

ESTUDIO DE PARÁMETROS ADHESIVOS DE LOS REFUERZOS PERIMETRALES DEL SOPORTE TEXTIL EN PINTURA SOBRE LIENZO

TESIS FINAL DE MÁSTER
CONSERVACIÓN y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES

Valencia, 2018

Ariane Leconte Amat
Tutoras: Dra. Susana Martín Rey
Dra. María Castell Agustí



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



Conservación
y Restauración
de Bienes
Culturales
Máster
Universitario
UPV



ESTUDIO DE PARÁMETROS ADHESIVOS DE LOS REFUERZOS PERIMETRALES DEL SOPORTE TEXTIL EN PINTURA SOBRE LIENZO

TESIS FINAL DE MÁSTER
CONSERVACIÓN y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES

Valencia, 2018

Ariane Leconte Amat
Tutoras: Dra. Susana Martín Rey
Dra. María Castell Agustí



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer de todo corazón el esfuerzo, empeño y paciencia que han tenido mis dos tutoras a lo largo de este trabajo. A la Dra. Susana Martín Rey, por ofrecerme la posibilidad de introducirme en este mundo de la investigación, pero sobre todo por compartir su entusiasmo y conocimientos conmigo. Por otro lado, a María Castell Agustí, por estos cuatro años de carrera, por el ánimo y apoyo que siempre he recibido de tu parte y por tu infinita paciencia.

A las dos, gracias por contagiarme la pasión por la restauración, especialmente la de pintura de caballete.

A Cristina Robles, por su ayuda y apoyo durante la fase de ensayos en el laboratorio y facilitarme documentación gráfica.

Por último, a todos aquellos que de una forma u otra han estado involucrados en esta investigación pero sobre todo a los que me han tenido que aguantar y animar. Especialmente a mis dos imprescindibles, sin las cuales esta etapa de mi vida no hubiese sido lo que es, a vosotras Delia Todolí y Elisa Martínez, por todo.

1. RESUMEN

El entelado de bordes es una intervención muy común realizada en restauración de pinturas sobre lienzo. Consiste en adherir en el reverso de la obra en su perímetro, unas bandas de tela que servirán para reforzar el contorno de la tela original y tener mayor resistencia y continuidad en la obra para poder ser tensada de nuevo en el bastidor y resistir las necesidades mecánicas continuas del soporte.

En este estudio, se realiza un recorrido histórico por esta *praxis*, observando como con el paso del tiempo ha sido una de las intervenciones más empleadas de forma progresiva en tratamientos puntuales del soporte, en comparación con los refuerzos de tipo general. Ha podido constatarse como un inadecuado empleo o elección de los materiales ocasiona graves daños en las obras así como la falta de información específica que envuelve esta práctica.

Por ello, se ha perseguido encontrar un método de unión de bordes que sea lo menos invasivo y agresivo para la obra. Seleccionando algunos de los soportes y adhesivos más empleados hoy en día para estas intervenciones, ya probados en diversos estudios. Se estudian dos de los sistemas de unión de bordes más comunes y se implementa un nuevo método, que hace las veces de injerto, adaptándose de forma fiel a la morfología de la obra. Se realizan comparativas entre diferentes mezclas adhesivas, valorando aspectos fundamentales desde la perspectiva de la resistencia al despegue y la rotura de los materiales empleados.

Palabras clave: Entelado de bordes, refuerzos puntuales, adhesión, testado de adhesivos, pintura sobre lienzo

1. ABSTRACT

The strip lining is a usual intervention in canvas paintings. It consists in adhere in the back of the canvas, all over its perimeter, fabric strips which will serve to reinforce the contour of the original canvas and have bigger resistance in order to be re-stretched in the stretcher and resist the mechanical needs of the fabric support.

In this study, a historical journey through this practice is made, observing how over time it has been one of the interventions most used progressively in specific support treatments, compared to general reinforcements. It has been found as an inadequate use or choice of materials causing serious damage to the paintings; and the lack of information that involves this practise.

Therefore, it has been pursued to find a method of joining edges that is the least invasive and aggressive for the work. Selecting some of the supports and adhesives most used today for these interventions and which have already been tested in various studies. It has been studied two of the most regular union methods and it has been implemented a new method, which acts like a graft, adapting itself faithfully to the morphology of the canvas. They are made comparisons between different adhesive mixtures, and evaluating fundamental aspects from the perspective of the resistance to take off and breakage of the materials used.

Key-words: Strip-lining, punctual reinforcements, adherence, testing of adhesives, canvas painting

1. RESUM

L'entelat de vores es una intervenció molt comú realitzada en restauració de pintura sobre llenç. Consisteix en adherir en el revers de l'obra, en el seu perímetre, unes bandes de tela que serviran per a reforçar el contorn de la tela original y tenir major resistència en l'obra per a poder ser tensada de nou al bastidor i resistir les necessitats mecàniques del suport.

En aquest estudi, es realitza un recorregut històric per aquesta praxi, observant com amb el pas del temps ha sigut una de les intervencions més emprades de manera progressiva en el tractaments puntuals del suport, en comparació amb els reforços generals. Ha pogut constatar-se com un inadequat us o elecció del materials ocasionant graus danys en les obres, així com la falta d'informació específica que envolta aquesta pràctica.

Per això, se ha perseguit encontrar un mètode d'unió de vores que siga el menys invasiu i agressiu per l'obra. Seleccionant alguns dels suports y adhesius més emprats hui en dia per a aquestes intervencions, ja testats en diversos estudis. S'estudien dos dels sistemes d'unió més comuns i s'implementa un nou mètode, que fa d'empelt, adaptant-se de forma fidel a la morfologia de l'obra. Es realitzen comparatives entre diferents mescles adhesives, i valorant aspectes fonamentals des de la perspectiva de la resistència al desenganxament i el trencament dels materials emprats.

Paraules claus: Entelat de vores, reforços puntuals, adhesió, testat de adhesius, pintura sobre llenç

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	5
3. METODOLOGÍA	6
4. EL ENTELADO DE BORDES COMO MÉTODO DE INTERVENCIÓN	8
4.1. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO	8
4.2. TIPOLOGÍA Y METODOLOGÍA DE APLICACIÓN	17
4.3. PROBLEMÁTICAS DERIVADAS DEL ENTELADO DE BORDES	27
5. FASE EXPERIMENTAL: ENSAYOS DE LABORATORIO	33
5.1. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES	33
5.1.1. TEJIDOS DE REFUERZO	34
5.1.2. ADHESIVOS	37
5.2. SISTEMAS DE BORDES DE REFUERZO TESTADOS	40
5.3. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	43
5.4. PRUEBAS DE ADHESIÓN: CIZALLA Y PELADO EN 'T'	46
5.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
6. CONCLUSIONES	63
7. BIBLIOGRAFÍA	68
8. ÍNDICE DE IMÁGENES	72

1. INTRODUCCIÓN

El soporte textil, debido a sus características de flexibilidad, ligereza y coste, ha sido el soporte pictórico más empleado en pintura de caballete desde el siglo XVI¹. Sin embargo, sus características también lo hacen propenso a sufrir daños y deterioros como rotos, desgarros o destensiones; lo que generó la necesidad de intervenir y reforzar estructuralmente las pinturas. A lo largo de los siglos han sido varias las resoluciones tomadas, siendo la más extendida y empleada las forraciones o entelados completos de los reversos de las obras.

Aunque surgiera como solución a un problema estructural esta intervención fue tomada también como medida conservativa y preventiva, lo que provocó un uso generalizado e indiscriminado de esta práctica. Pese a que fuera correctamente realizada y cumpliera con sus funciones de refuerzo y sustento del lienzo, en algunos casos generaba también graves deterioros o pérdida de funcionalidad, por lo que debían de pasar por un proceso de reentelado.

A mediados del siglo XX un cambio en el paradigma de la restauración y en sus criterios de intervención asentó las bases para que se comenzara a poner en duda la idoneidad de los entelados. La Conferencia de Greenwich² en 1974 fue uno de los puntos de inflexión, a partir del cual se planteó el empleo de otras prácticas menos invasivas en lugar de recurrir instintivamente al entelado; sistemas de refuerzo estructurales puntuales como los entelados de bordes, los parches o los injertos.

Su uso ha aumentando progresivamente a lo largo de los últimos años, sin embargo todavía se encuentra escasa información específica o investigaciones recientes, centrándose la mayoría en los materiales en lugar de en la metodología.

En este trabajo se analiza el refuerzo de bandas perimetrales como proceso de intervención y se realiza una valoración tanto de unos de los sistemas de bordes más empleados en la actualidad, como de dos propuestas de refuerzo novedosas, que requieren de un testado y análisis metodológico antes de su implementación en intervención de pinturas. De igual forma se analizan los problemas más comunes que pueden ocasionar a las obras si son inadecuadamente empleados.

1 VILLARQUIDE, A. *La pintura sobre tela I*, 2004, p. 99; MARTÍN, S. *Introducción a la conservación de pinturas: Pintura sobre lienzo*, 2005, p. 40

2 ACKROYD, P. et al. *Not lining in the twenty-first century: Attitudes to the structural conservation of canvas paintings*, 2002, p.14

Asimismo para obtener resultados contrastados se realiza un estudio experimental en el que se analiza y compara la fuerza adhesiva de las diversas uniones a solape escogidas, empleando dos adhesivos termoplásticos distintos, uno aplicado a temperatura ambiente, para obras que exigen tratamientos en frío, y el otro regenerado mediante calor controlado. Posteriormente para concluir el estudio, se analiza la resistencia a la rotura de los materiales de refuerzo.

2. OBJETIVOS

El principal objetivo que se ha perseguido en esta investigación se ha centrado en la evaluación de diferentes sistemas de entelado de bordes y su idoneidad, en relación a posibles problemas de conservación, focalizando el estudio en los problemas de adhesión que pueden surgir y el riesgo que esto puede ocasionar en la obra.

Así mismo, se han marcado una serie de objetivos secundarios que completan y apoyan el objetivo principal:

- Realizar una exhaustiva búsqueda bibliográfica en manuales y bibliografía específica sobre tratamientos e intervención en pintura sobre lienzo, atendiendo a la práctica de saneamiento y refuerzo de bordes, su empleo y preparación, para comprobar la información existente sobre esta temática y evaluar las necesidades reales al respecto.
- Evaluar y valorar la resistencia y fuerza adhesiva de los distintos tipos de unión a solape escogidas mediante pruebas de tracción y resistencia al pelado, siguiendo la normativa internacional vigente, para comprobar su efectividad e idoneidad para el tratamiento de refuerzo perimetral.
- Valorar los resultados obtenidos de los métodos de unión analizados con el fin de descartar aquellos menos adecuados y tratar nuevas líneas de estudio que complementen a las actuales.

3. METODOLOGÍA

La metodología empleada se ha dividido en dos vertientes; por una parte se ha realizado una revisión bibliográfica que recoja los aspectos teóricos de la práctica del entelado de bordes, como lo son los aspectos históricos de la técnica, aplicación y materiales, desde el inicio de su empleo hasta nuestros días; así como la evolución en el pensamiento y criterio de los restauradores frente a su uso.

En materia técnica se ha llevado a cabo una pesquisa sobre sus diversas tipologías, preparación y aplicación, así como las posibles alteraciones o daños que pueden provocar a los estratos originales, tanto por una mala *praxis* como por la elección de los materiales, y los problemas a los que se exponen las bandas por su función y posición en las obras de lienzo.

Se ha realizado una búsqueda en publicaciones de investigación, sobre historia del tratamiento del soporte en pinturas sobre lienzo, materiales (adhesivos y tejidos) y sus características. Se realiza una evaluación de las propiedades físico-mecánicas de las uniones de refuerzo, valorando su respuesta de resistencia a la tracción y rotura, con el fin de conocer la viabilidad de su empleo en este tipo de intervenciones.

Por otro lado, la segunda vertiente del trabajo se ha centrado en la investigación práctica y experimental, en la que se han elaborado cerca de un centenar de probetas recreando el tratamiento del entelado de bordes y sobre las cuales se han realizado los ensayos de tracción.

Teniendo como base un lienzo tradicional se han adherido bandas de tejido de los materiales escogidos durante la fase anterior, reproduciendo la unión a solape de una tela original y el soporte textil de refuerzo. Se ha testado la fuerza y la resistencia adhesiva de tres tipos o diseños de bandas, el método tradicional, de flecos e injerto, en los que varía la zona y densidad del tejido adherido, aumentando o disminuyendo la zona de entramado o fleco.

Las probetas se han sometido a dos pruebas de ensayos mecánicos (resistencia a la cizalla y pelado en 'T') realizadas en el taller de pintura de caballete del Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València.

Tras los ensayos se han evaluado los datos e información obtenida y se han extraído unas conclusiones sobre la idoneidad de cada tejido, adhesivo y método de unión, teniendo en cuenta su resistencia y fuerza.

4. EL ENTELADO DE BORDES COMO MÉTODO DE INTERVENCIÓN

La práctica del entelado de bordes hoy en día es una intervención común empleada por la mayoría de restauradores e instituciones, cuando los bordes de las obras se encuentran en mal estado de conservación o son demasiado cortos para que la pintura pueda volver a ser tensada, si se ha desclavado para la realización de algún tipo de tratamiento restaurativo. Sin embargo, no ha sido un tratamiento estudiado en profundidad, valorada o tenida en cuenta en muchas ocasiones. La información que existe sobre este tratamiento es escasa y la mayoría de veces está asociada al proceso de entelado completo, por lo que existe un vacío temático en cuanto a este campo concreto de las intervenciones de soporte¹, que lo defina y acote incluyendo todas las funciones y variantes posibles.

En algunas de las definiciones que se encuentran en manuales de conservación y restauración de pintura sobre lienzo se observa una distinción o priorización entre el uso o función que cumplen, sin llegar a recoger o considerar todas sus aportaciones, tal y como indica Ana Calvo en una de sus publicaciones:

*[...] Las bandas son tiras de tela que se pegan- desfleçadas y afinadas con bisturí para que no se marquen sobre los bordes de la tela original. (...) Se trata de un refuerzo de los bordes que permite el tensado y clavado, sin necesidad de entelar o forrar toda la obra [...]*².

O Ana Villarquide:

*[...] Piezas de tela que van pegadas en todo el perímetro de la obra con el fin de reforzarlo en el caso de que sólo esta parte esté en mal estado, evitando así un tratamiento tan fuerte como el reentelado [...]*³.

4.1. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO

Los bordes o bandas de tela en pintura sobre lienzo pueden atender a dos cuestiones, por una parte pueden presentar una función estético-técnica, por ejemplo en el caso de ampliaciones o cambios de formato en la obra. Por otra parte, como proceso de restauración, en el que las bandas son aplicadas para reforzar el perímetro del lienzo y/o darle continuidad para su tensado al bastidor; centrándose este estudio en éstas últimas, su utilización, materiales y evolución.

1 ACKROYD, P. *The structural conservation of canvas paintings: changes in attitude and practice since the early 1970s*, 2002, p. 8

2 CALVO, A. *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos de la A a la Z*, 1997, p.35

3 VILLARQUIDE, A. *La pintura sobre tela II: Alteraciones, materiales y tratamientos de restauración*, 2005, p.193

Método de ampliación o modificación de formato

El entelado de bordes como método de ampliación consistía en el añadido de bandas de tela en los laterales de las obras, para dar continuidad a la superficie del soporte y ampliar o modificar el formato de la pintura. Estas ampliaciones podían ser puntuales, en las que las bandas eran añadidas en uno de los laterales, o integrales, afectando a varios extremos o a todo el perímetro⁴. En estos casos las bandas de tela añadida se preparaban y pintaban por el anverso como el resto de la obra para ocultar la intervención.

Han sido numerosas las obras intervenidas de esta forma, uno de los casos más conocidos es el lienzo de *Las hilanderas* de Velázquez, en el que fueron añadidas durante el siglo XVIII una banda ancha en el extremo superior y más pequeñas en los extremos derecho, izquierdo e inferior⁵. Otro caso que se puede mencionar es el lienzo *La Glorificación de San Francisco de Borja*, situado en la Galería Daurada del Palau Ducal de Gandia, el cual fue ampliado añadiendo bandas en todos sus bordes para ajustarse al formato de su actual ubicación⁶.

En los ejemplos abajo expuestos se aprecia en el primer cuadro la adición de tres bandas de tela en sus bordes laterales y superior, los cuales fueron añadidos mediante cosido (Fig.2), mientras que en el segundo ejemplo la banda ha sido adherida solamente en el borde superior. (Fig.3)



Figs. 1 y 2. Anverso y reverso de la pintura sobre lienzo 'Retrato femenino', siglo XVII, autor desconocido. Pueden apreciarse las distorsiones provocadas por una mala praxis en la intervención (anverso), y las añadiduras de bandas en los bordes laterales y superior

4 LÓPEZ, A.I. *Las ampliaciones de formato en pintura de caballete*, 2017, p.45

5 Museo del Prado. Madrid [consulta: 2018/06/28] Disponible en: <https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/las-hilanderas-o-la-fabula-de-aracne/>

6 MARTÍN, S. Sistemas adhesivos gelificados empleados en entelados de gran formato: El Palau Ducal de Gandia como diseño de una macro-intervención. En: *Congreso internacional de Restauración de pinturas sobre lienzo de gran formato*, 2010, p.132



Fig. 3. Vista lateral del borde de ampliación del formato mediante adhesión

Algunas de las ampliaciones o modificaciones fueron realizadas por los propios artistas o con el consentimiento de éstos, sin embargo es habitual que los cambios se hayan efectuado con posterioridad, ya sea por cambios en las modas de los formatos, adaptaciones a nuevas ubicaciones; o para variar cuestiones ópticas como el eje de composición, las proporciones, las disposiciones del peso visual o la perspectiva⁷.

Como se ha podido observar en los ejemplos anteriormente expuestos, los métodos de unión que se han empleado para estas bandas perimetrales han sido diversos, podían ser encoladas al reverso de la obra mediante un adhesivo, cosidas al margen del lienzo o colocadas a unión viva sin ser adheridas directamente al original si no por un refuerzo posterior, tela o tablón de madera fijado al bastidor.⁸ En muchos casos eran los propios bordes sobrantes los que servían como extensión de la pintura, por lo que eran necesarios unos nuevos con los que tensar la obra. A la hora de prepararlos eran rebajados y deshilachados para facilitar la unión de las telas, o incluso dentados.

Método de restauración de refuerzo de bordes

El entelado de bordes como intervención de restauración comenzó a emplearse en el siglo XVII⁹ como tratamiento de refuerzo puntual y perimetral en pintura de caballete. La fragilidad de la tela como soporte pictórico, ha obligado a lo largo de la historia a inventar y desarrollar una serie de intervenciones que ayudasen a su estabilidad estructural o corrigiesen sus defectos. Estos deterioros podían ser causados por múltiples motivos, destacando tres fundamentales. En primer lugar, su sensibilidad y reacción natural ante cambios termo-higrométricos sufriendo movimientos de contracción y dilatación, que provoca deformaciones y destensiones en la obra. En segundo lugar, la rigidez que adopta el soporte ante el envejecimiento o su acidificación, volviéndola más friable y débil ante cualquier manipulación.

7 LÓPEZ, A. *Op. Cit.*, 2017, pp. 36 - 43

8 *Ibíd.* pp.67 - 69

9 MACARRÓN, A. *Historia de la conservación y la restauración. Desde la antigüedad hasta finales del siglo XIX*, 1995, p. 79

Finalmente, su fragilidad ante accidentes mecánicos y golpes, causando daños como rasgados, cortes o pérdidas. Ante todos estos deterioros los artistas-restauradores de esa época comenzaron a intervenir las obras para evitarlos o subsanarlos, sin embargo, estos procesos se realizaban de manera generalizada, por tradición o “sabiduría popular”, no como un tratamiento individualizado para cada obra y patología. Los refuerzos podían ser completos, cubriendo la totalidad del reverso de la obra (entelados o forraciones), o bien puntuales tratándose en ese caso de bordes y parches¹⁰.

Antes de llegar a la resolución de adherir telas como estrato de refuerzo empleaban como medida conservativa y preventiva las impregnaciones, para evitar los cambios dimensionales en la tela ante las oscilaciones de temperatura y humedad. Consistía en la aplicación por el reverso de las obras de capas de cola de pescado, harina, aceites¹¹, para consolidar la pintura y las fibras textiles, e impermeabilizarlas. Sin embargo, el intento de impermeabilizar las fibras provocó un envejecimiento y oxidación acelerados de la tela, perdiendo ésta su resistencia mecánica. La excesiva cantidad de cola aplicada generaba tensiones y deformaciones, y su naturaleza orgánica acompañada de elevados valores de humedad favorecía la proliferación de microorganismos. Tras los fallidos intentos se investigaron nuevos métodos, como la interposición de telas no adheridas u otros materiales, la trasposición de la tela a otros soportes rígidos como la madera (*marouflage*) o de los estratos pictóricos y de preparación a una tela nueva (transposición). Como alternativa a todos estos tratamientos, que no lograban devolver la estabilidad ni una conservación duradera a la pintura, surgieron los entelados generales. No se sabe con certeza el origen de la técnica, pero una de las primeras menciones a esta práctica aparece registrada en el siglo XVII, concretamente en 1660, en una factura de Lamorlet¹².

Desde entonces el entelado de los lienzos fue un tratamiento que se empleaba con frecuencia. La forración completa de las obras por su reverso adhiriendo otra tela confería rigidez y resistencia, a la vez que subsanaba problemas de planimetría, como abolsamientos o deformaciones del soporte original. La realización de un buen entelado o transposición estaba considerada una garantía de valía profesional para los restauradores, llegándose incluso a nombrar la de entelador oficial como una profesión de prestigio¹³. Sin embargo, la relativa facilidad en su realización junto con los resultados inmediatos que se obtenían provocaron la generalización de la práctica, así como su uso sistemático en todas las obras que entraban a los talleres¹⁴, además de realizarse en numerosas ocasiones por manos inexpertas, como menciona Giovanni Secco Suardo:

10 MARTÍN, S. *Op.Cit.*, 2005, p.18

11 MARTÍN, S. *Investigación en el campo de las técnicas de reentelado conducente a la obtención de forraciones transparentes en pintura sobre lienzo: historia, materiales y métodos*, 2003, p. 73

12 MACARRÓN, A. *Op. Cit.*, 1995, p. 111

13 SÁNCHEZ, A. Problemas derivados de intervenciones incorrectas en pinturas sobre lienzo pertenecientes al coleccionismo privado. En: *El soporte textil: comportamiento, deterioro y criterios de intervención*, 2005, p. 45

14 MARTÍN, S. *Op Cit.*, 2003, p.97

[...] Siccome l'incollare un pezzo di tela contro un'altra è cosa sommamente facile, così ognuno si crede autorizzato a foderar quadri, senza conoscere nulla di tutto ciò che è necessario per garantirsi che l'operazione riesca bene e scevra di pericoli [...].¹⁵

Los materiales empleados en este tipo de intervenciones solían ser de naturaleza orgánica, los soportes de refuerzo eran generalmente tejidos de origen vegetal¹⁶, como el lino o el yute, mientras que los adhesivos han ido experimentando cambios y modificándose a lo largo de la historia tal y como se ve a continuación.

En el siglo XVII los adhesivos utilizados eran a base de harina o fécula, cola fuerte con melaza y zumo de ajo, soluciones oleosas o con colas (*beverone*); en los países más fríos también eran utilizados adhesivos a base de cera-resina. El proceso comenzaba con la pintura boca abajo, cuando se pulía y limpiaba el reverso de la tela; a continuación se aplicaba el adhesivo y se adhería la tela nueva. Para mejorar la adhesión y eliminar abolsamientos, se colocaba peso caliente (arena) desde el centro hacia los extremos¹⁷. En los siguientes siglos en los talleres europeos se continuaron empleando estos mismos materiales pero con sutiles modificaciones o adiciones; en el siglo XVIII se sumaron como aditivos aceite cocido o resina, generando pastas grasas o mordientes oleosos a base de aceite de lino espesado con blanco cerusa y minio¹⁸. En el siglo XIX, se realizaron mezclas de cola de Flandes¹⁹ y harina de centeno, engrudos de harina, miel, cola de carpintero y jugo de ajo; cola fuerte, harina y resina o bien las mencionadas pastas grasas. A mitad del siglo XX se introdujeron los materiales sintéticos, que fueron reemplazando rápidamente a los de naturaleza orgánica; tanto en los adhesivos como en los tejidos.

Aunque este tipo de intervención surgió como una solución a distintos problemas en el soporte de las pinturas sobre lienzo, los efectos negativos no tardaron en evidenciarse. La preparación de los reversos de las telas originales solía ser agresiva, se pulían y limpiaban con piedra pómez²⁰; se recortaban o rebajaban las costuras de unión de las piezas de tela para evitar su impronta²¹, confluyendo ambos procesos en una mayor debilidad del soporte textil. La inadecuada elección de los materiales, tanto adhesivos como telas de refuerzo, y los procesos de adhesión podían generar numerosos problemas: la proliferación de microorganismos debido a las colas orgánicas y el aporte de humedad, reacciones en el soporte o en los estratos de preparación y pintura, interferencias en la capa pictórica por la impronta del nuevo tejido o

15 Traducción: [...] Como el pegado de una pieza de tela contra otra es extremadamente fácil, todos creen que está autorizado a cubrir las imágenes, sin saber nada de todo lo que es necesario para garantizar que la operación sea segura y libre de peligros. [...] SECCO, G. *Il restauratore di dipinti*, 1927, p. 248

16 GÓMEZ, M.L. *Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, 1998, p. 395.

17 MACARRÓN, A. *Op. Cit.*, 1995, p. 79

18 *Ibid.*, p.120 -121

19 También conocida como cola fuerte.

20 MACARRÓN, A. *Op. Cit.*, 1995, p.79

21 SÁNCHEZ, A. *Op. Cit.*, 2005, p.46

la desaparición de empastes por la excesiva presión en el planchado, son algunos de los ejemplos más comunes.



Fig.4 Eliminación de los restos de adhesivo del anterior entelado a la cera-resina, empleando el no recomendado sistema ajedrezado

Cuando el entelado dejaba de cumplir su función u ocasionaba algún daño era eliminado, limpiado de nuevo el reverso de los restos de adhesivo y otra tela era vuelta a adherir. Este proceso era repetido tantas veces como fuese necesario, y es conocido como reentelado.²²

Paralelamente a los tratamientos de forración, aunque en menor medida, se empleaban refuerzos puntuales. Para el saneamiento de daños como desgarros o cortes se realizaban parches, de tela o papel junto con un adhesivo, generalmente colas orgánicas, harina; aunque también eran habituales los cosidos²³.

Los bordes son una de las zonas más afectadas y degradadas en las pinturas sobre lienzo por lo que también era frecuente la adhesión de bandas de tela en todo el perímetro de la obra²⁴ para reforzarlos y/o sanearlos, sin necesidad de recubrir toda la superficie trasera.

Los bordes de una pintura, tanto los originales como los de refuerzo, son los puntos que soportan mayor tensión y que más sufren las variaciones de temperatura y humedad²⁵. Su situación en ángulo recto con relación al plano horizontal del cuadro, combinado con las variaciones dimensionales que sufre la obra, provoca que el tejido se encuentre en continua fricción con las aristas del bastidor, y por consiguiente que se desgaste hasta su rotura. Este continuo roce en una tela ya de por sí degradada, ya sea por su envejecimiento natural o por su oxidación o hidrólisis que la vuelven más rígida, frágil y friable, aumenta la velocidad y posibilidad de rotura (Figs. 5 y 6).

²² Lo que el autor Percival-Prescott denomina *the lining cycle*, el ciclo del entelado. Percival-Prescott, W. *The lining cycle: Causes of physical deterioration in oil paintings on canvas: Lining from the 17th century to the present day*, 2002, pp. 1 - 15

²³ MARTÍN, S. *Op. Cit.*, 2003, p.66.

²⁴ MARTÍN, S. *Op. Cit.*, 2003, p. 71; MACARRÓN, A. *Op. Cit.*, 1997, p.112.

²⁵ ROSTAIN, E. *Rentoilage et transposition des tableaux*, 1981, p. 39



Fig. 5. Rotura de borde por fricción con la arista del bastidor, tela de lino s.XVIII



Fig. 6. Rotura en el borde de la obra por la degradación del soporte celulósico y la fricción con las aristas del bastidor. Tejido de lino s.XVIII.

Por otro lado, a la hora de tensar y fijar los lienzos al bastidor, los clavos de hierro han sido el sistema de sujeción más empleado a lo largo de la historia; sin embargo, este metal es un material que expuesto a la humedad se oxida con facilidad, formando una capa de corrosión o herrumbre de color anaranjada; además de hincharse y delaminarse por la absorción de ésta. En contacto con el soporte textil puede generar una tinción de las fibras del tejido y su oxidación a mayor velocidad, lo que provoca su descomposición, rigidez, fragilidad y posterior rotura (Fig.7 y 8).

Por último, aunque no sea una alteración propia de los bordes suele ser común la acumulación de suciedad entre la tela y el bastidor del margen inferior (Fig.9), con el riesgo conservativo que esto puede ocasionar.



Fig. 7. Ejemplo de oxidación y tinción del soporte textil provocado por la herrumbre de los clavos de tensión. (Soporte textil algodón siglo XIX)



Fig. 8. Detalle de la degradación causada por el óxido férrico de los clavos de sujeción



Fig. 9. Acumulación de suciedad en el margen inferior de la obra, oculta por el bastidor

Como se ha mencionado, al no ser una práctica habitual como el entelado, en los manuales no se encuentran recetas o directrices de su metodología, por lo que se presupone que su preparación y materiales coincidía con los empleados en aquel momento para las forraciones.

Con el paso de los años el criterio de los restauradores ha ido evolucionando progresivamente hacia un pensamiento menos invasivo e intervencionista, en el que las propuestas de intervención son diseñadas de forma individualizada para cada obra²⁶. Uno de los puntos de inflexión que la mayoría de autores cita es la Conferencia de Greenwich (1974) y *The Relining for Paintings – A Reassessment* en la National Gallery of Canada (1976), centradas en la intervención del entelado, su problemática, desventajas, avances y mejoras; así como métodos alternativos de carácter no general y de mayor reversibilidad, generando el menor estrés posible a las obras.

Desde entonces, intervenciones como las bandas perimetrales, han ido empleándose con mayor frecuencia, en contraposición a los refuerzos completos²⁷, cuya aplicación se ha ido reduciendo progresivamente hasta el punto de recurrir a ellos sólo en caso de estricta necesidad.

Los bordes son también utilizados durante la realización de otros procesos de intervención, como es el caso de los entelados flotantes, o bandas temporales, en procesos de tensado.

En el entelado flotante, práctica muy difundida por Sánchez-Barriga, los bordes se emplean para dar continuidad a la obra y permitir su tensado y fijación al bastidor, además de ser el único elemento adherido a la obra, ya que la tela del entelado se mantiene unida a la obra a través de fuerzas electrostáticas.

En el caso de los bordes provisionales su función es mantener la obra tensada en un bastidor interinal para la realización de determinados tratamientos del plano, como pueden ser eliminación de deformaciones, saneamiento del soporte textil (puntual o general), etc. Generalmente se emplean adhesivos sintéticos de distintos tipos, los más aconsejables son los termofusibles de base EVA, debido a su sencilla regeneración para retirarlos una vez finalizado el proceso de entelado.

26 ACKROYD, P. et al. *Op.Cit.*, 2002, p.14

27 HACNEY, S. *Paintings on Canvas: Lining and Alternatives*, 2004, p. 1

4.2. TIPOLOGÍA Y METODOLOGÍA DE APLICACIÓN

Tras una búsqueda en manuales actuales de conservación y restauración de pintura sobre lienzo y consultando otras fuentes como artículos sobre intervenciones en las que se ha empleado este tratamiento de refuerzo puntual, se ha realizado una breve recopilación de las directrices, criterios y recomendaciones más difundidas entre los talleres e instituciones.

La recensión se ha dividido en apartados atendiendo a cuestiones como:

- La selección de los materiales.
- La preparación de las bandas de refuerzo (tamaño y disposición de los flecos).
- La colocación de las bandas, los distintos sistemas y diseños de bordes.
- La adhesión de las bandas al reverso de la obra.
- Fijado y tensado en el bastidor

Generalmente, el paso previo a la realización de un entelado de bordes en todos los flancos de la obra es el desclavado del lienzo del bastidor²⁸ y la protección de su anverso en caso necesario. Colocado con la pintura hacia abajo sobre una superficie horizontal plana de trabajo se realizan los tratamientos requeridos para asegurar una buena adhesión, como la limpieza del reverso, de suciedad o restos de adhesivos, y la devolución de su planimetría, para facilitar la adaptación y alineación entre ambos soportes. Si fuese necesario también se le sometería a tratamientos de saneamiento del soporte (parches, puentes de hilo, injertos), para que en el posterior proceso de tensado no se agraven estos deterioros.

• SELECCIÓN DE MATERIALES

Un punto en el que la mayoría de profesionales coincide es en las propiedades que el material de refuerzo debe mostrar: Debe de tratarse de un tejido similar al original²⁹, de menor grosor, resistente, fuerte y lo más estable posible a los cambios termo-higrométricos, para minimizar los movimientos que generan la absorción y cesión de humedad.

El lino es uno de los tejidos naturales más empleados para este tratamiento. Aunque es uno de los más estables y menos higroscópicos, es necesario someterlo a un tratamiento previo de fatigado. Esta operación es realizada varias veces para disminuir su capacidad higroscópica y hacerla más estable frente

²⁸ En ocasiones puntuales, en las que la obra no requiere un entelado de bandas en todo su perímetro, si no sólo en uno o dos de sus bordes, no es necesario desclavar todo el lienzo del bastidor, bastaría con el lateral que va a intervenirse.

²⁹ Refiriéndose a un tejido similar sobre todo en apariencia, para que no destaque sobre la obra. Sin embargo, en ocasiones se escogen materiales completamente diferentes a las propiedades de la tela original, como tejidos de poliéster no tejidos (Reemay®), no afín a los materiales constituyentes de la pintura original pero sí a los adhesivos empleados en la actualidad.

a cambios de humedad. El tejido es lavado en agua fría para eliminar el apresto y secado a la sombra, con precaución de no deformarlo. Para evitar este proceso se puede optar por telas sintéticas, como tejidos de poliéster, fibras de vidrio, poliamidas, etc; materiales inertes, poco sensibles a la humedad o al calor. Sin embargo, tanto en telas naturales como en sintéticas se recomienda impermeabilizar la zona que va a ir adherida y en contacto con la obra, para darle cierta rigidez, aislarla lo máximo posible del entorno y cerrar el entramado para que el adhesivo de refuerzo se mantenga sustentado creando una capa y evitar que migre o traspase la tela de refuerzo, pudiéndose quedar adherida al bastidor tras su tensado.

La elección de los materiales (soporte textil y adhesivo) dependerá de las características y propiedades de la obra. La resistencia, grosor o estado de conservación de la tela original influirá en la selección del soporte de refuerzo y en el sistema y diseño de las bandas; mientras que el adhesivo se escogerá en base a la sensibilidad y reactividad de los diversos estratos de la obra frente a parámetros como la humedad o la temperatura.

• **PREPARACIÓN DE LAS BANDAS DE REFUERZO**

TAMAÑO DE LOS BORDES

Tras la selección de los materiales se procede al diseño del sistema de bordes. Generalmente, y en la mayoría de bibliografía, se menciona la preparación de 4 bandas de tela, una para cada margen de la obra. Tanto la cantidad de tiras como la forma de éstas vendrá dado por las características de la obra, ya sea rectangular, ovalada o irregular (Figs. 11 y 12) y por las dimensiones que presente. En el caso de lienzos de gran formato no es aconsejable que éstas tengan unas longitudes mayores a 1 metro de largo, por lo que será el tamaño del lienzo el que estipule el número de bandas y su disposición. El despiece del borde en diversos fragmentos ayuda a repartir y homogeneizar la tensión, disminuyendo el riesgo de desadhesión completa del borde.

El ancho de las bandas también dependerá de las características de la obra, aunque principalmente los teóricos coinciden en que deben medir unos 15 cm de ancho³⁰, para tener un margen de tela suficiente que permita el re-tensado. Según Antonio Sánchez-Barriga el ancho serían los 15 cm para el tensado más la mitad del ancho del bastidor: *La banda debe siempre ocupar en el lienzo original la vuelta del claveteado en el bastidor más la mitad del ancho de los listones. Suponiendo que son de 7 cm., serían 3 cm. dejando sin adherir unos 15 cm., que nos servirá después para atirantar.*³¹

³⁰ CALVO, A. *Conservación y restauración de pintura sobre lienzo*, 2002, p.203; CASTELL, M.; MARTÍN, S *La conservación y restauración de pintura de caballete. Prácticas de pintura sobre lienzo*, 2003, p.52.

³¹ SÁNCHEZ-BARRIGA, A. *El Entelado*. p.30.



Fig. 10. Ejemplo de entelado de bordes adaptado a formato

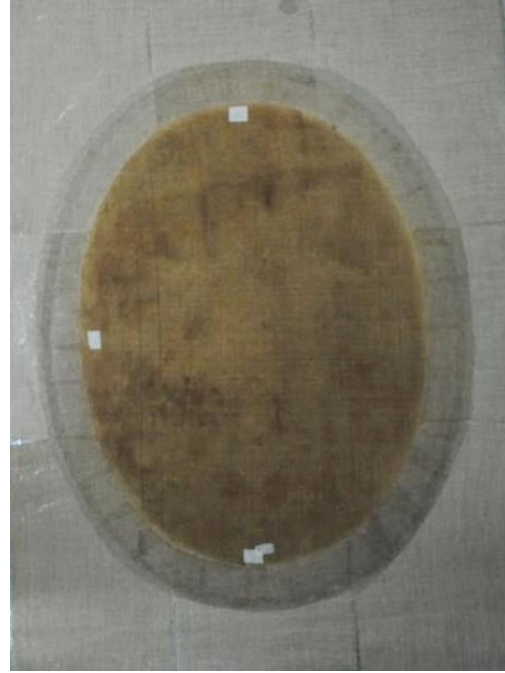


Fig. 11. Ejemplo de entelado de bordes adaptado a formato ovalado

Otros autores no mencionan medidas específicas, pero remarcan que no debe invadir en exceso el reverso de la obra, al ser posible que “entren” lo mínimo posible en la cara de la pintura³², que sólo se adhiera en la arista o ángulo de doblez de la tela del cuadro³³, que el límite del borde quede a mitad del ancho del bastidor, quedando ocultos bajo éste; o incluso que la parte adherida sea sólo de unos milímetros: [...] *Un collage bien fait doit être limité à quelques millimètres sur le bord du dos de la toile d'origine.* [...] ³⁴

En el caso de los tejidos no tejidos, para darles mayor resistencia y evitar su desgarramiento a la hora de tensar se realiza una banda doble, es decir, los márgenes del largo se adhieren a la obra, uno sobre el otro.



Fig. 12. Preparación de borde de refuerzo mediante tejido no tejido, generando la banda doble

³² CALVO, A. *Op. Cit.*, 2002, p.203.

³³ PASCUAL, E., PATIÑO, M. *Restauración de pintura. La técnica y el arte de la restauración de pintura sobre tela, explicados con rigor y claridad*, 2006, p.98.

³⁴ Traducción: [...] *Una adhesión bien hecha debe estar limitada a unos milímetros sobre el borde del reverso de la tela original.* [...] ROSTAIN, E. *Op. Cit.*, 1981, p. 39.

Dentro de este apartado cabe mencionar un diseño de bordes con doble función. En ocasiones hay roturas o daños en el soporte original que se encuentran cerca de los márgenes. En lugar de sanear el daño mediante la adhesión de un parche, para evitar que las bandas perimetrales se superpongan sobre éste y se creen capas o estratos excesivos e innecesarios, se diseña un saliente en el mismo borde, que haga las veces de parche puntual. (Fig. 14)

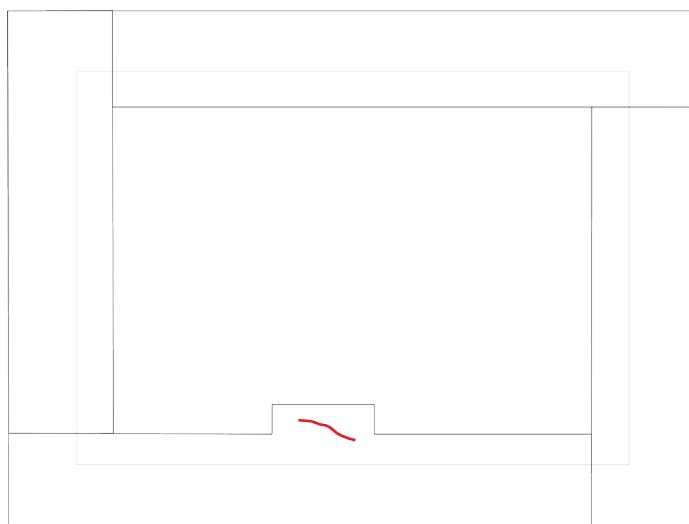


Fig. 13. Esquema de entelado de bordes con parche



Fig. 14. Ejemplo de entelado de bordes con parche

ORGANIZACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS FLECOS

Para evitar en la medida de lo posible la marca o transferencia en el anverso del corte recto del borde se han buscado diversos métodos que minimicen esta tensión. El más empleado es el desflecar el extremo del borde que se encuentra en el interior, en contacto y adherido a la obra, o en su lugar el corte en zigzag mediante tijeras de corte dentado (Fig.16).

En el corte del borde en zigzag se han encontrado dos tipologías, la primera de ellas consiste en realizar el corte con las tijeras dentadas³⁵, y la segunda en la que tras el corte dentado se desfleca el margen³⁶

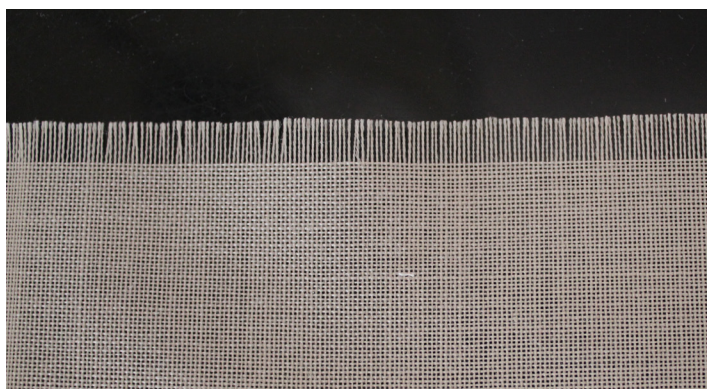


Fig.15. Ejemplo borde con fleco de 0,5 cm

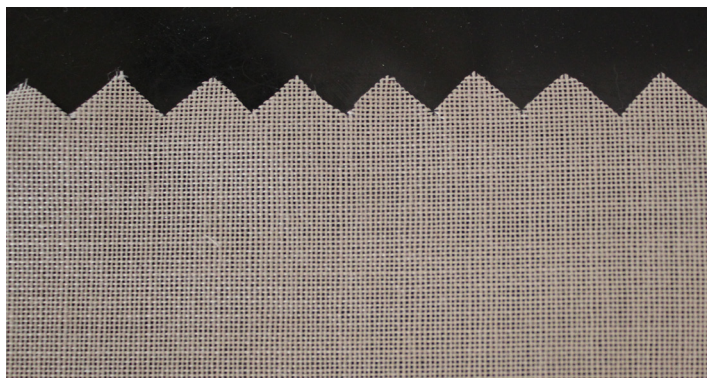


Fig.16. Ejemplo de borde dentado

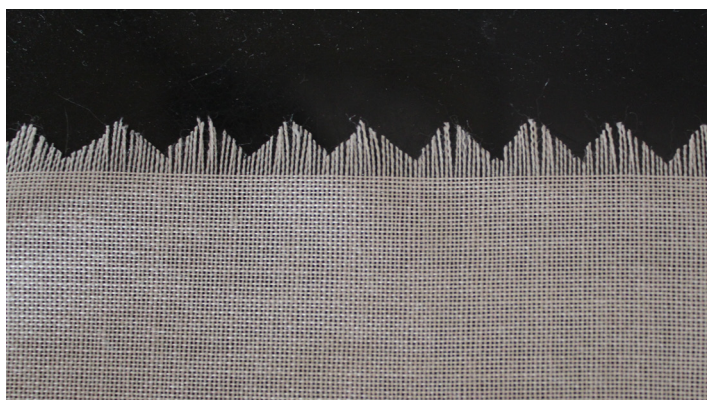


Fig. 17. Ejemplo de borde dentado desflecado

35 SÁNCHEZ-BARRIGA, A. *Op. Cit.* p.30.

36 SÁNCHEZ, A. *Op. Cit.*, 2012, p. 100.

como anteriormente se ha explicado. En este caso, aparte de minimizar el grosor y la cantidad de tejido, se elimina el corte recto, quedando los hijos a diferentes niveles (Fig.17).

Al retirar los hilos de una sola de las direcciones del tejido (de trama o de urdimbre) se van generando los flecos. De entre 0,5 - 1 cm, su longitud dependerá del tamaño de la obra y de la fuerza que vayan a soportar³⁷. Algunos autores especifican que, cuando se trata de lino, es conveniente rebajar el grosor mediante un bisturí o escalpelo, desde el interior hacia el exterior, para evitar las marcas en el anverso de la pintura³⁸ (Fig. 18).



Fig. 18. Rebaje del grosor de los flecos mediante escalpelo

Con otros materiales como los tejidos no tejidos, al no configurarse mediante trama y urdimbre no es necesario el desflecado, ya que no crean marcas de trama o ligamento. Algunos autores desaconsejan cortarlo con tijeras para evitar la arista viva³⁹, pero es posible rebajar el margen mediante bisturí o escalpelo para minimizar el “escalón” o desnivel.

- COLOCACIÓN DE LAS BANDAS DE REFUERZO

Otro aspecto que varía dependiendo del restaurador o del taller es el diseño o colocación de los bordes. Los más empleados son: el sistema en aspa, el encajado y a inglete; sin corresponder su elección a ningún criterio técnico estipulado.

37 CALVO, A. *Op. Cit.*, 2002, p.203; ROSTAIN, E. *Op.Cit.* 1981, p. 39.

38 SÁNCHEZ, A. *Restauración de obras de arte: pintura de caballete*, 2012, p.100; VILLARQUIDE, A. *Op. Cit.*, 2005, p.194; CASTELL, M.; MARTÍN, S. *Op. Cit.*, 2003,p.52; PASCUAL, E., PATIÑO, M. *Op. Cit.*, 2006, p.98; GÓMEZ, M.L. *Op. Cit.*, 1998, p. 394.

39 CALVO, A. *Op. Cit.*, 2002, p.203

- El sistema en aspa consiste en la colocación de las bandas, como bien indica su nombre formando un aspa. Las tiras de tela ocupan prácticamente todo el largo del margen de la obra, excepto los centímetros de adhesión del borde siguiente (Fig. 19, a).
- En los bordes encajados, dos lados opuestos ocupan todo el ancho de la obra más el ancho de las bandas perpendiculares, y las otras dos, de menor tamaño, se encajan en el espacio restante (Fig. 19, b).
- Para la unión a inglete las bandas se cortan con el largo de cada margen. Se adhieren, a excepción de la zona de las esquinas, y en el encuentro entre dos los bordes, se juntan, y sin que se superpongan, se corta el sobrante al ras, quedando un corte a bisel y una unión a inglete. Esta línea de corte debe quedar centrada con respecto al vértice de la esquina de la obra⁴⁰ formando cada borde un ángulo de 45º (Fig. 19, c).

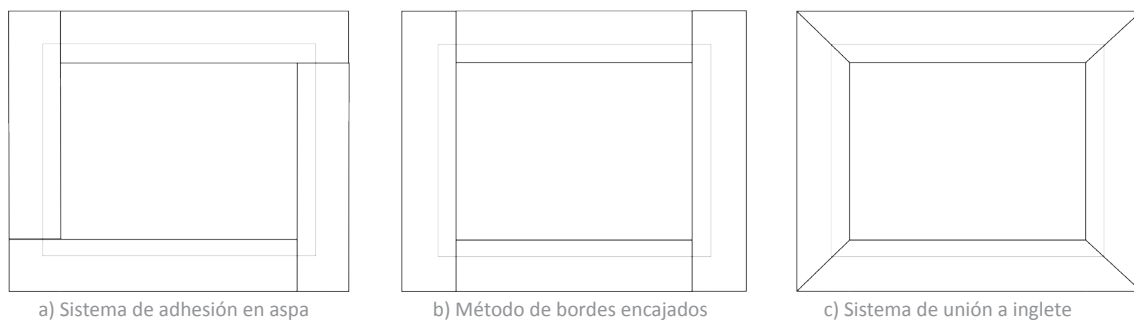


Fig. 19. Esquemas de los sistemas o distintas colocaciones de las bandas.

Como ejemplo poco empleado o desaconsejable se encuentra el sistema de bandas continuas, en el que de una sola pieza de tela se crea el contorno y perímetro de la obra, pero sin ser despiezada⁴¹. Uno de los principales inconveniente es el tamaño de las telas, servirá sólo para obras de pequeño formato; además de las tensiones que genera al no poder adaptarse individualmente a cada lateral de la obra.

• ADHESIÓN DE LOS BORDES DE REFUERZO

El método de adhesión vendrá determinado principalmente por la elección del adhesivo. Para evitar un exceso de éste y la impregnación de la tela original, se aconseja aplicarlo exclusivamente en la zona de la banda que va a ir en contacto con la obra (fleclos incluidos). Al aplicarlo en ambas telas se mejorará la adhesión, pero aparte del exceso de adhesividad también supondría aumentar la rigidez o migración del adhesivo al anverso. Otra recomendación que realiza Villarquide es el adherir en primer lugar la zona de banda tejida y, una vez seca, adherir los fleclos para asegurar su adhesión⁴².

40 PASCUAL, E., PATIÑO, M. *Op. Cit.*, 2006, p.99.

41 *Ibid.* p. 101.

42 VILLARQUIDE, A. *Op. Cit.*, 2005, p. 195.

Por otro lado, Calvo sugiere que al colocar y adherir las bandas, éstas se dejen caer sobre la obra, sin estirar demasiado, para evitar posteriores ondulaciones en el lienzo ⁴³.

Durante el montaje y adhesión hay que tener precaución de no superponer las zonas de tejido de los bordes, sólo los flecos, además de que éstos se encuentren ordenados o peinados, y que la dirección del tejido de la banda coincida con el de la tela original, para que los movimientos de ambos estratos sigan la misma dirección (Fig. 21).



Fig. 20. Detalle del solape de los flecos en el punto coincidente de dos bordes en una esquina



Fig. 21. Ejemplo de flecos alineados siguiendo trama y urdimbre en obras con formato ovalado

43 CALVO, A. *Op. Cit.* 2002, p. 203.

Existen también otras variantes de la banda de tensión. Éstas son temporales y se realizan cuando los bordes de la obra se encuentran en buen estado pero son demasiado cortos para el retensado en el bastidor. Generalmente se emplean adhesivos termoplásticos o en base disolvente, sin embargo hay casos en los que se opta por coserlos, a mano o a máquina, empleando hilo de algodón, doblando la tela de la banda para evitar desgarros y cosiendo por la parte exterior del original ⁴⁴, así se evita el uso de adhesivos y los residuos tras su retirada. El principal inconveniente de los bordes temporales es que en un futuro, si fuese necesario volver a desmontarla del bastidor, habría que repetir la operación, sometiendo a la obra a un estrés innecesario. Este método de bordes temporales es empleado sobretodo en casos en los que hay que mantener la obra tensa antes de realizar el forrado completo si la obra lo requiere.

- FIJACIÓN Y TENSADO EN EL BASTIDOR

Una vez polimerizado el adhesivo en la realización de las bandas de refuerzo, puede tensarse la obra en el bastidor. Lo más empleado para la fijación del lienzo son los clavos o las grapas, siendo preferible evitar el hierro y emplear materiales como el acero inoxidable⁴⁵ para evitar corrosiones del metal que afecten posteriormente al soporte textil. En casos en los que se utilizan clavos de aluminio, cobre o latón se les puede aplicar una fina capa de resina acrílica protectora, para aislarlos y evitar su oxidación.



Fig. 22. Fijación de lienzo a bastidor mediante clavos

Como se ha mencionado anteriormente, históricamente se han venido empleando los clavos como herramienta de fijación de las telas a los bastidores, sin embargo a día de hoy otra opción recomendable son las grapas de acero inoxidable. Colocadas inclinadas (sin que coincidan con la dirección de la trama o la urdimbre) permiten una mayor zona de sujeción y generan una tensión más uniforme a lo largo del perímetro de la obra.

44 CALVO, A. *Op. Cit.* 2002, p. 203.

45 CASTELL, M. El bastidor y sus efectos perjudiciales sobre las obras En: *Obras restauradas. Curso 2000-2001*, 2002, p. 49

Para evitar el contacto directo de la grapa o de la cabeza del clavo con el tejido se interponen pequeñas piezas de un estrato intermedio, como gamuza de piel, TNT o poliéster, o en su defecto una tira continua de alguno de éstos materiales a lo largo de todo el grueso del bastidor (Fig. 23). De este modo las grapas no generan tanta presión y disminuye el riesgo de que los elementos de fijación desgarran el tejido, además de facilitar su eliminación en futuras intervenciones.



Fig. 23. Detalle de la colocación de grapas y almohadillado

La zona de grapado o claveteado se realiza en el canto o grueso del bastidor, y para rematar los bordes sobrantes en el reverso se doblan y fijan al ancho de la madera. En algunos casos y dependiendo del gusto del restaurador este sobrante en lugar de ser grapado es adherido al ancho del reverso del bastidor por una cuestión puramente estética (Fig.24), sin embargo a la larga esta práctica puede ser perjudicial. Al encontrarse adherida no se le permite el movimiento con el resto de tela del borde, generando tensiones que pueden producir desadhesiones, abolsamientos.



Fig. 24. Adhesión de los sobrantes de los bordes en el reverso del bastidor

Otro sistema de fijación relativamente recientemente es la aplicación de bandas de velcro, cosidas o adheridas a la tela y al bastidor, lo que permite la fácil remoción del lienzo del bastidor y su retensado sin alterar o añadir elementos de fijación.

Se ha empleado también un sistema de tensionamiento y bordes en el que no son necesarias grapas ni clavos, y que reparte la tensión de forma homogénea y uniforme. Surge en los años 50 de manos de Roberto Carità, y desde entonces ha sido modificado y mejorado. A grandes rasgos el sistema se basa en insertar una varilla por una doblez que se le realiza en el extremo exterior a la banda del entelado, de esta manera, la fuerza se ejerce y reparte a lo largo de todo el perímetro de la obra. De las varillas se ejerce la fuerza a partir de un cable conectado a un sistema de muelles, desde el cual se regula el tensionamiento (Fig.25).⁴⁶

Cabe destacar que aún contando con manuales, directrices y recomendaciones, cada obra requerirá de un planteamiento y tratamiento propio e individualizado.

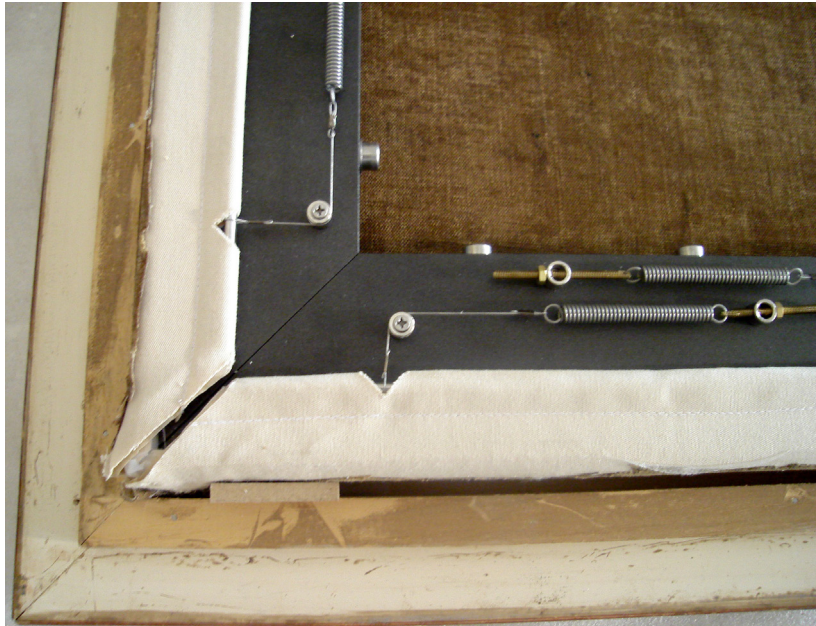


Fig. 25. Detalle del borde y sistema de tensado del sistema ideado por A. Iaccarino, fundamentado en las ideas de R. Carità

4.3. PROBLEMÁTICAS DERIVADAS DEL ENTELADO DE BORDES

La elección de bandas perimetrales en detrimento de los entelados completos ha ido aumentando progresivamente con el paso de los años. Sin embargo, al igual que las forraciones su inadecuada aplicación o elección de materiales puede provocar modificaciones y daños similares al de los entelados; pero localizándose y evidenciándose en mayor medida en los márgenes de la obra.

Hay que tener en cuenta que el soporte textil, aunque ventajoso en los aspectos artístico-técnicos, presenta ciertas características que lo hacen vulnerable y frágil, y proclive a sufrir alteraciones o deterioros que modifiquen sus características. Al ser en su mayoría tejidos de origen vegetal, compuestos

46 CAPRIOTI, G., IACCARINO, A. *Tensionamento dei dipinti su tela*. 2004. p.36 - 37.

por fibras celulósicas, son altamente sensibles a reacciones de oxidación⁴⁷, hidrólisis⁴⁸ o fotooxidación⁴⁹, funcionando como catalizadores o causa de éstos factores como el oxígeno, el agua o las radiaciones. Estas degradaciones químicas afectan directamente a las propiedades físicas del soporte, volviéndolo más frágil y propenso a sufrir daños mecánicos.

A parte de la sensibilidad propia del material celulósico, los elementos y estratos que componen las obras sufren igualmente procesos de envejecimiento y degradación inevitables que afectan a sus propiedades físico-químicas. Los factores externos anteriormente citados u otros como la temperatura o los contaminantes y sus efectos en las pinturas han sido objeto de numerosos estudios en las últimas décadas⁵⁰, tanto de los materiales en su conjunto como de manera individualizada, por lo que este apartado sólo se centrará en los deterioros provocados o derivados de una inadecuada intervención de las bandas de refuerzo.

• **DETERIOROS POR CAUSA ANTRÓPICA, MALA PRAXIS**

La mayoría de alteraciones y daños derivados de los entelados de bordes suelen ser ocasionados por una mala ejecución de la intervención, ya sea por los materiales empleados, soporte de refuerzo y adhesivo, por los factores que intervienen durante el proceso de adhesión, humedad, temperatura y presión, o por la incorrecta metodología durante el tratamiento.

Aunque se genera una distinción entre los deterioros provocados por cada material, hay que tener en cuenta que es la combinación de tejido y adhesivo, o el exceso de algunos de los parámetros anteriormente citados lo que confluente para provocar las alteraciones y deterioros.

47 La oxidación de los materiales poliméricos puede darse o bien por el oxígeno del ambiente o por agentes oxidantes, provocando esta última un deterioro mayor. En ambos casos la oxidación afecta y modifica a la estructura de las cadenas poliméricas, derivando en la pérdida de resistencia mecánica y fragilidad del material. BERGEAUD, C., et. al. *La dégradation des peintures sur toile. Méthode d'examen des alteration*, 1997, p.29

48 La hidrólisis es ocasionada por la reacción química que provoca el agua y los ácidos en el soporte celulósico, lo que origina la ruptura de las cadenas de celulosa, la disminución de la masa molar y la consiguiente fragilidad y rigidez del estrato. BERGEAUD, C., et. al. *Op. Cit.* p. 29; VILLARQUIDE, A. *Op. Cit.*, p. 46

49 La fotooxidación se genera por la activación o agitación de los enlaces químicos del material que son estimulados por las radiaciones lumínicas y el oxígeno. La ruptura de éstos enlaces confluente en un cambio de solubilidad y menor flexibilidad. VILLARQUIDE, A. *Op. Cit.* 2005, p. 28

50 Autores como G. Hedley, M. Mecklenburg o A. Roche; han centrado sus estudios e investigaciones en la respuesta de los materiales que componen las obras de arte, tanto individualmente como en conjunto, frente a diferentes valores de humedad o temperatura.

Problemas provocados por la tela de refuerzo

Cuando se va a añadir o adherir un tejido de refuerzo, en este caso en los bordes, hay que tener en cuenta que sus características organolépticas sean las propicias, para evitar ocasionar determinados deterioros.

El uso de telas con un grosor mayor que la tela original, la superposición de dos bordes en las esquinas o con parches puede provocar que se generen tensiones, marcándose la textura del estrato de refuerzo en el anverso de la pintura; cuanto mayor sea el grosor de los hilos y la superposición de estratos con trama mayores serán las marcas en el anverso⁵¹. La colocación de las bandas ocupando o invadiendo excesivamente el reverso y sin rebajar o suavizar el corte y grosor de los flecos también puede provocar este tipo de alteraciones y marcas en el anverso.

En este punto uno de los mayores problemas a los que se enfrenta un restaurador a la hora de adherir dos tejidos es la interferencia entre las tramas de ambos y la posible aparición de marcas y texturas entrecruzadas en los estratos pictóricos, lo que denomina G. Berger como *weave interference*⁵². En este tipo de tratamientos se intenta escoger tejidos finos pero resistentes, con una densidad y entramado similar al original para hacerlos coincidir lo máximo posible, sin embargo, esta alineación es prácticamente imposible. Escogiendo tejidos más finos que el original o aun siendo los iguales, en el momento de la adhesión o planchado pueden moverse o desviarse, formándose una incorrecta alineación y la posterior marca en el anverso. Este tipo de problemas los ilustra de una manera clara Gustav Berger en los siguientes diagramas (Fig. 26), en los que se observa cómo los hilos se adaptan al soporte y al ligamento subyacente provocando las ya mencionadas interferencias.

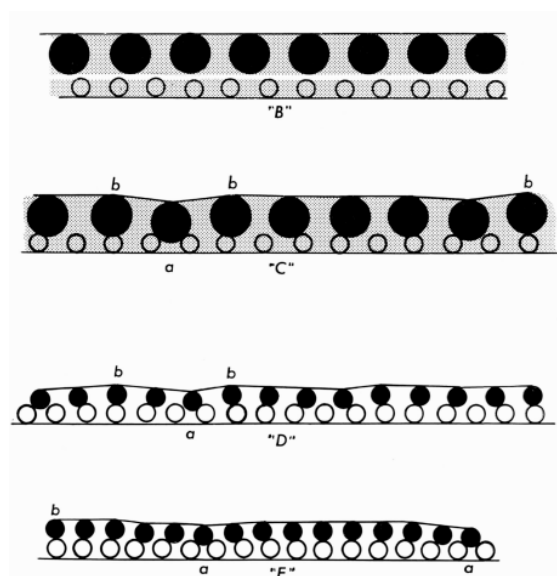


Fig. 26. Diagrama interferencia de texturas.

⁵¹ OLMEDILLA, I. *Interferencia de texturas en tratamientos del soporte textil causadas por intervenciones inadecuadas: Estudio de los TNT y ventajas de su empleo*, 2012, p. 16

⁵² BERGER, G. *Weave interference in vacuum lining of pictures*, 1966, pp. 170-180



Fig.27. Superposición de los estratos de refuerzo, tanto de los bordes como del parche. Flecos desordenados y sobredimensionados

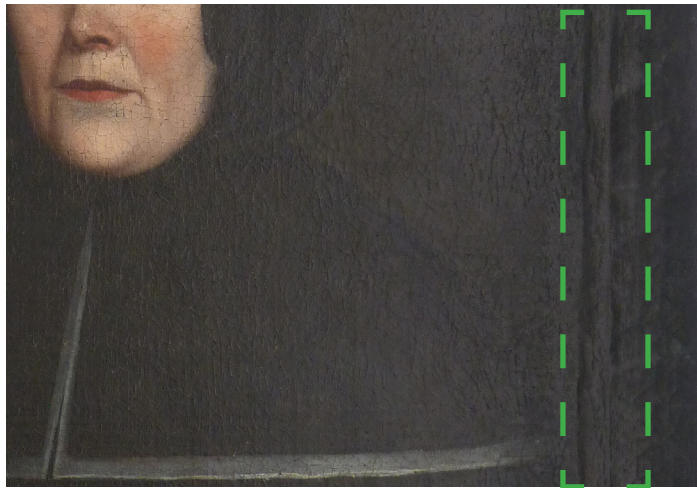


Fig. 28. Marca en anverso de la pintura provocada por el borde de ampliación

A parte de la elección del tejido, parámetros como la temperatura o la presión ejercida durante el proceso de adhesión también afectan o aumentan las posibilidades de la aparición de dichas alteraciones, a mayor presión, sea con plancha, pesos o mesas de presión, y mayor tiempo de contacto mayores serán las marcas e improntas⁵³.

Los entelados completos y los procesos seguidos para su aplicación han provocado en muchas ocasiones estas alteraciones, por lo que se han investigado métodos con los que evitarlas o disminuirlas. Una de ellas es la interposición de un estrato liso, sin textura, como un *tissue non tissé* o tejidos *nonwoven*⁵⁴; sin embargo este tipo de soluciones no son posibles en los bordes, ya que al ser una zona puntual se crearía un desnivel mayor que acabaría acrecentando las marcas de los estratos.

Como se ha comentado la elección del material del tejido también puede influir negativamente en la obra, tratamientos en los que se ha escogido el algodón o mezclas con fibras de éste, pueden generar

53 OLMEDILLA, I. *Op. Cit.* 2012, p. 16

54 BERGER, G. *Op. Cit.* 1966.; OLMEDILLA, I. *Op.Cit.*, 2012.

grandes movimientos y contracciones, debido a la higroscopicidad y reactividad de estas fibras; o tejidos naturales como el lino que en ocasiones pueden presentar irregularidades y nudos que generen marca en el anverso.

Problemas derivados del adhesivo

La naturaleza de la capa adhesiva en pinturas con estratos finos puede causar que migre a las capas superiores, modificando las propiedades ópticas, físicas y químicas de la pintura, como ocurre con las mezclas de cera-resina, hoy en desuso por este problema⁵⁵.

Algunos materiales higroscópicos como las colas animales con su envejecimiento cristalizan perdiendo esa capacidad de absorción y aumentan su rigidez (Fig. 29), provocando tensiones y arrugas en las obras, en muchos casos de tipo irreversible.

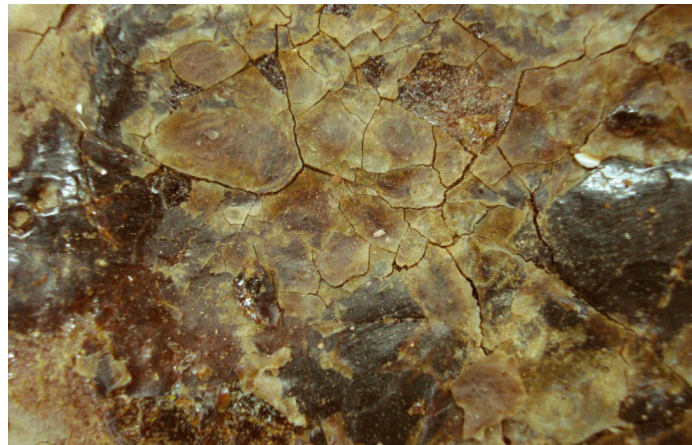


Fig.29. Detalle de la degradación, cristalización y rigidificación de un adhesivo orgánico empleado en un tratamiento general de soporte

Por otro lado, un adhesivo en concentraciones elevadas al secar puede contraer provocando también tensiones, arrugas y deformaciones en el soporte, con los consecuentes problemas en las capas superiores.

Si a la problemática expuesta con los adhesivos se le suma la incorrecta colocación de los borde de refuerzo, en los que no se ha alineado su ligamento siguiendo la dirección de la trama y la urdimbre de la tela original (Fig. 30), los movimientos y tensiones se efectuarán en direcciones dispares agravando estos deterioros, que se verán reflejados en los estratos superiores en forma de agrietamientos, craquelados o pérdidas de la capa pictórica.

La aplicación de ciertas sustancias al reverso de las obras, como adhesivos y consolidantes o la propia suciedad, además de agravar y acelerar la degradación del soporte, si no son eliminadas correctamente pueden impedir una correcta adhesión; creando guirnaldas y zonas o bordes enteros desadheridos.

⁵⁵ MARTÍN, S. *Op.Cit.*, 200, p. 135



Fig.30. Detalle de la inadecuada alineación de los flecos, sin seguir la dirección de la trama y urdimbre del soporte original

En la mayoría de casos, el empleo de adhesivos implica la aportación de calor, humedad y presión, tres factores altamente perjudiciales si no son controlados. El excesivo aporte de calor, en algunos casos puede desecar en exceso el soporte celulósico, y en casos extremos llegar a causar alteraciones como arrugas o ampollas en el anverso de la pintura.

La humedad puede provocar diversas reacciones en los diferentes estratos de las pinturas. Dependiendo de la naturaleza y características de los componentes de las obras, como su higroscopicidad, porosidad o permeabilidad, afectará de diversas maneras. Puede alterar pigmentos mal aglutinados o aquellos más higroscópicos, como las tierras; solubilizar y reblandecer preparaciones terrosas como las almagras, hinchar y reblandecer colas animales, variar o modificar ópticamente los estratos superiores, pigmentos o barniz, creando pasmados⁵⁶. En el soporte puede generar ondulaciones, deformaciones e hinchazón. Estos factores continuados, aunque en este caso sean puntuales, afectan y reaccionan sobre todo con el soporte celulósico, participando como catalizadores de procesos químicos como la oxidación o la hidrólisis; cuanto más degradado químicamente se encuentre el soporte, perderá parte de sus propiedades físicas y será más proclive a sufrir daños mecánicos.

La humedad aportada en el proceso de adhesión o su exceso en ciertos ambientes en combinación con las colas orgánicas y el soporte celulósico también puede provocar la proliferación de hongos⁵⁷.

En el caso de los adhesivos en base disolvente (hidrocarburos aromáticos principalmente), un exceso de éstos también puede generar graves alteraciones o modificaciones en las capas pictóricas. Dependiendo del disolvente empleado puede migrar a la superficie, solubilizándola o reblandeciéndola, y generar arrugas, contracciones o la aparición de cristales en el color a modo de “pasmados”.

⁵⁶ MARTÍN, S. *Op. Cit.*, 2005, p. 73

⁵⁷ *Ibíd.*, p. 47

5. FASE EXPERIMENTAL

Como punto de partida para este estudio se ha seleccionado una tela de lino imprimada como soporte base (a modo de obra), dos tejidos de refuerzo de entre los más utilizados en la actualidad para este tipo de intervenciones, como adhesivos una mezcla de resina acrílica y un éter de celulosa y un adhesivo comercializado como tal, y tres diseños de bandas perimetrales, para observar su comportamiento y respuesta frente a fuerzas de tracción y pelado.

Se pretende comprobar la fuerza adhesiva, la adherencia entre el tejido de refuerzo y la obra y la eficacia del diseño del borde al variar la densidad de tejido o hilos que se adhieren.

5.1. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

Los materiales que conforman las probetas se dividen en:

Tabla 1. Esquema de los materiales componentes de las probetas

SOPORTE ORIGINAL	TEJIDO DE REFUERZO	ADHESIVOS
Lino con preparación alquídica 14 hilos verticales x 18 horizontales cm ²	Lino 100%	Plextol B500® - Klucel G®
	Poliéster Trevira art. ISPRA	BEVA film®

Centrándose la búsqueda en la selección de los materiales de refuerzo y adhesivos, por sus óptimas propiedades y características para este tipo de tratamiento de refuerzo.

Para la realización de las probetas se ha optado por escoger como pintura base una tela comercial fina de lino, imprimada con preparación alquídica de color blanco, con una densidad de 14 hilos verticales x 18 horizontales por cm², adquirida en Art i Clar. Esta tela servirá como soporte "original", sobre la que irán adheridos a solape por su reverso las telas de refuerzo. La elección de una tela imprimada sin película pictórica se debe a una cuestión óptica, en la que se observará con mayor claridad las interferencias y texturas que se pudiesen generar al adherir las bandas de refuerzo. En uno de sus márgenes longitudinales se le ha realizado mediante un patrón, un daño simulando el deterioro irregular de un borde. Todo ello se detalla con mayor precisión en el Apdo. 5.2 de este trabajo.

La selección de los tejidos de refuerzo y los adhesivos ha atendido a dos criterios: su empleo en este tipo de tratamiento en la mayoría de instituciones y talleres en la actualidad, así como los satisfactorios resultados obtenidos en los estudios sobre sus propiedades y en numerosas intervenciones⁵⁸.

En los estudios realizados por Paul Akroyd, Alan Phoenix y Caroline Villers entre los años 1975, 1982 y 2001, se demostró la creciente tendencia al empleo de tejidos y adhesivos sintéticos, frente a los tradicionalmente empleados como la gacha. En su último sondeo, realizado a museos, instituciones y personal autónomo del sector en 2001, los materiales más empleados para el tratamiento específico de bandas perimetrales eran: tejidos de lino (69% de los participantes) y de poliéster (33%), para los adhesivos BEVA 371 o film (89%) y dispersiones acrílicas (19%)⁵⁹. Por ello, la elección de los materiales ha partido de estos cuatro, dejando otras opciones para futuras investigaciones.

5.1.1. TEJIDOS DE REFUERZO

Según G. Hedley algunas de las características idóneas para el material de refuerzo son⁶⁰:

- Durabilidad y resistencia a los contaminantes atmosféricos y a las radiaciones
- Rigidez y resistencia a la deformación
- Isotropía y buena recuperación elástica
- Resistencia a la fricción y al estrés de la relajación
- Baja higroscopicidad, y una mínima respuesta frente a la humedad
- Buenas propiedades de adherencia frente a los adhesivos de refuerzo
- Propiedades estéticas y de manipulación correcta
- Textura superficial mínima
- Buena adherencia a los adhesivos

• LINO

La tela natural escogida es un tejido de fibras de lino, ya que al ser el soporte textil más empleado en pintura de caballete desde comienzos de esta técnica, su comportamiento y degradación son ya conocidos, además de sus buenas prestaciones y la similitud que presenta con la mayoría de soportes originales antiguos, lo que lo hace idóneo para emplearlo en tratamientos de restauración, como entelados, bordes, parches o injertos.

58 ACKROYD, P. Objetivos a largo plazo de los tratamientos de entelado en pinturas sobre lienzo: ¿Son alcanzables? En: *El soporte textil: comportamiento, deterioro y criterios de intervención* [actas], 2005, p.355 - 357.

59 AKROYD, P. et al., *Op. Cit.*, 2002, p.19.

60 HEDLEY, G. *The stiffness of lining fabrics: theoretical and practical considerations*, 1981. En: YOUNG, C. *Op. Cit.* 1999, p.84

Comparado con otros tejidos naturales es bastante fuerte, resistente a la rotura y a las deformaciones; y mucho más que cualquier otro estrato de una pintura, por lo que si la obra es sometida a alguna tensión o fuerza los estratos superiores se agrietarán antes que el soporte textil rasgue, siempre y cuando el lino se encuentre en buenas condiciones⁶¹, lo que asegura mayor durabilidad, resistencia y estabilidad a las pinturas.

En comparación con materiales sintéticos, su degradación es más rápida y su comportamiento más reactivo frente a agentes ambientales, esto se debe a que la cantidad de grupos polares en las regiones amorfas de las fibras celulósicas es mayor a la de las sintéticas⁶², por lo que su porcentaje de absorción de agua es mayor. Cuando esto ocurre los hilos del tejido se hinchan, aumentan su volumen y ondulación, el entramado se aprieta y el soporte se vuelve más rígido⁶³.

Cuando el lino actúa como soporte de los diferentes estratos que componen una pintura lo ideal es que éste sea fuerte y rígido, ya sea empleado como soporte para el artista o en tratamientos de entelado. Sin embargo, los bandas perimetrales no soportan el peso de los estratos, si no la tensión y fricción con las aristas del bastidor, por lo que no requiere las mismas propiedades mecánicas, deberá ser fuerte, resistente y flexible.⁶⁴ Para evitar que las variaciones ambientales afecten al tejido de refuerzo, y éste a su vez interfiera con los estratos originales, se recubre o impermeabiliza la zona que va a estar en contacto con la obra.

El lino escogido presenta las siguientes características:

Tabla 2. Información tejido de refuerzo de lino

Artículo	Lino Belga 100% fino
Tejido	Tafetán
Densidad	13 hilos urdimbre x 17 hilos trama cm ²
Proveedor	Agar Agar

Sus hilos de trama tienen un grosor irregular y más fino que los de urdimbre⁶⁵, por lo que serán éstos los que se empleen para los flecos (Fig.31).

61 MECKLENBURG, M. La estructura de la pintura sobre lienzo. En: *El soporte textil: comportamiento, deterioro y criterios de intervención* [actas], 2005, p. 329.

62 YOUNG, C., JARDINE, S. *Fabrics for the twenty-first century: As artist canvas and for the structural reinforcement of easel paintings on canvas*, 2012, p.239 .

63 MECKLENBURG, M. *Op. Cit.*, 2005, p.133.

64 YOUNG, C. *Towards a better understanding of the physical properties of lining materials for paintings: interim results*, 1999, pp. 89-90.

65 Se ha podido discernir entre los hilos de trama y urdimbre debido a la presencia de orillo.



Fig. 31. Detalle entramado tela de lino. Microscopio USB Jiusion, x80.

• POLIÉSTER

Las telas de poliéster comenzaron a producirse y emplearse a partir de los años 50. Con características similares a las del lino, presenta además buena resistencia a la abrasión, baja o nula reactividad frente a variaciones termo-higrométricas; pero con la flexibilidad suficiente para amoldarse a los movimientos de las telas originales.⁶⁶

En general los tejidos sintéticos poseen menor cantidad de grupos polares en sus regiones amorfas en comparación con los tejidos naturales, por lo que su absorción de humedad es menor. Sin embargo, a diferencia de las telas naturales, las cuales tienden a absorber humedad y a intentar encogerse aumentando la tensión, las telas sintéticas tienden a perder tensión, y no siempre la recuperan.⁶⁷

Se componen de fibras largas y continuas. Al ser producciones industriales se consiguen hilos y tejidos regulares en grosor y densidad. Aunque presenta buena adhesividad frente a multitud de materiales su baja absorción de agua (0,5%)⁶⁸ hace a estos tejidos más afines a adhesivos en base disolvente o termoplásticos. Un inconveniente asociado a su hidrofobia es su capacidad de cargarse eléctricamente, por lo que atrae en mayor medida al polvo.

El tejido empleado para el estudio ha sido Trevira art. ISPRa Lino, tela 100% poliéster, tejido tafetán de una densidad de 15x15 hilos por cm² y de color marrón, simulando al lino, adquirido en CTS (Fig.32). Presenta una notable estabilidad dimensional y una elevada resistencia a la luz, humedad y tracción. Su alta resistencia a la abrasión la hace idónea para el proceso de bandas perimetrales, puesto que éstas se encuentran en continua tensión y fricción con las aristas del bastidor.

⁶⁶ VILLARQUIDE, A. *Op. Cit.*, 2005, p. 322.

⁶⁷ YOUNG, C., JARDINE, S. *Op. Cit.*, p.241.

⁶⁸ VILLARQUIDE, A., *Op.Cit.*, 2005, p. 504.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: ⁶⁹

Tabla 3. Información tejido poliéster

Artículo	Tela ISPRA
Color	Marrón (426)
Gramaje (g/m ²)	130
Densidad	15 x 15 cm ²
Proveedor	CTS

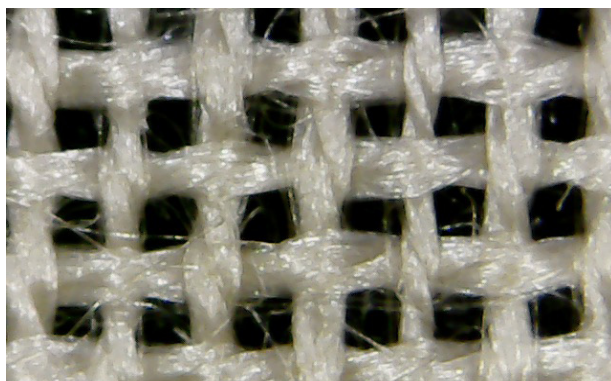


Fig. 32. Detalle entramado poliéster Trevira art. ISPRA. Microscopio USB Jiusion, x80

Hay que tener en cuenta que , tanto las propiedades del lino como las del poliéster se modificarán en el momento en el que se les apliquen tratamientos y adhesivos, como la impermeabilización y el adhesivo de unión.

5.1.2. ADHESIVOS

Uno de los puntos clave, por no decir el más importante para una buena intervención de refuerzo es la elección del adhesivo, ya que es precisamente éste el que soporta la mayoría de la tensión una vez la pintura es colocada en su bastidor y en vertical.

En un tratamiento de bordes el adhesivo jugará un papel esencial en las vibraciones mecánicas de la obra. Por una parte, la fuerza cohesiva para mantener unidas las dos telas (original y refuerzo), la fuerza de cizalla a la que va a estar continuamente sometida por la tensión del bastidor, las distintas variaciones dimensionales de ambas telas y por último el peso de la pintura⁷⁰.

Los adhesivos analizados en esta investigación son de origen sintético y poseen una gran fuerza adhesiva. Generalmente a la hora de adherir entran en juego tres parámetros: humedad, temperatura y presión. En este caso, con los adhesivos seleccionados se descarta uno de los parámetros, dejando la presión como constante para asegurar la adhesión.

⁶⁹ Catálogo CTS 2016 p. 71 [Consulta: 2018/05/13] Disponible en: <https://www.ctseurope.com/es/catalogo.php>

⁷⁰ ROCHE, A. *Comportement de l'adhesif dans le doublage. Etude d'un doublage a froid*, 1989, p.18

- **PLEXTOL B500®**

Resina acrílica pura termoplástica en dispersión acusa de media viscosidad. El Plectol B 500® se caracteriza por su óptima resistencia a los agentes atmosféricos y su estabilidad química. Una vez curada crea películas transparentes muy flexibles y resistentes; solubles en disolventes aromáticos, cetonas y ésteres. Su empleo y aplicación suele implicar aporte de humedad, en el caso de adherirse en mordiente, sin embargo también puede emplearse mediante regeneración, con alcohol bencílico, minimizando los niveles de humedad.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS ⁷¹:

Tabla 4. Información Plectol B500®

Plectol B500®	Resina acrílica
Aspecto	Líquido lechoso blanco
Residuo seco	50 ± 1%
Viscosidad	1100 - 4500 mPas a 20°C
pH	9,5

Para este tratamiento se busca que se mantenga como estrato de unión entre ambos soportes formando un film. El uso de un espesante, en este caso un éter de celulosa (hidroxipropilcelulosa) le confiere cierto cuerpo, evitando así que penetre o migre hasta la superficie de la película pictórica modificándola a nivel químico, mecánico y estético⁷².

- **KLUCEL G®**

Hidroxipropilcelulosa no iónica soluble en agua y en la mayor parte de disolventes orgánicos polares, insoluble en muchos disolventes orgánicos apolares, compatible con las gomas naturales, los almidones y las emulsiones acrílicas y vinílicas. No contiene plastificantes y es reversible en agua después del secado. Es empleado para diversos tratamientos como el fijado de pinturas, protecciones y sobre todo como adhesivo para materiales de papel. Se puede utilizar también como condensante para preparar gel a base de alcohol e hidroalcohólicos, en concentraciones del 3 - 5%, y debido a su viscosidad como espesante de otros adhesivos.⁷³

⁷¹ Catálogo CTS 2016. p. 19 [Consulta: 2018/05/13] Disponible en: <https://www.ctseurope.com/es/catalogo.php>

⁷² MARTÍN, S. *Op. Cit.*, 2010, pp. 134 - 142

⁷³ Productos de Conservación y Restauración, 2018. [Consulta: 2018/05/04] Disponible en: <https://conservacionyrestauracion.cl/adhesivos/142-klucel-g.html>

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS⁷⁴:Tabla 5. Información Klucel G[®]

Klucel G [®]	Hidroxipropilcelulosa
Aspecto	Polvo blanco
Viscosidad	150 - 400 mPas (2% en agua a 25°C)
pH	5 - 8 (2% en agua)

La mezcla se ha preparado en proporción (2:1) Plextol B500[®] - Klucel G[®] (hidratado al 90% en agua)

Esta mezcla ha sido testada y empleada en diversas intervenciones, como la realizada para los tratamientos de entelado de las pinturas de gran formato de la Galeria Daurada del Palau Ducal de Gandía. La elección de estos materiales atiende a cuestiones de viscosidad y humectación, baja toxicidad, grado de unión y resistencia mecánica⁷⁵.

- **BEVA Original Formula 371 film[®]**

El adhesivo Beva[®] 371 (Berger etileno vinil acetato) es un producto a base de etilvinilacetato, parafina, resina cetónica, al 40% de contenido sólido en disolventes alifáticos y aromáticos. Presenta un alto grado de flexibilidad y estabilidad en su envejecimiento⁷⁶. Es de los más empleados para tratamientos de entelado o refuerzos puntuales debido a su fácil regeneración mediante calor, además de no aportar humedad a la obra. Su aplicación puede ser mediante impregnación, disolviendo el adhesivo en White Spirit o ligroína (60% - 40%) y regenerándolo a una temperatura de 64-65 °C, o utilizándolo en film.

Una capa fina y homogénea constituida por puro Gustav Berger's O.F.[®]371, y exenta de disolventes. Colocada entre un papel blanco siliconado y una hoja de film poliéster siliconado que hace que el acoplamiento film-soporte sea completamente transparente; esto permite cortar con precisión y con cualquier plantilla el film para aplicarlo de forma precisa donde se necesite. No tiene ninguna capacidad adhesiva hasta la activación con calor (64 - 65 °C) o apropiados disolventes, con los cuales es también reversible⁷⁷. En este caso, debido a su fácil y rápida aplicación y nula toxicidad se ha optado por éste último.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS⁷⁸:Tabla 6. Información BEVA film[®]

BEVA O.F. 371 film	Copolímero etil vinil acetato
Aspecto	Film
Punto de fusión	68 °C
Punto de inflamabilidad	<21°C

74 Catálogo CTS 2016. p. 26 [Consulta: 2018/05/13] Disponible en: <https://www.ctseurope.com/es/catalogo.php>

75 MARTÍN, S. *Op. Cit.*, 2010, pp. 134 - 142

76 DOWN, J. *The evaluation of selected poly(vinyl acetate) and acrylic adhesives: A final research update*, p.43.

77 Catálogo CTS 2016, p. 68. [Consulta: 2018/05/13] Disponible en: <https://www.ctseurope.com/es/catalogo.php>

78 Catálogo CTS 2016. p. 68 [Consulta: 2018/05/13] Disponible en: <https://www.ctseurope.com/es/catalogo.php>

5.2. SISTEMAS DE BORDES DE REFUERZO TESTADOS

Tras la recopilación bibliográfica sobre los diversos métodos de preparación y adhesión de los bordes se ha optado por tres diseños de la intervención perimetral, dos de ellos los más empleados actualmente, y el tercero un nuevo sistema al que le se ha denominado borde injerto, siendo un tratamiento novedoso, que se testa por primera vez en un estudio de estas características.

Tabla 7. Explicación borde tradicional (bt)

Borde Tradicional (bt)	
Se ha llamado borde tradicional al más empleado hasta la fecha y el más explicado en manuales de restauración. Consiste en adherir al rededor de unos 3 - 4 cm del tejido a la obra, sin que llegue a sobresalir del ancho del bastidor, y deflechar el extremo en contacto con la obra unos 5 mm. En este estudio la zona tejida adherida en la probeta es de 3 cm y 0,5 cm el fleco.	
Diagrama	
<p>0,5 cm</p> <p>3 cm</p>	<p>Flecos</p> <p>Tejido adherido</p> <p>Borde</p>
Fig. 33. Diagrama diseño borde tradicional	
Imágenes	



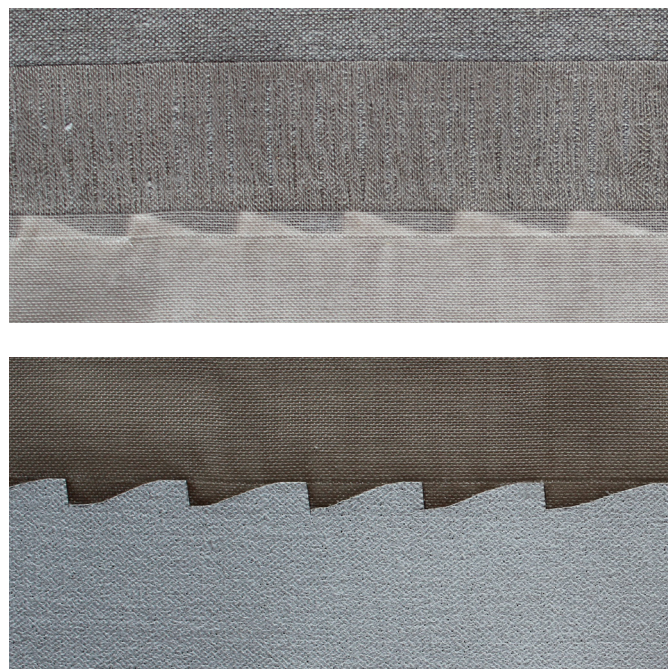
Figs. 34 y 35. Anverso y reverso de disposición de un borde tradicional, en una obra con sus márgenes dañados

Tabla 8. Explicación borde flecos (bf)

Borde Flecos (bf)	
Al contrario que el tradicional, el largo del fleco es de 3 cm y 0,5 cm el tejido adherido. El área o densidad de tejido en contacto con la obra es menor que en el anterior, ya que se elimina una de las direcciones del entramado del tejido. Los milímetros de tejido finales aportan un refuerzo extra en la adhesión y en las zonas irregulares que presentan los bordes de la obra.	
Diagrama	
	<p>Flecos</p> <p>Tejido adherido</p> <p>Borde</p>

Fig. 36. Diagrama diseño borde flecos

Imágenes



Figs. 37 y 38. Anverso y reverso de disposición de un borde de flecos, en una obra con sus márgenes dañados

Tabla 9. Explicación borde injerto (bi)

<p>Borde Injerto (bi)</p>
<p>Modelo innovador para este tratamiento, ha sido extraído de la idea del injerto a patrón y a nivel que se realiza en tratamientos puntuales de faltante de soporte. En el extremo de la banda en contacto con la obra se transfiere la forma del borde del lienzo, haciéndolo coincidir lo máximo posible para que ajuste a la perfección. Los flecos, de 3 cm, se colocan alternando uno por arriba (anverso) y otro por debajo (reverso) de la obra. El tejido de la banda queda al mismo nivel que la tela original rellenando a manera de injerto los faltantes o irregularidades del perímetro. Una vez a nivel y adheridos los flecos del reverso, los del anverso son cortado al ras.</p>
<p>Diagrama</p>
<p>3 cm</p> <p>Flecos</p> <p>Borde</p> <p> Tela original Capas pictóricas Tela de refuerzo Línea de corte Adhesivo </p> <p>Figs. 39 y 40. Diagramas borde injerto</p>
<p>Imágenes</p>
<p>Figs. 41 y 42. Anverso y reverso de disposición de borde injerto, en una obra con sus márgenes dañados</p>

5.3. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Con los materiales y los diseños de los refuerzos ya seleccionados se estableció una nomenclatura para diferenciarlos y referenciarlos fácilmente durante la investigación. La primera letra en mayúscula determina el tipo de tejido de refuerzo, siendo (L) lino y (T) poliéster Trevira art. ISPRA®. La segunda letra también mayúscula estipula el adhesivo empleado, (P) la mezcla adhesiva Plectol B500® - Klucel G® y (B) BEVA film. Por último, las dos últimas siglas en minúsculas el tipo de borde, (bt) borde tradicional, (bf) borde de flecos y (bi) borde injerto.

Tabla 11. Nomenclaturas de los materiales

Tejido de refuerzo	Adhesivo	Sistema de borde
Lino (L)	Plectol B500® - Klucel G® (P)	Borde tradicional (bt)
		Borde flecos (bf)
Poliéster Trevira art. ISPRA (T)	BEVA film® (B)	Borde injerto (bi)

Para garantizar unos resultados fiables y reproducibles se estableció un protocolo de trabajo en la realización de las probetas, para lograr la trazabilidad de la investigación en el procedimiento de medición⁷⁹. La elaboración de las probetas se realizó en el taller de CR del Instituto de Restauración del Patrimonio, bajo unas condiciones ambientales de 25 °C ±2 y 55% de HR.

Como muestra patrón de símil de obra, se empleó una tela de lino imprimada comercialmente cuyas características se han descrito en el apartado 5.1. Se desestimó el empleo de un lienzo con policromía, con el fin de poder distinguir de forma visual más sencilla y rápida los posibles daños en el anverso, derivados de la migración de adhesivo, o marcas por interferencia de texturas. Dejando la opción de emplear telas pintadas con diferentes técnicas pictóricas, para estudios futuros.

Para emular la casuística propia de una obra con bordes deteriorados o irregulares se recortó uno de los extremos longitudinales de la tela de preparación comercial, reproduciendo un patrón regular en forma de ondulación (Fig. 43). De esta forma se simuló uno de los deterioros habituales en tipologías pictóricas con soporte textil. Para ello, se realizó un patrón que permitió la trazabilidad de las muestras, con el fin de que todas tuviesen exactamente el mismo tipo de daño, en cuanto a dimensión y forma.

⁷⁹ Definida en la Norma ISO 9001:2015 (*Quality management systems - Requirements*) determina los requisitos para un Sistema de Gestión de Calidad. Es definida como la propiedad del resultado de una medida o del valor de un estándar donde éste pueda estar relacionado con referencias especificadas, usualmente estándares nacionales o internacionales, a través de una cadena continua de comparaciones todas con incertidumbres especificadas. Es decir, que las probetas han sido realizadas de manera sistemática, siguiendo la misma metodología en todas para garantizar unos resultados estándares. El preestablecimiento de los procedimientos garantiza la calidad del ensayo.



Fig. 43. Detalle del patrón del mordido. Reverso del tejido de lino imprimado

En el caso de las bandas de lino fueron lavadas para fatigarlas y eliminarles el apresto, y secadas a la sombra. Ambas telas han sido planchadas y se ha impermeabilizado la zona que va a estar en contacto con la obra⁸⁰, oscilando entre 3,5 - 4 cm de zona de adhesión dependiendo de las probetas. Aquellas a las que se sometió al ensayo de pelado en T se les añadió 0,5 cm más, que fue lo que se despegó para ser la zona de sujeción a la mordaza.

Para homogeneizar el proceso de preparación de muestras, se realizaron adhesiones a solape a modo de bandas (32 cm de largo x 11,5 cm de ancho), que después fueron cortadas, obteniendo de cada uno de estos laminados entre 10 y 12 probetas de 2,5 cm de ancho⁸¹. Estas uniones, se realizaron reproduciendo los tres métodos de refuerzo seleccionados: borde tradicional (bt), borde mediante flecos (bf) y el denominado en esta investigación borde injerto (bi), siendo la aportación más novedosa de este estudio.

A continuación se muestra de forma general los materiales testados y los ensayos realizados:

Tabla 10. Esquema de materiales y ensayos a realizar en la investigación

Probetas / ensayos	Tipos de intervenciones	Ensayos de laboratorio	Tejidos	Mezclas adhesivas
	Borde tradicional (bt)	Cizalla	Poliéster Trevira art. ISPRA (T)	Plextol B500® + Klucel G® (90g/L) (2:1) (P)
	Borde flecos (bf)		Lino (L)	BEVA film® (B)
	Borde injerto (bi)	Pelado		

⁸⁰ Para ello se empleó una mezcla adhesiva de 2 capas; 1 vol. Plextol B500 (1:2 en agua) + 1 vol. Klucel G (30g/L). La impermeabilización cumple diversas funciones en este caso, la protección frente a agentes exteriores como la humedad, cerrar el entramado para sustentar en mayor medida el adhesivo y aportarle cierta rigidez y adhesión a los hilos para que a la hora de desflecarse el entramado del tejido siga ordenado y regular.

⁸¹ Atendiendo a la normativa de calidad vigente en las Normas UNE-EN 1465:2009 e e ISO 11339:2010

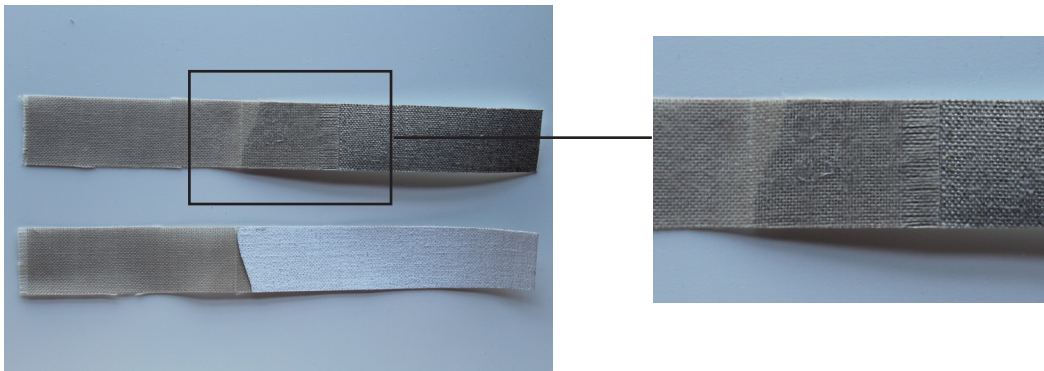


Fig.44 Probetas borde tradicional. Reverso y anverso

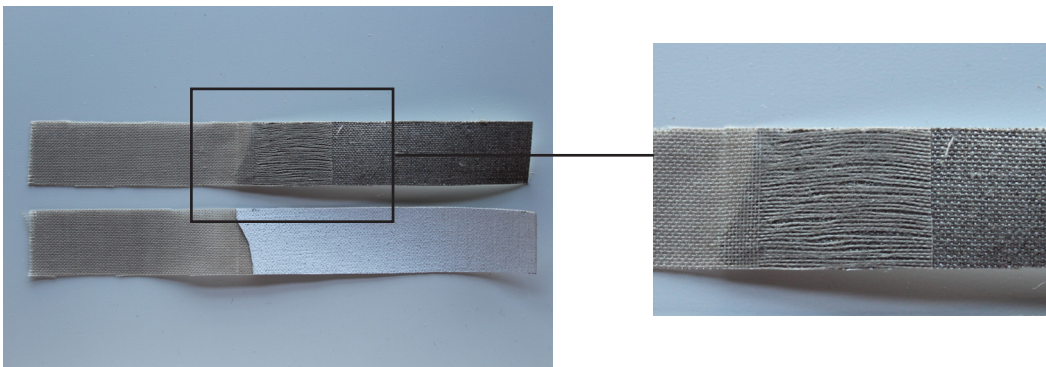


Fig.45 Probetas borde flecos. Reverso y anverso

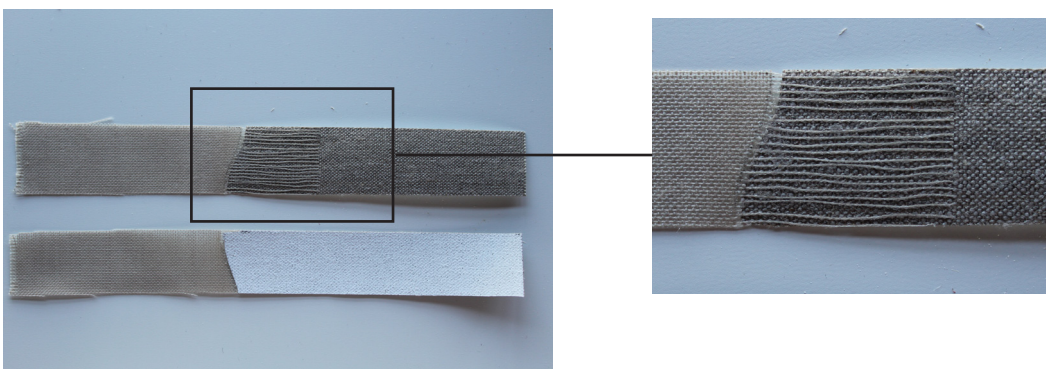


Fig.46. Probetas borde injerto. Anverso y reverso

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL ADHESIVO

Una vez preparados los materiales de refuerzo, se procedió a la adhesión a solape entre ambos tejidos. Las uniones mediante el adhesivo BEVA film[®], se realizaron regenerando el adhesivo mediante plancha, interponiendo un film mylar, llegando a los 64 °C y dejado enfriar bajo peso metálico (de 4,5 kg), para su correcta polimerización.

La mezcla adhesiva de Plextol B500[®] - Klucel G[®] se aplicó mediante espátula generando una capa homogénea de 3mm de espesor. Tras esperar unos minutos para la evaporación de parte del agua que

contiene la mixtura, y alcanzar su estado mordiente, se interpuso la tela de refuerzo, aplicando calor controlado ($40^{\circ}\text{C}\pm 5$) y dejando curar la unión bajo peso metálico (de 4,5 k g)⁸².

Debe puntualizarse, que en la tela de preparación comercial seleccionada en este estudio, mostró leves ondulaciones al entrar en contacto con las mezclas adhesivas de Plextol B500® - Klucel G®, si bien, al polimerizar la mezcla adhesiva e ir perdiendo la humedad este movimiento textil se corrigió, volviendo a su planimetría.

Con todas las bandas ya adheridas se procedió a dividir las probetas en tiras de 2,5 cm de ancho, obteniendo un total de 240 muestras de ensayo, de los diferentes materiales y métodos de unión planteados en esta investigación.

5.4. PRUEBAS DE ADHESIÓN: CIZALLA Y PELADO EN 'T'

La resistencia al despegado o rotura de una unión adhesiva puede analizarse mediante ensayos específicos de tracción, de acuerdo a los requerimientos esperados en dicha adhesión⁸³. En este estudio se han llevado a cabo dos ensayos de laboratorio, para valorar la resistencia biaxial para cada diseño de refuerzo de bordes.

Las probetas fueron sometidas en ambos ensayos a esfuerzos de tensión, ejerciendo la fuerza en direcciones opuestas, correspondiendo con las fuerzas que soportaría un borde en el momento del tensado en un bastidor o en el momento de la remoción del tratamiento de refuerzo.

Dichas fuerzas son cizalla y de pelado en 'T', midiendo cada una aspectos determinados de la unión a solape acodada. Para la realización de los ensayos se han seguido los parámetros estipulados en las Normas UNE-EN 1465:2009 (*Determinación de la resistencia a la cizalla por tracción de montajes pegados solapados*) e ISO 11339:2010 (*Ensayo de pelado en 'T' para uniones encoladas flexible sobre flexible*).

Tal y como permite la Asociación Española de Normalización (UNE), algunas de las variables de las normas han sido modificadas y ajustadas a las necesidades de los ensayos de este estudio como por ejemplo, el tamaño de las probetas o las zonas de agarre de la mordaza, con el fin de obtener datos ajustados a nuestras necesidades y objetivos.

⁸² Durante este proceso se fue interponiendo y cambiando TNT cada 20 minutos, para que absorbiesen la humedad del adhesivo, acelerando el secado y evitando la proliferación de microorganismos.

⁸³ MARTÍN, S. *Adhesión y adhesivos en intervención de pintura sobre lienzo*, 2008, p. 85.

Por otro lado, este estudio complementa los ya realizados hasta el momento en materia de resistencia al despegado en uniones solapadas⁸⁴, siendo este el motivo por el que no se ha realizado la regeneración del material adhesivo, con el fin de conocer el dato de adhesión máxima de las uniones de refuerzo realizadas.

El dinamómetro empleado para ambos ensayos ha sido el FORCE GAUGE Tension & compression PCE-FM200⁸⁵, del taller de pintura de caballete del Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València. Las mediciones de todas las probetas se han tomado en unas condiciones ambientales de 25 °C \pm 2 y una humedad relativa de alrededor del 50% \pm 5.



Fig. 47. Dinamómetro empleado para los ensayos

PRUEBAS DE CIZALLA

Con el ensayo de resistencia a la cizalla se estudia el comportamiento de los materiales cuando éstos son sometidos a un esfuerzo de tracción biaxial creciente hasta llegar a su rotura⁸⁶. En este caso, el estudio proporcionará información sobre las características mecánicas y elásticas de la unión a solape de cada diseño de bordes y de los diversos materiales, así como su resistencia a la tracción, la adherencia entre sustratos y la fuerza adhesiva de cada unión⁸⁷. Siendo aspectos muy relevantes en este tipo de intervenciones restaurativas del soporte textil.

La probeta se sujeta a la mordaza por cada uno de sus extremos longitudinales y se ejerce la fuerza en direcciones opuestas a velocidad constante. Según el módulo de elasticidad o de Young, al someter un material elástico a un esfuerzo de tracción éste sufre una deformación proporcional al esfuerzo,

84 MARTÍN, S. *Op. Cit.*, 2003, p. 300

85 Características: Diámetro de la rueda manual 150 mm; placa sobre la base (210 x 128 mm.); peso aproximado 8,8 kg; rango máximo de fuerza 500 N.

86 El ensayo de tracción biaxial es un ensayo mecánico en el cual la probeta es sometida a esfuerzos de tracción en dos ejes opuestos y perpendiculares entre sí. Es utilizado en el campo de investigación y desarrollo, porque con él se pueden ajustar examinar valores de tensión definidos en el punto de cruce de la probeta. SALAS, J.M. *Procesos de Manufactura I. El ensayo de tracción biaxial*, 2018.

87 MARTÍN, S. *Op.Cit.* 2003, p. 315

consistente en el aumento de su longitud y en la contracción de su sección⁸⁸, esta disminución de la sección continuará hasta llegar a la rotura.

Cada una de las muestras se cortó con unas dimensiones de 9 x 2,5 cm, de los cuales 7 cm correspondían a la tela original y 2 cm a la banda de refuerzo. (Fig.48 y 49)

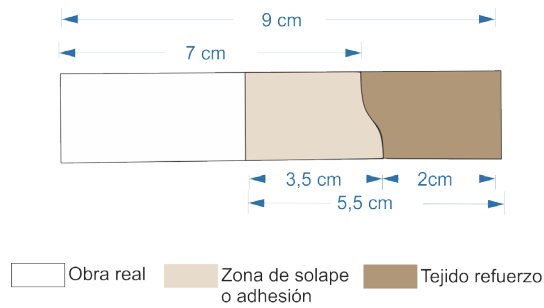


Fig. 48. Diagrama de las medidas de las probetas para el ensayo de cizalla

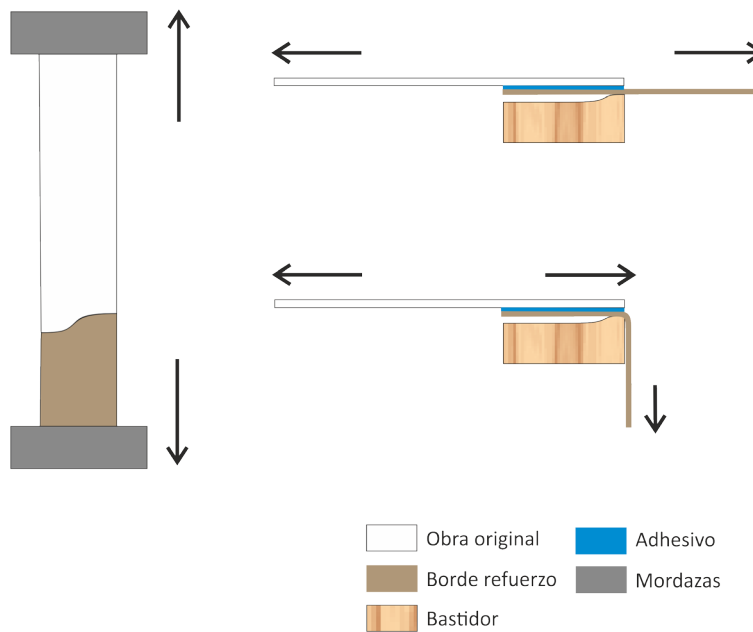


Fig.49. Diagrama fuerzas y agarre en ensayo de resistencia a la cizalla; fuerzas en tensado en bastidor

88 AAVV. *Ingeniería de materiales para industria y construcción*, 2008, pp. 157-158

ENSAYOS DE PELADO EN 'T'

El ensayo de pelado en 'T' mide la fuerza necesaria para separar o despegar dos materiales flexibles adheridos entre sí.⁸⁹ La información que proporcionará será el grado de unión entre la tela original y el tejido de refuerzo hasta su total despegado y por otro lado, la compatibilidad entre las telas y el adhesivo⁹⁰. Estos resultados estarán directamente relacionados con la reversibilidad del tratamiento, dependiendo de la resistencia que oponga al despegado, es conveniente que esta adhesión no sea excesiva, para evitar deterioros en la tela de reverso y disminuir los restos de adhesivo.

En este caso la sujeción de la probeta a las mordazas se ha realizado desde los extremo de tejido original cercano a la unión y la tela de refuerzo. El tamaño de las probetas ha sido de 7 x 2,5 cm, dejando 5 cm de tela original y 2 cm de tejido de refuerzo. Para el agarre del tejido original con la mordaza del dinamómetro se despegaron unos 0,5 cm de la zona del borde irregular. (Fig.50 y 51)

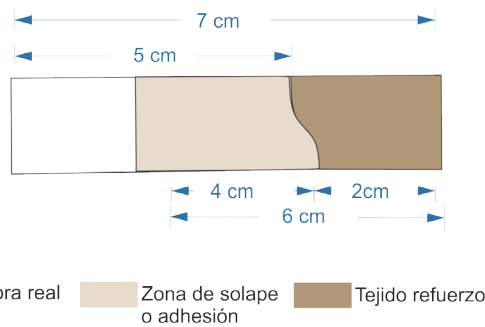


Fig. 50. Diagrama medidas probeta ensayo de pelado

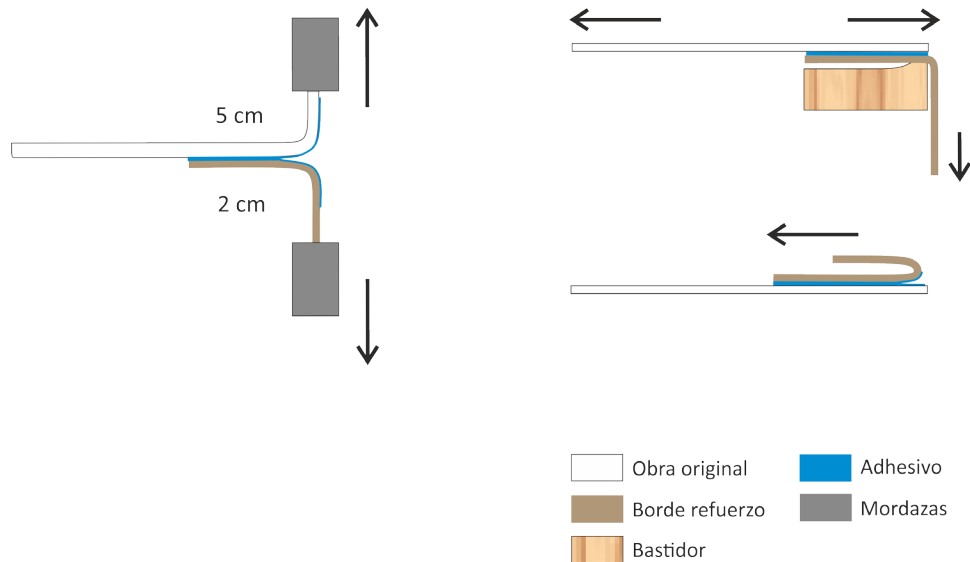


Fig.51 Diagrama fuerzas y agarre en ensayo de pelado en 'T'

89 MARTÍN, S. *Op. Cit.*, 2003,, p. 295

90 Phenix, A. y Hedley, G., *Lining without heat or moisture* 1984, p. 38

5.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se expone la fase de resultados de los ensayos anteriormente explicados.

Se han realizado 3 mediciones de cada tipo de ensayo. En las tablas adjuntas se muestran, la media de los resultados de medición, el valor corregido, así como el coeficiente de variación. Las mediciones de los materiales se realizaron sin realizar la regeneración del adhesivo, con el fin de obtener datos de resistencia a la tracción máxima. No obstante, siguiendo las pautas del Centro Español de Metrología, y estudios realizados con anterioridad, como es el caso de la investigación llevada a cabo por la Dr. Susana Martín en su tesis *Investigación en el campo de las técnicas de reentelado conducente a la obtención de forraciones transparentes en pintura sobre lienzo: historia, materiales y métodos*, de estos mismos adhesivos regenerados, se opta por calcular el valor algebraico de corrección que nos permitiese poder establecer una correlación entre ellos. El parámetro de corrección empleado ha sido (0,75) al tratarse de la mitad de un intervalo de un nivel de confianza repetido.

Dependiendo del tipo de rotura generada en el ensayo se han designado las denominaciones establecidas en la Norma UNE-EN ISO 10365 (*Adhesivos. Designación de los principales modelos de rotura*), donde se denomina fallo cohesivo (CF) a aquella rotura que se genera en la junta adhesiva, mientras que el fallo de sustrato (CSF) se da cuando la rotura tiene lugar en los tejidos. En una pintura sobre tela, el fallo más recomendable o deseable será el fallo cohesivo⁹¹, en el que más de un 50% del adhesivo se mantenga en el refuerzo, quedando la obra original con menor cantidad de restos y sin sufrir la rotura.

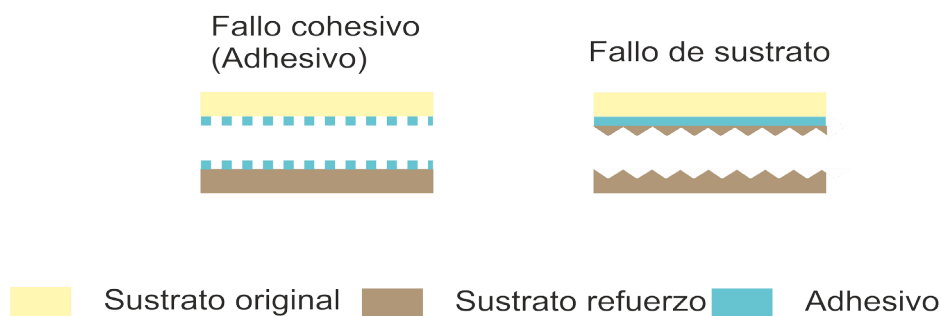


Fig. 52. Diagrama modelos de roturas

<p>Fallo de Sustrato - CSF (Rotura del soporte de refuerzo)</p> <p>Fallo Cohesivo - CF (Rotura en la unión adhesiva)</p>
--

⁹¹ ROBLES, C. *Estudio de las propiedades físico-mecánicas de las uniones adhesivas empleadas en tratamientos puntuales del soporte textil en pintura sobre lienzo*, 2007, p.23

Ensayos de cizalla realizados en las probetas reforzadas mediante tejido de poliéster - Plextol B500®/Klucel G®

Tabla 11. Resultados obtenidos del ensayo experimental mediante cizalla, de las uniones de borde tradicional (bt) mediante tejido poliéster Trevira art. ISPRa y la mezcla adhesiva de Plextol B-500©/ Klucel-G©.

TPbt		
Ensayo	Fuerza máx.	Tipo de fallo
1.	193,60 N	CSF
2.	168,75 N	CSF
3.	189,25 N	CSF
Media	183,86 N	
Media con factor de corrección	139,7 N	
Coef. variac.	0,07	

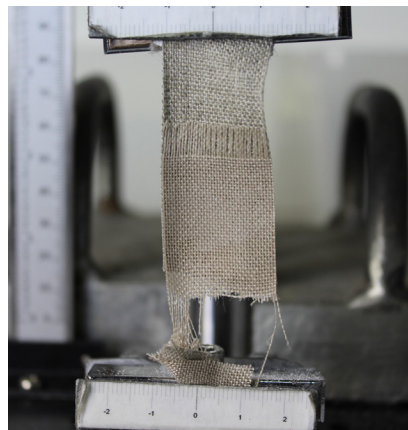


Fig.53. Prueba de cizalla en TPbt

Tabla 12. Resultados obtenidos del ensayo experimental mediante cizalla, de las uniones de borde flecos (bf) mediante tejido poliéster Trevira art. ISPRa y la mezcla adhesiva de Plextol B-500©/ Klucel-G©.

TPbf		
Ensayo	Fuerza máx.	Tipo de fallo
1.	158,55 N	CSF
2.	148,6 N	CSF
3.	142,75 N	CSF
Media	149,96 N	
Media con factor de corrección	112,47 N	
Coef. variac.	0,05	

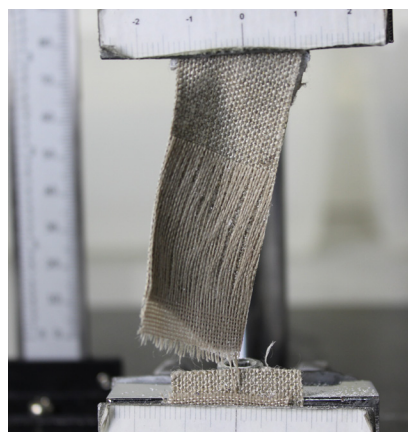


Fig. 54. Prueba de cizalla en TPbf

Tabla 13. Resultados obtenidos del ensayo experimental mediante cizalla, de las uniones de borde injerto (bi) mediante tejido poliéster Trevira art. ISPRa y la mezcla adhesiva de Plextol B-500©/ Klucel-G©.

TPbi		
Ensayo	Fuerza máx.	Tipo de fallo
1.	76,25 N	CSF/CF
2.	76,55 N	CSF/CF
3.	76,4 N	CSF/CF
Media	76,4 N	
Media con factor de corrección	57,3 N	
Coef. variac.	0	

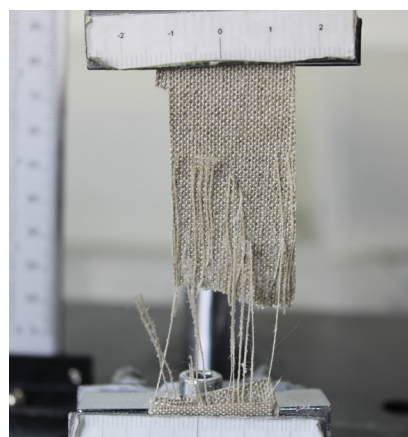


Fig. 55. Prueba de cizalla en TPbi

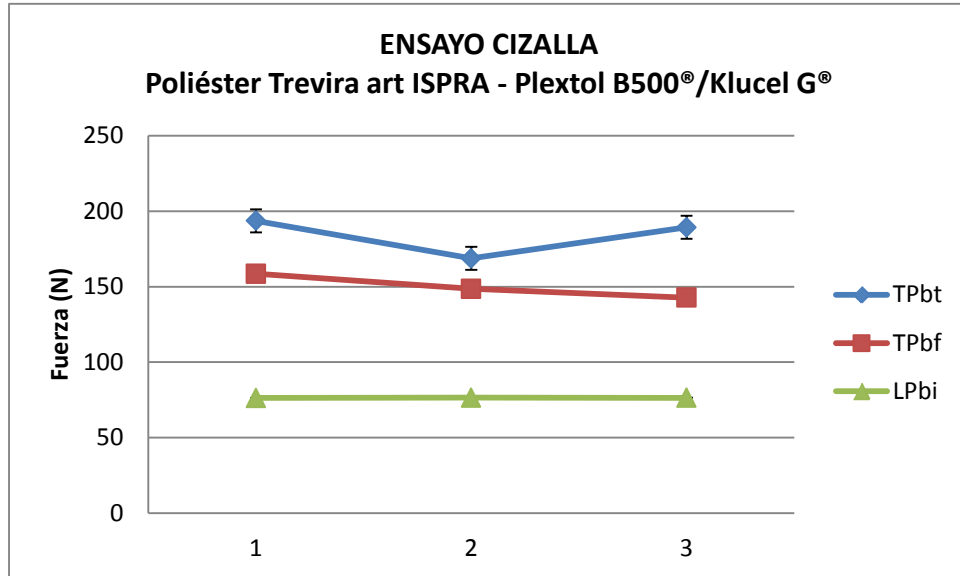


Figura 56. Gráfico donde se puede comprobar la diferencia de resistencia a la rotura, entre los diferentes métodos de bordes analizados realizados mediante los mismos materiales, tejido de poliéster Trevira art ISPRA y la mezcla adhesiva Plextol B500® - Klucler G®

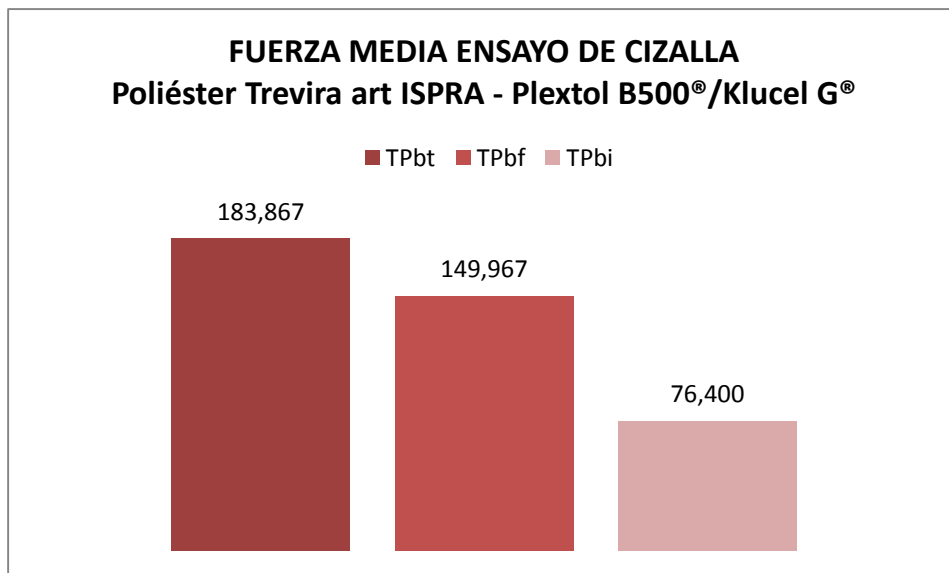


Figura 57. Gráfico donde se puede comprobar la diferencia de media de las fuerzas soportadas entre los diferentes métodos de bordes analizados realizados mediante los mismos materiales.

En los resultados obtenidos en la tela de poliéster y el adhesivo Plextol B500®-Klucler G® se observa que la mayor fuerza soportada antes de la rotura del sustrato de refuerzo ha sido con el método de unión de borde tradicional (bt), soportando una fuerza media de 183,86 N. Todos los materiales han mostrado roturas de sustrato, excepto en el caso de los bordes mediante injerto (bi) que han sido tanto del sustrato como cohesivo, a un 50%-50%. Por lo que entre ambos tipos de intervención, serían los refuerzos perimetrales mediante borde injerto (bi) los más aconsejables en este tipo de pinturas.

Ensayos de cizalla realizados en las probetas reforzadas mediante
tejido de lino - Plextol B500®/Klucel G®

Tabla 14. Resultados obtenidos del ensayo experimental mediante cizalla, de las uniones de borde tradicional (bt) mediante tejido 100% lino y la mezcla adhesiva de Plextol B-500®/ Klucel-G®.

LPbt		
Ensayo	Fuerza máx.	Tipo fallo
1.	172	CSF
2.	152,55	CSF
3.	167,3	CSF
Media	163,95	
Media con factor de corrección	122,9625	
Coef. Variac.	0,06	

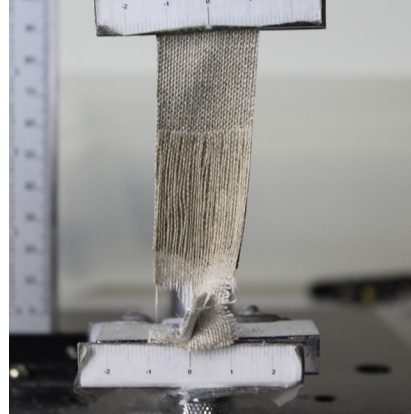


Fig. 58. Prueba de cizalla en LPbf

Tabla 15. Resultados obtenidos del ensayo experimental mediante cizalla, de las uniones de borde fleco (bf) mediante tejido 100% lino y la mezcla adhesiva de Plextol B-500®/ Klucel-G®.

LPbt		
Ensayo	Fuerza máx.	Tipo fallo
1	162,85	CSF
2	185,3	CSF
3.	173,5	CSF
Media	173,88	
Media con factor de corrección	130,41	
Coef. Variac.	0,06	

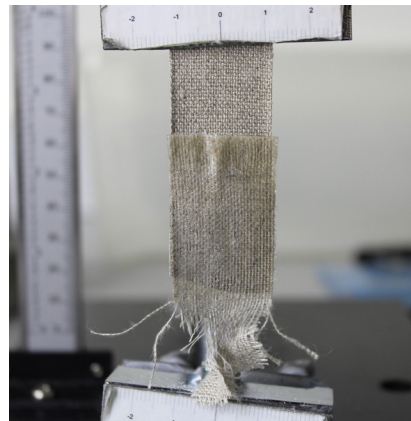


Fig. 59. Prueba de cizalla en LPbt

Tabla 16. Resultados obtenidos del ensayo experimental mediante cizalla, de las uniones de borde injerto (bi) mediante tejido 100% lino y la mezcla adhesiva de Plextol B-500®/ Klucel-G®.

LPbi		
Ensayo	Fuerza máx.	Tipo fallo
1.	118,2	CSF
2.	151,95	CSF
3.	137,85	CSF
Media	136,00	
Media con factor de corrección	102,00	
Coef. Variac.	0,12	

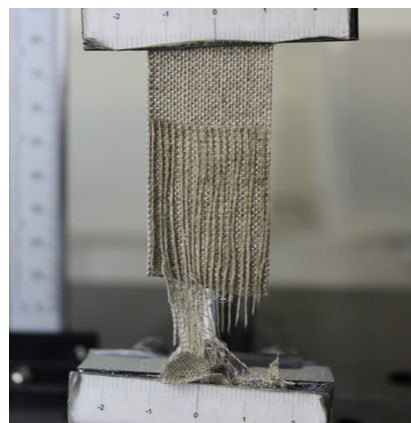


Fig. 60. Prueba de cizalla LPbi

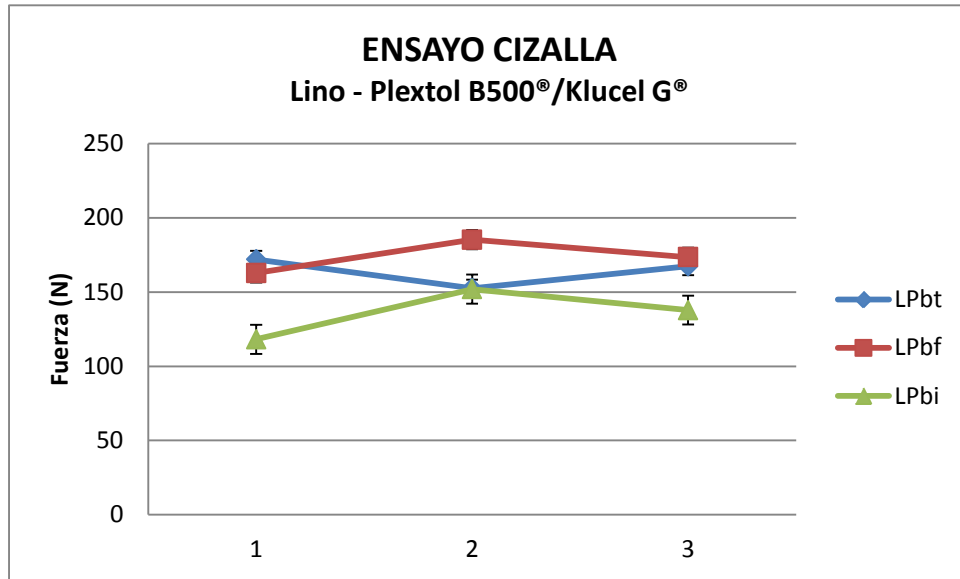


Figura 61. Gráfico donde se puede comprobar la diferencia de resistencia a la rotura, entre los diferentes métodos de bordes analizados realizados mediante los mismos materiales, lino y Plextol B500®-Klucel G®

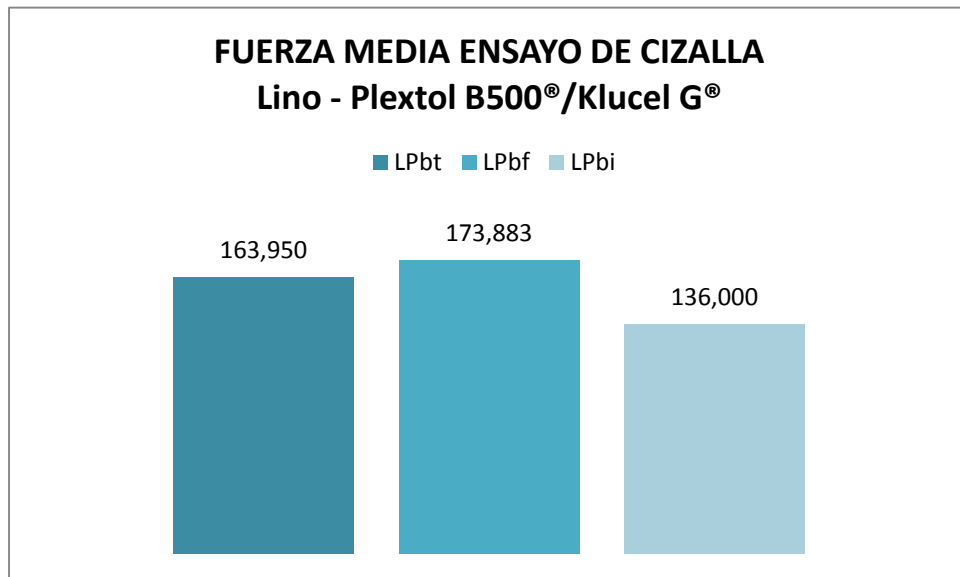


Figura 62. Gráfico donde se puede comprobar la diferencia de media de las fuerzas soportadas entre los diferentes métodos de bordes analizados realizados mediante los mismos materiales.

En los resultados obtenidos en la tela 100% lino y la mezcla adhesiva Plextol B500®-Klucel G® se observa que la mayor fuerza soportada antes de la rotura del sustrato de refuerzo ha sido con el método de unión de borde flecos (bt), soportando una fuerza media de 173,88 N, seguida del borde tradicional (bt) y por último el método de injerto (bi). Todas las roturas registradas han sido fallo del sustrato de refuerzo.

Ensayos de cizalla realizados en las probetas reforzadas mediante
tejido de poliéster - BEVA film®

Tabla 17. Resultados obtenidos del ensayo experimental mediante cizalla, de las uniones de borde tradicional (bt) mediante tejido 100% poliéster Trevira art ISPRA y el adhesivo BEVA film®

TBbt		
Ensayo	Fuerza máx.	Tipo fallo
1.	149,5	CSF
2.	114,7	CSF
3.	97,8	CF
Media	120,67	
Media con factor de corrección	90,50	
Coef. Variac.	0,22	

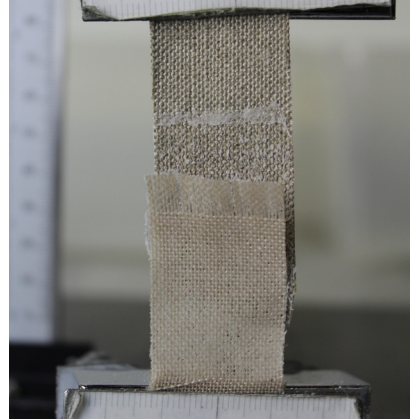


Fig. 63. Prueba de cizalla en TBbt

Tabla 18. Resultados obtenidos del ensayo experimental mediante cizalla, de las uniones de borde fleco (bf) mediante tejido 100% poliéster Trevira art ISPRA y el adhesivo BEVA film®

TBbf		
Ensayo	Fuerza máx.	Tipo fallo
1.	113,4	CSF
2.	168,1	CSF
3.	115,8	CSF
Media	132,43	
Media con factor de corrección	99,33	
Coef. Variac.	0,23	

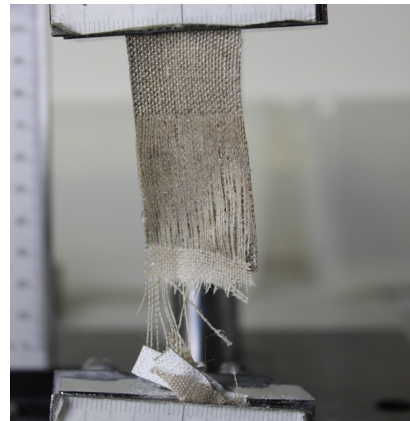


Fig. 64. Prueba de cizalla en TBbf

Tabla 19. Resultados obtenidos del ensayo experimental mediante cizalla, de las uniones de borde injerto (bi) mediante tejido 100% poliéster Trevira art ISPRA y el adhesivo BEVA film®

Tbbi		
Ensayo	Fuerza máx.	Tipo fallo
1.	98,1	CSF
2.	94,55	CSF/CF
3.	92,5	CSF/CF
Media	95,05	
Media con factor de corrección	71,29	
Coef. Variac.	0,03	

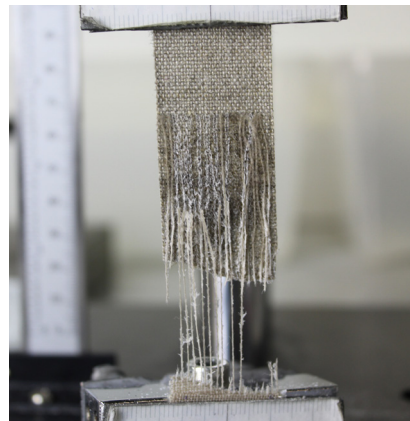


Fig. 65. Prueba de cizalla en Tbbi

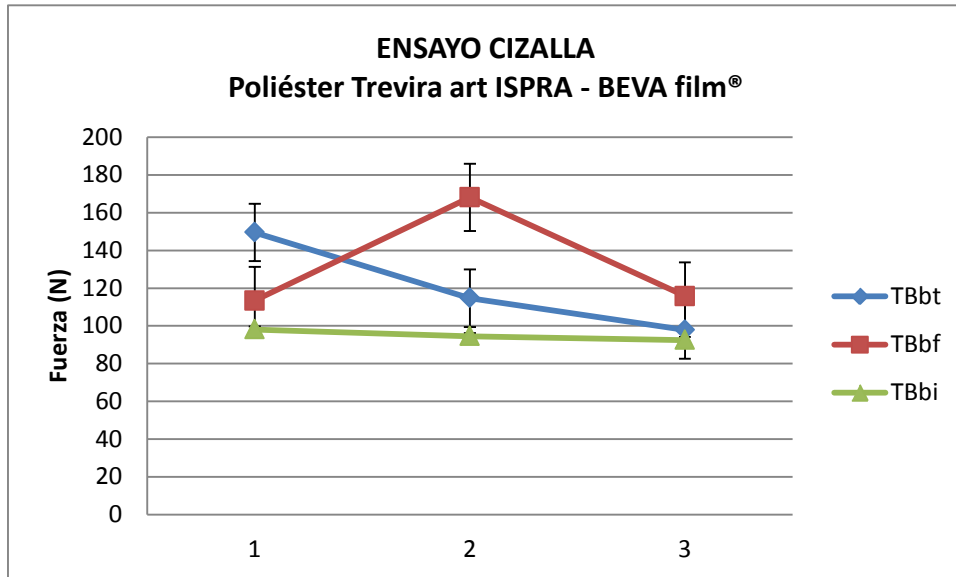


Figura 66. Gráfico donde se puede comprobar la diferencia de resistencia a la rotura, entre los diferentes métodos de bordes analizados realizados mediante los mismos materiales, Poliéster Trevira art ISPRA y BEVA film®

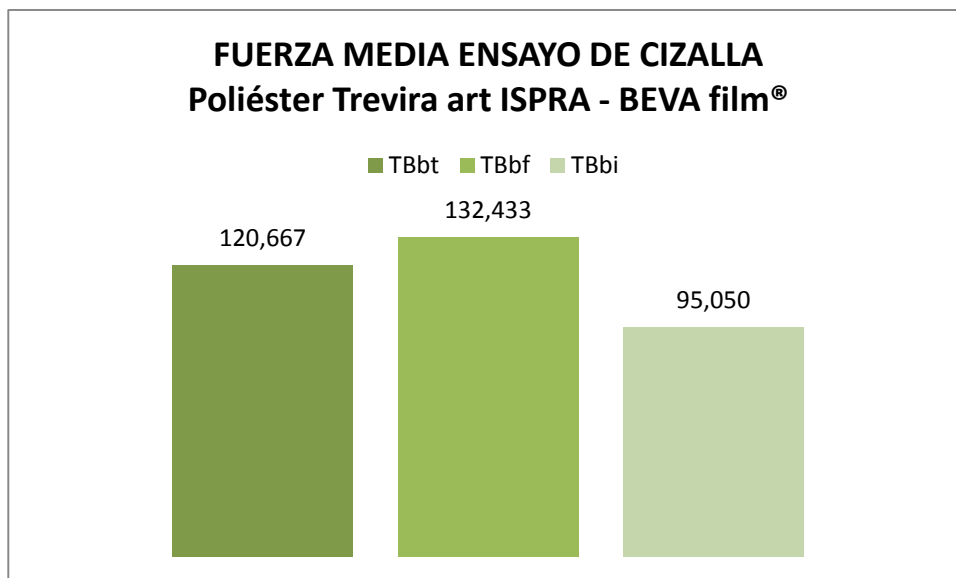


Figura 67. Gráfico donde se puede comprobar la diferencia de media de las fuerzas soportadas entre los diferentes métodos de bordes analizados realizados mediante los mismos materiales, tejido poliéster Trevira art ISPRA y BEVA film®

En los resultados obtenidos en los ensayos de cizalla en los materiales poliéster Trevira art ISPRA y BEVA film® se observa que la mayor resistencia y fuerza soportada ha sido el borde flecos (bf), con una media de 132,43 N. Se han producido fallos de cohesión en probetas del método de borde tradicional (bt) y borde injerto (bi), siendo la de este último al 50%-50%, por lo que de entre los tres refuerzos perimetrales el más aconsejable sería el borde injerto (bi), seguido del borde tradicional (bt).

Ensayos de cizalla realizados en las probetas reforzadas mediante
tejido de lino - BEVA film®

Tabla 20. Resultados obtenidos del ensayo experimental mediante cizalla, de las uniones de borde (bt) tradicional mediante tejido 100% lino y adhesivo BEVA film®

LBbt		
Ensayo	Fuerza máx.	Tipo fallo
1.	102,2	CF
2.	150,95	CSF
3.	183,8	CSF
Media	145,65	
Media con factor de corrección	109,24	
Coef. Variac.	0,28	

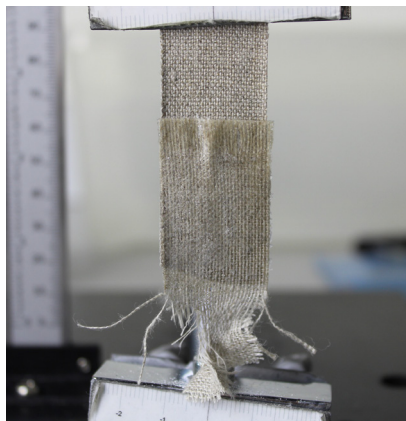


Fig. 68. Prueba de cizalla en LBbt

Tabla 21. Resultados obtenidos del ensayo experimental mediante cizalla, de las uniones de borde fleco (bf) mediante tejido 100% lino y adhesivo BEVA film®

LBbf		
Ensayo	Fuerza máx.	Tipo fallo
1.	158,85	CF
2.	162,25	CSF
3.	152,9	CSF
Media	158,00	
Media con factor de corrección	118,50	
Coef. Variac.	0,03	

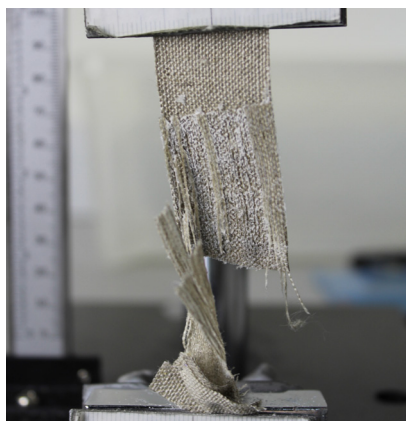


Fig. 69. Prueba de cizalla en LBbf

Tabla 22. Resultados obtenidos del ensayo experimental mediante cizalla, de las uniones de borde injerto (bi) mediante tejido 100% lino y adhesivo BEVA film®

LBbi		
Ensayo	Fuerza máx.	Tipo fallo
1.	182,95	CSF
2.	162,85	CSF
3.	141,2	CSF/CF
Media	162,33	
Media con factor de corrección	121,75	
Coef. Variac.	0,13	

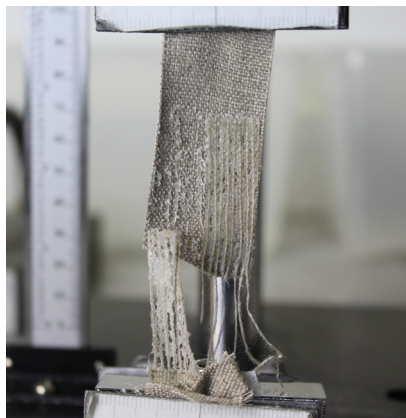


Fig. 70. Prueba de cizalla en LBbi

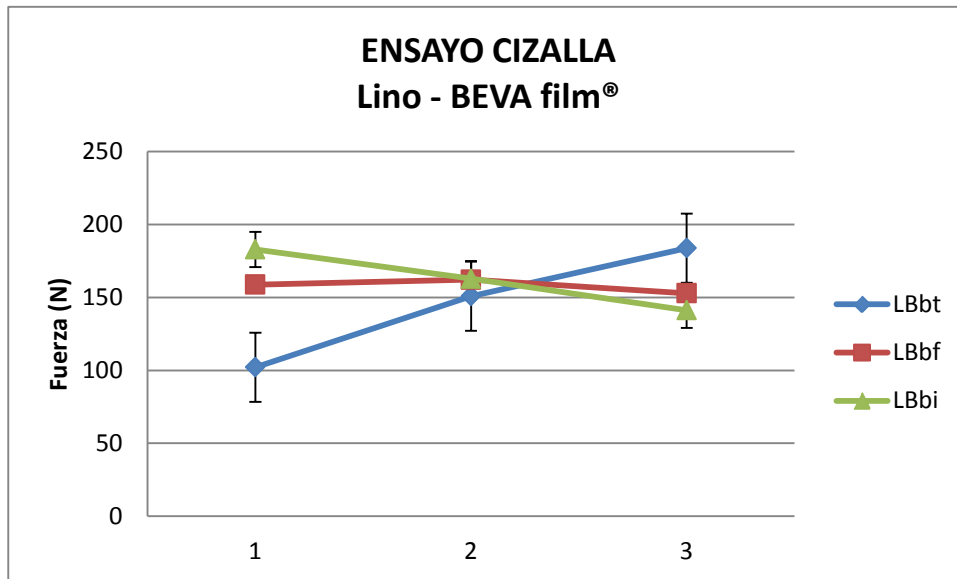


Figura 71. Gráfico donde se puede comprobar la diferencia de resistencia a la rotura, entre los diferentes métodos de bordes analizados realizados mediante los mismos materiales, Poliéster Trevira art ISPRA y BEVA film®

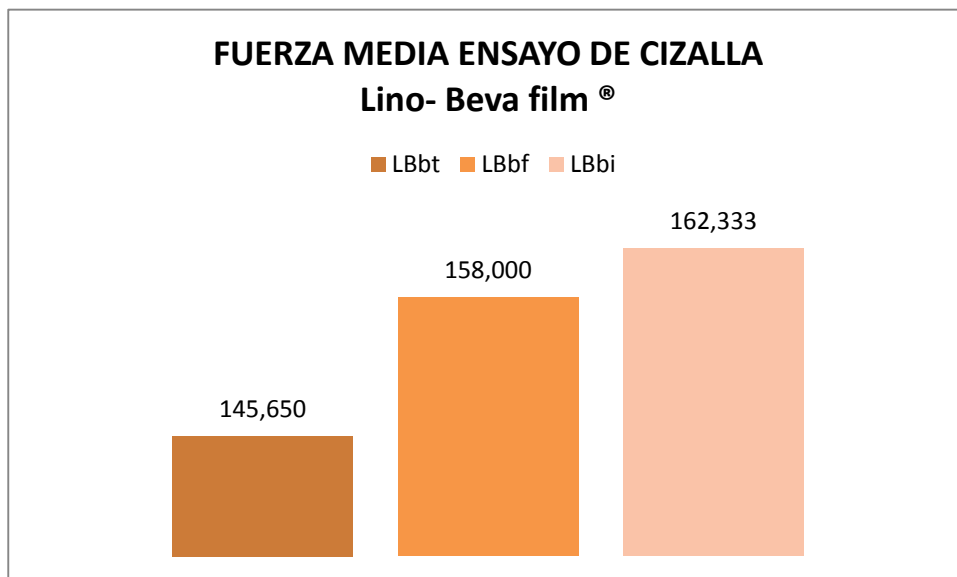


Figura 72. Gráfico donde se puede comprobar la diferencia de media de las fuerzas soportadas entre los diferentes métodos de bordes analizados realizados mediante los mismos materiales, tejido poliéster Trevira art ISPRA y BEVA film®

En los ensayos de cizalla en el tejido de refuerzo de lino y el adhesivo BEVA film® se observa que la mayor fuerza soportada antes de la rotura ha sido del método de borde injerto (bi), alcanzando una media de 162,33 N, obteniendo el borde flecos y el borde tradicional valores inferiores, 158 N y 145 N respectivamente. Los tres métodos de unión han mostrado fallo de sustrato de refuerzo y cohesivo, mostrando en el caso del borde injerto (bi) un fallo cohesivo y de sustrato al 50%-50%.

Ensayos de pelado en 'T' realizados en las probetas reforzadas mediante poliéster-Plextol B500®/Klucel G®

Tabla 23. Resultados obtenidos del ensayo experimental de pelado, de las uniones de borde tradicional (bt) mediante tejido poliéster y mezcla adhesiva Plextol B500®-Klucel G®

TPbt	
Ensayo	Fuerza máx.
1.	14,65
2.	12,4
3.	13,5
Media	13,52
Media con factor de corrección	10,14
Coef. variac.	0,08

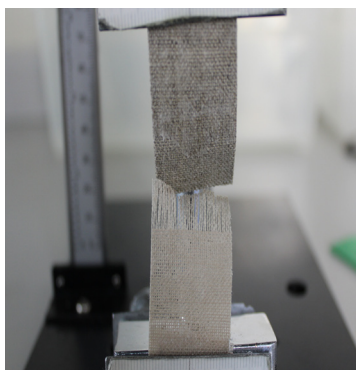


Fig. 73. Prueba de pelado en TPbt

Tabla 24. Resultados obtenidos del ensayo experimental de pelado, de las uniones de borde flecos (bf) mediante tejido poliéster y mezcla adhesiva Plextol B500®-Klucel G®

TPbf	
Ensayo	Fuerza máx.
1.	11,5
2.	10,75
3.	13,15
Media	11,80
Media con factor de corrección	8,85
Coef. variac.	0,1

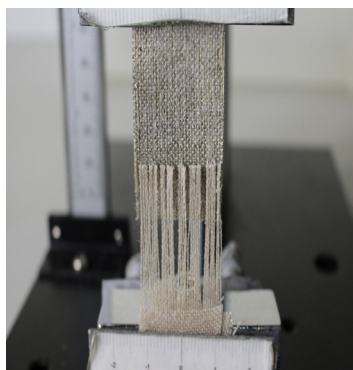


Fig. 74. Prueba de pelado en TPbf

Tabla 25. Resultados obtenidos del ensayo experimental de pelado, de las uniones de borde injerto (bi) mediante tejido poliéster y mezcla adhesiva Plextol B500®-Klucel G®

TPbi	
Ensayo	Fuerza máx.
1.	7,6
2.	5,15
3.	6,75
Media	6,50
Media con factor de corrección	4,88
Coef. variac.	0,19

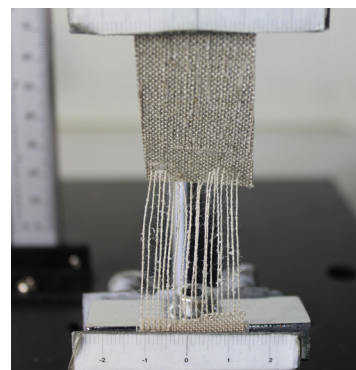


Fig. 75. Prueba de pelado en TPbi

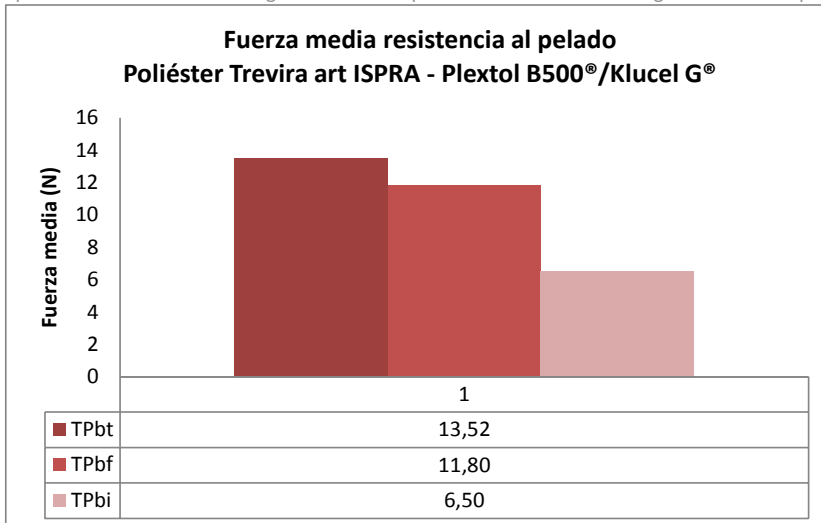


Figura 76. Gráfico donde se puede comprobar la diferencia de media de la resistencia al pelado entre los diferentes métodos de bordes analizados realizados mediante los mismos materiales, tejido poliéster Trevira art ISPRA y Plextol B500®-Klucel G®

En los resultados obtenidos tras los ensayos de pelado en las muestras de poliéster Trevira art ISPRA y la mezcla adhesiva Plextol B500® - Klucel G®, se observa la resistencia media que ha opuesto cada método de unión frente al despegado, siendo la unión de borde tradicional (bt) la más resistente con una media de 13,52 N. De los tres sistemas es el borde injerto el que ha mostrado un valor más bajo, por lo que será recomendable a la hora de eliminar el refuerzo.

Ensayos de pelado en 'T' realizados en las probetas reforzadas mediante lino-Plextol B500®/Klucel G®

Tabla 26. Resultados obtenidos del ensayo experimental de pelado, de las uniones de borde tradicional mediante lino y mezcla adhesiva Plextol B500®-Klucel G®

LPbt	
Ensayo	Fuerza máx.
1.	22,25 N
2.	20,1 N
3.	18,7 N
Media	20,35 N
Media con factor de corrección	15,26 N
Coef. variac.	0,09

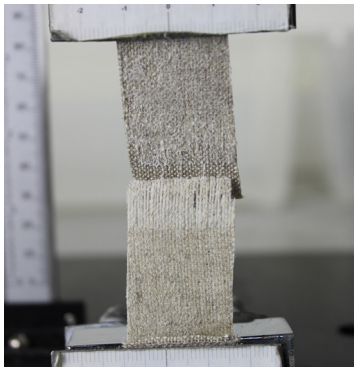


Fig. 77. Prueba de pelado en LPbt

Tabla 27. Resultados obtenidos del ensayo experimental de pelado, de las uniones de borde flecos mediante lino y mezcla adhesiva Plextol B500®-Klucel G®

LPbf	
Ensayo	Fuerza máx.
1.	23,1 N
2.	24,85 N
3.	27,15 N
Media	25,06 N
Media con factor de corrección	18,8 N
Coef. variac.	0,08

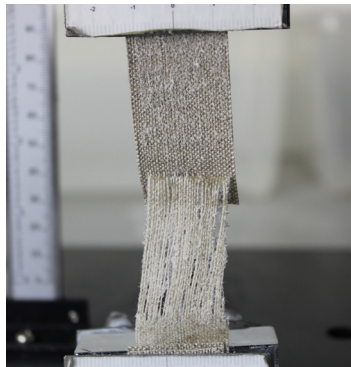


Fig. 78. Prueba de pelado en LPbf

Tabla 28. Resultados obtenidos del ensayo experimental de pelado, de las uniones de borde injerto mediante lino y mezcla adhesiva Plextol B500®-Klucel G®

LPbi	
Ensayo	Fuerza máx.
1.	15,1 N
2.	14,8 N
3.	14,9 N
Media	14,93 N
Media con factor de corrección	11,2 N
Coef. variac.	0,01

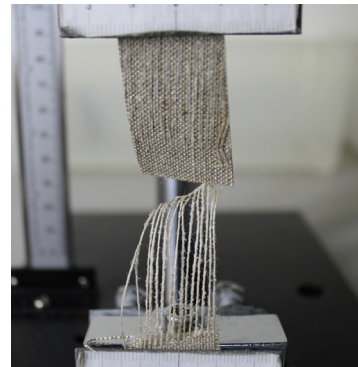


Fig. 79. Prueba de pelado en LPbi

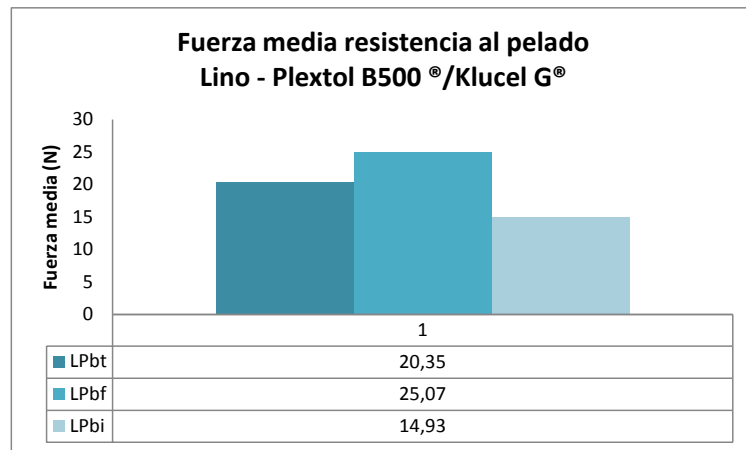


Figura 80. Gráfico donde se puede comprobar la diferencia de media de la resistencia al pelado entre los diferentes métodos de bordes analizados realizados mediante los mismos materiales, tejido 100% lino y Plextol B500®-Klucel G®

Los resultados obtenidos con el tejido de lino y la mezcla adhesiva Plextol B500® - Klucel G® han resultado ser los más elevados, llegando el borde de flecos (bf) a presentar una resistencia media de 25,07 N. Estos métodos serán los que más se opongan al despegue en caso de su remoción, aún teniendo en cuenta que siguen siendo valores bajos y que a la hora de su eliminación no supondrá un inconveniente o alteración a la obra.

Ensayos de pelado en 'T' realizados en las probetas reforzadas mediante poliéster - BEVA film®

Tabla 29. Resultados obtenidos del ensayo experimental de pelado, de las uniones de borde tradicional (bt) mediante poliéster Trevira art ISPRA y BEVA film®

TBbt	
Ensayo	Fuerza máx.
1.	13,6
2.	14,6
3.	12,05
Media	13,42
Media con factor de corrección	10,06
Coef. variac.	0,1

Tabla 30. Resultados obtenidos del ensayo experimental de pelado, de las uniones de borde flecos (bf) mediante poliéster Trevira art ISPRA y BEVA film®

TBbf	
Ensayo	Fuerza máx.
1.	9,2
2.	12,65
3.	14,4
Media	12,08
Media con factor de corrección	9,06
Coef. variac.	0,22

Tabla 31. Resultados obtenidos del ensayo experimental de pelado, de las uniones de borde injerto (bi) mediante poliéster Trevira art ISPRA y BEVA film®

TBbi	
Ensayo	Fuerza máx.
1.	9,4
2.	8,65
3.	8,25
Media	8,77
Media con factor de corrección	6,58
Coef. variac.	0,07

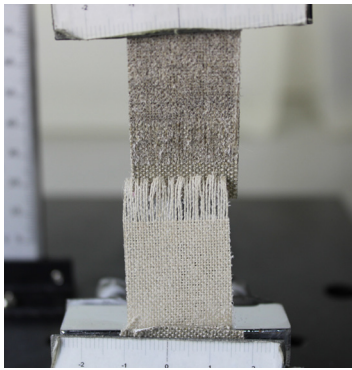


Fig. 81. Prueba de pelado en TBbt

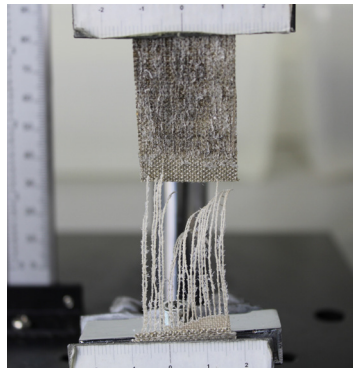


Fig. 82. Prueba de pelado en TBbf

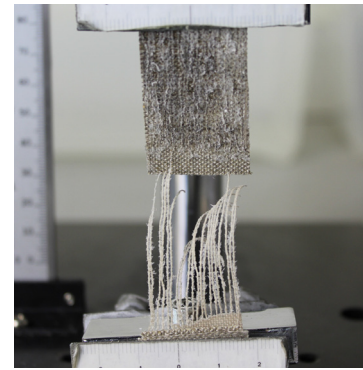


Fig. 83. Prueba de pelado en TBbi

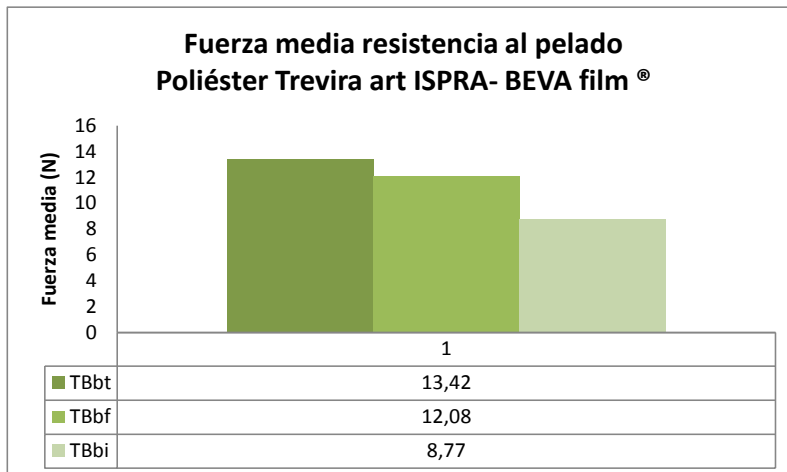


Figura 84. Gráfico donde se puede comprobar la diferencia de media de la resistencia al pelado entre los diferentes métodos de bordes analizados realizados mediante los mismos materiales, tejido poliéster Trevira art ISPRA y adhesivo BEVA film®

En la tela de poliéster Trevira art ISPRA y el adhesivo BEVA film® los resultados obtenidos tras los ensayos de pelado muestran que la unión que mayor oposición y resistencia al despegue presenta es el borde tradicional (bt), con una media de 13,42 N. Por lo que el borde injerto (bi) con una media inferior de 8,77 N presentará menor resistencia y mayor facilidad en su remoción.

Ensayos de pelado en 'T' realizados en las probetas reforzadas mediante lino - BEVA film®

Tabla 32. Resultados obtenidos del ensayo experimental de pelado, de las uniones de borde tradicional (bt) mediante lino y BEVA film®

LBbt	
Ensayo	Fuerza máx.
1.	13,05
2.	12,7
3.	8,6
Media	11,45
Media con factor de corrección	8,59
Coef. variac.	0,22

Tabla 33. Resultados obtenidos del ensayo experimental de pelado, de las uniones de borde flecos (bf) mediante lino y BEVA film®

LBbf	
Ensayo	Fuerza máx.
1.	9,7
2.	10,85
3.	9,95
Media	10,17
Media con factor de corrección	7,63
Coef. variac.	0,06

Tabla 34. Resultados obtenidos del ensayo experimental de pelado, de las uniones de borde injerto (bi) mediante lino y BEVA film®

LBbi	
Ensayo	Fuerza máx.
1.	8,85
2.	8,95
3.	9,05
Media	8,95
Media con factor de corrección	6,71
Coef. variac.	0,01

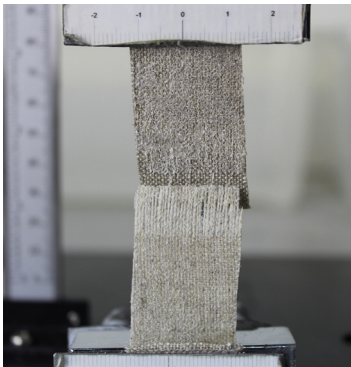


Fig. 85. Prueba de pelado en LBbt

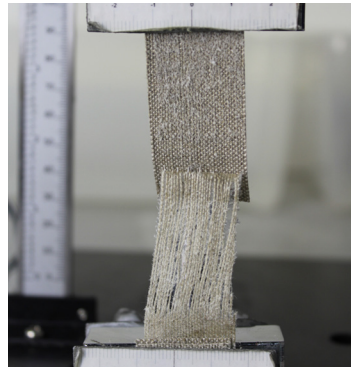


Fig. 86. Prueba de pelado en LBbf

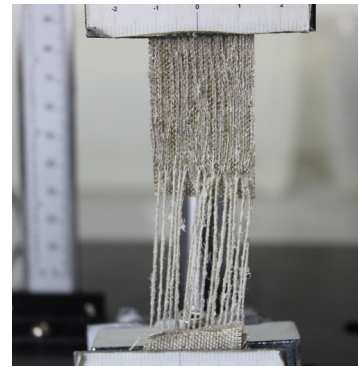


Fig. 87. Prueba de pelado en LBbi

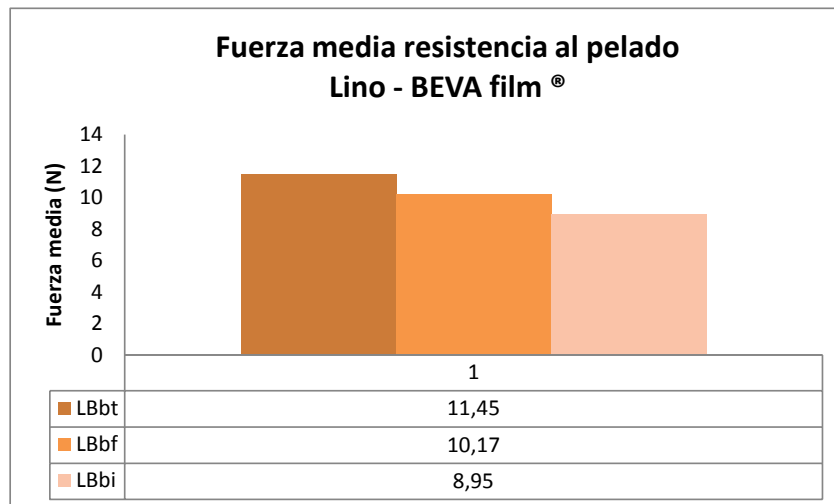


Figura 88. Gráfico donde se puede comprobar la diferencia de media de la resistencia al pelado entre los diferentes métodos de bordes analizados realizados mediante los mismos materiales, tejido lino y el adhesivo BEVA film®

Tras los ensayos de pelado en el refuerzo 100% lino y BEVA film® se ha observado que la media más alta y por consiguiente más resistente al despegado ha sido el borde tradicional (bt), soportando una fuerza de 11,45 N. El valor más bajo lo representa el borde injerto con una media de 8,95 N.

6. CONCLUSIONES

Como conclusiones generales, puede determinarse como la mayoría de manuales de restauración coinciden en los aspectos básicos de la intervención, como la importancia de la correcta elección de los materiales; el tamaño de la zona de solapamiento, cuanto menos mejor, y el rebaje o desflecado de los extremos en contacto con la obra.

- El entelado de bordes como intervención puntual aunque sea empleada actualmente con mayor frecuencia, no se encuentran estudios o innovaciones específicas en su metodología. Sin embargo, sí que existe un gran volumen de investigaciones y estudios en curso, además de los ya publicados, a cerca de los materiales de restauración así como de los materiales componentes de las obras pictóricas, propiedades y comportamientos a ciertos parámetros y entre ellos; información que se relaciona indirectamente con esta o cualquier otra práctica de restauración que implique la adición o modificación de las obras.
- El mayor conocimiento de los tratamientos y técnicas de intervención, los minuciosos estudios previos a las obras sobre sus materiales y comportamientos, así como el poder escoger entre una gran diversidad de adhesivos y materiales, pudiendo variar parámetros como la temperatura o la humedad, ha permitido a los conservadores enfrentarse a cada obra desde un punto de vista mucho más individualizado y específico; siendo las intervenciones más certeras y menos invasivas. Las alteraciones derivadas de la transferencia de textura sin embargo son menos controlables, por lo que una opción sería continuar investigando con el método de borde injerto.

ENSAYO RESISTENCIA A LA CIZALLA

- Todas las uniones realizadas mediante la mezcla adhesiva Plextol B500® – Klucel G® muestran en cualquiera de los tipos de bandas testadas, fallo en el sustrato de refuerzo. Observándose la unión (TPbt) de tejido de poliéster y borde tradicional como más resistente a la rotura (183,86 N). Por otra parte, es el refuerzo realizado mediante el tejido de poliéster Trevira art ISPRA y la mezcla adhesiva Plextol B500® – Klucel G® y el borde injerto (TPbi) el que menor valor ha mostrado con (76 N), aún así, siendo un resultado muy positivo en intervención del soporte de pinturas sobre lienzo, por lo que se trataría de un material y tipo de unión adecuados en este tipo de tratamientos, desde el punto de vista de resistencia mecánica y fuerza tensora.

- Tras los ensayos de resistencia a la cizalla se observa que los mayores niveles de resistencia se han alcanzado con la mezcla adhesiva Plextol B500® - Klucel G®, coincidiendo sobre todo con las uniones borde tradicional (bt)(183,86 N) y borde flecos (bf) (173,88 N), al ser las que más densidad de tejido o fleco adherido presentaban la unión ha sido más fuerte. Por otro lado, al ser una dispersión acuosa el adhesivo ha penetrado en mayor profundidad en las fibras de los tejidos, en contraposición a la capa homogénea que genera el adhesivo BEVA film®, por lo que también presenta un menor número de fallos cohesivos, siendo la mayoría de las roturas del sustrato de refuerzo.
- Se ha observado una fuerte relación entre la regularidad de los hilos y el entramado con la estabilidad y la resistencia a las tensiones mecánicas, al ser su comportamiento más homogéneo y con mayor equilibrio, como es el caso del poliéster empleado para estos ensayos; sin embargo ha sido el soporte de lino el que mayor resistencia ha mostrado a lo largo de todos los ensayos. Esto se debe a la afinidad que muestran entre sí el soporte original y el de refuerzo, ambos celulósicos; al ser más higroscópico el lino que el poliéster hay una mayor penetración del adhesivo acuoso y por lo tanto un mejor agarre o adhesión entre ambos estratos.
- Se ha observado como en la mayoría de las probetas, aproximadamente en el 75% de ellas, las roturas se han efectuado en el sustrato de refuerzo, a excepción de las uniones de borde injerto (bi) que eran fallos mixtos de sustrato y cohesivos en un 50%-50%. En un supuesto llevado a la práctica con una tela original de similares características se puede deducir que al sufrir la obra tensiones o fuerzas similares la rotura ocurrirá en el soporte de refuerzo y no en la pintura.
- Los fallos cohesivos mixtos 50%-50% que ocurren en las probetas reforzadas con el método de borde injerto (bi) se deben a que, en comparación con las demás uniones, presenta menos puntos de unión menor cantidad de adhesivo, por consiguiente la unión adhesiva también es menor, rompiendo a valores de 57,3 N, en el caso de las probetas de poliéster Trevira art ISPRA y Plextol B500® - Klucel G® (TPbi).

ENSAYO DE PELADO EN 'T'

- Como ocurre en los ensayos de cizalla, la mayor resistencia la presentan las muestras realizadas con el lino como tela de refuerzo, en comparación con las de poliéster, dando valores medios de 18,8 N y 15,25 N, siendo ambas medidas de las probetas adheridas mediante la mezcla de Plextol B500® - Klucel G®, con borde flecos (LPbf) y tradicional (LPbt) respectivamente.
- Así mismo, la menor resistencia al despegado la ha presentado las probetas de borde injerto (bi), no llegando a valores medios por encima de 10 N, a excepción del refuerzo realizado con tejido de

lino y adhesivo Plextol B500® - Klucel G® donde los ha sobrepasado (14,93 N). El incremento de la fuerza adhesiva es debido, como ya se ha comentado en puntos anteriores, a la afinidad entre los soportes celulósicos y la penetración del adhesivo acuoso en las fibras.

- Aunque no ha sido uno de los parámetros a tener en cuenta en esta investigación y no se ha cuantificado sí que se ha podido observar que los restos de adhesivo han quedado en un mismo porcentaje tanto en el tejido de refuerzo como en el reverso del original; debido a la porosidad, trama, higroscopicidad y capilaridad de las telas y las fibras los adhesivos han penetrado.



Fig. 89. Restos de adhesivo en tejido de refuerzo y tela original



Fig.90. Restos de adhesivo BEVA film® en reverso de tela original

- En ninguna de las probetas se ha observado cambio en la superficie del lienzo imprimado, ni marcas o texturas causadas por la adhesión del tejido o flecos de refuerzo, por lo que se plantea el desarrollo de este estudio en profundidad en una futura línea de investigación.
- Este estudio se propuso con el objetivo de evaluar las uniones a solape más empleadas y determinar o examinar la viabilidad e idoneidad del borde injerto. Los resultados indican que los tres métodos de unión son viables. En ninguno de ellos la rotura ha tenido lugar en el soporte original y todas han resistido fuerzas importantes para soportar un proceso de tensado a un bastidor, siendo de 57,3 N el valor medio más inferior obtenido.
- Una vez sometido a los ensayos de tracción y de pelado el borde injerto (bi) se ha comprobado que la fuerza adhesiva y resistencia que presenta es viable para ser testada en una obra. Por otro lado, al reducir considerablemente la densidad del tejido y de los flecos adheridos, la posibilidad de generar interferencia de tramas y marcas en el anverso disminuyen en gran medida.

Futuras líneas de investigación:

- En la mayoría de resultados en las pruebas de cizalla se han observado fallos de sustrato. Uno de los motivos ha sido la selección como tela original de un soporte nuevo, sin apenas antigüedad, estable y sin deterioros, el cual ha soportado valores elevados de fuerzas sin llegar a su rotura; en futuras investigaciones sería adecuado analizar y comparar con soportes envejecidos natural y artificialmente, que hayan experimentado cambios químicos o físicos que hayan modificado sus propiedades, y comprobar su resistencia a los mismos ensayos.
- En este caso se seleccionó el soporte textil con un único estrato de imprimación blanca, para visualizar las marcas que pudiesen transferirse de la adhesión de los bordes; por lo que habría que continuar estudiando los posibles efectos con el resto de estratos y capas pictóricas.
- Aunque se han escogido sólo dos de los materiales y adhesivos más empleados actualmente, la gama y variedad de productos de conservación cada vez es más amplia; la investigación podría ampliarse, contemplando el análisis de distintos soportes de refuerzo y adhesivos.

7. BIBLIOGRAFÍA

AA.VV. Actas del Seminario Internacional de conservación de pintura. *El soporte textil: comportamiento, deterioro y criterios de intervención*. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2005.

AA.VV. *Obras restauradas. Curso 2000-2001*. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2002.

ACKROYD, P., PHENIX, A., VILLERS, C. *Not lining in the twenty-first century: Attitudes to the structural conservation of canvas paintings*. En: *The Conservator*, 2002, num. 26, ISSN: 0140-0096

ACKROYD, P. *The structural conservation of canvas paintings: changes in attitude and practice since the early 1970s*. En: *Studies in Conservation*, 2002, num. 3 pp. 3-14

BERGEAUD, C., HULOT, J., ROCHE, A. *La dégradation des peintures sur toile. Méthode d'examen des alterations*. París: École nationale du patrimoine, 1997.

BERGER, G.A. *Weave interference in vacuum lining of pictures*. En: *Studies in Conservation*, 1966, num. 4, ISSN: 0039-3630 pp. 170 - 180

CASTELL, M.; MARTÍN, S. *La conservación y restauración de pintura de caballete. Prácticas de pintura sobre lienzo*. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2003.

CALVO, A. *Conservación y restauración de pintura sobre lienzo*. Barcelona: Ediciones del Serbal, 2002.

CALVO, A. *Conservación y restauración: Materiales, técnicas y procedimientos: De la A a la Z*. Barcelona: Ediciones del Serbal, 1997.

CAPRIOTTI, G., IACCARINO, A. *Tensionamento dei dipinti su tela. La ricerca del valore di tensionamento*. Nardini, 2004.

DOWN, J. *The evaluation of selected poly(vinyl acetate) and acrylic adhesives: A final research update*. En: *Studies in Conservation*, 2015, num. 60, 33-54, ISSN: 0039-3630

ESTEBAN, C. *Análisis de las propiedades físico-mecánicas de los tejidos empleados en tratamientos puntuales del soporte textil en pintura sobre lienzo* [tesis máster]. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2007.

GÓMEZ, M.L. *La Restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. Madrid: Ediciones Cátedra Cuadernos de Arte, 1998.

HACKNEY, S. Paintings on canvas: Lining and alternatives. En: Tate Papers, 2004, num. 2, ISSN: 1753-9854

HILL, J., RUSHFIELD, R. *Conservation of easel paintings*. Nueva York: Routledge, 2012.

IACCARINO, A. About the choice of tension for canvas.

LÓPEZ, A. *Las ampliaciones de formato en pintura de caballete* [tesis doctoral]. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2017.

MACARRÓN, A.M. *Historia de la conservación y la restauración. Desde la antigüedad hasta finales del siglo XIX*. Madrid: Tecnos, 2002.

MARECOS, S.; MARTÍN, S.; DOMENECH, T. *Comparative study of adhesives used in textile support reinforcements. Compatibility, adhesion and reversibility parameters of tack-melt and hot-melt adhesives in painting conservation*. Lambert, 2013.

MARTÍN, S. *Los materiales sintéticos y su aplicabilidad en la restauración de pinturas sobre lienzo*. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2012.

MARTÍN, S., GUEROLA, V., CASTELL, M. Congreso Internacional de Restauración de Pinturas sobre Lienzo de Gran Formato. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2010.

MARTÍN, S. Adhesión y adhesivos en intervención de pintura sobre lienzo. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2008.

MARTÍN, S. *Investigación en el campo de las técnicas de reentelado conducente a la obtención de forraciones transparentes en pintura sobre lienzo: historia, materiales y métodos* [tesis doctoral]. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2003.

MECKLENBURG, M., FUSTER, L. *Estudio de la pintura de caballete: comportamiento estructural y mecanismos de degradación*. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2009.

OLMEDILLA, I. Interferencias de texturas en tratamientos del soporte textil causadas por intervenciones inadecuadas: Estudio de los TNT y ventajas de su empleo [tesis de máster]. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2012.

PASCUAL, E., PATIÑO, M. *Restauración de pintura. La técnica y el arte de la restauración de pintura sobre tela, explicados con rigor y claridad*. Barcelona: Parramón Ediciones S.A., 2006.

PHENIX, A. y HEDLEY, G. (1984) *Lining without heat or moisture* En: Committee for Conservation, 7th Triennial Meeting. Copenhage: ICOM. pp. 38-44.

ROBLES, C. *Estudio de las propiedades físico-mecánicas de las uniones adhesivas empleadas en tratamientos puntuales del soporte textil en pintura sobre lienzo* [tesis de máster]. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2007.

ROSTAIN, E. *Rentoilage et transposition des tableaux*. Puteaux: Erec, 1981.

SECCO, G. *Il restauratore di dipinti*. Milano: Ulrico Hoepli Editore, 1927.

SÁNCHEZ, A. *Restauración de obras de arte: pintura de caballete*. Madrid: Akal, 2012.

VILLARQUIDE, A. *La pintura sobre tela II: Alteraciones, materiales y tratamientos de restauración*. San Sebastián: Nerea, 2005.

VILLERS, C. *Lining Paintings*. Papers from the Greenwich Conference on comparative lining techniques. London: Archetype Publications Ltd., 2003.

YOUNG, C., JARDINE, S. *Fabrics for the twenty-first century: As artist canvas and for the structural reinforcement of easel paintings on canvas*. En: *Studies in Conservation*, 2012, 57:4, p.237-253. ISSN: 0039-3630

YOUNG, C. *Towards a better understanding of the physical properties of lining materials for paintings: interim results*. En: *The Conservator*, 1999, 23:1, p. 83 – 91. ISSN: 0140-0096

RECURSOS EN LÍNEA

CTS [consulta: 2018/06/5] Disponible en: <https://www.ctseurope.com/es/catalogo.php>

AENOR INTERNACIONAL S.A. *AENOR*. 2018 [consulta: 2018/05/13] Disponible en: <https://www.aenor.com/>

L.A.R.C.R.O.A. ROCHE Alain *Comportement de l'adhésif dans un doublage* Conservation Restauration, N° 11, 1989. [consulta: 2018/06/28] Disponible en: <https://www.larcroa.fr/uploads/comportement-adhesif-doublage.pdf>

La restauración de obras de arte. Técnicas artísticas aplicadas a la conservación y restauración de obras de arte. [consulta: 2018/06] Disponible en: <http://www.antoniosanchezbarriga.com/2008/09/el-entelado-flotante.html>

International Organization for Standardization. ISO [consulta: 2018/07/18] Disponible en: <https://www.iso.org/standards.html>

8. ÍNDICE DE IMÁGENES

Las imágenes que ilustran esta investigación son propiedad de la autora a excepción de las a continuación citadas:

Fig. 1.: Cortesía del Instituto de Restauración del Patrimonio. Universitat Politècnica de València

Fig. 2.: Cortesía del Instituto de Restauración del Patrimonio. Universitat Politècnica de València

Fig. 5.: GAIA [consulta: 2018/07/15] Disponible en: <http://gaiarestauracion.blogspot.com/2010/01/aprende-como-se-restaura-una-pintura.html>

Fig. 7.: Cortesía de Dña. Susana Martín Rey, Profesora Dra. del Departamente de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Universitat Politècnica de Valencia.

Fig. 8.: Cortesía de Elisa Martínez Zerón.

Fig. 10.: Cortesía de Dña. Susana Martín Rey, Profesora Dra. del Departamente de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Universitat Politècnica de Valencia.

Fig. 11.: Baumgartner Restoration [consulta: 2018/04/21] Disponible en: <https://www.instagram.com/baumgartnerrestoration/>

Fig. 12.: PASTOR, E. *“El Sagrado Corazón del Niño Jesús” Aproximación técnica, documental y proceso de intervención a una obra inédita de José Vergara (1726 - 1799)*. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2016.

Fig. 20.: Cortesía de Mireia Montoya Verdú.

Fig. 21.: PASTOR, E. *“El Sagrado Corazón del Niño Jesús” Aproximación técnica, documental y proceso de intervención a una obra inédita de José Vergara (1726 - 1799)*. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2016.

Fig. 22.: Baumgartner Restoration [consulta: 2018/04/21] Disponible en: <https://www.instagram.com/baumgartnerrestoration/>

Fig. 23.: Cortesía de Elisa Martínez Zerón

Fig. 25.: Cortesía de Dña. Susana Martín Rey, Profesora Dra. del Departamente de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Universitat Politècnica de Valencia.

Fig. 26.: BERGER G. *Weave interference in vacuum lining of pictures*. En: *Studies in Conservation*, 1966, num. 4, ISSN: 0039-3630 pp. 170 - 180

Fig. 28.: Cortesía del Instituto de Restauración del Patrimonio. Universitat Politècnica de València

Fig. 29.: Cortesía de Dña. Susana Martín Rey, Profesora Dra. del Departamente de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Universitat Politècnica de Valencia.

Fig. 30.: Baumgartner Restoration [consulta: 2018/04/21] Disponible en: <https://www.instagram.com/baumgartnerrestoration/>

