontrarse en la bibliografía que se adjunta.<sup>5</sup> En la figura 3 se representa esquemáticamente la luz dispersada por una hipotética muestra. La frecuencia  $\nu_0$  corresponde tanto a la radiación incidente como a la dispersión Rayleigh, mientras que las frecuencias  $\nu_0 \pm \nu_m$  son las denominadas líneas Raman. Es importante destacar que  $\nu_m$  (frecuencia o desplazamiento Raman) es el parámetro característico de un determinado material y su valor es siempre el mismo, independientemente del valor elegido para  $\nu_0$ , valor este último que, a su vez, determinará la intensidad del espectro obtenido. Si se trata de pigmentos, el mejor rango para  $\nu_0$  es el correspondiente al visible, con lo que se gana además en simplicidad de instrumentación. Los láseres de argón o de kriptón resultan entonces idóneos para este tipo de espectroscopía, ya que representan varias líneas de emisión en el visible y, por tanto, se adaptarán con facilidad a las distintas muestras analizadas. Esto es importante, ya que, aunque el espectro Raman no dependa de la frecuencia de iluminación, no ocurre así con otros fenómenos como la fluorescencia o la propia absorción del material debida a su color, por lo que puede interesar efectuar la excitación con diferentes frecuencias dependiendo de la muestra. La luz dispersada por ésta pasa por un monocromador doble (basado en dos rejillas de difracción) que separa las frecuencias de modo similar a como lo haría un prisma. Posteriormente, un detector CCD de gran sensibilidad recoge la intensidad de cada frecuencia formando así el espectro, que de este modo puede registrarse en tiempos de exposición de algunos segundos dependiendo de la intensidad de las líneas Raman.

En lo referente a la intensidad de iluminación de la muestra, el margen de potencias adecuado va desde unos pocos milivatios hasta algunas décimas de vatio. Conviene además que la luz tenga gran pureza espectral (como es el caso de la emitida por el argón y el kriptón) para que el espectro resultante sea lo más puro posible.

Aplicada a la identificación de materiales pictóricos, la espectroscopía Raman se presenta como una herramienta de excelentes pres-

5. J. G. Graselli, B. J. Bulkin, *Analytical Raman Spectroscopy*. John Wiley & Sons, 1991. También: N. B. Colthub, L. H. Daly, S. E. Wiberley, *Introduction to Infrared and Raman Spectroscopy*. San Diego, CA: Academic Press, 1990.

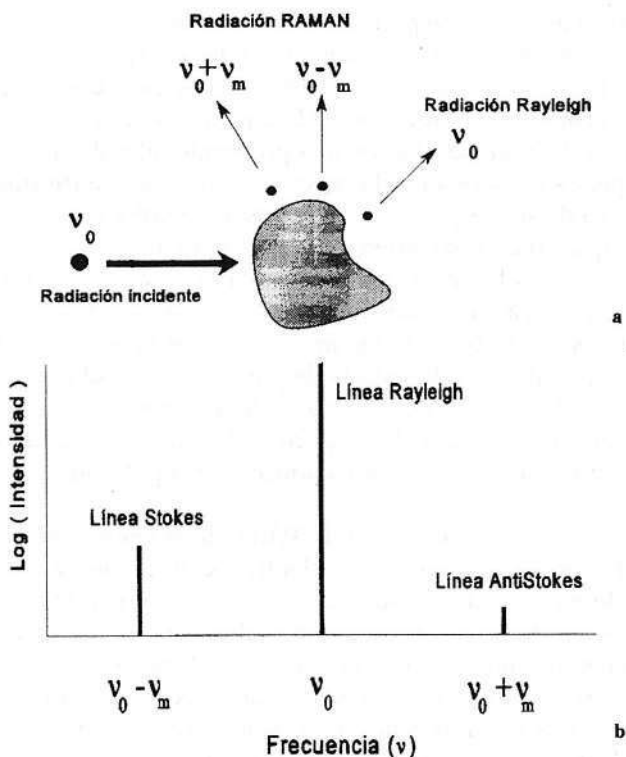


Figura 3. Modelo simple de dispersión en una muestra (3a) y espectro de la luz dispersada (3b).

taciones. Por ejemplo, es no destructiva gracias a la posibilidad de realizar pruebas *in situ*, sin necesidad de extraer muestras, lo cual es de primordial importancia en obras de gran valor artístico. Tiene gran especificidad: no hay ambigüedad al decidir de qué pigmento se trata entre una determinada «paleta» o base de datos, ya que no sólo es sensible a la composición química sino también a la estructura poliatómica. Posee una buena resolución espacial que permite analizar partículas de diámetro inferior a la micra, y una gran sensibilidad gracias a la tecnología actual de la instrumentación.<sup>6</sup> Por ejem-

6. M. A. Fleischli, F. T. Walder, *Laser Focus World*, noviembre de 1992.

plo, con sólo un grano de pigmento ( $5 \times 10^{-7} \text{ mm}^3$  o  $10^{-9} \text{ g}$ ) puede obtenerse suficiente señal para la obtención de un espectro. A ello contribuye el hecho de que aunque la dispersión se produce en todas direcciones, el ángulo de captación de la misma puede ser muy grande.

Dado que la intensidad Raman es proporcional a la concentración de las especies dispersoras, el espectro de una mezcla de sustancias será la suma de sus respectivos espectros. En ocasiones se obtendrán espectros que no corresponden a un pigmento aislado, sino a varios de ellos, debido a la penetración del rayo excitador o bien a que la muestra tiene un área menor que la del *spot*. La mezcla de espectros puede proceder también de las impurezas del proceso de elaboración del pigmento, o de la mezcla de pigmento y aglutinante, o bien del espectro simultáneo del soporte y del pigmento.<sup>7</sup> Existen métodos<sup>8</sup> que permiten separar los espectros de cada una de las sustancias que componen la muestra y conocer la proporción en la que se encuentran.

S. Best, R. Clark, M. Daniels y R. Withnall han sido pioneros aplicando espectroscopía Raman a la identificación de pigmentos. En el primero de los artículos citados los autores presentan los espectros que han obtenido trabajando con una inicial (en este caso la letra I) ilustrada con un motivo sobre la Creación. La página pertenece a la Biblia de París, del siglo XIII. Gracias a la espectroscopía Raman, los autores han identificado ocho pigmentos, como azurita, malaquita, lapislázuli, etc., lo cual ha aportado no sólo importantísima información histórica sobre los talleres y artesanos de la época en lugares y momentos concretos, sino también sobre la autenticidad de la obra en base al conocimiento de los pigmentos empleados. Por ejemplo, no podía tratarse de una versión bíblica de la Vulgata latina (siglo IV), ya que el lapislázuli no apareció en Europa hasta el siglo XII de nuestra era. Estos y otros resultados<sup>9</sup> demuestran la gran información que ofrece la espectroscopía Raman puesta al servicio del arte.

---

7. M. Delhay, B. Guineau, J. Vezin, C. Couprie, «La microsonde Raman au secours des œuvres d'art», en *Mesures*, septiembre de 1985.

8. P. C. Gillette, J. B. Lando, J. L. Koenig, «Factor Analysis for Separation of Pure Components Spectra for Mixture Spectra», en *Anal. Chem.*, vol. 55, núm. 4, abril de 1983.

9. Véase nota 7.

## **Fotoablación aplicada a la limpieza de pigmentos**

El término ablación se utiliza para denominar cualquier proceso en el cual un objetivo líquido o sólido es irradiado con partículas energéticas (iones, electrones, fotones) que causan la destrucción del material que lo compone. Si se trata de ablación inducida por una fuente láser pulsada, entonces se tratará con material afectado por fotones y, por lo tanto, de fotoablación.

La ablación inducida por láser puede ser debida a procesos denominados fotoquímico y fototérmico. El primero se manifiesta a longitudes de onda pequeñas (en el margen ultravioleta del espectro), mientras que el segundo domina para longitudes de onda mayores, en las que la energía del fotón es inferior a las energías de los enlaces del compuesto.

De acuerdo con el modelo creado por Garrison y Srinivasan,<sup>10</sup> la fotoablación no térmica (o fotoquímica) aparecerá al utilizar láseres emisores de fotones con elevada energía. Estos fotones pueden romper los enlaces de las cadenas moleculares fragmentando un polímero en monómeros que, debido a su mayor volumen específico, interactuarán entre ellos y con el material restante por medio de una energía o potencial repulsivos. El resultado de esto será una explosión de volumen en la muestra sin que se aprecie ningún tipo de fusión en la misma (figura 4). Los productos de la reacción serán expulsados del área afectada a una velocidad muy elevada (estimada entre los  $10^5$  y los  $10^6$  cm/s), dentro de un pequeño ángulo sólido (por ejemplo unos  $30^\circ$  respecto a la normal de la superficie), y provocando que el material iluminado sufra una ablación capa por capa, sin afectar al resto de la muestra. El exceso de energía que no ha sido utilizada en la ruptura de los enlaces se alejará de la muestra arrastrada por los fragmentos expulsados, lo cual dará lugar a un proceso no térmico. Se podrá observar entonces un hueco, delimitado por el haz del láser, cuya profundidad podrá ser controlada por las condiciones de funcionamiento de la fuente de luz.

El umbral energético necesario para obtener fotoablación no térmica varía con la longitud de onda del láser ultravioleta utilizado y con las propiedades del material. La profundidad ( $d$ ) del hueco pro-

10. B. J. Garrison, R. Srinivasan, *J. Appl. Phys.*, vol. 57, núm. 2, 909, 1985.

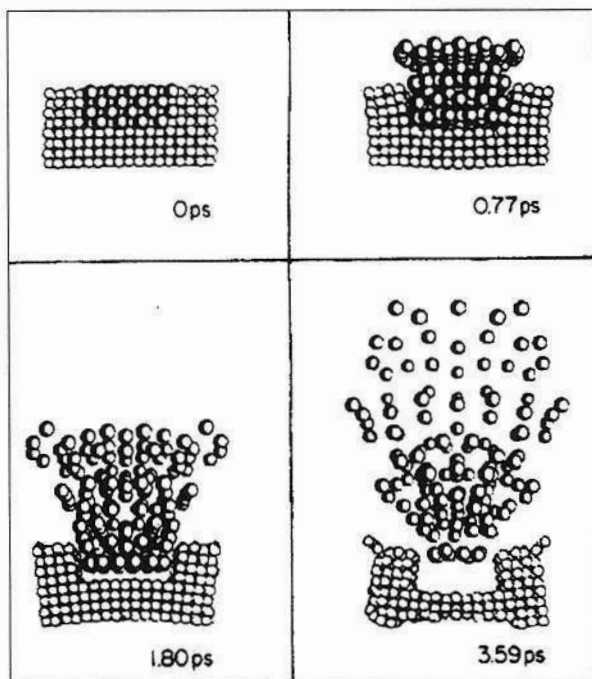


Figura 4. Modelo temporal de la fotoablación no térmica (las partículas oscuras son las afectadas por los pulsos láser).

ducido por cada pulso luminoso se puede aproximar por la siguiente expresión:

$$d = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{\phi}{\phi_u}$$

donde  $\alpha$  es el coeficiente de absorción del material,  $\phi$  la intensidad superficial de energía incidente y  $\phi_u$  su valor umbral. Algunos datos cuantitativos podemos extraerlos del artículo citado en la nota 3, en el cual un láser excímero a 248 nm, emitiendo pulsos de 15 ns, con una frecuencia de repetición de 1 Hz y fluencia de 10 mJ/cm<sup>2</sup>, consigue una ablación máxima de la superficie irradiada de 0,5  $\mu$ m por pulso.

## **Restauración controlada: espectroscopía Raman y fotoablación aplicadas conjuntamente**

Para llevar a cabo un estudio completo de los pigmentos que componen una obra de arte, es decir, la identificación y limpieza controlada de los mismos, se propone aquí la unión o combinación de las dos técnicas presentadas anteriormente. Se sugiere el diseño de un único sistema que sea capaz de obtener el espectro Raman de un pigmento y/o de limpiarlo mediante fotoablación (figura 5).

Para espectroscopía Raman no se ha encontrado una solución que sea completamente satisfactoria, ya que no se conoce ninguna fuente láser que, funcionando de forma continua (CW), pueda sintonizarse en un amplio margen del espectro visible. Como alternativa, en este proyecto se ha optado por la utilización de un láser de argón o kriptón. Éstos son láseres de gas continuos que permiten obtener salidas discretas a diferentes longitudes de onda en el margen del visible gracias a un prisma en la cavidad. La selección entre las salidas posibles (alrededor de ocho) se realiza en un tiempo de conmutación de unos pocos milisegundos. La potencia óptica se puede controlar fácilmente regulando la alimentación electrónica del láser de gas.

Para completar la parte de instrumentación necesaria para conseguir espectros Raman se propone la utilización de un doble monocromador y un detector CCD. Frente a la pérdida de resolución respecto a la que ofrecería un triple monocromador, se obtendrá un aumento en la velocidad de obtención de los espectros completos, idea también por la que no se ha considerado un tubo fotomultiplicador (monocanal) como un detector adecuado. Además se ha estimado que la pérdida de resolución no influirá en la identificación no ambigua del material analizado gracias a las técnicas de procesado que podrá llevar a cabo un ordenador. A la salida del doble monocromador se incorpora un detector CCD, que es capaz de proporcionar espectros de pigmentos incluso para señales muy débiles.

En el proceso de fotoablación es imprescindible poder sintonizar el láser pulsado en un amplio margen del ultravioleta y de forma continua, ya que de ello depende poder controlar óptimamente la profundidad o tasa de fotoablación. Desgraciadamente, no existe ninguna fuente láser sintonizable en el ultravioleta y, por ello, hemos tenido que utilizar radiación infrarroja y diseñar un sistema de sin-



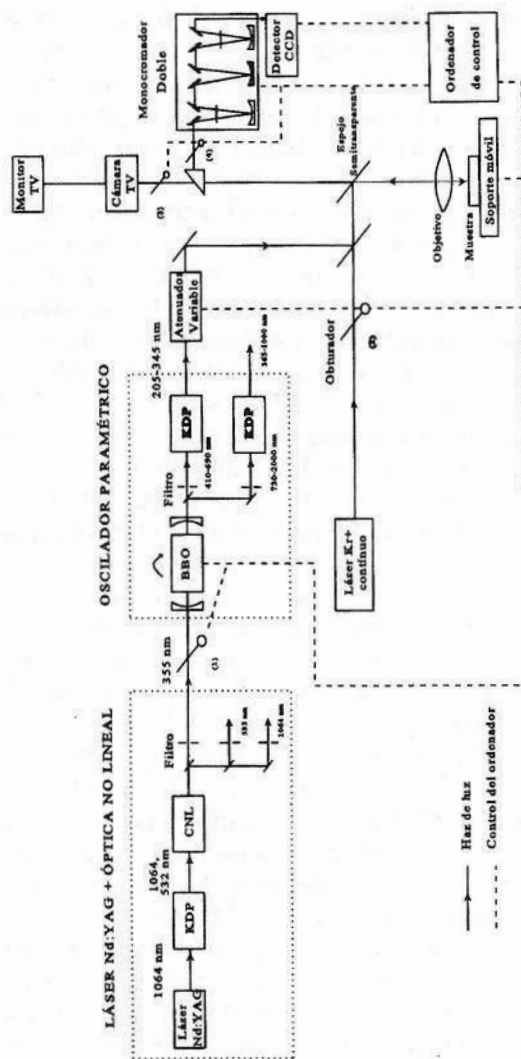


Figura 5. Diseño propuesto por los autores para la restauración controlada de obras de arte.

tonía basado en óptica no lineal. La base del sistema (figura 5) es un oscilador óptico paramétrico (OPO), el cual incorpora un cristal no lineal (típicamente un BBO) con el que se obtienen dos haces de luz sintonizables en un amplio margen del espectro visible e infrarrojo. Esto se logra mediante la variación angular del eje del cristal respecto de la dirección de la luz de entrada. El haz de bombeo del OPO se conseguirá gracias a la luz de un láser pulsado de Nd:YAG que incorpora dos cristales no lineales (CNL) duplicadores de frecuencia. De este modo se obtiene una longitud de onda de unos 355 nm. Ello permitirá obtener a la salida del oscilador los márgenes sintonizables comprendidos entre 410-690 nm y 730-2.000 nm. Obtenido ya un margen sintonizable en el visible y en el infrarrojo, si se utiliza un sistema de cristales no lineales que generen armónicos o doblen frecuencias, se conseguirá sintonía en la zona ultravioleta del espectro, que es el objetivo que se deseaba alcanzar. Este nuevo sistema de cristales no lineales está formado por cristales KDP.

### **Funcionamiento del sistema**

En el diseño completo se ha incorporado un sistema de monitorización por circuito cerrado de televisión, una óptica para guiar los haces de luz y hacer que sus respectivos *spots* coincidan en tamaño y posición en la muestra, una serie de obturadores, un soporte móvil y un sistema informático (ordenador, monitor, sistemas de almacenamiento, sistemas de control...). Con el montaje presentado se puede proceder a la aplicación de la espectroscopía Raman y de la fotoablación según los diferentes casos que se presenten. Inicialmente se introducen en el ordenador de control las medidas de la obra que se desea restaurar, para tener un funcionamiento correcto del soporte móvil, y con la cámara de televisión se observará la muestra que se desea tratar. Una vez decidida la zona a analizar o restaurar, se procederá a la utilización del láser visible cuyos parámetros de funcionamiento (potencia y longitud de onda) se elegirán de forma que la radiación no pueda causar daño alguno a la muestra. Se obtendrá entonces el espectro Raman de la misma.

Mediante comparación con una base de datos (espectros Raman de materiales pictóricos y suciedad) obtenida anteriormente de unas muestras preparadas e introducidas en el ordenador, se determina

cuál es la composición del material analizado. Una vez conocida, se determinan a partir de otra base de datos los parámetros del láser (energía de los pulsos, número de pulsos, frecuencia de repetición y longitud de onda) adecuados para llevar a cabo, si procede, la limpieza de esta muestra ya identificada. A partir de este momento el proceso se repetirá sobre el mismo punto de la obra hasta que se llegue a una capa de pintura que deseemos que permanezca intacta, en cuyo caso el soporte móvil deberá desplazar el haz del láser hasta un nuevo punto para analizar.

El conjunto de obturadores que se presentan en el diseño se utilizan tanto para aplicar alternativamente a la muestra las técnicas de espectroscopía Raman y fotoablación (obturadores 1 y 2), como para evitar que el sistema de circuito cerrado de televisión y el conjunto monocromador-detector puedan sufrir daños durante la fotoablación (obturadores 3 y 4).

El sistema informático es una parte importante del diseño. Se encargará de controlar todos los parámetros variables de la instrumentación, es decir, de la posición de todos los obturadores, de fijar las características de funcionamiento del atenuador variable, de la posición del oscilador paramétrico para seleccionar una longitud de onda determinada, de la zona del espectro que se enviará al detector, del sistema de visualización del punto tratado, de la señal obtenida en el detector y de la posición del soporte móvil. Además, se encargará del procesado de los espectros (determinación del número de materiales que componen la muestra analizada, suma y resta de espectros, simulación y eliminación de fluorescencia si es necesario) y de encontrar y presentar por pantalla toda la información de la muestra identificada.

## **Conclusiones**

Distintos trabajos publicados demuestran que la espectroscopía Raman se presenta como la mejor alternativa, frente a otras técnicas existentes, para identificar los pigmentos de una obra de arte. Un excelente análisis comparativo lo presentaron Stephen P. Best y sus colegas en «Nondestructive Pigment Analysis of Artefacts by Raman Spectroscopy», confirmando que la espectroscopía Raman es la técnica más potente en cuanto a sensibilidad, resolución espacial e

inmunidad a interferencias. Por otra parte, el estudio general realizado por los autores de este artículo nos lleva a la conclusión de que las frecuencias visibles emitidas por un láser de gas (argón o kriptón) son las más apropiadas para obtener el efecto Raman. Las razones fundamentales se encuentran en la mayor energía del fotón (frente a la banda infrarroja) y en la mejor instrumentación hoy en día disponible (frente a la banda ultravioleta).

En cuanto a limpieza o eliminación de capas superficiales espurias, se concluye que la fotoablación no térmica ofrece resultados excelentes, como, por ejemplo, los conseguidos en la restauración de iconos.

Una de las aportaciones originales del diseño presentado en este artículo se halla en la doble posibilidad de conseguir la limpieza de una obra de arte mediante fotoablación y, alternativamente, el espectro Raman de los pigmentos que la componen. Además, la incorporación de un oscilador paramétrico permite la sintonía en el margen ultravioleta, haciendo posible la utilización del sistema con muestras de diferentes características. Esto no es posible en otros sistemas que utilizan solamente un láser con parámetros fijos.

Por otra parte, conviene resaltar la importancia práctica que representa el hecho de poder, no sólo identificar totalmente un pigmento, sino también decidir si debe continuar o no el proceso de fotoablación. Se trata, por tanto, de una técnica que se puede denominar «restauración controlada». Cabe destacar finalmente la gran utilidad que puede tener el diseño presentado para determinar, si fuese necesario, la autenticidad o falsedad de una obra de arte a partir del análisis de los pigmentos que la componen.

## Recuperació i restauració de pintures murals a l'oli de Pere Viver

Conxa Armengol, Mireia Fages, Pere Rovira i Silvia Samaniego, conservadors-restauradors

Pere Viver (1873-1917), pintor terrassenc, fill d'un pintor de professió, fou un jove amb grans inquietuds artístiques i molt treballador (ho demostra la gran quantitat d'obra que ens ha deixat). Va participar en moltes exposicions col·lectives i individuals. Treballà tant en l'obra de cavallet com en l'obra per encàrrec per decorar molts dels salons importants del Cercle Terrassenc.

L'època que va viure, la compartí amb artistes tan coneguts com Joaquim Vancells, Pere Prat, Enric Ochoa, Francesc Pi de la Serra, Alexandre de Riquer, Rafael Benet, Joaquín Torres-García, Josep Clarà o Joan Duch. Era una època de canvi (noucentisme, modernisme...), en què l'artista era també part integrant de la vida cultural local i compartia posicions importants en l'arquitectura de l'època o les remodelacions dels antics edificis.

Les pintures murals restaurades estan a la planta noble de la casa de Pere Màrtir Armengol, situada al carrer del Nord, 83, de Terrassa, i daten de 1909. Estan disposades a manera de fris superior i ocupen les quatre parets de la sala amb una extensió aproximada de 18 metres d'amplada per un d'alçada. Dels quatre panys de paret, tres presenten escenes figuratives i són els que han estat objecte de l'arrencament i la restauració. El mur oest també presenta decoració mural, exclusivament de paisatge, i està en part mutilat per l'obertura de la porta d'accés a l'envidriat (no s'ha recuperat). El fris repre-

senta una al·legoria sobre els béns que la natura atorga a l'home. Per presentar aquest concepte, el pintor ha utilitzat diverses figures femenines, de marcada tradició clàssica, en actituds diverses: recol·lectant la fruita ja madura, caçant amb arc aus salvatges i recollint les xarxes després de la jornada de pesca.

Les tres escenes figuratives se succeeixen simultàniament en un únic paisatge continu format per un immens llac voltat de muntanyes escarpades i un prat florit amb zones de bosc. Malgrat el protagonisme de les escenes figuratives, el paisatge té un paper primordial, fins i tot quan, de vegades, únicament en restin insinuats els contorns.

Les figures femenines traspuen un caràcter plenament simbòlic: el treball no suposa cap mena d'esforç físic, com ho demostren l'expressió i la postura dels seus cossos, i la recol·lecció es realitza de manera gairebé espontània.

L'actitud simbolista de l'artista es reflecteix en aquestes pintures murals, que, estilísticament, poden situar-se dins l'òrbita del modernisme.

Les pintures tenen la categoria d'encàrrec més exigent, que s'aparta de la funció d'altres comandes estrictament decoratives, ja que no es limiten a mostrar una profusió de motius explícitament dins el gènere decoratiu —àngels, garlandes, ninfes, temples i glories— sinó que presenten l'elaboració mínima d'un programa iconogràfic.

### **Posada en marxa de la recuperació**

Mitjançant la llogatera del pis principal de la casa, el museu s'assabenta de l'existència d'aquestes pintures, ja que no estan catalogades. De seguida se n'aprecia la vàlua, ja que Pere Viver és un pintor important i conegut a Terrassa i, en concret, aquestes pintures són prou importants artísticament. A més d'això, l'edifici s'havia venut i els nous propietaris de la finca havien decidit construir-ne un altre de nova planta, per la qual cosa volien enderrocar-lo. El marge de temps era únicament d'un mes.

El museu es posa en contacte llavors amb diferents professionals i demana pressupost. El pressupost presentat s'ha d'ajustar a les exigències econòmiques del museu (IMCET i Ajuntament). L'arrencament és urgent, ja que la casa serà enderrocada en un termini

màxim de quinze dies un cop hagi estat acceptat el treball. «Bueno, bonito, barato... y ya.»

## **Intervenció**

### *Examen preliminar*

A causa de la manca de temps no és possible fer un estudi exhaustiu de les pintures, ni les anàlisis necessàries. Cal fer, doncs, una acció directa sense les proves pertinents, i el treball preliminar es limita a un ampli reportatge fotogràfic i de vídeo.

Les pintures són a l'oli sobre el mur, que està preparat amb dues capes d'arrebossat. El que està en contacte amb els maons és bast i amb gran quantitat de sorra; el superior és més fi i té major quantitat de calç. La pintura està molt ben fixada a la preparació, i tan sols hi ha dos aixecaments, que són, però, poc importants. La tècnica utilitzada és de capes superposades, amb moltes transparències, de pinzellada ampla en el fons i més detallista en les figures. Està ben conservada i neta. (Com a curiositat s'ha de dir que les persones que hi vivien les netejaven amb saliva.)

Les característiques de la situació fan que no es puguin aconseguir les condicions adequades ni el material idoni per treballar. El que sí que és clar és la decisió d'utilitzar un sistema no tòxic, ja que l'espai és petit i poc ventilat.

### *Arrencament*

Es fan les operacions següents:

- Fixació puntual de la capa pictòrica i de preparació amb acetat de polivinil.
- Neteja de tota la superfície amb fils de cotó impregnats amb alcohol.
- Endrapatge: Es marquen les escenes exteriorment per poder tallar sense perdre informació important de les figures. Es protegeix la capa pictòrica, en primer lloc amb coletta diluïda a un terç, aplicada amb paletina i refregant-la bé. Es fa una segona passada ben calenta

però diluïda a la meitat. Es deixa assecar i després s'aplica la roba impregnada amb cola forta, incidint en l'adhesió a la paret. Per tal d'aconseguir un arrencament ràpid i uniforme s'hi aplica aire calent controlat.

– Arrencament: *stacco* i *stacco a masello*. Quan tot és ben sec, es comença l'arrencament. Es retallen les peces i es va repicant per la part posterior. A cada peça se li dóna un número i immediatament es procedeix a la fixació dels punts que perillen de la part posterior. Un dels murs era un envà i es va decidir treure'l sencer per tal de facilitar la feina. Es va dividir la paret en dues parts, i es va protegir entre dues fustes collades mitjançant uns claus a les quatre cantonades.

– Transport i emmagatzematge: Amb l'ajut d'un camió grua i molts suports de fusta es traslladen totes les peces i les parets al taller.

### *Traspàs*

– Projecte tècnic de presentació de les pintures: Es decideix presentar les pintures en set plafons, tal com han quedat les escenes fragmentades; així se'n facilita el transport, l'exposició i l'emmagatzematge.

– Rebaix de la part posterior: Un cop es tenen tots els fragments i les dues parets al taller es comença a retirar l'excedent de morter per tal d'alleugerir el pes de la pintura; es decideix deixar-lo a uns dos mil·límetres de gruix. Les parets es rebaixen amb disc perquè encara hi ha maons.

– Anivellament amb estuc: Tant els fragments com les parets presenten petites pèrdues, esquerdes i desnivells que s'igualen amb estuc.

– Reforçament del suport: Un cop tenim totes les peces igualades s'aplica caseïnat càlcic per tal d'adherir una roba de gasa de cotó; quan està sec es torna a repetir la mateixa operació, però aquesta vegada amb roba de batista rentada a alta temperatura i planxada. Les parets senceres es reforcen amb tela de batista aplicada amb cola freda (caseïnat càlcic).

– Desentelament: Es retira l'endrapatge de tota la superfície pictòrica amb humitat controlada a alta temperatura.

– Unificació dels fragments per plafons: Els fragments es col·loquen en ordre utilitzant unes taules fetes amb cavallets i amb sobre de



vidre, per tal de poder tenir una superfície llisa però al mateix temps visible a fi de fer coincidir les escenes. S'unifiquen amb tela de batis-ta aplicada amb cola freda.

### *Muntatge del suport*

- Mètode del bastidor: Es posa un bastidor de fusta al darrera. Com que la paret ha quedat irregular, s'anivella i s'adhereix amb poliuretà (Bostik) aplicat amb pistola.
- Mètode del poliuretà expandit: Un cop el bastidor està fixat als plafons es posa a l'interior una reixeta d'alumini galvanitzat. Es barregen els dos components del poliuretà (isocianat i polioliol) i ràpidament s'aplica a tota la superfície, per a la qual cosa es fa immediatament una pressió regular pertot arreu per tal de repartir uniformement aquest material.
- Presentació pel darrera: Al darrera de cada plafó s'hi posa un aglomerat (DM) hidròfug collat al bastidor i s'enganxa la tela que unifica els fragments per la part del darrera.
- Reintegració i presentació final: Es fa una neteja superficial amb medi aquós. S'envernissa tota la superfície pictòrica amb vernís de retoc diluït al 50% en White Spirit. S'estuquen les llacunes. La reintegració pictòrica es fa amb pigments i vernís final Rembrandt. La presentació és de tipus il·lusionista.

## Diferents aplicacions del Reemay tramat dins l'àmbit de la restauració pictòrica

Eduard Batlle i Rosa M. Carretero, conservadors-restauradors

Volem presentar altres aplicacions del Reemay, que, com sabeu, és un tipus de *tissu non tissé* de la casa comercial Reemay, elaborat a partir de fibres de polièster de diferents gramatges i característiques. En aquest cas es tracta del Reemay 2.024, de 71 g/m<sup>2</sup> i tramat, utilitzat bàsicament en la restauració de paper i documentació gràfica.

Extrapolem aquest nou material al camp de la restauració pictòrica aplicant-lo amb diferents finalitats. Fem esment de propietats com la bona resistència mecànica, l'absorció d'humitat amb excel·lent estabilitat física, la facilitat de tinció, el no brunyiment de les superfícies a tractar i la resistència favorable a la temperatura.

Entre les diverses aplicacions, hem comprovat el seu comportament en les intervencions següents:

- Consolidacions del suport tèxtil mitjançant bandes de reforç perimetrals i pedaços, en què és compatible amb adhesius sintètics i en especial els termoplàstics, com Beva Film, i no apte per a la utilització d'adhesius d'origen natural (pasta de farina, coles animals, mucílags...).
- Bandes de tensió, en què dóna resultats òptims de resistència mecànica comprovada i reacciona de manera idònia davant la humitat.
- Excel·lent agent assecant en empaperats de protecció, fixacions i reentelats, ja que permet retirar l'excés d'adhesiu i minimitzar el risc de brunyir la capa pictòrica.

Com a conclusió, considerem que el deure del restaurador rau en vetllar per dur a terme una tasca tan professional com sigui possible, escollint el material que cregui idoni per a cada intervenció. En aquesta praxi diària, creiem que l'ús de nous materials enriqueix el coneixement del restaurador, de manera que són necessaris la investigació i el reciclatge continus.

## Restauració dels elements decoratius de la Galera Reial del Museu Marítim de Barcelona

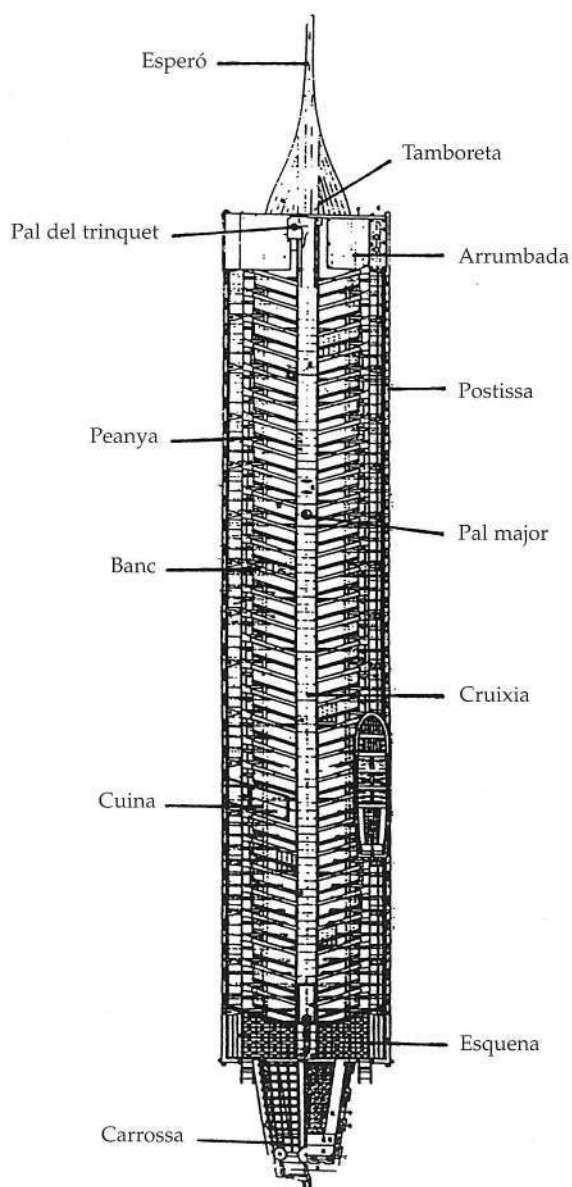
Carmen Vázquez i M. Teresa Sala, restauradores del Museu Marítim de Barcelona

El 6 d'octubre de 1971, amb motiu de la celebració del IV centenari de la batalla de Lepant, es va inaugurar al Museu Marítim de Barcelona una exposició commemorativa a l'entorn de la rèplica de la Galera Reial, construïda per celebrar aquesta efemèride.

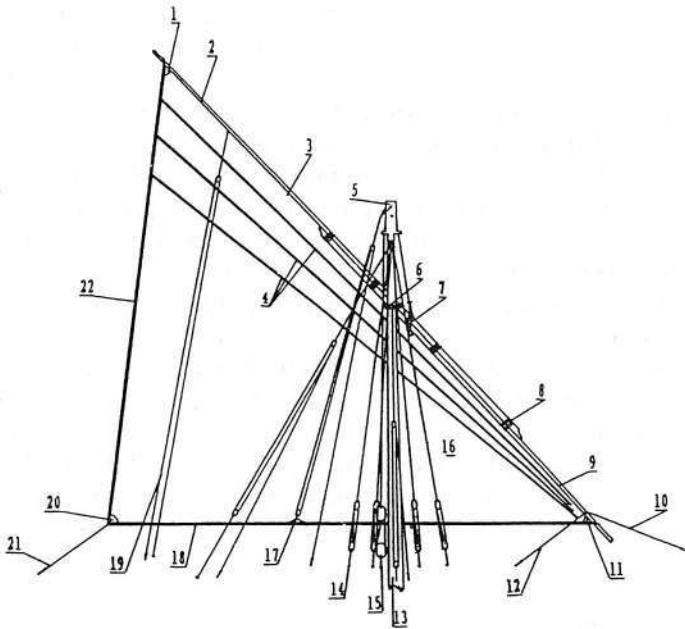
La Reial, que fou capitana de la Santa Lliga en la lluita contra l'imperi otomà, havia estat construïda a la grada major de les Drassanes Reials de Barcelona quatre-cents anys abans, quan aquestes instal·lacions estaven en plena activitat i gran part de les galeres que solcaven la Mediterrània hi havia estat produïdes.

Uns deu anys abans de la celebració del IV centenari, el Museu Marítim de Barcelona va començar l'estudi del món de les galeres, i va recollir tota la informació possible, tant iconogràfica com escrita. Les obres de Cescentio, Mal·lara i Pantero Pantera van ser fonamentals per executar, en primer lloc, un model de mig buc i un plànol de formes, amb què es va poder escometre, als tallers del Museu Marítim, la tasca de construcció d'un model a escala 1:20 de la nau esmentada. Segons que anava avançant la seva construcció, es van anar resolent els problemes plantejats tant des del punt de vista arquitectònic i constructiu com pel que fa als elements decoratius. A partir del model es va traçar el plànol definitiu de formes i el de la secció vertical longitudinal. Llavors es va estar en condicions d'afrontar la construcció de la rèplica a mida natural de la Galera Reial,

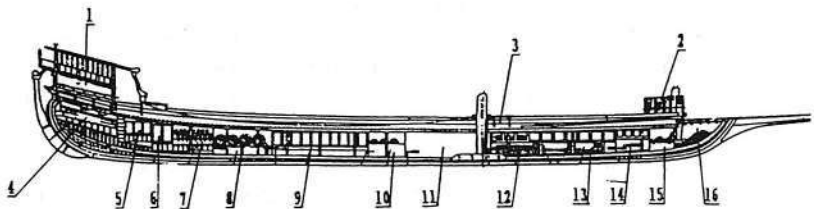
PLANTA DE LA GALERA



APARELL I DISTRIBUCIÓ INTERIOR



- |                    |                   |                       |                   |
|--------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| 1. Puny de pena    | 7. Bossa          | 13. Pal               | 19. Osta          |
| 2. Pena            | 8. Enginya        | 14. Brandal           | 20. Puny d'escota |
| 3. Gràtil          | 9. Car            | 15. Aparell de drissa | 21. Escota        |
| 4. Faixa de rissos | 10. Davant        | 16. Aparell de trossa | 22. Baluma        |
| 5. Calcés          | 11. Puny d'armura | 17. Senal             |                   |
| 6. Trossa          | 12. Orsa de popa  | 18. Pujament          |                   |



- |                      |                    |                       |                        |
|----------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|
| 1. Carrossa          | 6. Escandelaret    | de l'escrivà          | 13. Cambra de xàrcia - |
| 2. Arrumbada         | 7. Rebost - Cambra | 10. Cambra de la      | Sotacòmitre            |
| 3. Santa Bàrbara     | del majordom       | pòlvora               | 14. Cambra cirurgia    |
| 4. Cambra del capità | 8. Aigua i viandes | 11. Panyol taberna    | 15. Infermeria         |
| 5. Escandelar -      | 9. Panyol de pa i  | 12. Cambra de veles - | 16. Panyol de proa -   |
| armes i agulles      | llegums - Cambra   | Còmitre               | Carbonera              |

que fa 60 metres d'eslora. Se seguia així el mètode emprat a les antigues drassanes, on abans de començar la construcció d'una nau es feia un model que es presentava a l'armador, ja fos el rei, l'almirallat o un particular, perquè se'n poguessin apreciar les formes, el port o simplement es pogués comprovar la càrrega que l'embarcació podria transportar. Aquests models, dits «de drassana» servien, a més, per rectificar les línies i resoldre els problemes constructius de les naus.

Durant els seus escassos vint anys de vida, la rèplica de la Galera Reial ha viscut diverses etapes. Els anys següents a la construcció, el taller del Museu Marítim va continuar treballant-hi: va acabar elements decoratius que hi mancaven i va desenvolupar les tasques necessàries de conservació. Més tard, però, amb el canvi de direcció en el museu i d'orientació en la política museística de la institució, va començar un període de semiabandó. La Galera Reial és, de fet, un objecte relativament nou realitzat per a una commemoració històrica, que, un cop acabada aquesta, passa a formar part de la col·lecció del museu i es converteix en un objecte museístic, amb la problemàtica de conservació que les dimensions i la forma comporten.

### Estat de conservació

En primer lloc, cal remarcar que el nostre interès se centra en els elements decoratius de la Galera, ja que el buc i els altres elements estructurals es troben en molt bon estat de conservació.

Després de més d'una dècada sense cap intervenció, la Galera presentava, evidentment, un aspecte d'abandó. Estava coberta per moltíssima pols, els daurats havien perdut la seva lluentor, l'estendard i les banderes tenien un to grisós, el parquet estava molt mal·lès, i tant les escultures com els quadres ressaltaven ben poc del conjunt. En algunes zones començaven a fer-se evidents altres deterioraments més greus: així, per exemple, les policromies d'or fi presentaven aixecaments i havien començat a produir-se pèrdues.

Durant els treballs de restauració es va poder constatar, d'una manera molt evident, com la humitat havia estat una de les causes de deteriorament de les policromies. La part sinistral<sup>1</sup> semblava més

1. Les veus «babor» i «estribor» són pròpies de la navegació atlàntica.

ennegrida que la part destra, però en canvi la seva brutícia era més superficial, estava menys adherida a la superfície, i, a sota, l'estat de conservació de les peces era força bo. En canvi, a la part destra, la fusta havia produït gran quantitat de resina, la qual, alhora, havia quartejat la policromia i fet un entramat fosc, de to verdós, que apagava els colors; tot plegat conferia un aspecte ben diferent al de l'altra banda, on «respirava» el daurat de base existent sota els colors. Aquest enfosquiment era provocat per l'alteració del daurat (la resina de la fusta en contacte amb el full d'or es torna de color verd). Cal tenir present que el pi de Flandes, utilitzat per a la confecció de les escultures, és especialment resinós.

En aquesta mateixa zona, els marcs de les pintures i les motllures llises presentaven un problema de descohesió, com a conseqüència d'un defecte de tècnica en el moment de la seva execució. Sobre un primer daurat, que per algun motiu va ser considerat incorrecte, s'havia aplicat una segona capa de preparació i es va tornar a daurar; aquesta capa de preparació no va adherir bé els dos daurats, i en van resultar nombrosos aixecaments i desprendiments del segon.

L'envelliment de les peces de la destra va ser diferent, ja que la seva alteració va ser provocada per la humitat de la mateixa fusta, o bé per la humitat ambiental, que va endarrerir-ne l'assecat. Veient la situació de la Galera comprovem que la destra correspon geogràficament a la cara nord, més freda, més humida i més fosca, i que just en aquest lateral hi ha l'antiga porta d'accés al museu, la qual cosa comportava més corrents d'aire.

Com exemple més visible podem esmentar el timó de la Galera, on es pot constatar com a la banda del nord la pintura està clivellada, mentre que la de l'altra banda està en molt bon estat de conservació.

El parquet del terra de la carrossa estava molt deteriorat per raó de la facilitat d'accés a aquesta zona, als nombrosos visitants que l'havien trepitjat i a l'excessiva utilització d'aigua per a la seva neteja durant molts anys. La seva restauració es va encarregar al senyor Ordóñez, el mateix que l'havia construït.

La part frontal de la proa i el mascaró del Neptú presenten també greus aixecaments i pèrdues del daurat com a conseqüència de les condicions d'humitat esmentades anteriorment i, potser, pel fet d'estar separats del patí d'aigües tant sols per un vitrall de grans dimensions.



## **Criteri d'intervenció**

Abans d'iniciar el procés de restauració dels elements decoratius de la Galera es va decidir el criteri d'intervenció pel que fa a la seva funció divulgativa dins el museu. Per tant, si la rèplica va ser decorada amb la intenció de recrear la riquesa i els elements simbòlics que llueix la Galera Reial de Joan d'Àustria l'any 1571, era important que conservés aquell aspecte general. En conseqüència, el criteri va ser aturar-ne el deteriorament, eliminar la brutícia acumulada i recuperar la unitat del conjunt, buscant igualar en la mesura del possible les parts més alterades amb les més ben conservades.

Calia no oblidar, però, que la Galera, tot i ser una rèplica, és un objecte museístic i, com a tal, té un valor propi. És el resultat d'un laboriós estudi, un model a escala real d'un sistema de construcció, i les seves decoracions són el treball de diferents artistes i artesans.

## **Procés de restauració**

La primera intervenció va ser la fumigació de la Galera i la desinsectació dels puntals que la subjecten. Aquesta feina es va encarregar a una empresa especialitzada que va impregnar els puntals i les tacades i va crear una barrera preventiva al voltant seu i sota la popa, per tal d'aturar i prevenir els possibles atacs de xilòfags, tèrmits, etc. Aquesta barrera es va fer realitzant uns forats a terra de 60 cm de fondària i 3 cm de diàmetre, travessant la capa de ciment i impregnant la terra amb un producte antitermític.

Aquesta intervenció era molt important. Encara que en aquell moment l'atac de xilòfags als puntals no era excessivament greu, podia ser-ho en el futur, i no serviria de res restaurar la Galera si s'abandonaven els elements que la subjecten.

Els elements tèxtils, com l'estendard, les banderes laterals i les de l'arrumbada, van ser retirats i, un cop eliminada l'acumulació de pols amb paletines suaus, es van enrotllar sobre un tub rígid i es van desar en espera de ser restaurats.

En la restauració dels elements decoratius de la Galera podem ressaltar tres fases:

- La consolidació i la fixació de la policromia en perill de despreniment per tal d'aturar les pèrdues.

- La neteja, amb què ressorgirien els colors originals i el conjunt ressaltaria molt més.
- El sistema de presentació que se li donaria finalment.

Mentre s'intervenien en aquests aspectes van anar sorgint problemes que s'anaven resolent al mateix temps, com, per exemple, el redreçament d'un dels fanals (concretament l'anomenat «Esperança»), que presentava una inclinació que va poder ser corregida amb la inserció d'una falca de fusta sota la base del fanal.

La neteja es va començar amb l'eliminació de les capes més gruixudes de pols que hi havia, sobretot, als racons on no s'havia tingut accés des de feia molts anys. Es va començar per la part alta dels fanals de popa i es va anar baixant, envoltant tota la carrossa, fins arribar, finalment, a l'arrumbada de proa. Això es va fer des de les bastides amb aspirador, i amb paletines i pinzells per accedir als racons.

El pas següent va ser la fixació de la policromia on presentava perill de despeniment. Els aixecaments més greus corresponien a les zones daurades, especialment a la banda dreta, on els marcs i les motllures tenien el doble daurat. Per a la fixació es va utilitzar Primal AC-33 al 50% en aigua en els aixecaments de capa de preparació, i Paraloid B-72 al 20% en toluè i White Spirit per als aixecaments de la segona capa de daurat en les zones redaurades.

Un cop feta la fixació es va fer una segona neteja més acurada per recuperar l'esplendor que tenia la Galera en el moment de la seva construcció. Va ser una feina lenta i minuciosa, ja que calia donar unitat al conjunt igualant el nivell de neteja de cadascun dels elements. Les talles de dreta van ser les més complexes a causa del clivellat tan especial que presentava la policromia, i que els donava un aspecte molt diferent de les de l'altra banda. Per a la seva neteja es va combinar la utilització de White Spirit i draps humitejats amb aigua amoniacada al 3% en les grans superfícies; en la brutícia més adherida es va fer servir mixta al 50%, insistint en les taques més fosques, i en zones amb excés de betum judaïc, tricloretà i dimetilformamida (75-25) retirats amb White Spirit.

Les pintures verticals situades als laterals de la popa de la Galera ja havien estat netejades en alguna intervenció anterior, i va ser suficient una neteja amb aigua i sabó neutre per retirar la brutícia superficial.

Altres elements amb problemes de neteja van ser les dues pintu-

res de l'arrumbada, les quals, per la seva posició inclinada, havien rebut pols pràcticament des del moment de la seva realització. La brutícia havia penetrat dins la pintura i l'havia cobert fins pràcticament ocultar-la. Va ser necessària la utilització combinada de diferents barreges segons zones i colors: toluè, isopropanol i aigua (50-65-15), tricloretà i dimetilformamida (75-25) i xilè, retirats per mitjà de White Spirit.

Un cop acabada la neteja i la consolidació, es va començar el procés de reintegració. Primer calia anivellar totes les zones on s'havia perdut la capa de preparació. Es va preparar un estuc a l'estil tradicional, es van omplir les pèrdues i, un cop sec l'estuc, se li va donar la forma corresponent. Tot seguit es van protegir tots els elements policromats amb vernís per a les zones de pintura i color, i amb goma laca per als daurats.

En aquest moment es va definir exactament el criteri de reintegració, en funció de l'aspecte que presentaven els diferents elements decoratius un cop nets i en funció de la seva tècnica de policromat: el *llamat*.

Aquests treballs es van realitzar en els tallers del Museu Marítim, on les talles es van daurar senceres i, al damunt, es van policromar, per després, a les parts amb més volum, desgastar la policromia perquè hi «respirés» l'or, tal com ho indicava la bibliografia consultada sobre la construcció de la Galera Reial de 1571. Així doncs, les zones ennegrides per la resina o amb la policromia deteriorada es van reintegrar amb puntejat de color que deixava respirar entremig punts del daurat de sota, per tal d'aconseguir un efecte similar al de les zones ben conservades.

Els elements decoratius daurats amb or fi es van retocar de manera molt puntual amb or líquid, només on s'havien produït pèrdues. En canvi, alguns dels elements daurats amb purpurines es van haver de redaurar de manera parcial perquè recuperessin llüïssor.

Alguns fons o marges que en el moment oportú no havien estat pintats, segons es podia veure fent un estudi comparatiu amb l'element paral·lel de l'altra banda de la Galera, es van pintar amb el color corresponent o bé es van daurar, segons fos el cas, buscant sempre donar unitat al conjunt. El testimoni oral del personal del museu que havia participat en la seva construcció i decoració va facilitar aquesta restauració.

## Restauració del còdex «Taula per alphabet sobre tots los llibres de Seneca»

Domènec Palau, responsable del taller de restauració de la Biblioteca de Catalunya

Tana Andrades, restauradora de la Biblioteca de la Universitat de Barcelona

*Taula per alphabet sobre tots los llibres de Seneca*, d'Huyus Operis Fr. Lucas (ms. 282 de la Biblioteca de la Universitat de Barcelona) és un còdex manuscrit del segle xv, de 41 x 30 cm, compost per 301 pàgines, en dinou quadernets, dels quals els fulls primer, centrals i darrer son de vitel·la i la resta de paper de fil. Es tracta d'un manuscrit de caràcter ogibal amb ornaments gòtics alemanys de «llaceria». L'enquadrernació, d'estil mudèixar heràldica, és de pell muntada, amb tapes de fusta i decoració composta per l'escut heràldic de la família Desplà, enquadrat entre línies gofrades amb forma de trèvol. Aquest motiu es repeteix quatre cops. De manera simètrica, a les dues tapes, un finíssim treball de gofrat amb petits ferros i filets i amb ornamentació d'oripell cobreix la totalitat de les cobertes. S'aprecien restes de claus de coure i marques a la pell, que ens demostren clarament la presència d'ornamentacions de metall al centre i a les vuit punteres de les tapes, de les quals només se n'han conservat tres.

### Estat de conservació

És evident que l'enquadrernació ha sofert diverses manipulacions entre el seu estat inicial i el que presenta actualment. Com a mínim

es poden diferenciar dues restauracions anteriors: una que va reforçar el llom, amb una gasa adherida amb cola calenta i un reforç exterior de pergami, i una segona restauració que va realitzar un llom nou de pell, adherit a la part interna de la tapa. Aquesta darrera va respectar al màxim la tapa original, tot i que presenta un paper de xarol adherit sobre les tapes en la part del llom que cobreix parcialment l'enquadernació original. Aquest paper adherit consisteix en una tira de cap a peus que tapa parcialment les zones de pell i les zones perdudes.

Els danys afecten principalment les tapes de l'enquadernació, i afecten mínimament el bloc del còdex.

#### *Estat del bloc*

Els fulls de vitel·la i paper presenten una mínima presència de brutícia acumulada al llarg del temps. El primer i el darrer fulls presenten adhesions de papers procedents de restes de guardes que han desaparegut. També es poden apreciar perforacions de corcs procedents de les cobertes. Aquestes, de poca importància, tan sols perjudiquen el primer i el darrer quadernets.

#### *Estat de l'enquadernació*

L'enquadernació és la part que ha quedat més malmesa amb el transcurs del temps. A part de les restauracions anteriors, que poc o molt han col·laborat a perjudicar les tapes, aquestes presenten un greu atac de corcs, que han perforat notablement les fustes de les cobertes i han perjudicat la pell de manera visible. També s'aprecien zones desenganxades, pèrdues parcials i perforacions, com també pols i brutícia abundant, en bona mesura agreujats per la presència d'una capa de cera d'abella que es va aplicar en una de les intervencions anteriors que, si bé en assecar-se va constituir un element que va protegir zones de pell que s'haurien perdut, va acabar retenint la brutícia, amb la qual va formar una massa compacta que va omplir els motius gofrats i va impedir en conseqüència poder apreciar amb detall el conjunt del treball de decoració. La pell, a més, presenta un estat desnutrit i fràgil.

## **Procés de restauració**

El primer pas va consistir en una fumigació, i seguidament es van iniciar els treballs de restauració. Per a això, es van retirar les intervencions anteriors, i es va deixar el bloc de fulls separat de les tapes.

### *Tractament del bloc*

Es va netejar el llom de les restes de reforços i coles. Es van netejar els fulls de vitel·la i de paper per mitjans abrasius (gomes d'esborrar, bisturins i pinzells), per eliminar-ne elements adherits de brutícia i pols. Es van retirar les restes de les guardes (per humectació i abrasió). Es van reintegrar a continuació les perforacions de corcs i es van reparar alguns petits estrips (amb paper japó). Finalment, es va repassar el cosit, afegint uns cordills nous sobre els nervis originals per poder muntar novament el bloc a les tapes, i es va reforçar el llom amb gasa i paper neutre.

### *Tractament de les tapes*

Un cop desmuntades les tapes del bloc, se'n van retirar les restes de les restauracions anteriors, humitejant amb Tylose i amb l'ajut de bisturins. Es va fer llavors una primera neteja amb dimetilformamida, aplicada amb cotonets i amb l'ajuda d'un raspador de dentista, per tal de retirar el gruixos de cera d'abella que omplien les zones perdudes i els forats de corcs. Tot seguit es va consolidar la fusta, amb diverses capes de Paraloid B-72 aplicades amb pinzell, i se'n van reomplir les perforacions i les zones perdudes amb Araldit fusta.

Es va fer una segona neteja amb dimetilformamida per tal d'eliminar les restes de cera que quedaven als marges de la pell. Es van consolidar les zones despreses de la pell, que es van adherir a les fustes amb engrut.

Es va fer una tercera neteja amb dimetilformamida i escalfor aplicada amb la mateixa llum de la làmpara de sobretaula, amb la finalitat d'estovar la cera dipositada a l'interior dels gofrats i retirar-la amb l'ajuda de pinzells i un raspador. Es van reomplir les zones perdudes de la pell amb una pasta que es va obtenir de la barreja de pell

triturada, Tylose i Primal. Per definir la formulació adequada de la pasta de pell es van realitzar les proves següents:

*Primera prova*

Materials: 3 g de flor de pell de cabra, esmicolada, i 1 litre d'aigua destil·lada a 40°C.

Es tritura la flor de pell amb un ratllador o bé es talla en fragments petits, es deixa en remull durant dos dies i es va passant sovint per la trituradora (quatre cops per dia). Trancorregut aquest temps, la pell s'ha desfet parcialment, però no queda una pasta prou fina, ja que la pell no queda prou desfeta. Llavors s'afegeix Tylose MH3000 dissolta al 30% i una mica de cola d'acetat de polivinil.

La pasta resultant es pot utilitzar per fer empelts, encara que no queda del tot uniforme. Aquesta pasta es va preparar amb una pell de cabra de color semblant a la pell de l'enquadrernació. Es va observar que el to de la pell s'enfosquia amb el transcurs dels dies, i encara s'enfosquia més com més augmentava la quantitat de cola blanca.

*Segona prova*

Materials: 3 g de pell (zona de la carn) i 1 litre d'aigua destil·lada a 40°C.

Es prepara la pell de la mateixa manera que en la fórmula anterior. Canviant l'aigua sovint s'afavoreix el desfibrament de la pell, i la pasta resultant es més homogènia que l'anterior, però encara queden fragments que no s'han desfet del tot. S'afegeix Tylose MH3000 al 30% amb aigua i Primal.

Malgrat fer una barreja ben batuda de la pasta i la cola, la pell encara retenia una gran quantitat d'aigua que, de mica en mica, s'anava escorrent. Aquest inconvenient el vam resoldre aplicant la Tylose en pols, que fa una funció deshidratant sobre la pell. El resultat d'això és una pasta més compacta i fàcil d'aplicar que l'anterior, però encara queden massa grumolls de pell. En aquest cas es van utilitzar pells com les de la prova anterior, però de to més clar; tot i això, també es van anar enfosquint poc temps després.

*Tercera prova*

Materials: 5 g de pell (zona de la carn) i 1 litre d'aigua destil·lada.

La prova es va fer de la mateixa manera que la prova anterior, però trinxant la pell sense deixar-la adobar, canviant sovint d'aigua

i fent el procés en un mateix matí. Es va afegir directament Tylose en pols i Primal.

El resultat va ser una pasta més homogènia i fàcil d'aplicar, encara que persistien els problemes de canvi de color.

Finalment, vam decidir aplicar la tercera prova, ja que vam considerar-la la més adequada pel que fa a textura, adherència i resultats finals.

### *Muntatge de les tapes*

Es va realitzar un llom amb paper assecant impregnat amb Tylose per tal que s'adaptés a la forma dels nervis del cosit, a fi de poder fer un llom independent entre les tapes i el bloc que facilités l'obertura del llibre sense forçar-lo.

Es va muntar un llom nou de pell subjectat a les fustes de les tapes, que entrava un centímetre per sota de les zones en què es conservava la pell original.

### *Treballs pendents*

Queda pendent una tercera i darrera neteja per tal de retirar la cera que encara queda a l'interior dels gofrats, muntar les guardes i lubricar la pell amb un ungüent nutritiu (lanolina, glicerina, cera...).

### *Justificacions*

Es van fer diverses netejes per retirar la cera d'abella, ja que l'estat de la pell (fràgil i parcialment despresa) no permetia fer un únic tractament sense ocasionar greus danys si abans no es consolidaven les zones perdudes o les cavitats de la fusta no estaven reomplertes.

La reintegració es va fer amb pasta de pell, per tal d'agilitar i facilitar la reintegració de les zones perdudes, que eren nombroses i de forma complexa; i també perquè creiem que la restauració ha de tenir un sentit totalment arqueològic, i que cal diferenciar clarament les zones originals de les afegides.



## **Notes finals**

S'han observat dificultats d'adherència de l'engrut i de la Tylose sobre les zones reintegrades amb Araldit. També s'han trobat dificultats per adherir la Tylose sobre la fusta de l'enquadrernació.

Hem tingut problemes en muntar la pell nova del llom, a causa de la rigidesa de la pell original, agreujada per la consolidació. A més, la pasta de pell feta amb Tylose té poca adherència i es desprèn.

## Mostra Cerdà: restauració dels plànols

Carme Bello i Àngels Borrell, conservadores-restauradores de materials d'arxiu

En aquesta ponència parlarem de la restauració d'un dels plànols que han format part de la Mostra Cerdà, dedicada a l'obra de l'urbanista que va dissenyar l'Eixample barceloní. Es tracta del plànol número 4, de l'eixample i millora de Barcelona amb agrupació d'illes. A la primera clàusula d'aprovació del projecte de 7 de juny de 1859 s'instava Ildefons Cerdà a «augmentar el nombre d'illes majors que les de tipus general admès en el projecte, així com també el de parcs, especialment en la zona en què es representa més condensada l'edificació». D'acord amb aquesta clàusula d'aprovació, Cerdà va realitzar la primera revisió del seu projecte, que queda reflectida en aquest plànol, del qual reproduïm a continuació la fitxa tècnica:

*Núm. de registre:* 11.241.

*Títol:* sense títol.

*Data i lloc:* 1863, Barcelona.

*Autor:* Ildefons Cerdà.

*Procedència:* Arxiu Històric de la Ciutat de Barcelona / Gràfics (Fons Cerdà).

*Dimensions:* 142 cm d'alçada per 257 cm d'amplada.

*Material:*

*Suport:* paper entelat.

*Tècnica:* impressió, tinta, llapis.

*Explicació topogràfica-descriptiva-històrica:* Pla de reforma interior i eixample de Barcelona.

*Escala:* 1:5.000.

### **Estat de conservació**

De tots els plànols restaurats, aquest és el que es troba en un estat de conservació pitjor. El suport, de paper, presenta acidesa en la seva estructura, problemes derivats del seu entelat i descamacions i craquelament, a causa de l'acidesa del paper i de l'acció de la humitat.

Pel que fa a les deformacions, trobem:

- Plecs, deguts a mala manipulació i a emmagatzematge erroni.
- Arrugues, que en molts casos han esdevingut clivelles com a conseqüència del sistema d'emmagatzematge.
- Dobles, deguts a la manipulació i l'emmagatzematge.
- Tensió, provocada per l'entelat del suport.

Pel que fa a les taques, n'hi ha de molts tipus i procedència:

- Brutícia i pols generalitzada en tota la peça.
- Taques de greix, repartides per diverses zones; la més curiosa correspon a la marca d'un recipient rodó que es va col·locar damunt el plànol.
- Cola.
- Taques d'humitat, situades bàsicament a les vores i, especialment, a la part inferior esquerra, on en trobem una de grans dimensions.
- Tinta negra.
- Esgroguiment.
- Enfosquiment general.
- Microorganismes, localitzats a la taca d'humitat.

Pel que fa a les pèrdues, observem:

- Forats, repartits per tota la peça i de procedència diversa.
- Estrips, localitzats a les vores, provocats bàsicament per la mala manipulació i un emmagatzematge inadequat.
- Pèrdua de suport, localitzada a les vores i, especialment, a l'angle inferior esquerre, a causa de la gran taca d'humitat.
- Atac d'insectes: rosegament del suport per lepidismes.

El material sustentat es imprès, tinta i llapis. En algunes parts trobem a faltar els elements sustentats a causa de la pèrdua del suport, principalment en la zona de la gran taca d'humitat i en petits forats repartits per la resta de la peça. També s'observa en diverses zones la decoloració de les tintes, causada per l'erosió del suport, i brutícia generalitzada.

Les causes principals de l'estat en què es trobava la peça eren la manipulació i la conservació errònia, tot i que també hi han influït les condicions ambientals, com ara la temperatura, la humitat, la llum o la contaminació.

### **Anàlisis fisicoquímiques**

Es van realitzar diverses anàlisis de la peça:

- Sistema Herzberg d'anàlisi de fibra, per establir la procedència del paper, que va donar com a resultat una composició a base de cotó i lli, i va mostrar que les coles emprades en la unió del paper i la tela són a base de midó.
- Medició del pH, realitzada per mitjà de paper reactiu per contacte, que va donar un resultat de 5, la qual cosa ens indica l'acidesa del paper.
- Proves de solubilitat per a totes les tintes, que eren de color negre, blau i vermell, per a les quals s'han emprat com a dissolvents l'aigua, l'alcohol, l'acetona i el benzè: el resultat va ser que totes les tintes eren insolubles, tret de la vermella, que va resultar soluble a l'aigua.

### **Procés de restauració**

#### *Neteja mecànica i consolidació*

Es va fer la neteja amb pols de goma i goma d'esborrar, tenint molta cura de no eliminar les traces de llapis i de no fer desaparèixer unes correccions originals dutes a terme amb goma d'esborrar, possiblement per l'autor mateix. Es va emprar també la goma dura per insistir en les zones de brutícia més intensa. Amb l'ajut del bisturí es van eliminar excrements d'insectes i altres matèries sòlides adherides.

Aquest procés, a causa de la gran quantitat de brutícia que presentava la peça, es va prolongar durant diversos dies.

Les parts més dèbils es van consolidar pel vers del document per tal d'arrencar la tela sense causar desfectes en el suport. Per a això, es va utilitzar Primal AC 34 al 50% en aigua, i paper japó fi. Abans d'aquest pas es va comprovar la reversibilitat del procés, i el fet que no deixava cap tipus de marca sobre el document. Aquest pas es va dur a terme en la taca d'humitat, així com també en algunes zones dels marges.

Per a l'arrencament de la tela, que es va fer completament, es va utilitzar el llapis d'humitat en les parts més dèbils, i a la resta es va fer mecànicament.

Per a la neteja mecànica del revers es va utilitzar paper de vidre molt fi per tal d'anar eliminant les restes de cola de l'entelat.

La consolidació dels estrips es va fer, treballant el document pel seu dors, amb l'aplicació de paper japó i Tylose molt espessa, i es va accelerar l'assecat per mitjà d'espàtula calenta o planxa. Es van anar consolidant totes les zones que prèviament s'havien consolidat amb Primal pel vers del document i es va retirar amb alcohol la primera consolidació de caràcter preventiu. El paper japó utilitzat es va teyir prèviament amb un to similar al de l'original.

### *Eliminació de taques*

Pel que fa a les taques, es va treballar sobre les de cola, greix i tinta. En el tractament de les taques de cola es va utilitzar aigua calenta per fer fregues amb enzims, i es va assecar ràpidament per tal de no provocar deformacions. Tota la part esquerra del document, que coincideix amb la zona més malmesa, semblava haver estat retocada anteriorment, ja que, en aplicar l'aigua per fregament, el cotó va quedar tacat d'un color groguenc i no pas de brutícia. Les parts on les taques eren més grans es van humitejar amb aigua calenta, i es van anar fent netes per mitjà d'un *tissu* i amb l'aplicació de calor. El procés era molt lent però donava molt bons resultats, sobretot en la part dreta de la peça, on van desaparèixer pràcticament totes les taques.

En les taques de greix, el tractament es va fer amb benzè, seguint el mateix procediment anterior. Les taques de tinta es van eliminar mecànicament per mitjà de gomes d'esborrar dures.

### *Eliminació d'arrugues*

Es va treballar el document pel revers, utilitzant aigua i Tylose, Reemay i espàtula calenta. Amb això es va aconseguir dominar les arrugues per tal de passar al procés de reintegració.

### *Reintegració del suport*

Es va fer manualment amb un paper japó de gramatge, textura i color similars als originals. El to aproximat es va buscar amb tintades amb colorants naturals. A part de les zones amb pèrdues de suport, atès que el document no estava escairat, es va optar per reintegrar tota la part inferior i superior del plànol per tal de quadrar-lo.

### *Laminació*

Aquest procés es va fer manualment. Es va fer una laminació integral pel revers, utilitzant *tissu* més film termofusible Archival, amb l'aplicació de calor per mitjà de planxa i tefló. El procés va ser força llarg, ja que calia aplicar molta calor per tal d'activar el termofusible.

### *Reintegració pictòrica*

Es va portar a terme, només en les parts en què el document presentava un to molt més clar que el del cromatisme original, utilitzant aquarel·les Windsor & Newton. Per tal d'obtenir un to similar al de l'original, es van barrejar els colors següents: negre marfil 331 (026) SL sèrie 1, terra ombra natural 0101 (554) SL sèrie 1AA, terra ombra torrada 0101 (076) SL sèrie 1AA, i ocre groc 744 (059) SL sèrie 1.

### *Desacidificació*

Es va polvoritzar tota la peça pel dors amb Bookkeeper, que es va deixar actuar durant vint-i-quatre hores. El resultat va ser positiu, amb l'obtenció d'un pH d'entre 6 i 7.

### *Entelat*

Es va fer un entelat total amb Archibon pel sistema termofusible, amb la col·locació de dues peces de tela, tal com era originalment. Amb l'aplicació de calor amb la planxa es va anar treballant tenint molta cura que no es formessin bosses d'aire entre la tela i el document. En els quatre extrems es van deixar unes bandes que posteriorment s'utilitzarien com a reforç en l'emmarcament.

### *Aplanat*

En acabar la jornada de treball, durant tot el temps que es va treballar en el plànol, el document es va deixar fins l'endemà damunt una taula i cobert amb paper assecant i planxes de fusta amb pesos localitzats.

### *Presentació i protecció*

Ja que el plànol s'havia d'emmarcar per exposar-lo, atès el seu gran format, es va decidir deixar unes bandes laterals per a la seva subjecció, de manera que el plànol no fos agredit per elements estranys, com ara grapes, xinxetes, papers encolats, etc. Els angles es van reforçar amb cantoneres de paper gruixut que es van introduir dins les bandes.

## Retrat de Barcelona: diari d'una restauració

Carme Bello, Àngels Balliu i Marta Esteve, conservadores-restauradores de materials d'arxiu

El 22 de novembre de 1993 van entrar a la Secció de Restauració de l'Arxiu de la Ciutat de Barcelona 55 peces (28 dibuixos i 27 gravats, 12 dels qualsicolorits) de diferents èpoques i autors, procedents del Museu d'Història de la Ciutat, per tal que s'hi fessin les intervencions de conservació i restauració necessàries amb motiu de la inclusió d'aquestes peces en l'exposició Retrat de Barcelona, prevista per a 1994.

Totes aquestes peces tenien com a suport el paper, tret d'una que era de pergamí. Pel que fa a alteracions, en trobàvem de comunes a totes elles (pols i brutícia superficial), i altres de no tan generals (estrips i forats), que ocasionaven pèrdues de suport i d'elements sustentats; arrugues, plecs i ondulacions; *foxing*, en alguns casos molt molest estèticament; engrogiment o enfosquiment del suport; restes de cola o papers encolats per la part posterior; altres intervencions, sobretot en el reforç d'estrips; anotacions amb retolador vermell del número d'inventari, a la part posterior; o taques de greix i de cinta autoadhesiva, envellides i oxidades.

Les causes de totes aquestes alteracions tenien a veure amb la conservació de les peces en un entorn poc adequat, la qual cosa havia accelerat l'acidificació del paper i l'aparició de *foxing* i de brutícia, i també amb una incorrecta manipulació, ja que havien estat encolades sobre suports poc adequats i amb coles gens indicades.



Així, doncs, podem parlar d'un estat de conservació regular però que requeria una intervenció directa per tal de restablir l'estabilitat física i química de les peces i per retornar-los la funcionalitat estètica, ja que en cap moment s'havia d'oblidar que les peces anaven a exposició.

## **Procés de restauració**

Es va mesurar el pH de totes les peces per establir quantes presentaven acidesa, i es va realitzar la prova de solubilitat de les tintes per poder determinar millor els projectes d'intervenció. Aquests projectes es poden sintetitzar en els passos següents: neteja mecànica, en sec, per eliminar la brutícia i les restes de cola i papers encolats; eliminació de taques amb dissolvents; neteja humida per bany, quan això fos possible i calgués; blanqueig per bany o blanqueig puntual, quan això fos possible i calgués; reaprest i aplanat, en els casos necessaris; reforç dels estrips i reintegració de les zones perdudes; desacidificació, per bany o per polvorització; reintegració estètica i nova presentació en material de conservació.

Els processos de restauració sobre les peces es van guiar mitjançant els projectes particulars, i es va evitar tota improvisació, tot i que aquells es van modificar quan va ser necessari.

La neteja mecànica, en sec, es va fer a totes les peces, per totes dues cares, amb pinzells, pols de goma, gomes d'esborrar de diferents dureses, inclòs el llapis de fibra de vidre on es considerava necessari. A la part posterior de molts dibuixos i gravats es van eliminar les restes de cola i de papers d'antigues fonadures amb humitat localitzada i controlada.

En alguns casos va ser necessari el tractament de taques de greix o cinta autoadhesiva amb dissolvents com l'èter de petroli i el cloroform al 50%, amb resultats positius.

Segons els resultats de les proves de solubilitat, es van seleccionar aquelles peces que es podien rentar per immersió. Com és obvi, van quedar descartats d'aquest procés tots els dibuixos i gravats aquarel·lats i amb elements sustentats solubles a l'aigua, i es va descartar el procés de fixació de grans zones, ja que es va considerar major el risc d'efectes secundaris de la fixació que no pas els beneficis del rentat.

Es va rentar un total de nou gravats, amb el procés complet de banys i esbandides, i amb el blanqueig i la desacidificació per immersió. En aquests casos es va poder realitzar un blanqueig total per immersió per reduir el to engroguit, utilitzant hipoclorit sòdic al 2% en aigua, més bòrax, per regular el pH de la dissolució, aturant el blanqueig amb aigua i neutralitzant amb metabisulfit sòdic al 2% en aigua. També era possible fer una desacidificació per bany amb hidròxid càlcic (2,5 g/litre d'aigua), per decantació i afegint-hi un 50% més d'aigua. Serien aquestes peces les que després es reapresaria amb cola metilcel·lulòsica (Tylose MHB3000) diluïda.

Un total de 30 peces no van ser submergides, atès que no calia o perquè això no era possible, però se'n va fer un blanqueig puntual. Per a això, es van utilitzar dos productes i tres metodologies:

En els casos afectats per *foxing* puntual es va actuar localment sobre taula de succió amb hipoclorit sòdic del 2 al 15% més bòrax. Si eren zones acolorides s'utilitzava el peròxid d'hidrogen de 110 vol. al 50% en aigua destil·lada i escalfor (espàtula calenta), amb la qual cosa es van obtenir, aparentment, uns bons resultats.

Per a les peces afectades per enfosquiment del suport, es va optar per blanquejar les bandes sobre taula de succió, amb paletina i hipoclorit sòdic al 10% més bòrax, esbandint amb aigua i neutralitzant amb metabisulfit sòdic. En alguns casos es va fixar alguna zona manuscrita amb Paraloid al 10% en acetona. Aquest procés va ser el més conflictiu de tots, ja que no es gens recomanable i cal evitar-lo sempre que es pugui. Tanmateix, per aplicar-lo es va tenir en compte el valor estètic de les peces i el fet que s'havien d'exposar, i només es va aplicar quan la degradació que patien distorsionava el seu missatge estètic.

Quan les peces tenien estrips i forats, aquestes es van consolidar amb paper japó més prim que l'original, per la part posterior. Els empelts es van fer amb paper japó de característiques similars a les de l'original, tenyit amb tints naturals i encolat amb cola metilcel·lulòsica (Tylose MH300) i escalfor.

Es va donar un cop de premsa a totes les peces, i en aquells casos en què no s'havia fet per mitjà de bany, la desacidificació es va fer per polvorització amb Wei-To Nr. 10.

En els casos en què es va fer una reintegració estètica, aquesta es va fer amb pastels Rembrandt o amb aquarel·les Windsor & Newton.

Finalment, es va confeccionar un nou sistema de presentació i

conservació per a cada peça. A les de format petit se'ls va fer una camisa amb base de paper permanent, coberta de paper cristall, encolada amb cinta autoadhesiva de lli de conservació; la peça es va subjectar amb punteres de Melinex. Pel que fa a les peces de gran format, la base era de cartró Canson (100% cel·lulosa), coberta de paper barrera, encolada amb cinta de lli; la peça es va subjectar amb punteres de paper barrera.

### **Un exemple: restauració del gravat «Entrada de SS.MM. Carlos IV y María Luisa en Barcelona»**

La restauració d'aquesta peça va ser especialment interessant, ja que presentava una pèrdua de dimensions considerables que afectava tant el suport com el missatge estètic, i que alterava la unitat de l'obra. Per això, la reintegració gràfica ens va suposar l'anàlisi dels criteris d'intervenció i la realització d'una sèrie de proves per arribar a uns resultats satisfactoris, amb la finalitat de retornar a la peça els seus valors materials i estètics. Abans de la reintegració gràfica es van realitzar els processos de restauració pertinents, que expliquem a continuació.

#### *Identificació*

Es tracta d'un gravat datat l'any 1802. El suport és de paper de color blanc, verjurat. Aquest gravat calcogràfic està imprès a una tinta (negra). Consta de cinc parts unides entre si amb cola i numerades en la part superior, amb unes dimensions de 31 x 222,5 cm.

#### *Estat de conservació*

Presenta moltes alteracions: brutícia, taques de cola, *foxing*, engrogiment, arrugues, plecs, doblecs, estrips i pèrdues de suport. En aquest sentit, destaca la part núm. 4, on hi ha una llacuna considerable que ocupa la part central de la il·lustració; tot el voltant està molt feble, i presenta un color marronós causat per l'atac de microorganismes.

D'aquesta zona degradada sorgeix un estrip important amb restes de paper verjurat que actuaven com a reforç, però que han perdut la seva funcionalitat.

### *Procés de restauració*

Es va començar per fer una neteja mecànica amb goma d'esborrar i es van separar les parts de què consta el gravat per fer-ne més fàcil la manipulació en els diferents processos. Es va desmuntar aplicant cola metilcel·lulòsica (Tylose MHB300) per estovar l'adhesiu i facilitar-ne la separació.

Seguidament es va fer la neteja humida per immersió en aigua, de la forma habitual. Es van eliminar molt bé la brutícia i les restes de cola, i la intensitat del *foxing* va baixar. Per acabar-lo d'eliminar es va fer un blanqueig local sobre taula de succió, per tal de controlar el procés i evitar la formació d'aurèoles massa blanques, i, per accelerar l'assecat, es va utilitzar un assecador. El blanquejant triat va ser l'hipoclorit sòdic, ja que ens donava més bons resultats a l'hora d'eliminar aquest tipus de taca. La concentració amb què es va treballar va ser del 15% en aigua, i es va aplicar amb pinzell.

L'aprest es va fer amb Tylose MHB300. L'estrip, que havia estat molt de temps obert, provocava tensions quan es va forçar per tancar-lo, cosa que es va resoldre insistint amb humitat i pes localitzat.

La reintegració del suport en la part de la llacuna, amb una pèrdua d'informació considerable, era necessària per evitar el progressiu despreniment de paper al voltant seu i la formació de nous estrips. Així se li retornava la consistència física perduda. Per a l'empelt es va utilitzar paper japó de gruix similar a l'original, tenyit amb tints naturals, desfibrant les vores i rebaixant lleugerament l'original pel revers. La unió es va fer amb Tylose MHB300. El resultat de l'empelt va ser bo, però la zona destacava per la seva mida i per la localització central, de manera que es va optar per una reintegració gràfica.

### *Reintegració gràfica*

La solució del problema físic i funcional pel que fa a la seva conservació no era suficient per retornar l'harmonia visual de conjunt des

del punt de vista estètic, ni tampoc en relació amb el punt de vista històric i documental, ja que es perdia molta informació.

A l'hora de plantejar aquesta reintegració gràfica no només ens vam basar en els punts de vista esmentats, sinó que vam tenir en compte que la peça s'havia d'exposar, i que, per tant, la zona perduda estaria desvinculada de l'equilibri artístic com a obra d'art.

Per evitar una reintegració falsejada vam investigar la possibilitat que hi hagués un altre exemplar d'aquest gravat, ja que el procés normal era fer diversos tiratges d'una mateixa planxa. Vam trobar-ne un exemplar al Museu d'Història de la Ciutat, que era acolorit i amb els marges retallats. Partint d'aquest exemplar, i tenint en compte que la peça s'havia d'exposar i calia unificar els valors estètics i documentals, vam decidir fer la reintegració gràfica.

Es va optar per una reintegració integral, en lloc de fer una reintegració il·lusionista, ja que aquest procediment implica fer una imitació exacta de l'original, propera en molts casos a la falsificació, i actualment és desaconsellat pels criteris bàsics de restauració. La reintegració integral, per altra banda, imita l'original, però el paper de l'empelt, la tècnica i la tinta són clarament identificables i diferents de l'original.

Amb l'exemplar acolorit es van diverses fer proves de calc. El procediment seleccionat va ser calcar amb l'ajut d'una lupa sobre megatocopi, interposant entre el gravat original i el paper utilitzat per al calc un polietilè transparent (Mylar) per tal d'evitar que la tinta traspasés.

Es van realitzar diverses proves per tal d'escollir tant el paper japó de suport com la tècnica i l'element sustentat ideals per a la reintegració graficoestètica:

a) Sobre el mateix tipus de paper japó utilitzat per realitzar l'empelt del gravat es van calcar alguns traços amb diferents materials:

- Amb llapis, però quedava un to molt esvaït, poc integrat.
- Amb pinzell i tinta xinesa i aquarel·la, però les línies eren poc precises.
- Amb ploma o Rotring i tinta xinesa, però els traços quedaven poc definits i s'escorrien per la porositat del paper.

Els resultats no van ser prou convincents, de manera que vam continuar fent proves.

b) Havent fet ja l'empelt, i resolt ja els problemes de tensions i arrugues apareguts al principi, vam pensar que una altra opció seria no restituir-lo, i afegir al damunt un altre paper japó de 9 grams. Les proves en aquest sentit van donar resultats negatius, ja que el llapis no donava el to que consideràvem adequat i la tinta xinesa s'escorria.

c) La prova següent, la vam fer sobre el mateix paper japó, però aprestat amb Tylose MHB3000, i vam fer traços amb Rotring i tinta xinesa, amb resultats satisfactoris. En haver encolat el paper, la definició de les línies era l'adequada. Seguidament, l'exemple així realitzat es va encolar sobre un tros de paper japó igual que l'utilitzat per a l'empelt, per tal comprovar-ne els resultats. La tinta, però, amb la humitat de la cola es va escórrer i va embrutar tota la zona.

d) Vam canviar la tècnica i vam fer les mateixes proves, però amb ploma i tinta xinesa. Sobre el paper japó aprestat els resultats van ser molt bons. En encolar aquest tros així realitzat sobre paper japó igual que el de l'empelt no hi va haver cap reacció de la tinta per causa de la humitat.

e) El pas següent va ser decidir el to de la reintegració gràfica, ja que podíem considerar la utilització de diferents tintes: Pelikan, de to més intens, més negre, o Windsor & Newton, més tènue i agrisada, i que quedava més integrada.

Davant l'evidència de les proves realitzades, vam poder escollir la metodologia, la tècnica, el suport i l'element sustentat que més respectaven la integritat, tant física com estètica, de l'original, i que més s'adequaven als nostres criteris de reintegració gràfica i estètica.

El resultat va ser el següent: sobre paper japó de 9 grams, aprestat amb Tylose MHB3000, es calquen sobre megatocopi (protegint sempre l'original acolorit amb un Mylar), amb ploma fina i tinta xinesa Windsor & Newton, els traços principals de la llacuna. Seguidament s'encola aquest tros de paper japó sobre l'empelt amb Tylose, ajustant-lo a les vores del forat.

El calc no es va fer detallat, sinó que es van traçar les línies principals i les ombres més accentuades, de manera que en conjunt quedés integrat en la totalitat estètica i visual del gravat, però que sempre s'identifiqués i es localitzés.

Amb aquesta intervenció ens hem vist obligades a replantejar-nos els criteris i les tècniques de reintegració gràfica i estètica, i creiem que la solució que hem adoptat respecta en tot moment la peça original. Acompleix, a més, els criteris bàsics de la restauració i utilitza materials totalment estables i reversibles, i té sempre molt present la legibilitat de la part reintegrada.

## Tècniques de preparació paleontològica

Isabel Pellegrero i Eulàlia Soler, preparadores del laboratori de l'Institut de Paleontologia Miquel Crusafont

L'objectiu d'aquesta comunicació és obrir una porta cap al món de la preparació de material paleontològic, a partir de la nostra experiència en el laboratori de l'Institut de Paleontologia Miquel Crusafont, dependent de la Diputació de Barcelona.

A parer nostre, aquesta branca de la restauració és tan desconeguda com interessant, i pensem que en les nostres mans està fer un exercici de divulgació que, sens dubte, serà beneficiós, ja que, com tots sabem, ni el secretisme ni el desconeixement han tingut efectes positius per a la restauració.

L'Institut de Paleontologia té dos vessants: un de museístic, de caràcter divulgatiu, i un altre, el fonamental, com a centre d'investigació de l'origen i l'evolució de les espècies (concretament dels vertebrats).

Un fòssil es forma per la substitució de la matèria orgànica de l'os per elements minerals. Els productes que s'utilitzen per realitzar les preparacions, doncs, han de ser específics per a materials petris. La problemàtica a què ens hem enfrontat és, per una banda, la manca de metodologia tradicional i, per l'altra, l'acumulació de material. Hem volgut oferir una mostra dels diferents treballs que es realitzen a l'Institut. La restauració de material paleontològic és un tema poc conegut. De fet, també ho era per a nosaltres abans d'iniciar la nostra tasca, però hem quedat gratament sorpreses per la seva gran



diversitat i per la seva problemàtica específica, la resolució de la qual obeeix a la tècnica i a grans dosis d'enginy.

### **Particularitats de l'extracció**

Les extraccions de material paleontològic no es diferencien, en essència, de les que poden realitzar-se en excavacions arqueològiques, pel que fa a la metodologia. Ens interessa, però, remarcar-ne alguns trets diferencials importants, com ara la ubicació dels jaciments i les característiques particulars dels sediments.

Els jaciments paleontològics, pel fet de ser un producte natural, no necessàriament han d'estar localitzats en zones fàcilment accessibles, com és el cas de la majoria dels assentaments humans. No és estrany que ens hàgim de desplaçar per a campanyes d'excavació a espais tan remots com coves, grans alçades a la muntanya, penya-segats, abims... amb tota la problemàtica que això comporta quant a trasllat d'eines pesades (martell pneumàtic, compressor, pics i pales...) i transport dels especimens extrets.

La qualitat dels sediments és també un condicionant per seleccionar les eines de treball. Sovint treballem amb gresos i calcàries, de duresa extraordinària. L'instrumental més comú a les excavacions arqueològiques resulta en molts casos insuficient; malgrat tot, el mètode operatiu d'extracció i els materials són quasi sempre els mateixos: escumes de poliuretà o benes impregnades de consolidant.

### **Processos de preparació en el laboratori**

El tipus de sediment de l'excavació on s'extrau el material en condiciona també la preparació en el laboratori, quant al mètode i als materials. L'exemple que presentem en primer lloc correspon a ossos fòssils extrets d'un jaciment de la província de València, del període juràssic (135 milions d'anys). El material pertany a un braquiosaure, un dels més grans dinosaures que es coneixen. Cal extreure cadascun dels elements ossis per separat, a causa del seu extraordinari pes i volum; en ocasions, fins i tot en diversos fragments extrets individualment amb escuma de poliuretà. El material es transporta al laboratori en llits rígids d'escuma de poliuretà.

La campanya d'excavació a què ens referim data de l'agost de 1994 i no es procedeix a la seva restauració fins mesos després.

La consolidació és sovint més urgent que la neteja. El fòssil, tot i ser material inorgànic, conserva la morfologia i l'estructura fibrosa de l'os, que li confereix una fragilitat especial. Cal endurir els fragments de manera efectiva abans de procedir a qualsevol altra intervenció. Fins ara, el consolidant que ha ofert millors resultats en aquest tipus de material és la laca Zapón. Conscients de la poca estabilitat d'aquest producte amb el pas del temps, estem realitzant investigacions amb altres consolidants –com ara acetats de polivinil, polimetacrilats i silicats d'etil– a l'espera d'obtenir resultats més satisfactoris.

La separació del fòssil i la matriu es realitza amb mètodes mecànics. Tractant-se de gres, pedra especialment dura, el sistema més eficaç per separar el bloc del fòssil és mitjançant la percussió de martell, amb la qual cosa s'aconsegueix extreure'l netament. Aquest mètode poc convencional, que no s'utilitzaria mai en un altre tipus de restauració, en paleontologia és perfectament apropiat i èticament viable. Quan ens trobem amb una capa dura i prima, que cobreix superficialment el fòssil, treballem amb llapis percutor amb puntes adaptades a les característiques del sediment, tenint cura de no tocar mai la superfície del material fòssil, que es podria malmetre. En el cas de vetes argiloses no concrecionades, aquestes es retiren simplement amb bisturí.

Per reconstruir els elements ossis s'utilitza adhesiu, del tipus cianocrilat en els fragments petits i resina epoxi per als més voluminosos. La resina epoxi és l'única que confereix resistència suficient a les restes de dinosaure, donades les característiques especials de pes i morfologia. La recomposició permet una lectura correcta de l'os fossilitzat, malgrat les deformacions que hagi sofert durant la seva permanència en el subsol.

La reintegració es realitza amb escaiola tenyida. Si s'observen fisures o pèrdua de material a l'interior, que a la llarga poguessin transformar-se en fractures, és convenient reomplir-les amb resina epoxi, a la qual es pot afegir una càrrega (Aerosil o carbonat càlcic). Finalment, de cara a la conservació posterior de l'exemplar, s'aplica una capa de protecció final amb el consolidant que hem estat utilitzant en tot el procés, a la vegada que consolidem l'escaiola utilitzada en la reintegració.

Per exposar un altre cas d'eliminació de sediments en el qual s'ha optat per la neteja química podem parlar d'un fòssil del miocè (17 milions d'anys), corresponent a les restes d'un cèrvid primitiu. La particularitat que va tenir aquesta excavació va ser la troballa d'una mare i una cria del taxó *Procervulus*, complets i en connexió anatòmica. Per això es van extreure en bloc, i ens vam emportar una part de l'excavació al laboratori.

El sediment és de tipus argilós, per la qual cosa es retira mecànicament amb bisturí; però a les zones on aquesta argila està fortament carbonatada s'utilitza un àcid orgànic (fòrmic al 10%) com a reactiu per disgregar el carbonat. Prèviament, cal protegir el fòssil mitjançant una aplicació de polimetacrilat (Paraloid al 10%). Per neutralitzar-lo, el submergim en aigua destil·lada i ens ajudem de la cubeta d'ultrasons. En aquest cas, ja que es tracta de material en connexió anatòmica, paral·lelament a la neteja es fa un dibuix de les restes que van apareixent, tal com ho fariem si ens trobéssim al jaciment.

## Rèpliques paleontològiques

La feina d'emmotllament i rèplica de materials fòssils també es fa al laboratori. Podem considerar que es fan tres tipus de treballs diferents: la reproducció convencional (mitjançant l'elaboració de motlles amb elastòmers de silicona i la reproducció amb resina de polièster); la realització de motlles hipotètics (amb l'ús de plastilines per reconstruir el material original perdut), i la reproducció hipotètica amb finalitat didàctica per a exposicions (en la qual es retorna als especímens carn i pell en la forma que se suposa més viable).

Les rèpliques paleontològiques són especialment importants per a l'estudi de material sense malmetre els originals. A l'Institut, aquesta feina és a càrrec d'Àngel Galobart i Ricardo Batista.

## Acabats i emmagatzematge

Els tipus d'acabats també difereixen substancialment dels comuns a altres processos de restauració. Estan en funció de l'objectiu final, que sempre té caràcter científic. La importància primera del fòssil és

la seva legibilitat, la presa de mesures i la visualització dels seus caràcters diferencials. Per això no és estrany veure's en la necessitat de realitzar talls transversals o longitudinals si interessa veure o mesurar un element interior; deixar connectats elements anatòmics amb bloc de sediment; o, contràriament, separar-los per tal de poder observar les articulacions. El procés de preparació i el resultat final estan supeditats a les possibilitats del fòssil i a les peticions de l'investigador, sense que això perjudiqui l'ètica del restaurador.

L'Institut compta amb una sala de material preparat en la qual, en armaris compactes, s'emmagatzemen més de 100.000 exemplars restaurats. Moltes d'aquestes restauracions daten des del 1950, i sovint no disposem de documentació suficient sobre la forma en què van ser realitzades, per la qual cosa cal realitzar treballs de manteniment i documentació de materials.

A fi de mantenir les restes fòssils en les millors condicions, es procura una atenció especial als embalatges actuals, alhora que es renoven els antics. S'utilitzen suports d'escuma de poliuretà, porexpan i bosses de polietilè de tanca hermètica.

## **Conclusió**

Fins avui, ens hem habituat a treballar amb una problemàtica particular, sobre la qual hem trobat alguna bibliografia i a la qual, afegits els nostres coneixements anteriors, hem pogut aplicar solucions concretes. Som conscients que encara desconeixem moltes «degradacions tipus» a les quals caldrà trobar solució. És el nostre propòsit continuar investigant i contribuir a dotar d'una metodologia pròpia la preparació paleontològica.







