

Criterios

Bastidores y pinturas sobre lienzo: equilibrio de las tensiones, mínima intervención y propuestas operativas

Franco Del Zotto

Restaurador-conservador. Colaborador del Ministerio de Bienes Culturales. Miembro de ICOM-CC, IIC y Grupo Italiano IIC

Resumen

Este artículo es la continuación de un trabajo anterior publicado en esta revista (PH 47, febrero 2004). A él me remito para las cuestiones teóricas y metodológicas generales relacionadas con el papel que juega la tensión en las pinturas sobre lienzo, la distribución de fuerzas sobre la superficie y la tensión constante existente entre tela y bastidor.

Las propuestas presentadas a continuación forman parte también de nuestra investigación dedicada al estudio, planificación, realización y aplicación de estructuras portantes flotantes para pinturas sobre lienzo (bastidores nuevos y/o sistemas de tensado aplicables a bastidores originales o antiguos) que amortiguan la resultante de las reacciones físico-mecánicas de la tela y los estratos pictóricos derivadas de las variaciones ambientales de temperatura y humedad relativa, de forma que se mantenga a lo largo del tiempo una tensión adecuada, programada, regularmente distribuida y controlada, condiciones indispensables para lograr un buen estado de conservación.

Nos basamos en el concepto de mínima intervención: desde este posicionamiento ideológico derivan las soluciones técnico-prácticas propuestas, de las cuales ofreceremos algunos ejemplos.

Palabras clave

Bastidores
Bastidores flotantes
Intervención
Investigación
Lienzo
Madera
Patrimonio Mueble
Pinturas

El concepto de mínima intervención

Es habitual pensar que este concepto signifique, en la restauración, tanto la reducción de la cantidad de materiales utilizados como de operaciones de intervención. Y con esto podríamos estar todos de acuerdo.

En un análisis en mayor profundidad, la mínima intervención es más bien un concepto que orienta sobre un "método", es decir, una posición ideológica que conlleva una solución técnico-práctica. No es, por tanto, la técnica la que determina la mínima intervención, sino el método el que determina la técnica. De ahí que el resultado práctico que se obtiene de una determinada elección operativa no pueda ser igual para todas las obras. Deberá tenerse en cuenta necesariamente las variables que intervienen en la conservación de la obra en el tiempo: estado de conservación, estratos de intervenciones sufridas anteriormente, función original de la obra, función actual, valor artístico e histórico, valor político-cultural dentro de la comunidad, valor formal y espacial en el contexto urbanístico-territorial de pertenencia, así como las exigencias del cliente.

Es fácil trabajar aplicando el concepto de mínima intervención en una obra con pocos problemas. Por ejemplo, en el caso de una pintura sobre madera con pocos levantamientos, sin repinturas y que mantiene la "pátina" original, es normal elegir sistemas de intervención blandos y llevar a cabo una limpieza con sistemas que respeten al máximo la materia. De la misma forma, en una pintura sobre lienzo que, a pesar de presentar algunos desgarros, tenga la fibra en buen estado de conservación, se podrá intervenir evitando el forrado y limitándonos al recosido de los desgarros.

Pero si, por el contrario, la madera está completamente agrietada y presenta repinturas que deforman la superficie, o bien la tela se está deshaciendo o el bastidor está destrozado, ¿cómo podemos poner en práctica el concepto de mínima intervención?

En tal situación, no podemos olvidar la función del objeto originaria; si aún persiste, ¿qué derecho tenemos de momificarlo con el pretexto de salvarlo? De esta manera lo privamos de la finalidad para la que fue creado. Entonces, ¿por mínima intervención se entiende salvaguardar la materia o bien la función originaria de esa materia?

Tales cuestiones valen también en el caso de que la función originaria del objeto, para la que la materia fue concebida en un principio, haya sido modificada en el transcurso del tiempo, pero que sin embargo hoy se reconozca e interprete como tal.

Sin duda no se puede obviar el papel histórico-cultural que tiene el objeto en cuestión en el interior de la comunidad de pertenencia y la importancia de la relación existente ente objeto, territorio y ambiente. Si, por otro lado, la obra es considerada como tal en el

1. Montaje de una pintura sobre un bastidor con mecanismo flotante autorregulable. El "área cojín", es decir la banda de tela neutra en torno al perímetro, permite que el remache de la tela se haga en el reverso del bastidor y favorece la distribución uniforme de las fuerzas en la pintura

momento en que entra a formar parte de un tejido sociocultural, no podemos olvidar la exigencia de que pueda ser disfrutada por la comunidad contemporánea.

Se sabe que toda intervención de restauración en una obra puede ser nociva (cualquier material añadido provoca desequilibrios) pero también es verdad que puede ser perjudicial la mínima intervención, si se concibe como no intervención o, aún peor, como la momificación del objeto, y por momificación entendemos no sólo la operación de embalsamamiento o plastificación del objeto, sino también la momificación fruto de la colocación del objeto en una vitrina expositiva.

Es importante alcanzar una mentalidad que conduzca a un método y así a un proyecto de intervención que respete la obra en la complejidad de sus elementos formales, sociales y culturales. Sólo con una visión global se puede lograr la conservación de la obra en su totalidad y no sólo la salvaguarda de la materia. Éstas son las claves ideológicas que enmarcan las propuestas de intervención que presentaremos a continuación.

Veremos diversas situaciones: sistemas flotantes para bastidores nuevos, sistemas flotantes de dimensión fija para bastidores nuevos y antiguos, bordes de deslizamiento y sistemas de sujeción de los lienzos originales y de las membranas de protección, sistemas de tensado que convierten en flotante también un bastidor original fijo, y un ejemplo de construcción de un bastidor flotante plegable.

Análisis de la tensión en los bastidores flotantes "autoadaptables"

Las pruebas experimentales comparadas, realizadas confrontando el comportamiento mecánico de un soporte textil y de los estratos pictóricos superiores, clavados en el borde perimetral sobre un bastidor con tensores angulares en los cuatro ángulos, con el comportamiento de un soporte montado sobre un bastidor dotado de mecanismo flotante autoadaptativo², habían dado resultados positivos.

El hecho de que este bastidor pueda ampliarse cuando la situación lo requiera, y sobre todo encogerse, sin modificar los valores de la tensión interna, permite que la tela no sea nunca sometida a una fuerza excesiva que sobrepase el módulo elástico de los materiales (E)³.

Con el paso de tiempo, este modelo base ha sido mejorado tanto desde el punto de vista funcional como constructivo, optimizando la posibilidad de encontrar los materiales componentes (utilizando materiales existentes en el mercado) y el proceso de construcción.

Antes de continuar con la descripción de los proyectos y ejemplos, repasaremos de forma sintética el desarrollo de nuestra investigación.

Analizaremos los conceptos de mínima intervención y de valor ideal de tensión porque estamos convencidos de que adoptar soluciones aplicativas contempladas entre el lienzo y el bastidor de sujeción puede llevar al conservador-restaurador a trabajar con el máximo respeto para alcanzar el mejor resultado.

Ya sabemos que mantener una obra sobre lienzo a una tensión constante, adecuada y distribuida de manera uniforme contribuye a su buena conservación⁴. Esto no significa que un bastidor flotante represente la única solución para resolver todos los problemas de una obra. De hecho, si estos mecanismos se utilizan de forma indiscriminada pueden provocar efectos nocivos más que ventajas.

En todas nuestras propuestas nos hemos centrado en intervenciones que pueden remediar el desfibrado del tejido, incluso de evitar la rotura. Se sabe que en una tela desfibrada, los estratos pictóricos están sometidos a un craquelado que puede llegar a provocar la pérdida de color. Tales desfibrados surgen a causa de un vínculo inadecuado, y sobre todo, por la tensión excesiva que la tela puede sufrir en determinadas condiciones extremas.

Basándonos en los estudios y experiencias ya publicadas⁵, también nosotros en los años 80 hicimos una propuesta, una aportación personal para resolver (de manera distinta) el problema de la distribución de fuerzas y el tensado.

Hemos confirmado que la distribución uniforme de fuerzas en la pintura se obtiene gracias a un "área cojín", es decir, a partir de una franja de tela colocada en torno al perímetro⁶ que absorbe las concentraciones de fuerzas que se manifiestan en las obras con remachado perimetral. Ésta es una operación que no supone ningún coste añadido para el conservador-restaurador, y consiste en sujetar la tela



1

Criterios

Bastidores y pinturas sobre lienzo: equilibrio de las tensiones, mínima intervención y propuestas operativas

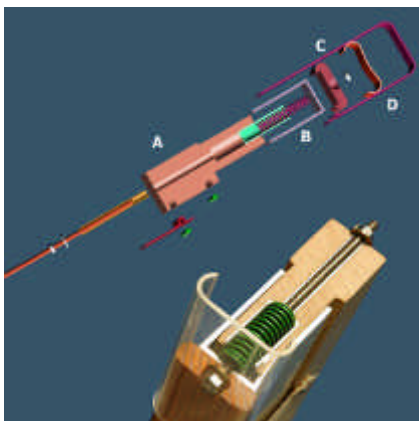
Franco Del Zotto

2. Bastidor flotante autorregulable. Gráfico del proyecto y del despiece.

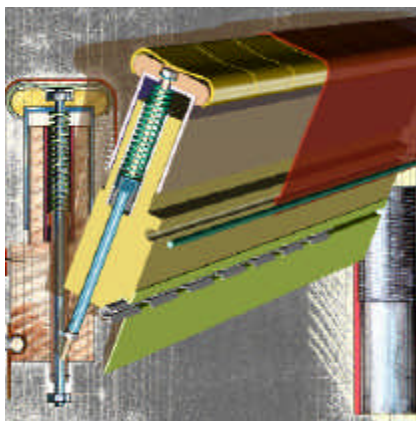
A: Bastidor fijo de madera; B: perfil deslizante de aluminio con sección en "C"; C: listón de deslizamiento; D: clip autolubricante fraccionado en módulos

3. Bastidor flotante autoadaptativo con posibilidad de regular los muelles incluso con la pintura montada sobre el bastidor modificando la altura de la cámara de contención del muelle

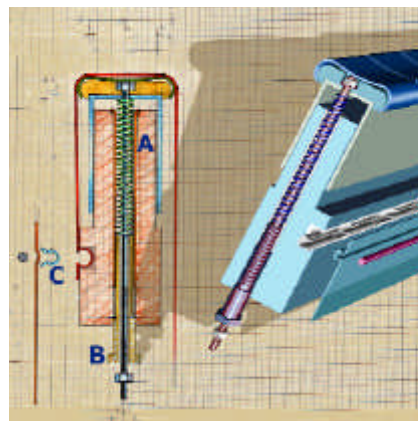
4. Bastidor flotante autoadaptativo de diámetro reducido del revestimiento de alojamiento del mecanismo de propulsión. A: Casquillo de contención del muelle con interior roscado y biselado; B: pistón hueco con roscado externo; C: perfil cóncavo con clip y tubular para doble enganche del lienzo y de la tela de protección



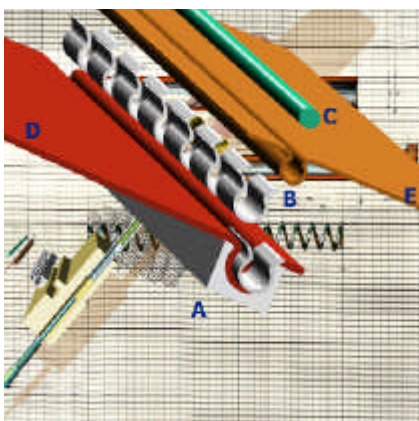
2



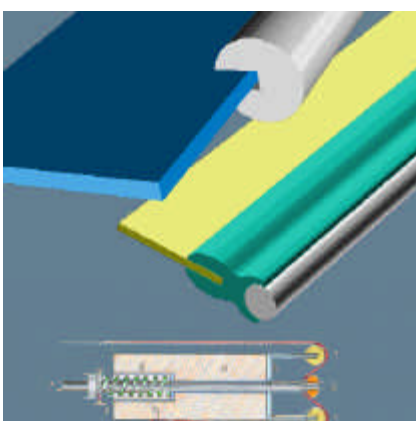
3



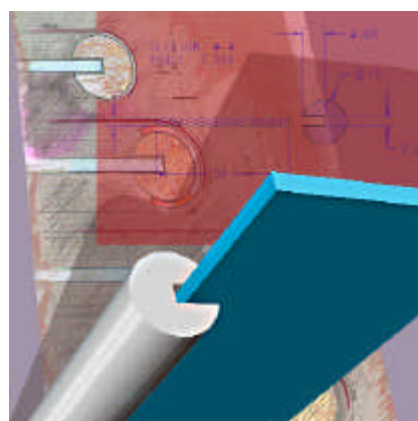
4



5



6



7

al bastidor pero no en el perímetro externo, sino e el reverso. El "área cojín" facilita además el deslizamiento de la tela por los bordes del bastidor; la tela se ajusta de forma automática evitando así concentraciones de fuerzas nocivas (figura 1).

En nuestra opinión, esta operación, emparejada al uso de un bastidor ligero y elástico (si es posible, también el original), puede resolver la mayor parte de los problemas causados por una tensión inadecuada o por una distribución de fuerzas incorrecta.

Aún existen pinturas que conservan el bastidor original, que normalmente es una estructura muy ligera. El uso de este tipo de bastidores se explica por el hecho de que el sistema proporciona elasticidad y flexibilidad suficientes para amortiguar los movimientos de la tela, sobre todo en las pinturas de gran formato.

Actualmente, incluso se podría pensar en la construcción de un bastidor flotante interviniendo sobre su geometría constructiva, centrándonos en la elasticidad que proporcionan las características fisi-

co-mecánicas del material, las secciones estructurales y la composición del conjunto⁷.

En un material vivo, como es el caso de la combinación de tela-preparación-imprimación-policromía, las modificaciones del microclima suscitan una respuesta, que además es distinta en cada uno de los componentes⁸.

Cada pintura es distinta de otra y se comporta de manera única debido a la diversidad de materiales y técnicas de ejecución existentes que pueden emplearse. Incluso en una misma obra podemos observar que el comportamiento derivado de las variaciones del microclima y por el proceso de envejecimiento cambia en cada parte; por ejemplo, los colores oscuros manifiestan reacciones distintas respecto a los colores claros. Lo mismo podemos decir de la policromía y la preparación de espesor diferente.

Por tanto, cada obra necesita una fórmula personalizada para su conservación. Mínima intervención significa aproximarse a esta fórmula

5. Lienzo y membrana de protección: doble enganche a clip y tubular

A: perfil de alojamiento en la madera en PEEK; B: clip a presión para enganchar el lienzo; C: tubular de goma adherente; D: lienzo o bandas de ampliación; E: tela de protección

6. Sección del bastidor flotante de dimensiones perimetrales fijas (1986), que se puede usar también con bastidores antiguos y combinable con bordes de deslizamiento distintos

7. Borde de deslizamiento en material antiadherente en sección circular

sin estandarizar metodologías y materiales de intervención, eficaces para la conservación de algunas obras, pero ineficaces, excesivas, si no incluso nocivas, para otras.

Los estudios realizados han determinado ya el comportamiento de los distintos materiales que componen una pintura sobre lienzo, midiendo las respuestas a las variaciones microclimáticas. Actualmente sabemos cómo se comporta una tela, la imprimación o los otros estratos, y también conocemos las relaciones que subyacen entre los diversos materiales.

Sabemos que si dejamos una pintura a óleo con preparación en yeso e imprimación con cola en un ambiente de baja humedad relativa, los estratos pictóricos se elevan, originando un craquelado debido a la escasa rigidez del soporte. También sabemos que si sujetáramos la misma pintura a un bastidor en torno al perímetro de forma rígida, con una disminución de la humedad relativa, y la consiguiente retracción de los estratos pictóricos (sobre todo de la cola de imprimación), provocaríamos un tensado excesivo de la fibra textil, que se alargaría hasta desfibrarse y, al final, se rompería cuando el valor de su módulo elástico fuese sobrepasado.

En resumen, cada intervención debería buscar el equilibrio justo entre las partes que logre que la pintura sufra el menor daño posible. Hablamos siempre de "daño" porque una obra, por naturaleza, está abocada a una degradación constante, aunque sea de forma natural. De ahí que tal equilibrio sea progresivo y variable en el transcurso del tiempo.

Las investigaciones de Berger-Russell han estudiado la máxima tensión sostenible (MST), es decir, el valor de tensión que permite la máxima rigidez del tejido y que, al mismo tiempo, no supera el módulo elástico de la fibra, de forma que el material puede volver a las condiciones iniciales cuando la tensión disminuye. De esto podríamos deducir que una pintura se conserva mejor cuando el soporte se mantiene en condiciones de rigidez. Pero no podemos apropiarnos del derecho de salvar una obra "momificándola", sobre todo porque la obra debe ser considerada en su totalidad y unicidad *matérica*, y no sólo en su dimensión estética y formal. Si ésta es por naturaleza frágil, ¿por qué debemos convertirla en una obra rígida y estable para alcanzar la eternidad, improbable por otro lado?

Ahora bien, afirmar que se puede cuantificar un valor ideal único de tensión aplicable a las pinturas sobre lienzo es una peligrosa presunción. Presunción porque aún hoy no existen suficientes datos que puedan demostrar ese valor; peligrosa porque, si se aplica como procedimiento estándar de restauración, puede ser más perjudicial que beneficioso.

Hemos visto que cada obra tiene su propia composición estratigráfica cuantitativa y cualitativa, y que la "sumatoria comportamental" varía dependiendo de las condiciones ambientales externas, y que

incluso una misma obra manifiesta distintos comportamientos según la zona.

No podemos considerar del mismo modo un hilado fino del ochocientos que un hilado robusto del setecientos. No podemos obviar los tratamientos que la obra ha sufrido a lo largo del tiempo, por ejemplo con *beveroni* (mezcla de óleo y resinas para reavivar los colores, aplicada detrás del lienzo), con consolidantes naturales o acrílicos. También debemos considerar el grado de polimerización de la fibra textil. No se pueden tratar de la misma manera telas no forradas que telas que sí lo están. A la hora de elegir el modo de intervenir tampoco se puede olvidar la ubicación futura de la obra.

De modo que todas estas variables nos llevan a realizar algunas valoraciones sobre la elección del método.

En la tradición de la restauración artesanal, el montaje de la tela en el bastidor dependía únicamente de la destreza del operador que con sus manos y su experiencia tensaba la pintura. Hoy resulta fácil criticar estos métodos empíricos, que sin embargo se basaban en el sentido común, criterio que actualmente corre el riesgo de perderse optando, como en medicina, por una fría intervención matemática.

Pero aunque deba ser matemática, la intervención debe considerar las variables arriba citadas. Cada valor de tensión aplicado a la obra debe basarse y justificarse con los datos extraídos de las características de sus componentes.

La investigación no puede limitarse a los estudios llevados a cabo sobre muestras de laboratorio aunque si, teóricamente, los resultados podrían transferirse matemáticamente a la obra original. Por el contrario, es necesario desarrollar la investigación sobre las obras originales directamente, evaluándolas en su contexto, sin interferir en ellas (por ejemplo, descolgándolas del bastidor, aunque sea sólo parcialmente), y analizando la calidad, la cantidad y la distribución de fuerzas utilizando instrumentos de control, ya existentes, y registrando posteriormente los datos recogidos.

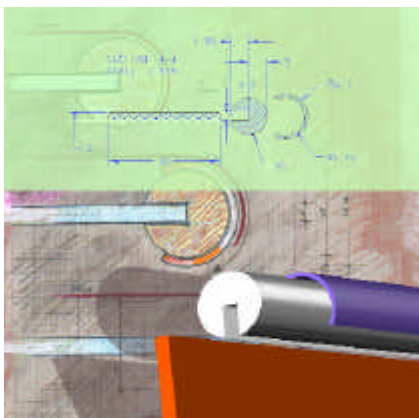
De modo simple, práctico y de fácil uso para los operadores, partiendo de un cuestionario común, se podría crear así una base de datos reales distribuida en un amplio territorio y unificar el método de lectura en función de un sistema de valoración estándar. La recogida de datos normalizada podría, de esta forma, aportar mejores indicaciones aproximadas para determinar los rangos de tensión que se pueden aplicar según el caso, y definir también la distribución de fuerzas en base a los parámetros siguientes:

- > Sistemas de tensado utilizados (bastidores fijos, bastidor con cuñas, con angulares, etc.)
- > Robustez del bastidor
- > Dimensiones de la obra
- > Tipo de intervención sufrida
- > Características tipológicas de los materiales

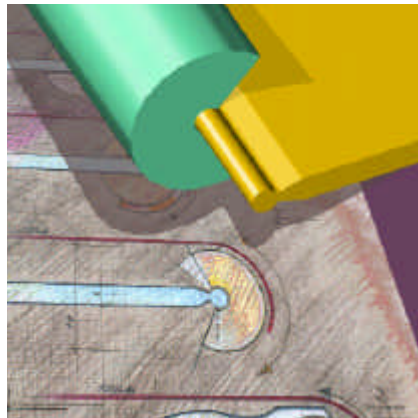
Crterios

Bastidores y pinturas sobre lienzo: equilibrio de las tensiones, mínima intervención y propuestas operativas

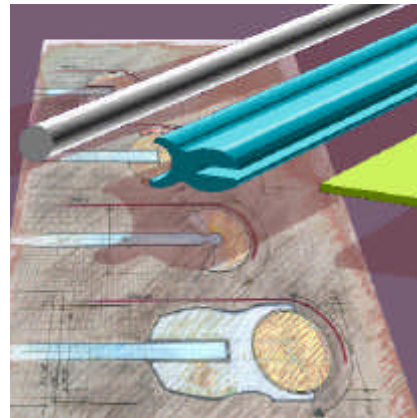
Franco Del Zotto



8



9



10

- > Ubicación de la obra (pared, techo, etc.)
- > Microclima
- > Edad de la obra
- > Características de la fibra
- > Tipología de tejido, etc.

En lo que nos concierne, esta investigación comienza en los años 80, época en la que hemos empezado a estudiar los primeros bastidores flotantes, creando la primera base de datos en nuestro laboratorio¹⁰.

Retracción del bastidor y tensión uniforme

A diferencia de otros que, también recientemente, otorgan mayor importancia a la idea de expansión del bastidor para conseguir mantener una tensión constante, nosotros preferimos, en cambio, el concepto de retracción.

Sabemos que el mayor perjuicio que provoca la sujeción rígida del bastidor ocurre cuando se contrae la imprimación y la tela debido a un descenso de la humedad relativa. Si el bastidor permanece con las mismas dimensiones, se generan tensiones tan elevadas que superan los valores del módulo elástico de la tela. Cuando se produce un aumento de la humedad relativa, ya no se da la respuesta plástica de la tela (que tendría que volver al punto de partida, pero no puede porque las fibras se han alargado de forma irreversible). Por esta razón, para nosotros es más importante privilegiar la capacidad de retracción de un bastidor flotante y no tanto la posibilidad de expandirse. De este modo, en todos nuestros modelos de bastidor flotante hemos introducido un "freno de expansión", es decir, un límite de ampliación del bastidor, de forma que la tensión se mantenga dentro de los valores de la máxima tensión sostenible.

Establecidas las características cualitativas de la tela y definido matemáticamente el valor de fuerza aplicable, se procede con el montaje de la tela sobre el bastidor flotante, adoptando el "área cojín" perimetral y engancho los márgenes en la parte posterior, con clavos o con sistemas "a clip", como se describirá a continuación. Una vez que se ha tensado, la tela se estabiliza en el microclima del ambiente que la acogerá por un tiempo determinado. Después el sistema de expansión se bloquea con el freno de expansión colocado de forma que ofrezca un grado de desplazamiento calculado para esa pintura y ese ambiente.

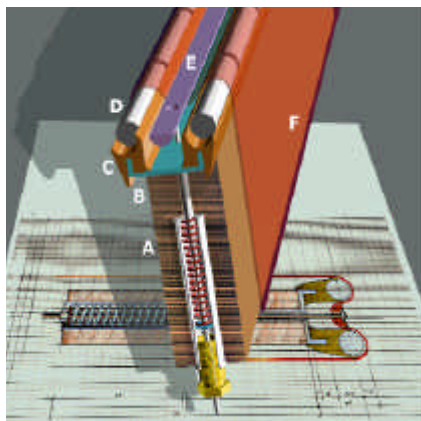
Los sistemas de tensado se han basado siempre en mecanismos con pistones que empujan o tiran de la tela. Estos pistones, distribuidos uniformemente por el perímetro de la obra, determinarán una disposición de la fuerza de forma tangente a la tela, una fuerza no homogénea y con distribución contraria a lo que ocurre en un clásico bastidor con cuñas. Estas deformaciones merecen ser tratadas en mayor profundidad, pero aquí podemos afirmar que para lograr una distribución uniforme de fuerzas los pistones deben estar dispuestos de forma no homogénea, sino de forma progresivamente decreciente en dirección al centro, y esta disposición de los pistones debe calcularse de forma matemática en la fase de proyecto.

Estructuras flotantes para bastidores nuevos y membranas de protección

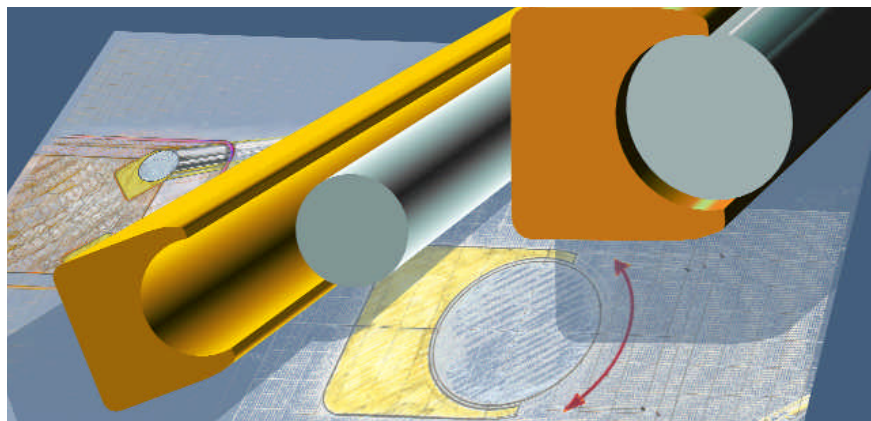
Con el paso de los años, a partir del primer modelo de bastidor¹¹, entonces denominado "bastidor flotante", hemos realizado modificaciones para mejorarlo, ya sea desde el punto de vista funcional como constructivo, de manera que se optimiza la posibilidad de encontrar los materiales necesarios y el procedimiento de realización. A continuación presentamos tres ejemplos distintos.

En el primero, el perfil de aluminio en sección "H" ha sido reducido a una forma en "C"; el listón de deslizamiento, antes fraccionado, es

- 8. Borde de deslizamiento en material antiadherente con funda de deslizamiento fraccionada
- 9. Borde de deslizamiento basculante
- 10. Borde de deslizamiento "a rulo" de rotación completa
- 11. Detalle del bastidor flotante a "U". A: bastidor original; B: perfil de aluminio con sección en "U"; C: alojamientos en encaje en PEEK; D: rulos de deslizamiento; E: semirrulo de enganche; F: bandas de ampliación
- 12. Sistema a rulo



11



12

continuo y se aplica sobre el perfil de aluminio (figura 2). El desplazamiento longitudinal y el deslizamiento de la tela son facilitados gracias a la aplicación de una serie de elementos "a clip" de un material autolubrificante alrededor de todo el perímetro, e introducidos a presión en el listón. La forma cóncava de los clips permite separar la tela tanto del listón, como del aluminio del perfil y del bastidor. La tela o las bandas de ampliación están, como siempre, vueltas hacia el reverso del lienzo con una longitud suficiente y unidas al bastidor de madera a través de un sistema de encaje; la tela es bloqueada dentro de una canaladura realizada en la sección del bastidor, a través de un tubular de material de goma adherente.

Nos habíamos detenido ya en la primera parte del artículo en señalar la necesidad de proteger los lienzos en la parte posterior y de crear un microclima localizado. En la práctica habitual, a veces se usan membranas de tela u otro material interpuestas entre el reverso del lienzo y el bastidor, o también cerrando, como una tapadera, la parte trasera del bastidor, fijándolas con grapas o un sistema similar. Este método dificulta la posibilidad de examinar el reverso de la obra. En nuestro caso, el mismo sistema usado para sujetar el lienzo puede utilizarse para fijar la membrana de protección; esta forma supone una ventaja ya sea para su aplicación como para un eventual alzamiento para posibles verificaciones.

El segundo ejemplo se caracteriza por una variante fundamental respecto al modelo precedente, y hace referencia a la posibilidad de modificar la fuerza aplicada por los muelles, incluso después de montar la pintura sobre el bastidor. Recordamos de nuevo que el cálculo de las fuerzas que se pueden aplicar a la tela se decide siempre en fase de proyecto, lo que significa que también la MST se define a priori; lo mismo podemos decir a la hora establecer la tipología y las características de los muelles (material, longitud, diámetro, deflexión, carga). El sistema que presentamos facilita la labor de regulación y permite al restaurador utilizar los mismos muelles con cargas distintas, incluso con la tela ya montada. La figura 3 ilustra el alojamiento del sistema a propulsión, compuesto de dos elementos atornillados:

un casquillo, roscado en su interior, introducido en la sección del bastidor de madera, y un pistón hueco que se atornilla en el interior del casquillo. Esto permite modificar la altura de la cámara de contención del muelle. Este mecanismo presenta analogías significativas respecto al de la figura 2; como aquel modelo ilustrado, la porción de barra roscada que sobresale del pistón hueco permite, por un lado, leer la fuerza ejercida sobre los muelles en la fase de montaje y, por otro lado, controlar las variaciones de carga de los mismos muelles con los movimientos posteriores de la tela con el paso del tiempo. En este modelo los casquillos pueden también construirse con diámetro de formato diferente, por tanto pueden usarse también muelles de diámetro superior; esto permite la utilización de este mecanismo en pinturas de gran formato que precisan tensiones de carga más elevadas y, por tanto, muelles más grandes.

En este modelo también presentamos una variante en el sistema de sujeción de la tela de protección, que se obtiene encajando la tela en el interior de una canaladura de sección circular realizada en el bastidor, como en el caso anterior, pero sustituyendo el tubular de goma por una serie de clips de plástico a presión.

En el tercer ejemplo, la variante consiste en la reducción del diámetro del revestimiento que contiene el mecanismo de propulsión (figura 4). El casquillo de contención del muelle está biselado permitiendo, en fase de carga, el autobloqueo sobre el bastidor de madera. La regulación la realiza un pistón hueco con roscado externo, con terminación en forma de cabeza hexagonal, que facilita las operaciones de regulación. Este sistema, por sus pequeñas dimensiones, se adapta sobre todo a bastidores de formato mediano.

Otra característica, que ilustramos en el gráfico en sección (figura 5), es el sistema de enganche del lienzo y de la tela protectora, que utilizan un único punto de sujeción. Para facilitar la construcción del bastidor de madera, se propone introducir en un fresado de la madera a sección cuadrada un perfil con alojamiento cóncavo de material autolubrificante (Peek). En el interior de este alojamiento, el lienzo se blo-

Crterios

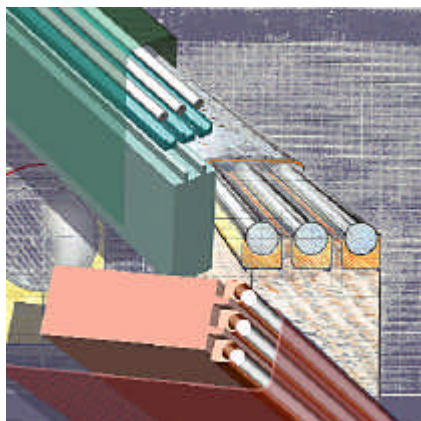
Bastidores y pinturas sobre lienzo: equilibrio de las tensiones, mínima intervención y propuestas operativas

Franco Del Zotto

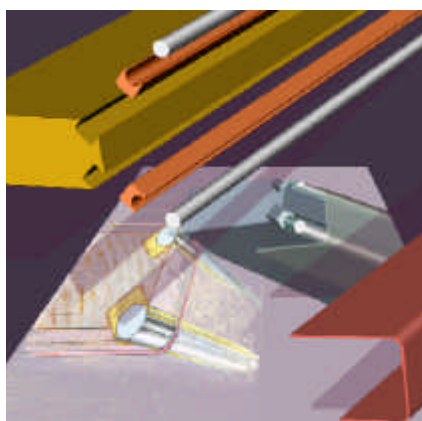
13. Aplicación en línea del sistema a rulo

14. Aplicación a 45° del sistema a rulo

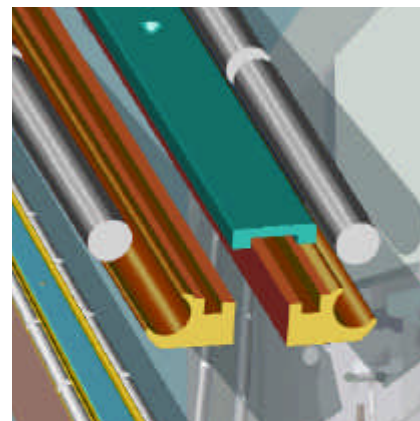
15. Sistema a doble rulo con perfil de sujeción de los elementos de contención



13



14



15

quea gracias a un sistema "con clips"; posteriormente, con un tubo de goma adherente, se sujeta la membrana de protección en el interior de la sede del clip.

Los bordes perimetrales de deslizamiento de la tela

Hasta el momento hemos presentado varias soluciones, que tienen como objetivo mantener constante la condición de plano a través de un mecanismo que permita al lienzo conservar una tensión adecuada, planificada y controlada a lo largo del tiempo. Adecuada, porque cada obra posee un valor de máxima tensión sostenible, determinado por las características de sus componentes; planificada, en el sentido de que esta tensión debe ser calculada numéricamente en el momento de proyectar la construcción del bastidor idóneo; controlada, porque el bastidor debe ser capaz de distribuir de forma homogénea la tensión sobre toda la superficie en todo momento, secundando los movimientos de la pintura que dependen de los cambios de la humedad relativa y la temperatura ambiental, y de posibles situaciones traumáticas. Este resultado se puede obtener con el uso de un mecanismo flotante, con determinados artilugios de sujeción al bastidor, con la protección del reverso, actuaciones que permiten trabajar en la línea metodológica de la mínima intervención.

La posibilidad de volver la tela hacia el reverso del bastidor nos ha permitido, en el transcurso de los años, experimentar y desarrollar soluciones posteriores. El hecho de desplazar el nexo de unión del perímetro externo hacia la parte posterior del bastidor podría hacer pensar en una solución drástica, como la sustitución del bastidor original. Pero esto nunca debe darse por descontado: el bastidor original, o uno antiguo, posee para nosotros una importancia significativa que en la restauración no podemos olvidar. En caso de que las condiciones de conservación lo permitan, el bastidor original debe mantenerse, restableciendo su funcionalidad y mejorando las prestacio-

nes, de acuerdo con los dictámenes de las recientes investigaciones sobre soportes.

El deslizamiento de la tela a lo largo del perímetro del bastidor es posible gracias a una serie de artilugios que han sido modificados progresivamente con los años para mejorar la estética, las prestaciones y la realización práctica en los laboratorios¹².

Bordes de deslizamiento para un bastidor en "U" invertida para bastidores antiguos y nuevos

Hemos partido de un viejo proyecto de 1986-88 para un bastidor flotante en "U" invertida. Este modelo satisfacía entonces la exigencia de una estructura móvil de dimensiones externas fijas, válido también para los bastidores viejos, gracias a que el mecanismo no necesita madera de grandes espesores (figura 6).

Las siguientes aplicaciones "combinadas" con esta tipología tienen en cuenta siempre la fácil ejecución, mejorando el deslizamiento de la tela a lo largo de los bordes y dando prioridad a la utilización del bastidor original.

El borde de la figura 7 se compone simplemente de un cilindro en PEEK con una ranura, fraccionado en más elementos, enfilado sobre lamas laterales del perfil en aluminio en "U".

El borde de la figura 8 es un avance respecto al precedente: el cilindro en PEEK se mantiene en una pieza entera y el deslizamiento de la tela lo facilita una funda de deslizamiento fraccionada en más elementos enganchados con un sistema "a clip" que cubre el cilindro.

El borde de la figura 9 se compone de elementos en PEEK (sección tres cuartos de corona circular) introducidos a presión sobre una mol-

deado redondeado de las lamas laterales del perfil. Gracias a su forma de encaje "a cremallera" se obtiene una rotación (dentro de ciertos límites) del borde completo.

El borde de la figura 10 es el que ofrece los mejores resultados y garantiza la máxima flexibilidad del conjunto. Se compone de un elemento moldeado en PEEK, una única pieza para todo lo largo, sujeto a las lamas a través de un sistema de encaje reforzado con adhesivo. Este elemento contiene una serie de cilindros (de longitud variable en función de las exigencias), siempre en PEEK, que pueden rotar de forma independiente sobre sí mismos y desplazarse de forma longitudinal, facilitando al máximo los movimientos de la tela. En este caso la fricción de deslizamiento entre tela y bordes se transforma en fricción de rodamiento más ventajosa.

El borde de la figura 11 tiene dimensiones más compactas gracias al perfil de aluminio en "U" reducido y a la forma de los elementos que contienen los rulos que, como en los casos anteriores, también se han seccionado. Estas características hacen de él que sea especialmente apto para la reutilización de los bastidores antiguos u originales, transformándolos en sistemas "flotantes" de dimensión perimetral fija incluso en la fase de tensado de la tela. Una vez montado el mecanismo sobre el borde perimetral, se gira la tela sobre los rulos y se engancha en el reverso. La tensión proporciona una serie de finos pistones colocados en la sección del bastidor, los cuales enganchan la tela a través de un elemento semicircular. Los pistones funcionan a tracción y, del mismo modo que todos los mecanismos para bastidores que hemos ideado y realizado, posibilitan tanto la regulación de la fuerza de tracción como la seguridad del sistema gracias a un freno, también regulable en función de las exigencias específicas. Gracias a la tuerca situada en el interior y a la elección de los muelles se puede regular la fuerza aplicable a la tela, mientras que con la tuerca externa se define el límite máximo de expansión del sistema. Además, en cada momento, es posible visualizar la carga ejercida por los muelles a través de la medición de los desplazamientos del asta de enganche o bien por el espacio libre que hay en el interior del casquillo de alojamiento.

Bordes de deslizamiento con rulos

Fomentando la reutilización del bastidor original o antiguo con la aplicación de sistemas de tensado como, por ejemplo, tensores y tirantes externos en el reverso (idea que será objeto de estudio en próximas contribuciones, como ya hemos adelantado), hemos tratado de aplicar el máximo deslizamiento perimetral de la tela también en estas situaciones. A partir del concepto de fricción de rodamiento hemos elaborado un "sistema de rulos" (figura 12) en el que el módulo base se compone de dos elementos, ambos en PEEK: un rulo, que puede subdividirse en fracciones, y un elemento que lo contiene. Este sistema puede aplicarse al bastidor viejo gracias a fresados perimetrales donde situarlo. También se puede aplicar en bastidores de nueva construcción.

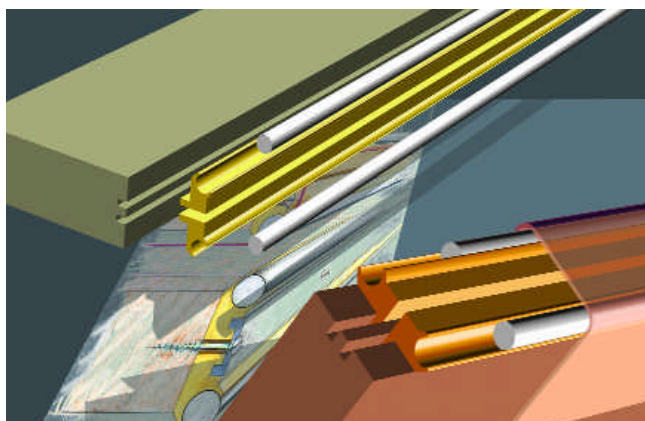
16. Sistema a doble rulo a 45° con sujeción de encaje de los elementos de contención
17. El tensor con prestación elástica: cilindro hueco, tornillo horadado para establecer la tensión, cable con elemento semiesférico de material antiadherente, bloqueado por una broca de cabeza cerrada, muelle de carga predeterminada con pistón hueco marcado para la lectura de la fuerza aplicada por el muelle, elemento cilíndrico roscado y horadado en su interior por donde pasa la extremidad de un cable bloqueado por una broca de cabeza cerrada. La cabeza del cilindro se cierra por un tornillo horadado atravesado por el pistón hueco que frena la salida del muelle

18. Freno de expansión y de seguridad compuesto por un cilindro hueco roscado tangencialmente en el interior, cuyo movimiento por el cable se bloquea por una broca de cabeza hexagonal

De este sistema presentamos una serie de soluciones aplicativas que utilizan más módulos en combinaciones diversas: más rulos flanqueados en serie, cada uno de los cuales situado en el elemento correspondiente del fresado (figura 13). O también dos rulos colocados a 45 grados sobre los cantos externos del bastidor (figura 14). La posición de los rulos, además de favorecer notablemente la disminución de fuerzas de fricción entre lienzo y bastidor, sirve también de elemento separador del mismo bastidor.

En la figura 15 se ilustran dos rulos y elementos relativos de contención en PEEK bloqueados sobre el bastidor a través de una perfil que lo empalma, y que se atornilla al bastidor sin necesidad de fresar la madera. En este caso la fuerza de la tela que reviste el mecanismo es capaz por sí misma de bloquearlo contra el bastidor.

En la figura 16 los elementos de contención de los rulos a 45 grados están sujetos al bastidor con cola y un sistema de encaje, resultado de un simple corte de sierra (que puede ser ejecutado también sobre bastidores antiguos, con clavos en el interior, sin daños al operador).



16



17

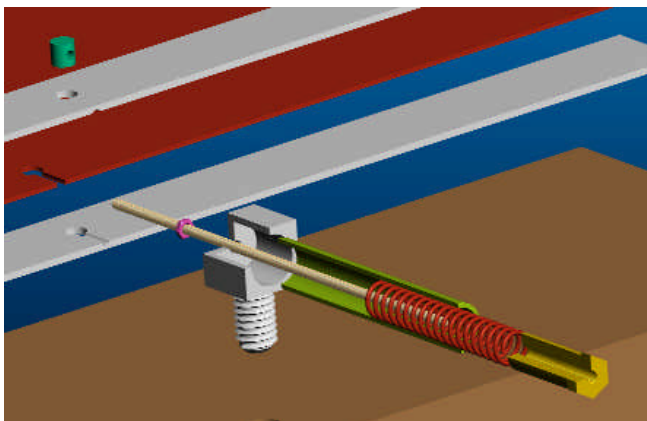


18

Crterios

Bastidores y pinturas sobre lienzo: equilibrio de las tensiones, mínima intervención y propuestas operativas

Franco Del Zotto



19

Como he adelantado, el “sistema de rulos” permite, en función de la modalidad de aplicación y de uso, distintas soluciones para el deslizamiento de la tela y, por tanto, supone grandes ventajas para lograr una distribución equilibrada de las fuerzas en el interior del sistema “soporte textil y estratos policromos”.

Bastidor original adaptado al sistema flotante

En la base de las aplicaciones ilustradas a continuación (recientemente patentadas) impera siempre el concepto de mínima intervención, es decir, seguir una línea operativa equilibrada que mantenga a la obra de arte lo más íntegra posible, conservando las huellas de las vicisitudes de la historia, en todos sus elementos constitutivos, y por tanto, también el bastidor.

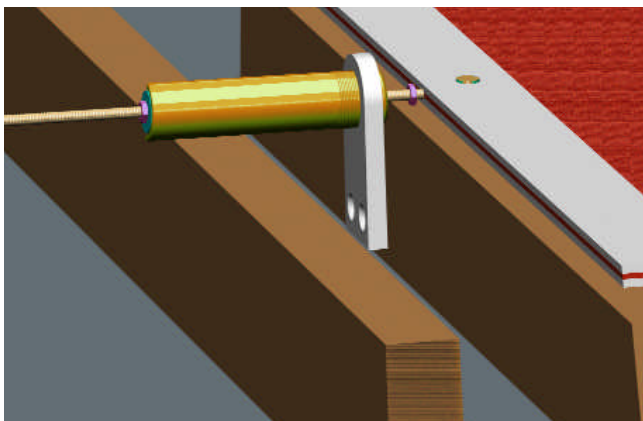
Por tanto, el bastidor se conservaría pero dotándolo de artilugios que permiten que la tela mantenga en el tiempo la tensión constante y uniformemente distribuida por toda la superficie.

Los bastidores antiguos se construían, como antes he descrito, de manera que tenían cierta elasticidad que, en algunos casos, no es un parámetro suficiente. De manera que es importante adoptar sistemas integrados que protejan tanto el bastidor original o antiguo como la movilidad del sistema.

Hemos señalado ya la posibilidad de adoptar bandas elásticas para montar la pintura sobre el bastidor.

El primer ejemplo que tiene en cuenta esta línea operativa se adoptó en 1982 y consistía en el montaje de la tela no forrada sobre el bastidor original a través de un sistema de tensado externo. Sobre el bastidor fijo se aplicó un borde perimetral en sección circular para el deslizamiento de la tela, con la función también de distanciamiento. Los

19. Solución externa con pistón para la reutilización del bastidor original con pistón que se engancha en una extremidad a los bordes de la tela y el otro extremo se agarra al bastidor: soporte cúbico con ranuras de sujeción al bastidor, casquillo con muelle atravesado por una barra con ranuras que sujeta el lienzo o las bandas perimetrales. Unión entre la barra y la tela por sistema de encaje entre las dos laminas del sándwich en una moldura con un elemento de bloqueo cilíndrico a presión. Freno externo compuesto por una tuerca y un cilindro regulador de paredes externas lisas que carga el muelle al valor deseado



20

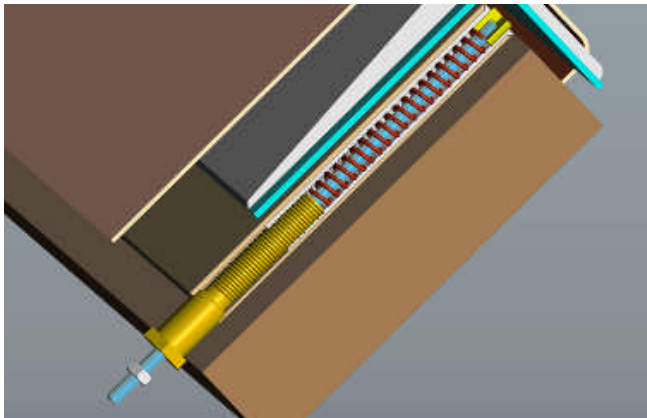
extremos de las bandas de ampliación se introducían en un “sándwich” de láminas de aluminio y se unían en oposición entre ellas con una serie de cables finos dotados de tensores roscados regulables¹³.

La elasticidad del sistema en la intervención de 1982 se debía fundamentalmente a las características físico-mecánicas de los cables: era una trenza de acero muy fina o de nylon. La elasticidad de estos materiales, sin embargo, era muy difícil de controlar y regular.

El nuevo sistema posee un tensor externo de prestación elástica, determinada por un mecanismo de muelle regulable, camuflado en el interior; la tensión con la que trabaja el muelle se puede visualizar siempre en una barra dotada de muescas de referencias. Partiendo del presupuesto de la reutilización del bastidor original, el montaje de la pintura se realiza gracias a los tensores descritos que unen, a través de cables, los márgenes de la tela de la pintura o de las bandas perimetrales de ampliación, girada hacia la parte trasera del bastidor, de dos modos: en oposición entre ellas, o bien en una estructura de empalme, por ejemplo un perfil-bastidor, situada en el interior del bastidor principal.

El tensor (figura 17) se compone de un cilindro hueco, cuyas extremidades tienen un roscado interno. En uno de los extremos se atornilla un perno horadado en el interior en toda su longitud, que proyecta en el sistema la tensión predeterminada. Por su interior pasa el un cable, que tiene en su extremidad un elemento semiesférico de material antiadherente, que viene después bloqueado por una tornillo de cabeza cerrada. En el extremo opuesto del cilindro se introduce un muelle de carga predeterminada en función de las exigencias y las características de la obra. Por el interior del muelle pasa un pistón roscado de material antiadherente, con superficie externa marcada con una serie de muescas de referencia expresamente predispuestas y útiles para leer el valor real de la fuerza aplicada por el muelle. El extremo interno de este pistón ha sido roscado para ser atornillado a un elemento cilíndrico, que a su vez está roscado en su interior y horadado internamente a lo largo de toda su longitud. Por el interior del pistón pasa la extremidad de un cable cuya punta se bloquea por un

20. Solución externa con pistón para la reutilización del bastidor original con pistón que sujeta en una extremidad los bordes de la tela, y la otra extremidad es unida al bastidor a través de una lama roscada inserta en una hendidura realizada en el bastidor con este propósito y después atornillada. En la extremidad opuesta del pistón, sobre la barra roscada, se introducen una arandela y una tuerca que cargan el muelle con el valor deseado



21

tornillo de cabeza cerrada. La cabeza del cilindro hueco se cierra por un perno horadado en su interior para ser atravesado por el pistón roscado que frena la salida del muelle. En el exterior se ha colocado un freno compuesto de un cilindro hueco roscado tangencialmente en el interior cuyo recorrido por el cable se bloquea por un tornillo de cabeza hexagonal (figura 18). Este elemento sirve como freno de expansión y tope de seguridad al situarse a una distancia útil para el bloqueo de la expansión del muelle y evitar posibles daños en caso de situaciones extremas.

Este sistema, además de ser de fácil aplicación, ha demostrado poseer buenas características.

La segunda propuesta de tensor externo al bastidor se inspira en las experiencias citadas en el artículo anterior. En 1986 se aplicaron sistemas con amortiguadores elásticos de tensión con punto de sujeción fijo donde las bandas perimetrales de ampliación de la pintura se unían al bastidor a través de un sistema de tensores externos que funcionaban en oposición, dotados de muelle y lama de enganche sujeta al bastidor. Como en el caso anterior, este sistema también había sido ideado para pinturas en las que no podía modificarse la dimensión perimetral al estar ubicadas en estructuras fijas como es el caso de altares y cornisas²⁴.

Su utilización se aconseja tanto para bastidores antiguos como nuevos, y una de sus principales ventajas estriba en sus dimensiones. La propuesta se basa en un pistón que engancha en un extremo los márgenes perimetrales de la tela y, el otro extremo, se bloquea al bastidor. La unión al bastidor se consigue gracias a un soporte cúbico atornillado a la madera (figura 19), o también a través de una lama introducida en un fresado realizado en el bastidor con el objetivo de dar mayor solidez y después atornillada a éste (figura 20). Ambos son internamente roscados para sostener el casquillo que aloja el pistón. Éste contiene un muelle adecuado al formato, deflexión y carga que requieren las características de la pintura. El muelle es atravesado por una barra roscada, que sobresale del soporte cúbico o de la lama, y engancha la tela de la

21. Reutilización del bastidor original o antiguo con la aplicación de un refuerzo técnico que alberga, de forma invisible, el sistema de tensado. Los pistones de expansión y retracción poseen un casquillo roscado internamente, con un muelle, que inserta a su vez una barra roscada que termina con un cilindro de cabeza cerrada roscado internamente. La carga del muelle la establece un tornillo hueco; tiene una tuerca de seguridad y freno. El sistema actúa en un perfil en sección "L" de aluminio u otro material, cubierto con un aislante y moldeado, que sostiene la tela y da movilidad a todo el sistema

pintura o las bandas perimetrales. La unión entre la barra y la tela se consigue de distintas formas: mediante una extremidad moldeada en forma de gancho que entra en unos agujeros realizados expresamente sobre lamas aplicadas en el refuerzo del perímetro del tejido; o bien incrustándose entre las dos lamas del "sándwich" en una moldura con un elemento de bloque cilíndrico a presión. Entre el soporte cúbico, o una lama, y el punto de enganche de la barra a la tela, se introduce un freno exterior compuesto de una tuerca. En el extremo opuesto del pistón, sobre la barra roscada, se introducen: en un caso (figura 19), una arandela y una tuerca, una detrás de otra, que cargan el muelle con el valor deseado; en el otro caso (figura 20), se introduce un cilindro regulador de paredes externas lisas, con roscado interno con el mismo diámetro que la barra roscada y cabeza de tuerca que, atornillándose sobre la misma barra, entra en el interior del casquillo y, también aquí, carga al muelle con el valor deseado.

Para cuantificar de forma visible el valor de carga del muelle, en el primer caso, la carga del muelle se visualiza a través del cilindro regulador, que sobresale; en el segundo caso, valdrá lo que sobresale de la barra roscada en relación con el casquillo, que puede ser un punto de referencia significativo.

La tercera idea consiste en la introducción de un bastidor fino auxiliar en el interior, situado entre el lienzo y el bastidor original o antiguo, donde se introduce el mecanismo. Esta propuesta (figura 21) permite incluso la utilización de un bastidor de base estructuralmente no adecuado, evitando la visibilidad externa del sistema de tensado. En la práctica el sistema consiste en un nuevo bastidor (de casi 10 mm de grosor), situado junto al original, en cuya sección se sitúan los pistones de expansión y retracción. Éstos se componen de un casquillo roscado internamente, donde se coloca un muelle, que a su vez enfila una barra roscada que termina con un cilindro de cabeza cerrada y roscado en su interior. La carga del muelle la establece un tornillo hueco a lo largo de toda la longitud, de forma que pueda acoger la barra roscada, y roscado externamente para atornillarse en el interior del casquillo.

Una tuerca de seguridad y freno se coloca en el extremo en correspondencia con la cabeza del tornillo. El sistema funciona (a impulsos o replegándose) sobre un perfil con sección en "L" en aluminio u otro material, revestido con un aislante y moldeado de forma que sostiene la tela y sirve también de elemento separador, y ofrece la movilidad necesaria a todo el sistema.

Todas estas propuestas se caracterizan por:

- > La sujeción de la tela al bastidor se lleva a cabo en el reverso, el deslizamiento del tejido por los márgenes perimetrales y la distribución equilibrada de la tensión sobre toda la superficie.
- > La capacidad que tiene el sistema de funcionar como un mecanismo flotante autorregulable, es decir, mantiene de forma automática y de manera constante en el tiempo la tensión predeterminada que se aplica sobre el tejido en relación con las variaciones termohigrométri-

Crterios

Bastidores y pinturas sobre lienzo: equilibrio de las tensiones, mínima intervención y propuestas operativas

Franco Del Zotto



22

cas. El valor de la tensión, calculado matemáticamente, con este sistema, puede ser programado y visualizado claramente.

- > La fácil aplicación por parte del restaurador-conservador.
- > Corrección filológica al tener en cuenta el valor histórico y documental de la estructura del soporte, original o antigua, que puede ofrecer información fundamental para conocer la época en la que se construyó, el ambiente artístico y el origen de la obra.
- > Buen aspecto estético.
- > Seguridad, gracias a la disminución automática del nivel de sujeción de la tela, es decir, una reducción de la fuerza aplicada por el sistema, para conservar en la tela un valor de tensión adecuado en caso de retracción excesiva de la fibra textil por una disminución excesiva de la humedad relativa, y al sistema de bloqueo de la expansión, por tanto de la máxima tensión ejercida, que funciona tanto como freno de seguridad en caso de accidentes imprevistos como para hacer funcionar el sistema en caso necesario, sólo como mecanismo de retracción y no como de expansión.

Un caso paradigmático. El bastidor flotante autoadaptativo "plegable" para pinturas de gran formato de la Bienal de Venecia

La restauración de una serie de pinturas sobre lienzo de gran formato de principios de 1900 ("El despertar de Venecia") fue la ocasión que sirvió para desarrollar posteriormente la investigación sobre el comportamiento estructural de las pinturas sobre lienzo, y para elaborar un mecanismo específico de soporte. Después de la exposición de 1912 en la Bienal de Venecia (figura 22) y las posteriores muestras de Roma (1926) y Mantova (1951), las pinturas se depositaron en un almacén¹⁵.

A comienzos de los años 80, los grandes lienzos se colocaron en marcos de madera, eliminando el bastidor perimetral y apoyándolos sobre paneles, replegando anchas bandas de pintura en el reverso. La porción

22. Serie de cuadros de Pieretto Bianco expuesta en el Gran Salón del Palacio de Bellas Artes de la Bienal de Venecia de 1912

de tela vuelta hacia la parte trasera se clavó en el panel directamente sobre el color. Esta operación se realizó con el objetivo de reducir la altura de las pinturas y adaptarla al lugar destinado para su ubicación.

Esta situación supuso un doble problema:

- > Las obras no se podían disfrutar en su totalidad: el plegado provocaba un gran daño al desequilibrar la percepción de la composición original ideada por el autor.
- > En caso de que estas pinturas se hubiesen conservado en estas condiciones, las deformaciones del tejido se habrían agravado con la consecuente degradación irreparable del soporte y de los estratos pictóricos.

Era necesario poner en práctica una propuesta operativa que permitiese que las partes de las pinturas escondidas pudieran volver a disfrutarse, con la posibilidad de exponerlas en dos formatos, según las exigencias del contexto: el formato original, en toda su altura, y el formato que tenía en esos momentos, formato reducido debido a las dimensiones de las salas donde se exponían.

La propuesta realizada consiste en un nuevo soporte compuesto de dos estructuras-bastidor complementarias e interactivas que, entrelazadas, pasan de la medida mínima a la máxima (de 350 a 550 cm en adelante), de modo que cada pintura pueda colocarse sin dificultad en salas expositivas de dimensiones fijas, pero que, si la ocasión lo requiere, permita mostrar las obras en su totalidad en el interior de espacios adecuados.

El nuevo bastidor es de madera y posee una serie de travesaños que aseguran la reducción de las secciones del bastidor, una reducción del peso de la estructura y, por tanto, cierta elasticidad, característica que desde nuestro punto de vista es preferible a un bastidor demasiado rígido. La elección de la madera se basa en el hecho de que el nuevo bastidor mantendría así un aspecto congruente respecto a la técnica constructiva tradicional empleada. Por otro lado, no menos importante era que el uso de este material reducía los costes de producción.

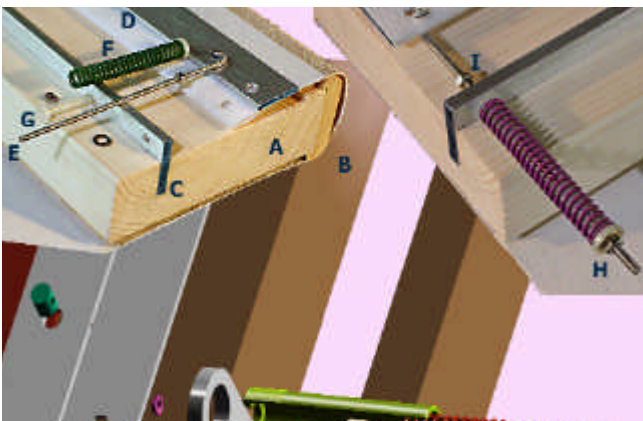
El mecanismo flotante autoadaptativo, aplicado después a la estructura de base, debía servir tanto con la pintura abierta como con la pintura replegada, secundando los movimientos de alargamiento y encogimiento de la fibra textil derivados de las variaciones microclimáticas ambientales. Este objetivo lo hemos logrado utilizando:

- > Tensores de tracción externos a la sección del bastidor
- > Un sistema elástico "de ensamble con bisagras"

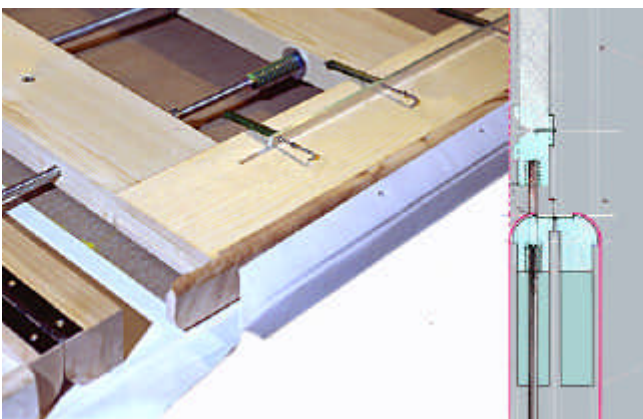
También en este caso el sistema flotante autoadaptativo se propone como una solución válida, cuya característica fundamental no es tanto la capacidad de ampliación del bastidor, y el consecuente restablecimiento de la tensión ejercida sobre la tela, como la reducción de las dimensiones en todo el perímetro en el momento en que la tela, por una bajada de la humedad relativa, se encoge provocándose una tensión.

23. Mecanismo flotante autorregulable formado por:

- A: bastidor fijo de madera
- B: listón separador de deslizamiento
- C: lama de sujeción
- D: banda perimetral, ojal y barra plana
- E: barra roscada de acero con gancho
- F: muelle
- G: pistones guía
- H: tuerca de regulación del estiramiento
- I: tope de seguridad



23



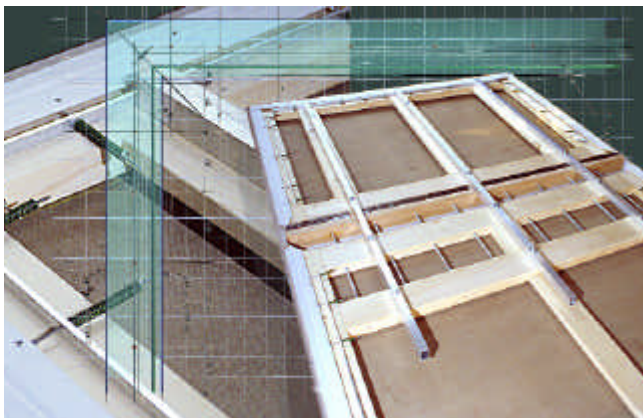
25

Sobre las bandas perimetrales de la tela, utilizadas previamente en el proceso de restauración en la fase de pre-tensado, se ha aplicado en forma de "sándwich" una segunda serie de bandas de tejido más grueso de poliéster (figura 23). En contacto con el interior del bastidor, la tela poliéster tiene un lado más largo que incrementa posteriormente el deslizamiento perimetral: en el extremo opuesto, con un doblez de la misma tela, se ha hecho un ojal en el que hay una barra plana de aluminio, agujereada en intervalos predeterminados. Después las bandas se han vuelto sobre el borde perimetral del bastidor, sobre el que preventivamente se ha colocado un listón de madera duro de sección redondeada, al que se le ha aplicado sobre la superficie un tratamiento lubricante para favorecer el deslizamiento del tejido y que sirve también de separador. Sobre el lado posterior del bastidor, en el interior de una canaladura, se ha puesto una lama, siempre de aluminio, con una serie de agujeros que corresponden con los que se han realizado sobre la barra. La lama se convierte en el punto de sujeción de los pistones que se enganchan en los agujeros de la barra. Los elementos que proporcionan mecánicamente la tensión, los tensores, se componen de una barra roscada a gancho, de acero, en la que se introduce un muelle. Los muelles soportan una carga predeterminada y la cantidad y su disposición a lo largo de los cuatro lados del bastidor se ha calculado

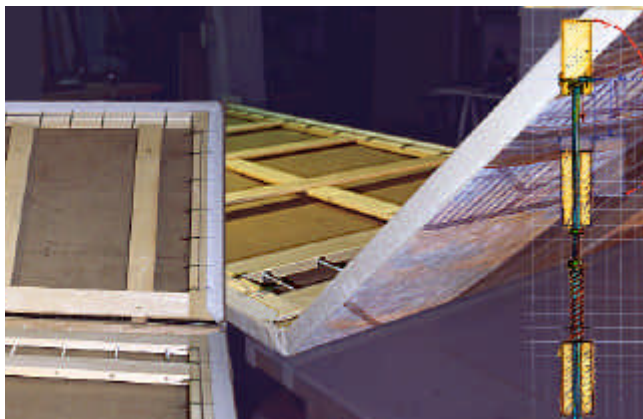
24. Disposición de los pistones: el cálculo previo determina la carga y la distancia entre los elementos

25. Mecanismo "a cremallera" de apertura-cerrado "a libro" del bastidor, para la ampliación o reducción de las dimensiones de la pintura

26. Mecanismo "a cremallera" con detalle de la bisagra con bastidor abierto. Están visibles los muelles de carga fija, regulables, que secundan el movimiento de apertura y cerrado



24



26

expresamente para cada pintura de manera que proporcione el valor de tensión mínimo indispensable para mantener la tensión óptima. La disposición gráfica de los pistones es, de hecho, muy particular (figura 24): sigue una disposición no lineal, es decir, las distancia entre pistón y pistón ha sido calculada de manera que permita la distribución uniforme de la fuerza aplicada en el interior del tejido, que no hubiera sido posible si los pistones se hubiesen distribuido de manera equidistante; en resumen, a medida que se alejan de los ángulos del bastidor la distancia entre los pistones aumenta de manera progresiva. Esta diferencia se produce en un tramo, después la distribución es uniforme. El cálculo de la distribución fue más complejo en el punto de unión de los dos bastidores entrelazados, punto en el que las fuerzas en juego están necesariamente más articuladas.

La barra roscada sujeta con el gancho la barra de aluminio introducida en el ojal, atraviesa la lama inserta en el bastidor, pasa por el muelle y termina en una tuerca que regula milimétricamente el alargamiento del muelle, y por tanto el valor predeterminado de la tensión aplicada; el muelle ha sido mantenido en posición, también con la carga máxima, por dos pistones horadados colocados en las extremidades, los cuales, insertando la barra de acero, centran y dan apoyo al mismo muelle.

Crterios

Bastidores y pinturas sobre lienzo: equilibrio de las tensiones, mínima intervención y propuestas operativas

Franco Del Zotto

También se planificó un tope de seguridad más allá del cual la tensión no puede aumentar, para salvaguardar la integridad de la pintura en caso, por ejemplo, de desgarros o cambios microclimáticos excesivos.

El mecanismo a cremallera

Cada bastidor se compone de dos "sub-bastidores" y el mecanismo a cremallera que sujeta uno con el otro posibilita la apertura y cierre de la pintura en forma "de libro". En la zona de unión de los dos sub-bastidores, el mayor de ellos tiene en el lado superior un borde rígido redondeado que, cuando el bastidor está cerrado, se encaja entre los bordes perimetrales de rotación del sistema (figura 25). El borde se sujeta al bastidor mayor con una serie de barras roscadas de acero, que una vez atornilladas en un casquillo roscado situado en la sección del mismo borde, pasan por los agujeros hechos tanto en la sección del lado alto del bastidor como en la sección de la última travesa horizontal. Estos agujeros son pasantes para permitir el movimiento por lo alto del borde rígido, que se distancia así del bastidor mayor. Las barras roscadas utilizadas para unir los dos bastidores tienen una doble función: estructural, para sostener la unión de los dos bastidores, y mecánica, para posibilitar la separación. Sobre este borde se entrelaza, a través de una bisagra "a libro" inserta en el filo, el lado inferior del bastidor más pequeño (es decir, el que se repliega en la parte trasera). También el borde inferior del bastidor más pequeño tiene forma redondeada que permite, con el bastidor cerrado, obtener una sección con radio de curvatura de casi 5 cm, suficientemente amplia para que la tela se repliegue sin dañarse por el movimiento. Como ya había anticipado, los estratos pictóricos eran por sí mismos lo suficientemente elásticos para realizar esta operación sin causar daños. Para salvaguardar la tela original y facilitar el deslizamiento, en correspondencia con la banda de plegado, el revés se ha protegido con una banda de tela de poliéster aplicada al original con el sistema nap-bond a lo largo de uno de sus márgenes, de una anchura no superior a 2 cm.

El alejamiento (o acercamiento) de los dos sub-bastidores se convierte en indispensable en la fase de apertura (o cierre) del bastidor general: de hecho, este bastidor debe cambiar sus dimensiones de manera que compense la retirada o la excesiva presencia de tela; es decir, la ampliación corresponde a dos veces el grosor del bastidor, a lo que se suma el grosor que genera la unión de los dos sub-bastidores.

Cuando el bastidor está cerrado, el borde rígido está en contacto con el bastidor más grande, y el más pequeño permanece en su sitio de forma automática. Cuando el bastidor se abre, el sistema de entrelazado se sitúa en el revés de los dos bastidores, lo que podría hacer pensar en un posible re-cierre. Pero este cierre no se produce porque la misma fuerza de la tela tensada en la parte anterior favorece una sustentación en vertical, adecuada para mantener estable la apertura.

En esta fase el borde rígido se mantiene alejado del perímetro del bastidor, y las barras roscadas entran en funcionamiento para separarlo.

27. El bastidor abierto con el sistema de inmovilización para el transporte



27

El movimiento cerrado-abierto (y viceversa) lo facilita una serie de muelles de carga fija, regulables, que lo acompañan gradualmente (figura 26). Estos muelles, que golpean sobre la travesa del bastidor, se cargan a través de una tuerca; la carga se modifica por el operador en fase de cierre o apertura del bastidor. Los muelles incrementan también la capacidad flotante, ya sea en fase de cierre o de apertura; por este motivo se ha interpuesto una contratuerca de seguridad, para evitar un alargamiento excesivo. Todas las barras roscadas tienen una función estructural; la mitad tiene también una función mecánica, según las modalidades arriba descritas.

Consideradas las dimensiones de toda la estructura, para posibilitar movimientos también con el bastidor abierto, hemos considerado oportuno reforzar la elasticidad del conjunto con una serie de perfiles de aluminio en sección cuadrada insertos "a bayoneta" en la parte alta del bastidor menor y con tornillos en casquillos roscados en las travesas del bastidor mayor (figura 27).

La nueva estructura fue probada con ocasión de la muestra "Pieretto Bianco y el Despertar de Venecia", que se ha expuesto durante el 2004 en los locales del Museo Naval en el Arsenal de Venecia. Cuando el fenómeno del agua alta provocó el anegamiento parcial de los locales donde las obras se exponían, el mecanismo de autorregulación funcionó perfectamente, manteniendo la tensión constante al valor preestablecido.

Notas

¹ Todos los sistemas ilustrados en este artículo han sido creados y patentados por el autor. Franco Del Zotto se encarga como docente de cursos de especialización sobre restauración de pinturas. Por otro lado, ofrece asesoramiento en proyectos para la aplicación de los sistemas ilustrados o para la invención de sistemas *ad hoc* para pinturas sobre lienzo antiguos o contemporáneos. Todos los mecanismos ilustrados están a la venta. Para más información, contactar con: Franco Del Zotto, RCA, Via Nanino, 26, I - 33010, Reana del Rojale (UD), Italia. Tel. y fax +39 (0)432 857 857. Correo-e.: francodelzotto@adriacom.it

² Las pruebas comparadas se describieron en la primera parte del artículo, publicada en PH 47, febrero 2004.

³ El límite elástico de un material es el rango dentro del cual el estrés es directamente proporcional al "strain" (alargamiento). La relación entre estrés y "strain" es la medida de la rigidez de la tela y es definido como módulo de elasticidad "E". Para conservar la rigidez "E", junto a las soluciones citadas en el texto, Berger y Russel sugieren: 1) la utilización de bastidores de auto-expansión a tensión constante. En numerosas pruebas y aplicaciones llevadas a cabo en los más importantes museos, este modelo de bastidor ha demostrado en numerosas ocasiones su capacidad para absorber las más violentas variaciones dimensionales sin aumentos significativos del estrés. En semejantes condiciones, los bastidores tradicionales podrían provocar una variación de tensión nociva diez veces mayor. 2) Aumentar la rigidez de la tela y reducir las variaciones del estrés mediante la imprimación. 3) Aumentar la rigidez de la tela con el forrado o el montaje de un soporte añadido. La última operación es realizada utilizando adhesivos que frecuentemente sirven de preparación para la tela durante el proceso, añadiéndose de ese modo a los efectos del tratamiento del forrado. Dichas operaciones podrían reducir también los efectos de las variaciones ambientales, protegiendo el reverso de la tela (Berger-Russell, 1990).

⁴ En los años 50, Roberto Carità, del Istituto Centrale per il Restauro de Roma, estudió distintos sistemas para mantener en tensión frescos desgarrados, situaciones en que el problema de la anisotropía que va unido a la cualidad de los materiales provoca un comportamiento mecánico de los diversos componentes de mayores proporciones en relación con lo que sucede con una pintura sobre lienzo. Franco Rigamonti, a finales de los años 70, en Italia, construyó un bastidor con muelles que garantizaba una tensión constante sobre la tela. Gustav Berger, en EE.UU., en los años 80, estudiando los Cicloramas de Atlanta, se dio cuenta de que el craquelado y los levantamientos se reducían en la parte superior de la pintura; lo que significaba que el peso de la misma tela actuaba como un sistema de autotensión. Teniendo en cuenta estos hechos, Berger diseñó su bastidor. No debemos olvidar los estudios fundamentales de Hedley y Mecklenburg para determinar la distribución de fuerzas sobre el plano de la pintura. Ahora estos estudios continúan con las investigaciones realizadas por Young, Hibbert y otros.

⁵ Nos referimos a las publicaciones del autor citadas en la Bibliografía.

⁶ La ampliación perimetral se puede realizar con bandas de material elástico que garantizan una sujeción no rígida, de manera que se consigue amortiguar las deformaciones del sistema tela-estructuras policromos.

⁷ Estos temas los desarrollaremos en futuros estudios de nuestra investigación.

⁸ Desde los años 80 hasta la actualidad la investigación en este sentido ha generado numerosas contribuciones. Podemos citar, entre otros, a Berger-Russell, Hedley, Mecklenburg y Young, todos ellos incluidos en la bibliografía, a la que remitimos para profundizar.

⁹ No estamos de acuerdo con intervenciones drásticas como, por ejemplo, el forrado del papel sin condiciones, o el forrado rígido de pinturas sobre lienzo del ochocientos, tejidos conocidos por ser ligeros y delicados, transformados en paneles rígidos como consecuencia de la restauración.

¹⁰ A partir de este primer núcleo pretendemos desarrollar un estudio más amplio que será objeto de análisis en una próxima publicación.

¹¹ Remitimos al lector a la figura 12, p. 117 de la primera parte del artículo publicado en PH 47.

¹² Recordamos las propuestas que ya describimos en PH 47, concretamente el primer bastidor realizado en 1982 (figura 1, p.110), el bastidor con sistema de montaje "a clip" (figura 10.1 y 10.2, p.115, el bastidor con perfil con sección en "H" (figura 12, p.117), y el bastidor con perfil con sección en "C" (figura 13, p.117).

¹³ Boletín PH 47, p.110, figura 1.

¹⁴ Boletín PH 47, p.109. Figuras 4.6.

¹⁵ Las pinturas sobre lienzo realizadas por el pintor Pieretto Bianco se expusieron en el Gran Salón de Bellas Artes de la Bienal de Venecia en 1912. Representan las actividades realizadas por el hombre para mejorar y modernizar la ciudad lagunara a principios del nuevo siglo. La composición decorativa se subdividía originariamente en cuatro partes principales, cada una constituida por un gran panel central y otros paneles laterales más pequeños: "Los Fundadores", "Los constructores", "El Arsenal" y, por último, "El Puerto". Las medidas se sitúan en un intervalo que va desde un máximo de 565 cm de largo por 505 cm de alto, y un mínimo de 205 cm de alto por 505 cm de alto.

Bibliografía

ACKROYD, P.; YOUNG, C. (1999) The preservation of artists' canvases: factors that affect adhesion between ground and canvas. Lyon: ICOM Committee for Conservation, 12th Triennial Meeting, 1999

ARMENINI, G.B. (1988) *De' veri precetti della pittura*. Turin: Einaudi, 1988

BERGER, G. A. (1981) The role of tension in the preservation of canvas paintings: a study of panoramas. Ottawa: ICOM Committee for Conservation, 6th Triennial Meeting, 1981

BERGER, G.A. (1984) A structural solution for the preservation of canvas paintings. *IIC Studies in Conservation*, nº 29, 1984, pp. 139-142

BERGER, G.A.; RUSSELL, W.H. (1984) The new stress tests on canvas paintings and some of their implications on the preservation of paintings. Copenhagen: ICOM Committee for Conservation, 7th Triennial Meeting, 1984

BERGER, G.A.; RUSSELL, W.H. (1987) Some conservation treatments in the light of the latest stress measurements (preliminary report). Sydney: ICOM Committee for Conservation, 8th Triennial Meeting, 1987

BERGER, G.A.; RUSSELL, W.H. (1988) An evaluation of the preparation of canvas paintings using stress measurements. *IIC Studies in Conservation*, nº 33, 1988, pp. 187-204

BERGER, G.A.; RUSSELL, W.H. (1990) Changes in resistance of canvas to deformation and cracking (modulus of elasticity "E") as caused by sizing and lining. Dresden: ICOM Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting, 1990

BERGER, G.A.; RUSSELL, W.H. (1993) Tears in canvas paintings: resulting stress changes and treatment. Washington D.C.: ICOM Committee for Conservation, 10th Triennial Meeting, 1993

BERLASSO, M.; F.DEL ZOTTO (1984) Francesco Floreani La Trasfigurazione: Storia di un restauro. *Quaderni del Centro Regionale di Catalogazione dei Beni Culturali-Varmo*, nº 14, 1984

BILSON, T. (1996) Canvas shrinkage: a preliminary investigation into the response of a woven structure. Edimburgo: ICOM Committee for Conservation, 11th Triennial Meeting, 1996

BONSANTI, G. (1994) Troppi restauratori dalla rintelatura facile. *Il Giornale dell'Arte*, nº 125, 1994, p. 53

BOOTH, P. (1989) Stretcher design: problems and solutions. *The Conservator*, nº 13, 1989, pp. 31-40

BUCK, R.D. (1972) Stretcher design, a brief preliminary survey. Madrid: *ICOM Preprints*, 1972

BUCKLOW, S. (1997) The description of craquelure patterns. *IC Studies in Conservation*, nº 42, 1997, pp. 129-140

CAPRIOTTI, G.; IACCARINO IDELSON, A. (2004) *Tensionamento dei dipinti su tela*. Florencia: Nardini, 2004

CARITÀ, R. (1955) Aggiunta sui telai per affreschi trasportati. *Bollettino ICR*, 1955, pp. 23-24

CARITÀ, R. (1955) Considerazioni sui telai per affreschi trasportati su tela. *Bollettino ICR*, 1955, pp. 19-20

Criteria

Bastidores y pinturas sobre lienzo: equilibrio de las tensiones, mínima intervención y propuestas operativas

Franco Del Zotto

- CARITÀ, R.** (1957) Il restauro dei dipinti caravaggeschi della cattedrale di Malta. *Bollettino ICR*, 1957, pp. 29-30
- CARITÀ, R.** (1959) Supporti per gli affreschi rimossi. *Bollettino ICR*, 1959
- CARITÀ, R.** (1966) Il Restauro. *Bollettino ICR*, 1966
- CIAPPI, O.; CIATTI, M.** (1996) La conservazione dei dipinti su tela: esperienze e innovazioni per dipinti di grandi dimensioni. *OPD Restauro*, n° 8, 1996, pp. 159-164
- CIATTI, M.; FROSININI, C.** (2003) *Restauri e ricerche, Dipinti su tela e su tavola*. Florencia: Edifir, 2003
- COLVILLE, J.; KILPATRICK, W.; MECKLENBURG, M.F.** (1982) A finite element analysis of multi-layered orthotropic membranes with application to oil paintings on fabric. Washington D.C.: IIC Preprints Science and Technology, 1982
- CONTI, W.; TASSINARI, E.** (1972) Misure di "creep" su tele da rifodero. *Problemi di Conservazione*, Bologna, 1972, pp. 167-182
- CONTI, W.; TASSINARI, E.** (1972) Un metodo ottico per la determinazione della torsione dei filati, *Problemi di Conservazione*. Bologna, 1972, pp. 131-140
- DALY, D.** (1987) Methodology and status of the lining project CCI. Sydney: ICOM Committee for Conservation, 8th Triennial Meeting, 1987
- DEL ZOTTO, F.** (1983) Un dipinto di Francesco Floreani: la Trasfigurazione, Tesi di Diploma di Restauro, 1983
- DEL ZOTTO, F.** (1989) Preservation of canvas paintings, structural solutions in relation to environmental changes. Science Technology and European Cultural Heritage, Bologna, 1989
- DEL ZOTTO, F.** (1990) Preservation of canvas paintings, structural solutions in relation to environmental changes. Dresde: ICOM Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting, 1990
- DEL ZOTTO, F.** (1990) Tensionamento dei dipinti su tela: contributo per una ricerca metodologica applicata. *Kermes*, n° 9, 1990, pp. 3-10
- DEL ZOTTO, F.** (2002) Self-expansion stretcher for two-sided paintings: floating auto-adapating suspension system. Rio de Janeiro: ICOM Committee for Conservation, 13th Triennial Meeting, 2002
- DEL ZOTTO, F.** (2003) Il telaio come strumento di conservazione preventiva: recenti soluzioni per l'equilibrio delle forze e il mantenimento delle strutture di supporto originali. *Lo stato dell'arte. Atti del primo congresso nazionale dell'IGIIC*. Turin, 2003, pp. 396-408
- DEL ZOTTO, F.** (2003) Telai e dipinti su tela. Equilibrio delle tensioni e proposte. *Progetto Restauro*, n° 25, 2003, pp. 24-46
- DEL ZOTTO, F.** (2004) Bastidores y pinturas sobre lienzo. Equilibrio de las tensiones y propuestas operativas (primera parte). *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, n° 47, 2004, pp. 106-119
- DEL ZOTTO, F.; MATTIA, M.; TONINI, F.** (2004) "Il risveglio di Venezia": un telaio flottante autoadattativo pieghevole per il restauro di otto teleri di grande formato. Questioni conservative ed esigenze espositive nell'ottica del minimo intervento. *Lo stato dell'arte 2. Atti del secondo congresso nazionale dell'IGIIC*, Turin, 2004, pp. 170-179
- DI PIETRO, G.; LIGTERINK, F.** (1999) Prediction of the relative humidity response of backboard-protected canvas paintings. *IIC Studies in Conservation*, n° 44, 1999, pp. 269-277
- DIAKOWSKA-CZARNOTA, A.** (1984) *A typology of wooden stretchers for paintings according to the construction of joints*. Ochrona Zabytkow, 1984
- HEDLEY, G.** (1975) Some empirical determinations of the strain distribution in stretched canvases. Venecia: ICOM Committee for Conservation, 4th Triennial Meeting, 1975
- HEDLEY, G.** (1988) Relative humidity and the stress/strain response of canvas paintings: uniaxial measurements of naturally aged samples. *IIC Studies in Conservation*, n° 33, 1988, pp. 133-148
- KECK, S.** (1969) Mechanical alteration of the paint film. *IIC Studies in Conservation*, n° 14, 1969, pp. 9-30
- KULESZA, A.** Rozwoj krosien malarskich w XIX i XX wieku i ich wplyw na stan zachowania obrazow, *Ochrona Zabytkow* 4/96, pp. 375-394
- MECKLENBURG, M.F.** (1982) Some aspects of the mechanical behaviour of fabric supported paintings, Report to the Smithsonian Institution, Washington D.C., 1982
- MENIS, G.C.** (1988) *Un museo nel terremoto*. Pordenone: GEAP, 1988
- ODLYHA, M.; FOSTER, G.; SCHARFF, M.** (1996) Non invasive evaluation of moisture sorption and desorption process in canvas. Edimburgo: ICOM Committee for Conservation, 11th Triennial Meeting, 1996
- ROCHE, A.** (1993) Influence du type de chassis sur le vieillissement mecanique d'une peinture sur toile. *IIC Studies in Conservation*, n° 38, 1993, pp. 17-24
- RUSSELL, W.H.; BERGER, G.A.** (1982) The behaviour of canvas as a structural support for painting: preliminary report. Washington D.C.: IIC Science and Technology Preprints, 1982
- SCHAIBLE, V.** (1990) Reflexions sur la formation de cuvettes a la surface des peintures sur toile. Dresde: ICOM Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting, 1990
- SORTA, E.** (1972) Studio preliminare sulla determinazione del modulo elastico di tele dipinte con un metodo non distruttivo. *Problemi di Conservazione*, Bologna, 1972, pp. 193-196
- TASSINARI, E.** (1972) Metodi di caratterizzazione delle tele da rifodero. *Problemi di Conservazione*, Bologna, 1972, pp. 141-166
- TASSINARI, E.** (1972) Studio preliminare sul tensionamento delle tele da rifodero. *Problemi di Conservazione*, Bologna, 1972, pp. 183-192
- URBANI, G.** (1972) *Problemi di Conservazione*. Bologna, 1972
- VASARI, G.** (1991) *Le vite de più eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani, da Cimabue insino a' tempi nostri*. Turin: Einaudi, 1991
- WEDDIGEN, E.** (1980) *Quesiti sulla rintelatura*, manoscritto, Berna 1980
- YOUNG, C.; HIBBERD, R.; ACKROYD, P.** (2002) An investigation into the adhesive bond and transfer of tension in lined canvas paintings. Rio de Janeiro: ICOM Committee for Conservation, 13th Triennial Meeting, 2002
- YOUNG, C.R.T.; HIBBERD, R.D.** (1999) Biaxial tensile testing of paintings on canvas. *IIC Studies in Conservation*, n° 44, 1999, pp. 129-141
- YOUNG, C.R.T.** (1996) Biaxial properties of sized cotton-duck. Edimburgo: ICOM Committee for Conservation, 11th Triennial Meeting, 1996