

INDICE

	Pág.
I	
INTRODUCCIÓN	2
II	
OBJETIVOS	4
III	
TIPOS DE MATERIALES Y UNIONES DEL ESTUDIO	6
III.1 Adhesivos: Beva-371 O.F y Plextol B-500	7
III.2 Tejidos: 100% Poliéster, lino medio, fibra de vidrio.	8
III.3 Uniones formadas entre ambos sustratos: a tope, a solape, acodadas.	11
IV	
PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE ENSAYO	14
IV.I. Realización de las uniones	
IV.II. Realización de probetas normalizadas	15
	16
V	
TESTADOS DE LOS MATERIALES Y UNIONES SELECCIONADOS	18
IV.1 Resistencia al despegue: Texturimetro TA-XT2i.	22
IV.2 Resistencia al desgarro: Instron 4411.	25
VI	
APLICACIÓN PRÁCTICA: Intervención en la pintura sobre lienzo de gran formato “La Jura de Santa Gadea” del artista Armando Menocal	30
VII	
CONCLUSIONES	40
VIII	
BIBLIOGRAFÍA	43



INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo centra su investigación en los estudios desarrollados para la determinación de la calidad de los materiales empleados en la intervención del soporte textil en la obra de gran formato, “La Jura de Santa Gadea”, realizada por Armando Menocal en 1889. Los trabajos de restauración se desarrollaron en el taller de Restauración de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Politécnica de Valencia, bajo la supervisión de las profesoras D^a. Susana Martín y D^a María Castell.

Se ha analizado el comportamiento de diferentes adhesivos y telas, así como los tres tipos de uniones adhesivas que más habitualmente se emplean en este tipo de intervenciones. Debe destacarse que todos los ensayos han seguido normativas de calidad internacionales vigentes en la actualidad.

Para la realización de los ensayos se ha contado con la colaboración del grupo investigador perteneciente al Laboratorio de Adhesión y Adhesivos de la Universidad de Alicante. A los cuales debemos agradecer desde estas líneas su colaboración y ayuda para la realización de estos estudios.



OBJETIVOS

II. OBJETIVOS

II. OBJETIVOS

A continuación se relacionan los objetivos fundamentales que se pretenden con el desarrollo de estos estudios:

1. Análisis de diferentes adhesivos en distintos refuerzos para la intervención de pinturas sobre tela.
2. Valoración de la resistencia físico-mecánica que ofrecen los distintos tipos de uniones adhesivas.

3. Evaluación de la fuerza de adhesión de las diferentes uniones.
4. Elaboración de probetas experimentales en el laboratorio. Selección de materiales y estudio de su comportamiento:
 - a. Análisis de sus propiedades adhesivas, maleabilidad, grado de elasticidad, resistencia, facilidad de aplicación, estabilidad.
 - b. Estudio de su resistencia a la tracción, elasticidad, resistencia al pelado, siguiendo la normativa vigente nacional e internacional (BSI, AENOR, ISO....)
5. Reversibilidad de los refuerzos: residuo restante en el original.
6. Mayor conocimiento de las propiedades físico químicas de los materiales aplicados en la actualidad, mejorando su calidad siguiendo la normativa vigente.
7. Establecimiento de conclusiones finales, estimando y desestimando materiales en función de los resultados obtenidos.



TIPOS DE MATERIALES Y UNIONES DEL ESTUDIO


III. TIPOS DE MATERIALES Y UNIONES DEL ESTUDIO

III. TIPOS DE MATERIALES Y UNIONES DEL ESTUDIO.

III.1 Adhesivos: Beva[®]-371 O.F y Plectol[®] B-500

Fundamentalmente los estudios se han desarrollado centrándonos en dos adhesivos de diferente naturaleza, siendo uno de tipo termoplástico y el otro de contacto. Se ha estudiado su comportamiento en un mismo tipo de refuerzo, viendo que ventajas e inconvenientes nos da en cada caso.

Para empezar, diremos que el Plectol B500 es una resina acrílica pura termoplástica de media viscosidad en dispersión acuosa. Caracterizada por una buena resistencia a los agentes atmosféricos y estabilidad química¹.

PLEXTOL[®] B-500	- Tipo: resina acrílica
	- Composición: Acrilatos y metacrilatos de etilo y metilo.
	- Aspecto: lechoso
	- Densidad:
	- Solubilidad: hidrocarburos aromáticos y agua.
	- Viscosidad: 1100-4500 mPa.s
	- PH: 9-10

¹ <http://www.ctseurope.com>

Esta resina ha sido diluida en un hidrocarburo aromático (xileno) a una proporción 85%-15%, adquiriendo la mezcla una consistencia que permite ser aplicada mediante espátula.


	- Temperatura mínima de formación: 7°C
---	--

Fig. 1. Ficha técnica de Plextol B-500.

Por otra parte, Beva-371 es un adhesivo de tipo EVA, mezcla de resinas sintéticas termoplásticas; se activa por la acción de la temperatura con un punto de fusión de 64°C y es soluble en disolventes alifáticos y aromáticos. Presenta un alto grado de elasticidad, óptima adhesión y resistencia al envejecimiento².

III. TIPOS DE MATERIALES Y UNIONES DEL ESTUDIO


<p>BEVA® 371 O.F.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo: resina termoplástica - Composición: copolímero del acetato de vinilo y el etileno, polietileno, resina cetónica y parafina. - Aspecto: gel blanco lechoso - Densidad: espeso - Solubilidad: hidrocarburos - Viscosidad: alta - PH: - Temperatura de fusión: 64°
--	--

Fig. 2. Ficha

tecnicade Beva 371 O.F.³

Tal y como ya formuló Gustav Berger para seleccionar un adhesivo, hay que tener en cuenta diferentes aspectos, entre los que destacan que presenten buena adhesión, no interaccionar en su estructura, tengan durabilidad en el tiempo, compatibilidad con los materiales que componen la obra, buena aplicabilidad, fácil reversibilidad y por tanto facilidad de separación⁴.

III.2 Tejidos: 100% Poliéster, lino 20 x 13 hilos/cm², fibra de vidrio.

² <http://www.agaragar.net>

³ <http://www.ctseurope.com>

⁴ BERGER, G. *Formulating adhesives for the conservation of painting*, pp, 169.

Todas las fibras, poseen unas particularidades que determinan su aspecto y comportamiento físico-mecánico. Estos parámetros físicos como densidad, cristalinidad, forma... y mecánicos como resistencia a la tracción, a la rotura, al pelado, etc..., son cuestiones que deben tenerse en cuenta de cada tejido⁵, puesto que determinarán sus propiedades con el paso del tiempo y por tanto la conservación futura de la obra intervenida.

Un buen tejido desde el punto de vista conservativo, debe presentar unas propiedades físicas que permitan su aplicabilidad en la intervención de pinturas. Éstas fueron descritas en los años 80 por A.Roche junto a G.Hedley, tal y como se indica a continuación⁶:

- Durabilidad y resistencia a los contaminantes atmosféricos y a la luz.
- Alta rigidez y resistencia a la deformación
- Isotropía y buena recuperación elástica.
- Resistencia a la fricción y al stress de la relajación.
- Baja higroscopicidad.

- Buenas propiedades de adherencia a los adhesivos de refuerzo.
- Propiedades estéticas y de manipulación correcta.
- Mínima texturización en su superficie.

III. TIPOS DE MATERIALES Y UNIONES
DEL ESTUDIO

En la actualidad, las fibras de tipo sintético son muy utilizadas en el campo de la Conservación y Restauración, generalizándose su empleo en la segunda mitad del siglo XX. Algunas de sus características son la uniformidad y continuidad de los tejidos.

Las fibras artificiales⁷ están formadas por moléculas constituidas por cadenas lineales largas atraídas entre sí por enlaces de hidrógeno. Los ensayos de estas fibras se han centrado en dos tipos de tejidos:

- 100% poliéster: 19 x19 hilos/cm²
- 100% poliéster: 23 x26 hilos/cm²

Este tipo de fibras sintéticas, ofrecen una gran resistencia a la tensión, estabilidad ante cambio termohigrométricos y a los ataques biológicos, esto hace que sean aceptadas hoy en día para el campo de la Restauración, como alternativas a los tejidos de origen natural.

Otro de los tejidos testado en este estudio ha sido la **fibra de vidrio**, Boissonnas en sus primeros estudios, describe las ventajas de la utilización de este tipo de fibras⁸:

- Alta resistencia a la tensión y pelado: mayor que la de muchas fibras naturales.
- Estabilidad dimensional: con un bajo coeficiente de expansión lineal.

⁶ MARTÍN, S. *Introducción a la Conservación y Restauración de pinturas: Pintura sobre lienzo*. Pp 92.

⁷ GÓMEZ, M.L. *La Restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte..*

⁸ MARTÍN, S.; CASTELL, M. (2006). (2005). "Evolución de la aplicabilidad de fibras sintéticas en los tratamientos de refuerzo estructural de las pinturas sobre lienzo". en 16 th Internacional Meeting on Heritage Conservation. Pp 1258-1259.

- Baja absorción de humedad relativa: poca absorción de agua medioambiental.
- Resistencia química: muy estable al ataque de disolventes y productos químicos.
- Durabilidad: no son afectados por ataques biológicos.

A continuación se muestra una tabla comparativa de ambos tejidos.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS FIBRAS			
Polímero	Tenacidad	Resistencia la tracción (kg/cm ²)	Alargamiento(%)
Poliéster	4,4-5,0	5-6000	19-23
Vidrio	7,7	2100	3,0

Este tipo de telas están compuestas por materiales inorgánicos que no se ven afectados por la humedad, ofrecen mucha resistencia y buena estabilidad.

Pueden presentar acabados y calidades diferentes, siendo determinados por el tipo de fibras que las compongan, pudiendo ser más o menos resistentes, flexible, dúctiles. Estas fibras permiten la fabricación tanto de superficies de hilos discontinuos como tejidos, los de superficies tejidas poseen mayor resistencia mecánica y son menos deformables.

Están compuestos principalmente por vidrio bruto, soda, arena de cuarzo, piedra caliza, boratos y otras materias añadidos.

FICHA TECNICA DE LOS TEJIDOS ENSAYADOS			
Tejido	Tipo	Densidad Hilos/cm ²	Color
Lino 20 x 13 hilos /cm ²	natural	20 x 13	marrón
Fibra de vidrio 6 x 4 hilos /cm ²	sintético	6 x 4	blanco
100% poliéster (trevira) 19 x 19 hilos /cm ²	sintético	19 x 19	blanco
100 % poliéster 23 x 26 hilos /cm ²	sintético	23 x 26	marrón

III.3 Uniones formadas entre ambos sustratos: a tope, a solape, acodadas⁹.

UNIÓN A TOPE

Este tipo de uniones se utiliza para unir dos sustratos mediante un adhesivo. En caso de una intervención puntual de una pintura sobre tela sería un injerto, el adhesivo se coloca a unión viva entre la tela original y la tela de refuerzo¹⁰.

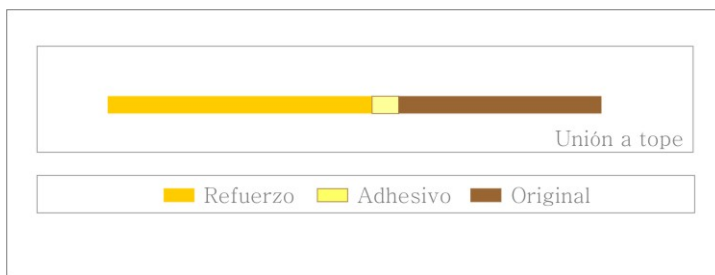
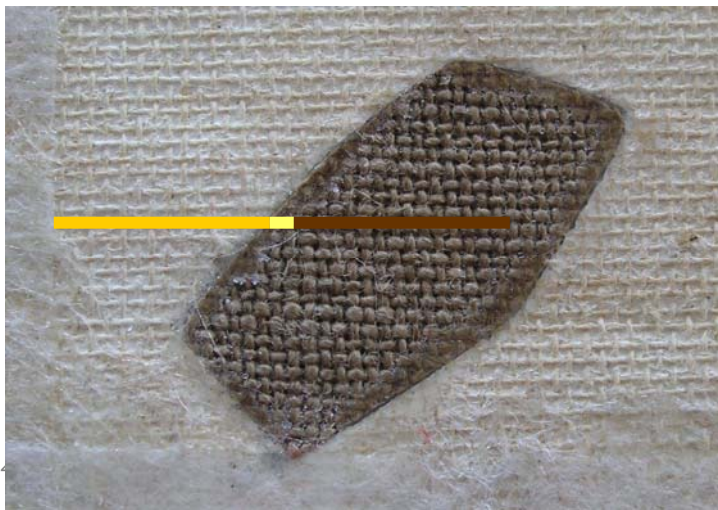


Fig. 3. Esquema del tipo de unión



UNIÓN A SOLAPE

⁹ MARTÍN, J.M. *Polímeros y adhesivos. Un curso de diapositivas en Power Point*. Pp. 262.

¹⁰ Para la adhesión se utiliza poliamida textil, teniendo una temperatura de fusión de 81°C.

Este tipo de unión es el que se realiza entre dos sustratos unidos de forma solapada entre sí. Es el tipo de adhesión empleada en el refuerzo del perímetro de la obra (por ejemplo los entelados de bordes), donde parte del refuerzo está en contacto con la obra original y otra parte queda libre para poder tensar la obra.

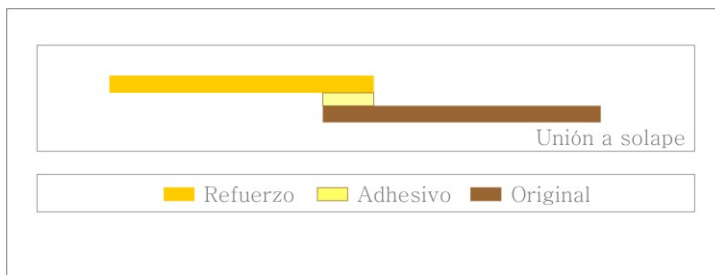
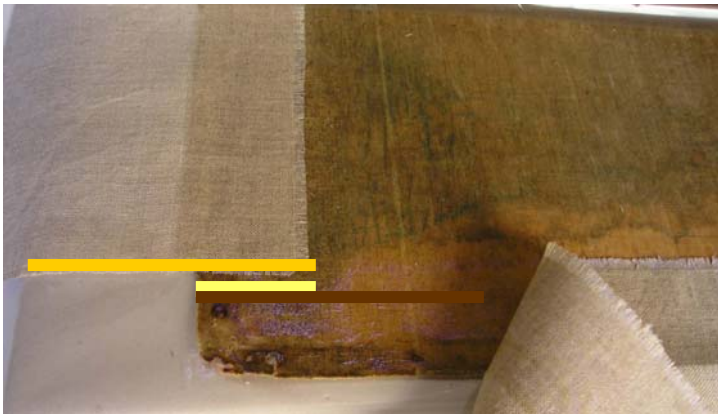


Fig. 5. Esquema del tipo de unión



III. TIPOS DE MATERIALES Y UNIONES DEL ESTUDIO

UNIÓN ACODADA

En este tipo de uniones dos sustratos son adheridos entre sí por un tercero ubicado sobre ambos. En una intervención restaurativa del soporte textil, la tela de refuerzo se sitúa sobre la zona dañada de la obra original, colocándose el adhesivo entre ambas. Un ejemplo de este tipo de unión podrían ser los parches, aplicados cuando hay cortes limpios, desgarros... Otro caso, es cuando el soporte textil está debilitado y ha perdido su resistencia, se realiza un entelado total, ambas telas, soporte original y refuerzo están en contacto en toda su superficie.

En los gráficos adjuntos se ejemplifican cada una de estas uniones adhesivas.

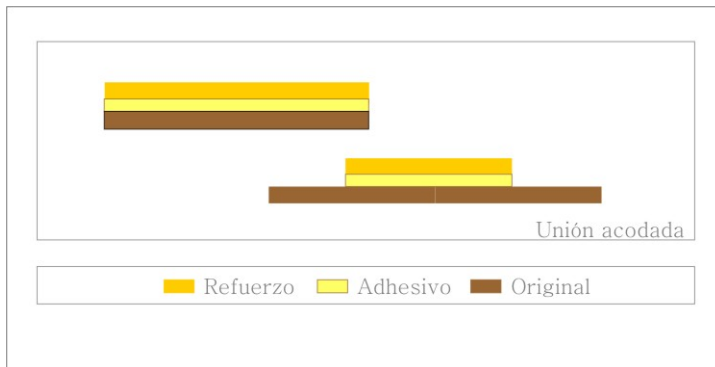
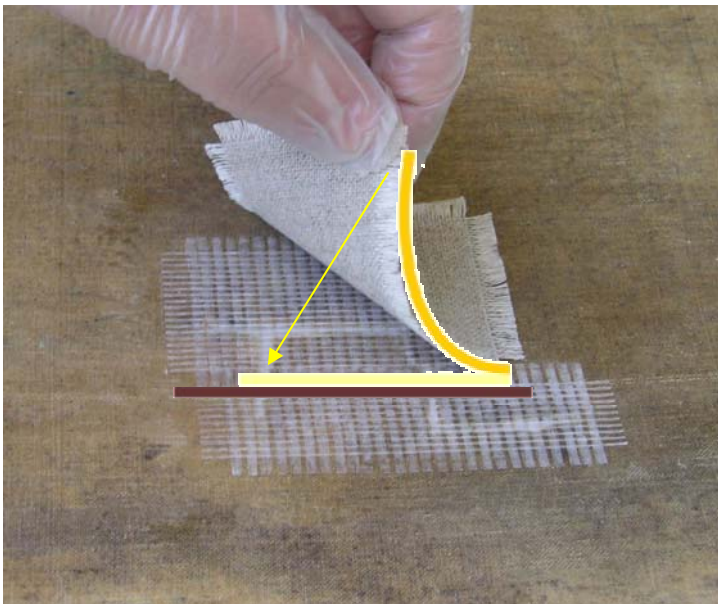


Fig. 7. Esquema del tipo de unión





PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

IV. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

IV. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

Los ensayos realizados se han realizado bajo el apoyo económico mediante una beca de Investigación FPI sujeta al Proyecto de Investigación “*Testado experimental y ensayos físico-mecánicos para el estudio de la aplicabilidad de polímeros sintéticos imperceptibles en la consolidación y refuerzo estructural de estratos pictóricos y soportes textiles*” (GV/2007/238), concedido por la Generalitat Valenciana, Consellería de Universidad y Ciencia.

IV.I. Realización de las uniones

Preparación de las telas de refuerzo

Para repetir al máximo los parámetros de intervención que se siguen en una obra real, se prepararon las telas de refuerzo en bastidores.

Aplicación del adhesivo

El adhesivo EVA, Beva[®] 371 O.F. se diluyó en xileno en una proporción 75 %-25%, calentándose al baño maría hasta que la solución se hizo transparente. La aplicación fue a rodillo sobre las telas, en bandas paralelas, primero en una dirección y luego en perpendicular

a la primera. Se aplicaron dos capas, con un transcurso de 12 horas entre capa y capa, con una espera de 24 horas hasta poder adherir los refuerzos.

Adhesión de la tela original y de refuerzo.

Cada tipo de ensayo precisaba de un tipo de unión, para la terminación del material de ensayo. Los realizados con el adhesivo de contacto, Plextol B500, se dejaron enfriar bajo presión, en cambio los realizados con el adhesivo termoplástico, Beva 371, fueron adheridos mediante calor controlado, fundiendo el adhesivo a 64°, enfriando bajo peso.

IV. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

IV.II. Realización de probetas normalizadas

Para la ejecución de las probetas de cizalla y de pelado adhirieron las telas en función al tipo de unión a estudiar, obteniendo de ahí las probetas normalizadas para cada ensayo.

Probetas de cizalla

Para la ejecución de los ensayos de cizalla se emplearon probetas normalizadas. Las dimensiones principales de las probetas son 220x 30 mm para las uniones a solape, 125 x 30 mm para los ensayos de uniones acodadas tal y como dicta la norma Española (PNE) 53538.

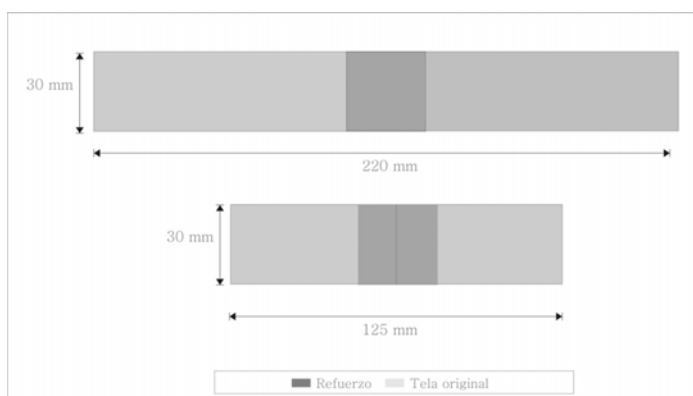


Fig. 9. Croquis de tipo de probeta utilizado

con ensayo de cizalla.



Fig. 10. Ejemplos reales de probetas de ensayo de cizalla.

Probetas de pelado

Las probetas empleadas para el ensayo de pelado fueron probetas normalizadas, según normativa “Metodos para Medir la Fuerza de Pelado de la unión de Adhesivos”, equivalente al Proyecto de norma Española (PNE) 53538. Las dimensiones principales de la probeta son 125x 15 mm.



Fig. 11. Croquis de probeta para ensayo de pelado.



Fig. 12. Ejemplo real de probeta de pelado.



TESTADOS

V. TESTADOS DE LOS MATERIALES Y UNIONES SELECCIONADOS

Todo el muestreo ha estado sometido a un envejecimiento acelerado en la cámara, climática de envejecimiento (DYKOMETAL), durante 72 horas. Las muestras se han visto alteradas por cambios bruscos de humedad y temperatura, siguiendo ciclos marcados por otros investigadores que estudian parámetros de deformación y resistencia de las fibras textiles.

Las muestras se sometieron a 4 ciclos continuos de 30', se comenzó con una temperatura media de 20° y una HR del 65%; en el 2º ciclo se disminuyó la temperatura a la mitad, manteniendo la HR, en el 3er ciclo se duplicó la temperatura del 1er ciclo y se bajó la HR al 20%, en el 4º ciclo se disminuyó la temperatura y se mantuvo la HR, repitiéndose todos los ciclos durante el tiempo programado.

CICLOS DE ENVEJECIMIENTO			
CICLO	°C	HR	t
1.	20°	65%	30´
2.	10°	65%	30´
3.	40°	20%	30´
4.	20°	20%	30´
5.	20°	65%	30´
6.	10°	65%	30´

Fig. 13. Ciclos de envejecimiento de las probetas.

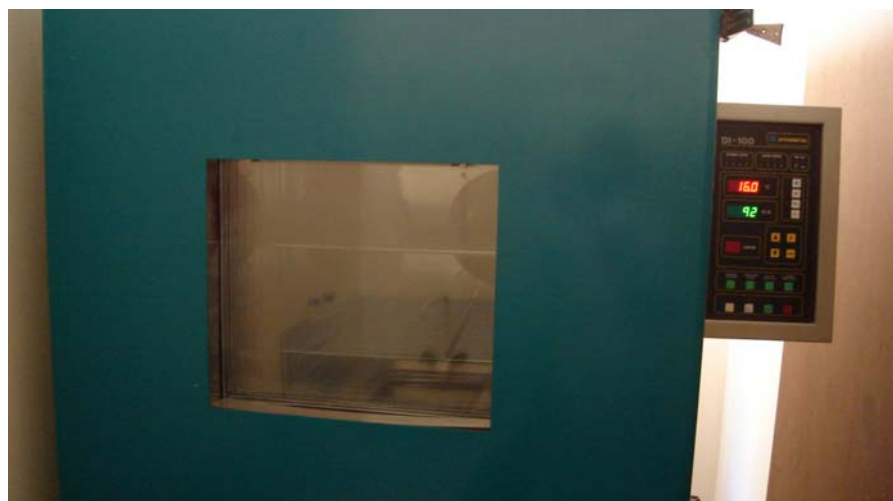


Fig. 14.
Cámara de envejecimiento DYKOMETAL.

Las pruebas de cizalla se han realizado mediante un dinamómetro informatizado, Instron-4411 y con el Texturimetro-TA-XT2i las pruebas de pelado.



Para la realización de uniones adhesivas, se emplearon pinturas sobre lienzo de diferentes naturalezas y tipologías, intentando representar el abanico más habitual de obras artísticas intervenidas.

ENSAYOS REALIZADOS				
Nº	Tejido	Tipo de unión	Intervención	Adhesivo
1	Lino 16 x 13h/cm ²	A solape	Entelado de bordes	Beva 371 + Xileno Plextol B 500 + xileno poliamida
		acodada	Entelado total	
			Parche	
		A tope	Injerto	
2	100% poliéster 23 x 26 h/cm ²	A solape	Entelado de bordes	Beva 371 + Xileno Plextol B 500 + xileno poliamida
		acodada	Entelado total	
			Parche	
		a tope	injerto	
3	Fibra de vidrio 6 x 4 h/cm ²	A solape	Entelado de bordes	Beva 371 + Xileno Plextol B 500 + xileno
		acodada	Entelado total	
			Parche	
4	Trevira 100% poliéster 19 x 19 h/cm ²	A solape	Entelado de bordes	Beva 371 + Xileno Plextol B 500 + xileno poliamida
		acodada	Entelado total	
			Parche	
		A tope	Injerto	

Fig. 17. Características de los ensayos realizados.

V. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

Las uniones adhesivas pueden sufrir algunos esfuerzos, dos de los cuales han sido medidos en los ensayos.

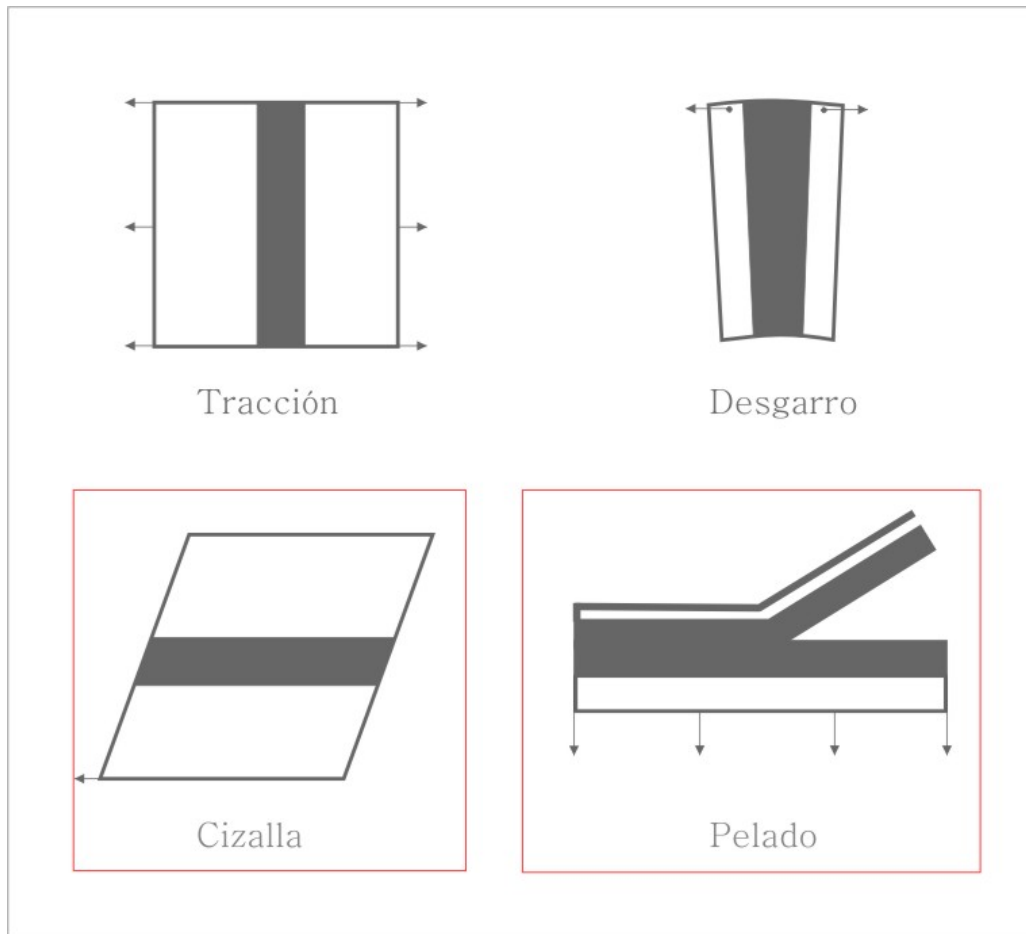


Fig. 18. Esquema¹¹ de los esfuerzos que pueden sufrir las uniones adhesivas.

V.1 Resistencia al despegue: Texturimetro TA-XT2i.

Los ensayos de pelado realizados en el Texturimetro nos facilitan información sobre las características de una unión, estudiando su comportamiento. El ensayo consiste en medir la fuerza necesaria para separar dos partes por despegue a 180°.

¹¹ MARTÍN, J.M. *Polímeros y adhesivos. Un curso de diapositivas en Power Point.* Pp. 262.

Para valorar la reversibilidad de las intervenciones se regeneraron los adhesivos hasta su punto de fusión (en el caso de los termoplásticos) o mediante vapores de acetona (en el caso de los adhesivos de contacto), igual que se realizaría en el caso de tener que eliminar este tipo de refuerzo en una obra real. Una vez reblandecido el adhesivo, se colocaron en la máquina de ensayo con una velocidad de las mordazas de 0,1m/min. Los valores obtenidos fueron la media de cinco muestras del mismo tipo de ensayo de cada unión adhesiva.

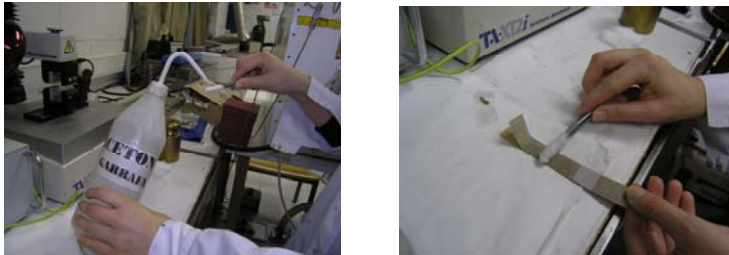


Fig. 19, 20. Proceso de reversibilidad de las muestras mediante vapores de disolvente.

La regeneración del adhesivo tipo Beva 371, se realizó mediante la aplicación de calor mediante una lámpara de infrarrojos durante 15 segundos hasta alcanzar en la superficie una temperatura aproximada de 50° (medido con un termómetro de infrarrojos).



Fig. 21, 22 y 23. Proceso de reversibilidad de las muestras mediante calor por infrarrojos.

V. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

MUESTRA Nº 26

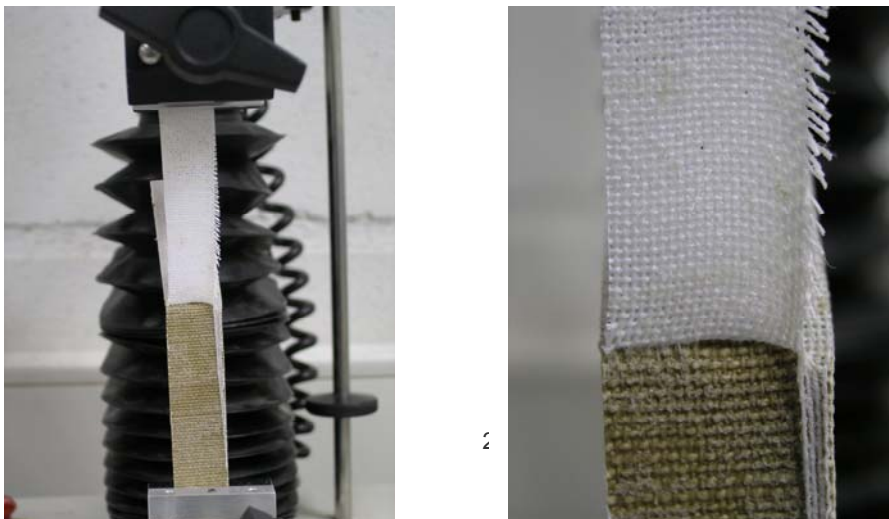


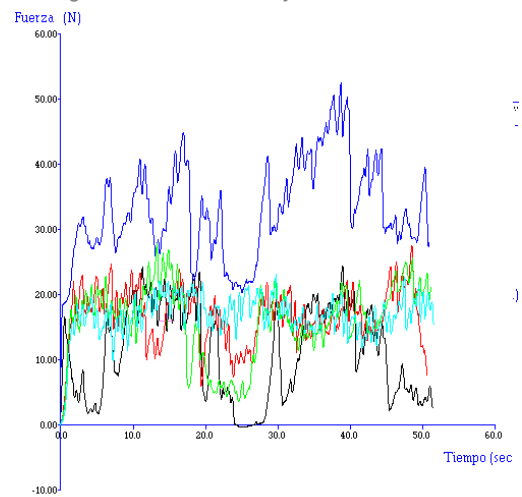
Fig. 24. Resultado del ensayo.

Fig. 25. Detalle del pelado.

PROBETA Nº 26	Poliéster 100% (trevira) Plextol B500 + xileno(3:1) <i>Unión acodada</i>	
Ensayos	N/mm	Segundos
26.1	24,420	51,425
26.2	52,704	51,005
26.3	27,617	50,725
26.4	27,975	51,390
26.5	23,137	51,640

Fig. 26. Datos del ensayo. V. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

Fig. 27. Gráfica del ensayo



MUESTRA Nº 28



Fig. 28. Resultado del ensayo

PROBETA Nº 28	Lino 20 x13 hilos /cm ² Plextol B500 + xileno(3:1) <i>Unión acodada</i>	
Ensayos	N/mm	Segundos
28.1	22,287	50,165
28.2	10,332	50,725
28.3	14,954	50,530
28.4	17,943	50,560
28.5	19,059	50,935

Fig. 29. Datos del ensayo..

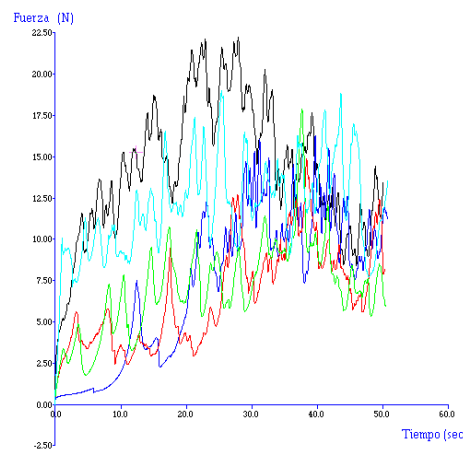


Fig. 30. Gráfica del ensayo

V. PREPARACIÓN DE LAS
MUESTRAS DE ENSAYO

V.2 Resistencia al desgarro: Instron 4411.

El ensayo de cizalla determina las propiedades mecánicas de un material, mediante la aplicación de fuerzas de tracción hasta la ruptura. Este ensayo consiste en la tensión máxima de la muestra a lo largo de su eje mayor, a velocidad constante.

Se midió el espesor y la anchura de las probetas mediante un pie de rey para calcular su área. Se colocaron pinzadas por las mordazas de la máquina de ensayo en su parte superior e inferior, y con una velocidad de separación de 50mm/min hasta obtener la tensión de rotura.

Se realizaron una media de cinco repeticiones del mismo ensayo.

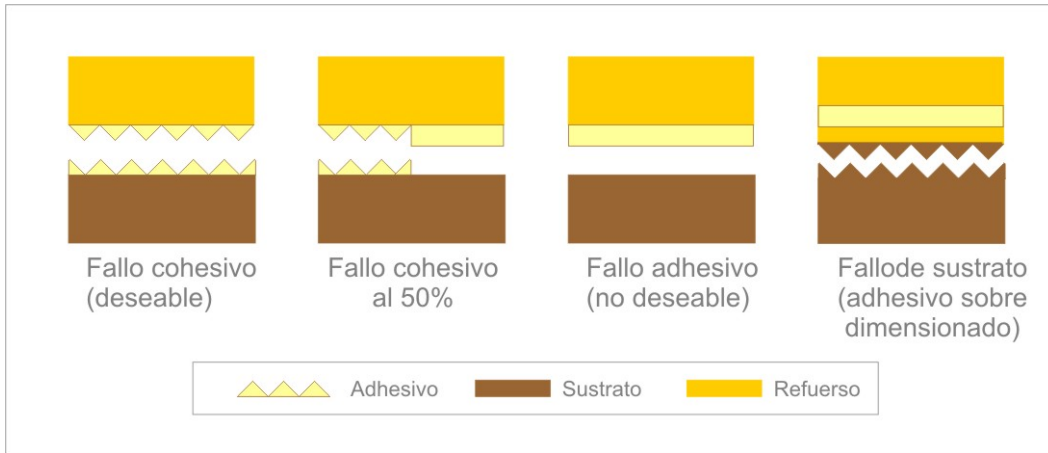
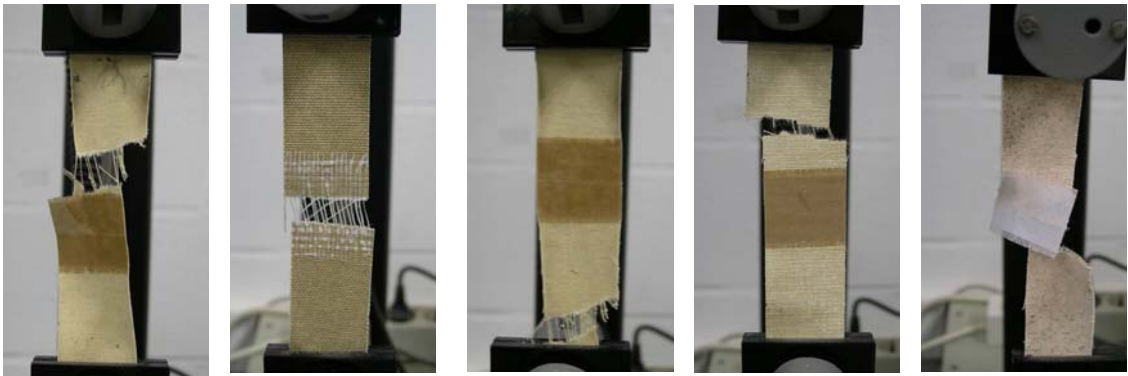


Fig. 31. Esquema¹² de los fallos que pueden sufrir las uniones adhesivas.

RESULTADOS OBTENIDOS

¹² MARTÍN, J.M. *Polímeros y adhesivos. Un curso de diapositivas en Power Point.* Pp. 262.



Fallo de sustrato

Fallo cohesivo

Fallo de sustrato

Fallo de sustrato

Fallo adhesivo

Fig. 32. Ejemplos de los diferentes tipos de fallo.

V. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

MUESTRA Nº 7



Fig. 33 y 34. Resultado de dos ensayos (fallo de sustrato).

PROBETA Nº 7	Fibra de vidrio 6 x 4 h/cm ² Beva 371 + xileno(3:1) <i>Unión a solape</i>
Ensayos	Tipo de ruptura
7.1	Fallo de sustrato por la zona central
7.2	Fallo de sustrato por la zona central
7.3	Fallo de sustrato por la zona inferior
7.4	Fallo de sustrato por la zona central
7.5	Fallo de sustrato por la zona inferior

Fig. 35. Resultados de los ensayos.

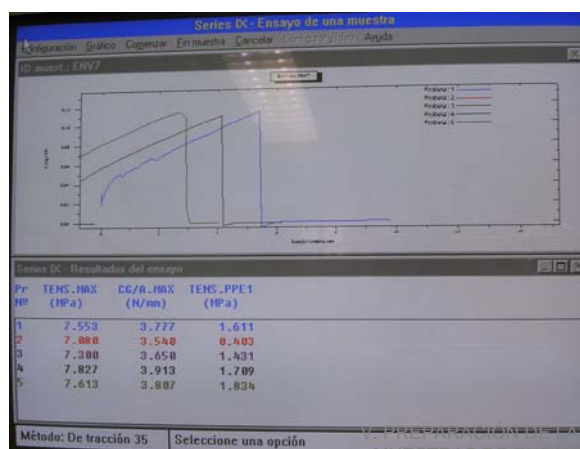


Fig. 36. Gráfica de los ensayos.

MUESTRA Nº 15

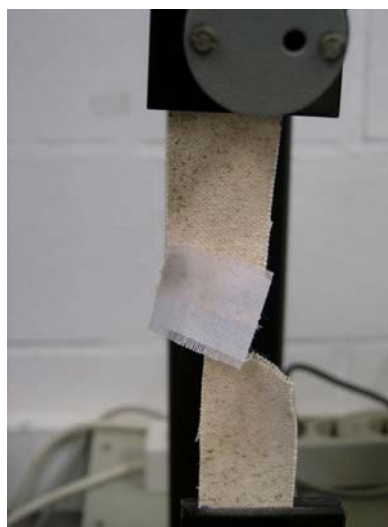
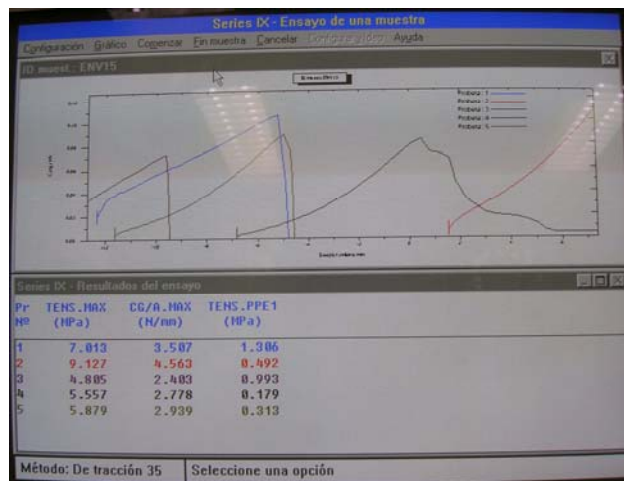


Fig. 37. Colocación de la muestra.

Fig. 38. Resultado de la muestra.

PROBETA Nº 15	Poliéster 100% 19 x19 h/cm² Beva 371 + xileno(3:1) Unión acodada
Ensayos	Tipo de ruptura
15.1	Fallo adhesivo, no hay ruptura
15.2	Fallo adhesivo, no hay ruptura
15.3	Fallo adhesivo, no hay ruptura
15.4	Fallo adhesivo, no hay ruptura
15.5	Fallo adhesivo, no hay ruptura

Fig. 39. Resultados de los ensayos.



V. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

Fig. 40. Gráfico de los ensayos.

MUESTRA Nº 23



Fig. 41. Colocación de la muestra.

Fig. 42. Resultado de la muestra.

PROBETA Nº 23	Lino 20 x 13 h/cm² Plextol B500 + xileno (3:1) Unión a solape
Ensayos	Tipo de ruptura
23.1	Fallo de sustrato
23.2	Fallo de sustrato
23.3	Fallo de sustrato
23.4	Fallo de sustrato
23.5	Fallo de sustrato

Fig. 43. Resultados de los ensayos.

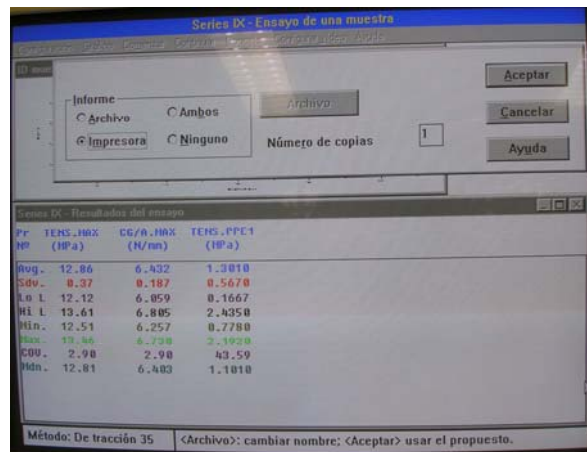


Fig. 44. Gráficos de los ensayos.



APLICACIÓN PRÁCTICA

VI. APLICACIÓN PRÁCTICA

VI. APLICACIÓN PRÁCTICA: Intervención en la pintura sobre lienzo de gran formato “La Jura de Santa Gadea” del artista Armando Menocal.

El trabajo de investigación de testado de materiales se realizó de forma paralela a la intervención de la obra, pudiendo así hacer una buena elección sobre el comportamiento de diferentes adhesivos y tejidos.

La intervención de la obra se realizó mediante una Beca de Especialización FPI durante dos meses en el Departamento de conservación de Bienes Culturales y El Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia.

Tras el estudio de los materiales que componían la obra y de sus patologías se realizó un muestreo en el laboratorio que permitiese determinar el mejor adhesivo y papel de protección. De esta forma se realizó una protección consolidante mediante alcohol polivinílico y agua destilada.

Se digitalizó la superficie pictórica, para determinar la disposición de los papeles de protección, evitando siempre la superposición de más de una hoja en zonas importantes como los rostros

de los personajes o la firma del artista. Para ello fue necesario emplear 40 hojas de papel Japón.

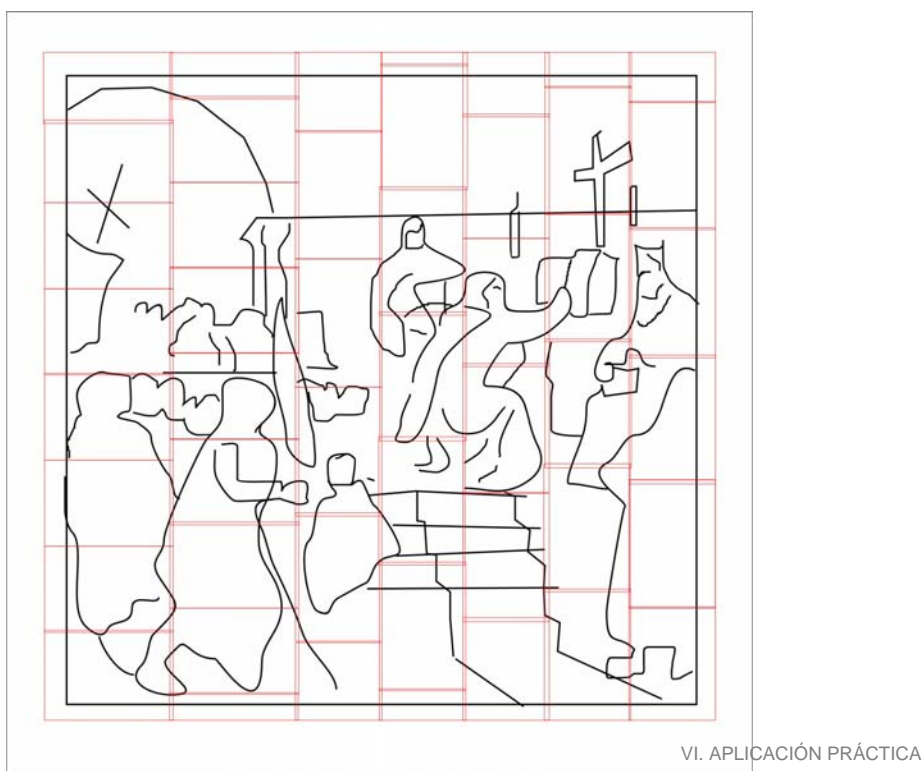


Fig. 45. Croquis de colocación de papeles de protección.

Tratamiento del soporte textil.

Tras la protección y consolidación de la obra, se comenzó el tratamiento del reverso eliminando las intervenciones de refuerzo del soporte.

Se realizaron diferentes pruebas de regeneración del adhesivo empleado en la restauración anterior. Finalmente se determinó que su eliminación fuese de forma mecánica mediante tracción, siendo necesario en zonas muy puntuales la condensación de vapores de disolvente, eliminando así el exceso de adhesivo.

Posteriormente se realizó una suave limpieza general del reverso de todo el soporte textil de forma mecánica, eliminando así la suciedad superficial que presentaba la tela.

Respecto a las intervenciones puntuales que reforzaban los pequeños orificios de la restauración anterior, la concentración excesiva del adhesivo empleado por el restaurador (PVA) dificultó enormemente su eliminación, por lo que este tratamiento se realizó de forma mecánica y la aplicación puntual de disolvente.



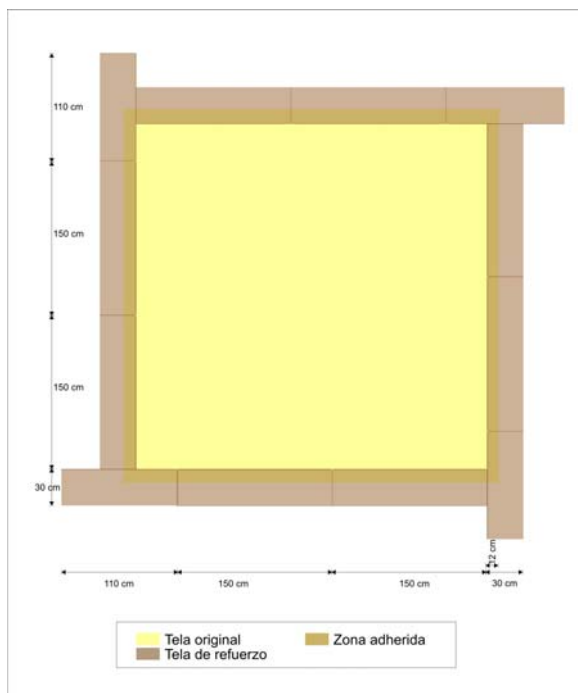
Fig. 46. Eliminación de parches antiguos.

Además de refuerzos perimetrales en los bordes y los parches puntuales del soporte, también se percibieron piezas de hilos adheridos que intentaban realizar una unión del daño pero no aplicados correctamente y no siendo el refuerzo más adecuado para ese tipo de patologías.

VI. APLICACION PRACTICA

Debido al gran formato de la pieza, fue necesario realizar un refuerzo de bordes de tipo provisional, permitiendo así tensar la obra en un bastidor metálico de tipo interinal y poder realizar los procesos de restauración tanto de la capa pictórica como del soporte textil sin correr peligro de dañar la obra.

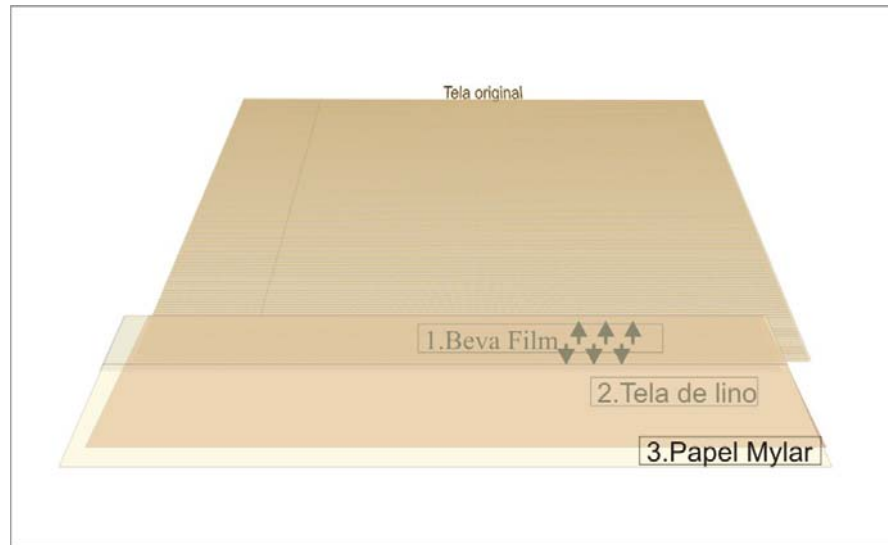
Para su ejecución, se diseñó un esquema de ubicación de las bandas colocadas en forma de aspa, dividiendo cada una de ellas en tres partes, adheridas alternadamente para crear la menor tensión posible.



El tejido utilizado en este caso fue una tela ejecutada mediante fibra natural (lino) que ofrecía la resistencia necesaria para permitir el tensado de la obra y el refuerzo del perímetro de la misma. Para una mayor adecuación de la nueva tela con el soporte original, el tejido fue teñido mediante un tinte natural. El adhesivo de entelado fue *Beva - Film*¹³ aplicada con calor puntual, homogéneo y controlado, enfriando bajo peso para su correcta adhesión a la tela original.

siliconado y Melinex por la parte anterior.

Fig. 47. Esquema del refuerzo.



VI. APLICACIÓN PRÁCTICA

Fig. 48. Esquema del refuerzo.



Fig. 49 y 50. Adhesión de bandas de tensión provisional.

Como se ha comentado anteriormente, tras el saneamiento y refuerzo del soporte textil, obra se tensó de manera temporal en un bastidor interinal metálico, para poder iniciar el proceso de restauración estética.

Los bordes definitivos que han servido de refuerzo al perímetro de la obra se realizaron mediante un tejido sintético



inorgánico 100% poliéster, reforzado con una pieza de teflón¹⁴.

Estas piezas de tela llevan un pequeño doblez por todo su perímetro en la zona exterior a la obra que aloja una barra metálica, que permitirá el tensado posterior del lienzo.

Para adherirlos se utilizó el mismo tipo de adhesivo y procedimiento que se ha referido anteriormente para los bordes provisionales (Beva- Film).

Fig. 51. Entelado de bordes definitivo.

VI. APLICACIÓN PRÁCTICA

Intervención estética.

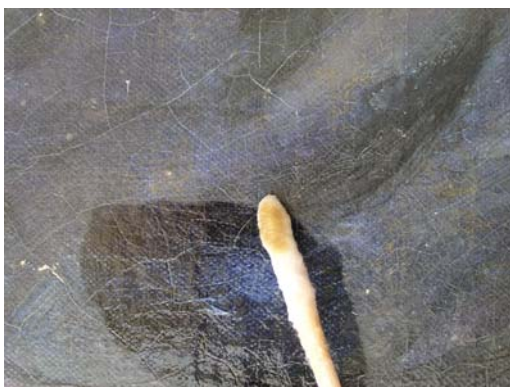


Fig. 52. Eliminación de barniz.

Tras la desprotección de la obra¹⁵, se comenzaron los tratamientos estéticos del estrato pictórico. Para llevar a cabo la limpieza del mismo se realizaron catas con diferentes disolventes, comenzando por los más volátiles e inocuos, a diferentes proporciones. Finalmente se optó por una mezcla de hidrocarburos aromáticos y disolventes de rápida evaporación. Este proceso se realiza de forma gradual intentando aportar uniformidad a la

lectura del conjunto pictórico.

Fue una de las tareas más lentas y complicadas de la obra, debido a la gran cantidad de retoques pictóricos que se percibían. Tras el estudio con luz ultravioleta, se determinó en su mayoría una eliminación parcial, tan sólo en aquellas zonas que estuviesen ocultando parte de la pintura original de Menocal.



Fig. 53, 54 y 55. Proceso de limpieza, eliminación de repintes.

Una vez finalizada la limpieza se continuó con el proceso de estucado de lagunas de los estratos pictóricos y su reintegración colorimétrica.

Tal como se ha mencionado en el apartado referente al estado de conservación de la obra, las lagunas que existían de estrato pictórico eran muy escasas y se encontraban agrupadas sobre todo en la zona perimetral y la parte media-baja. El material usado para estucado, fue una mezcla de una masilla sintética a la que se añadió un adhesivo sintético de tipo acrílico, para aportar mayor elasticidad en la mezcla y evitar así el cuarteado del mismo con el transporte de la obra.

Después del periodo de secado del estuco se pasó a la texturización de lagunas mediante incisión, imitando el craquelado de la zona estucada con la zona con la original. Finalmente se realizó el último proceso estético de la intervención: la reintegración pictórica.

Para la primera capa de retoque se emplearon colores reversibles mediante agua, restituyendo de forma homogénea las lagunas que alteraba la lectura continua de la escena.

Fig. 56 y 57 Detalle de una de las zonas intervenidas del manto del rey durante el proceso de reintegración pictórica.



Finalizado este primer paso de reintegración cromática se procedió a la realización de la primera fase de barnizado de la obra, empleando para ello barniz satinado de tipo natural diluido en disolvente orgánico a partes iguales. Una vez evaporados los disolventes de barnizado se procedió a la reintegración definitiva utilizando pinturas de

retoque estético al barniz. Este tipo de pigmentos no presentan modificación cromática con un acabado final de moderada opacidad

El tipo de reintegración que se ha perseguido ha sido de máximo respeto del artista, intentando devolver la lectura original de la obra. Tras el estudio de los diferentes tipos de reintegración existentes, el equipo de restauración determinó que lo más adecuado en este caso sería emplear una técnica de tipo ilusionista.

Como protección final se barnizó la obra mediante compresor con capas sucesivas de barniz con la misma disolución y materiales empleados en la primera fase de barnizado. Con ello se consiguió el nivel de protección y brillo necesario, para la correcta conservación futura de la obra y su lectura más adecuada

Finalizada esta fase de trabajo se dio por concluida la intervención estética de la obra en las instalaciones de la Universidad Politécnica de Valencia en el mes de septiembre de 2007, y se procedió a su protección mediante papel japonés y alcohol polivinílico diluido en agua destilada, para su traslado a la ciudad de Burgos.

De este modo, se fabricó una caja debidamente acondicionada para la correcta conservación de la obra durante su transporte. Cuarenta y ocho horas después se recibía la pintura en la Catedral de Burgos y se comenzaba la última fase de intervención, con el refuerzo final de los bordes y el tensado en el nuevo bastidor, tal y como veremos a continuación.

Tensado en el bastidor definitivo.

Se estudió la idea de sustituir el bastidor original del lienzo por uno nuevo de autoexpansión, que permitiese el tensado automático de la tela en función a sus necesidades. Las causas fundamentales vinieron determinadas en primer lugar, por el gran formato de la obra, unido al estado de conservación del bastidor original y su carácter fijo.

Para ello se contactó con un especialista puntero en este área, con consabida experiencia investigadora y profesional. Concretamente el Dr. Antonio Iaccarino del Instituto Central de Roma (ICR), profesor también en la Universidad de Urbino (Italia). Tras estudiar conjuntamente diferentes posibilidades en el diseño del mejor bastidor,

VI. APLICACIÓN PRÁCTICA

finalmente se fabricó un nuevo soporte estructural en aluminio galvanizado, perimetralmente recubierto de madera de chopo.

Una de las grandes ventajas que presentan este tipo de bastidores, es que la obra no se tensa mediante el método tradicional agujereando su perímetro (como podría hacerse con grapas o tachuelas de acero), sino que en este caso el reentelado de bordes aloja una varilla en todo su contorno a la cual se engarzan unos cables de acero que finalizan en unos muelles atornillados al bastidor, son éstos los que realizan la acción autorreguladora de la tela, en función a la humedad y temperatura medioambiental que la rodee y sus necesidades de tensado o destensado.

Como puede imaginarse es el prototipo de bastidor ideal, muy lejos de los modelos más tradicionales, donde la tela va destensándose con el paso del tiempo sin permitir un tensado de la misma más que de forma manual y mecánica, mediante lo que se conoce como 'apertura de cuñas'. En lienzos de gran formato, con un peso excepcional (como la pieza que nos ocupa), este proceso se hace inviable, debido al riesgo que supone la movilidad de este tipo de obras pudiéndoles causar daños añadidos.



Fig. 58 y 59. Vista general del montaje de la obra y detalle del nuevo bastidor.

VI. APLICACIÓN PRÁCTICA



Fig. 60 y 61. Vista general de la exposición en la Catedral de Burgos y detalle de la escena de la obra.



CONCLUSIONES

VII. CONCLUSIONES

VII. CONCLUSIONES

Instron-4411

- El refuerzo de 100% poliéster 19 x 19 hilos/cm² (Trevira), utilizado como refuerzo en una unión a solape muestra un tiempo de rotura a 11 s, en contraposición a la rápida rotura de la fibra de vidrio, que rompe a 3 s.
- Las telas 100% poliéster 19 x 19 hilos/cm² (Trevira) sufre una tensión máxima de 5,72N, siendo inferior a la conseguida por el lino 20 x 13 hilos/cm², que alcanza 8,96N.
- El refuerzo de lino 20 x 13 hilos/cm², sobre una unión a solape, con adhesivo termoplástico, da un fallo adhesivo, ya que el refuerzo despega de la tela original; en el caso del adhesivo de contacto, se produce un fallo de sustrato.
- El refuerzo de 100% poliéster 19 x 19 hilos/cm² (Trevira), utilizado como refuerzo en una unión a solape, con un adhesivo de contacto muestra un tiempo de rotura a 11 s, siendo disminuido con la utilización de un adhesivo termoplástico, donde el tiempo de rotura es 4 segundos, no produciéndose en ambas la rotura deseada, si no rotura del sustrato.

- Las uniones realizadas mediante el adhesivo de contacto rompen el sustrato, a diferencia de los estudios realizados con adhesivo termoplástico, donde el refuerzo despegado del sustrato, no produciéndose rotura.
- El refuerzo de fibra de vidrio sobre una unión acodada (parche), muestra fallo de cohesivo, separando ambos sustratos lo que confirma que este material, necesita de un refuerzo posterior, ya que por si solo, no cumpliría la función total de ese daño.
- De todo lo anterior se desprende que la tela 100% poliéster 19 x 19 hilos/cm² con el adhesivo termoplástico presenta una adhesión y reversibilidad mejor que los tejidos 100% poliéster 23 x 26 hilos /cm² con adhesivo de contacto.

VII. CONCLUSIONES

TexturimetroTA-XT2i

- Los entelados realizados mediante 100% poliéster 19 x 19 hilos/cm² adheridos con adhesivo termoplástico necesitan menor fuerza para despegar que el lino 20 x 13 hilos/cm².
- Los entelados realizados con el adhesivo de contacto aportan una unión tela-adhesivo poco uniforme en comparación de los termoplásticos que ofrecen una alta uniformidad.
- No hay diferencias notables en los tiempos de despegue utilizando un adhesivo termoplástico o de contacto, siendo la media 50'.
- El lino 20 x 13 hilos/cm² adherido con adhesivo de contacto sufre una tensión máxima de 16,915 N/mm en contraposición con el tejido 100% poliéster 23 x 26 hilos/cm² que no supera los 5,2 N/mm.
- Desde el punto de vista de la reversibilidad, los entelados realizados con adhesivo termoplástico, presentan débiles fuerzas de despegado.
- De todas las observaciones anteriores se extrae que los entelados realizados con adhesivo termoplástico, ya que necesitan que se ejerza menor fuerza para ser eliminados, ofrecen mejores ventajas que los realizados con adhesivo de contacto.



BIBLIOGRAFÍA

VI. BIBLIOGRAFÍA

ALTHOFER, H. (2003) *Restauración de pintura contemporánea: Tendencias, materiales, técnicas*. Ed. Istmo, Madrid (España)

APPELBAUM, B. (1987). "Criteria for treatment: reversibility". Journal of the American Institute for Conservation. Jaic. Volumen 26 (USA).

AA.VV. (1996). "Una evaluación de una selección de adhesivos acrílicos y de acetato de polivinilo". Pruebas de adhesivos en el Canadian Conservation Institute. Cuadernos de Conservación. Volumen 41, número 1.

BERGER, G. Formulating adhesives for the conservation on painting.

CEPEDA, C. (2001). "Tratamiento superficial de copolímero EVA con plasma de baja presión". Tesis doctoral. Universidad de Alicante. Alicante.

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

DEBRA, D. STEFAN, M. CHRISTIE, P. (1993). *Ongoing Research in the CCI Lining Project: Peel Testing of Beva 371 and Wax-Resin Adhesives with Different Lining Supports*. Canadian Conservation Institute. Vol I.

KENNETH, B. (1985). *The quantitative testing and comparisons of peel and lap/shear for lascaux 360 H.V. and Beva 371*. Journal of the American Institute for Conservation. Volume 24, Number 2, Article 1, pp 60 to 68.

MARTÍN, J.M. (2006). *Polímeros y adhesivos. Un curso de diapositivas en Power Point*. Universidad de Alicante.

MARTÍN, S. (2005). *Introducción a la conservación y restauración de pinturas: Pintura sobre lienzo*. Universidad Politécnica de Valencia.

MARTÍN, S.; CASTELL, M. (2006). "Evolución de la aplicabilidad de fibras sintéticas en los tratamientos de refuerzo estructural de las pinturas sobre lienzo". En 16th International Meeting on Heritage Conservation. Vol 2. Valencia.

MUÑOZ, S. *Teoría Contemporánea de la Restauración*. Síntesis. Madrid.

REMBA, A. (1996). *“El empleo de Beva 371 y Adam Eva como adhesivos de entelado: un estudio de la fuerza de adhesión y la calidad del entelado”*. XI Congreso de Conservación y restauración de Bienes Culturales. Castellón.

Paginas web consultadas

<http://www.metrotec.es/>

<http://www.egrafica.unizar.es/ingegraf/pdf/Comunicacion16986.pdf>

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

<http://www.agaragar.net>