

TRABAJO FINAL DE MASTER
CURSO 2012/2013

SUSTANCIAS ADHESIVAS EN LA CONSOLIDACIÓN DE PINTURAS AFECTADAS POR EL FUEGO

Estudio comparativo y testado de materiales

ADRIÁN ROBLES ANDREU

TUTORES

SUSANA MARTÍN REY
MARÍA CASTELL AGUSTÍ
VICENTE GUEROLA BLAY

SUSTANCIAS ADHESIVAS EN LA CONSOLIDACIÓN DE PINTURAS AFECTADAS POR EL FUEGO

Estudio comparativo y testado de materiales

ADRIÁN ROBLES ANDREU

TUTORES

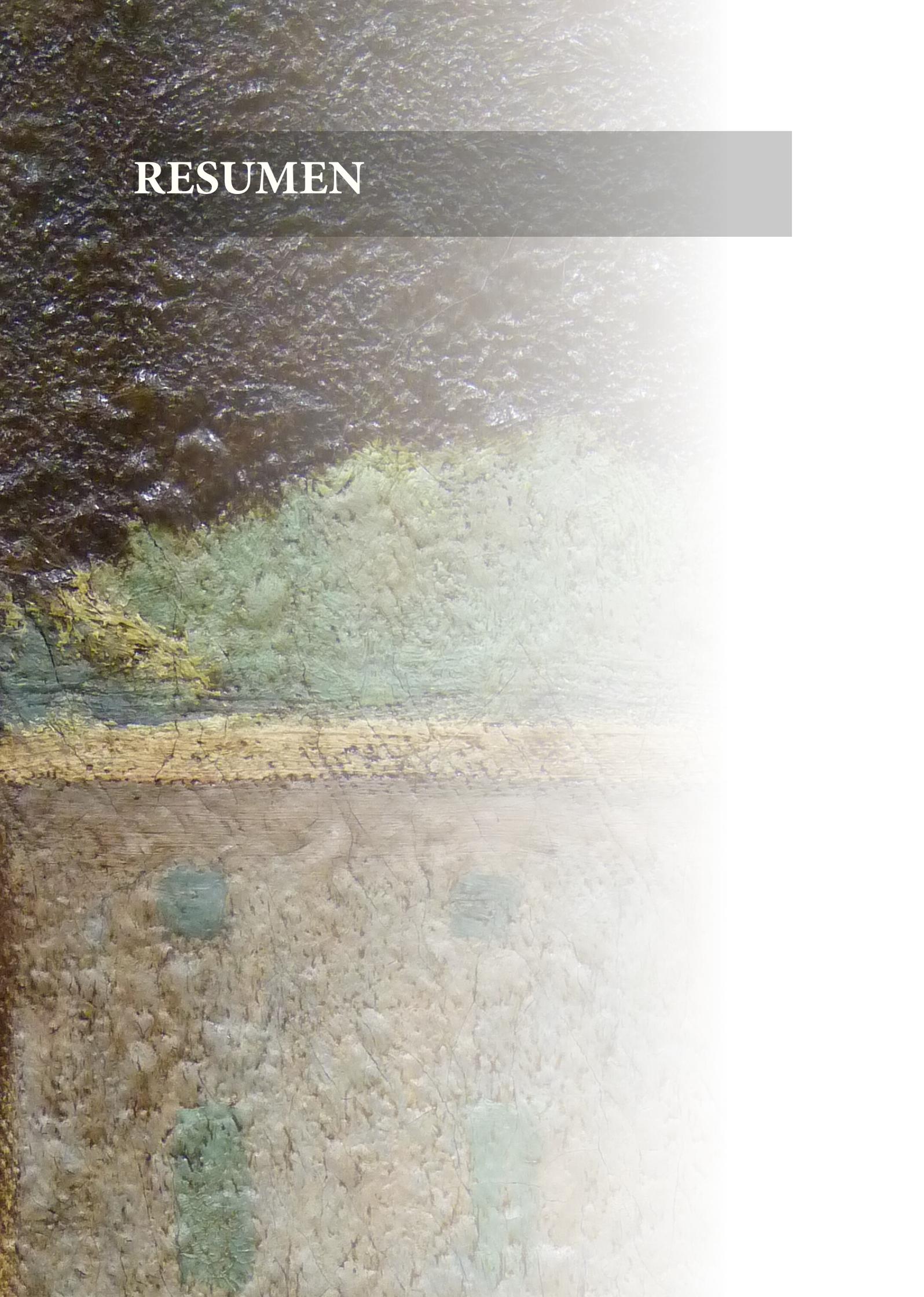
SUSANA MARTÍN REY
MARÍA CASTELL AGUSTÍ
VICENTE GUEROLA BLAY



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



RESUMEN



RESUMEN

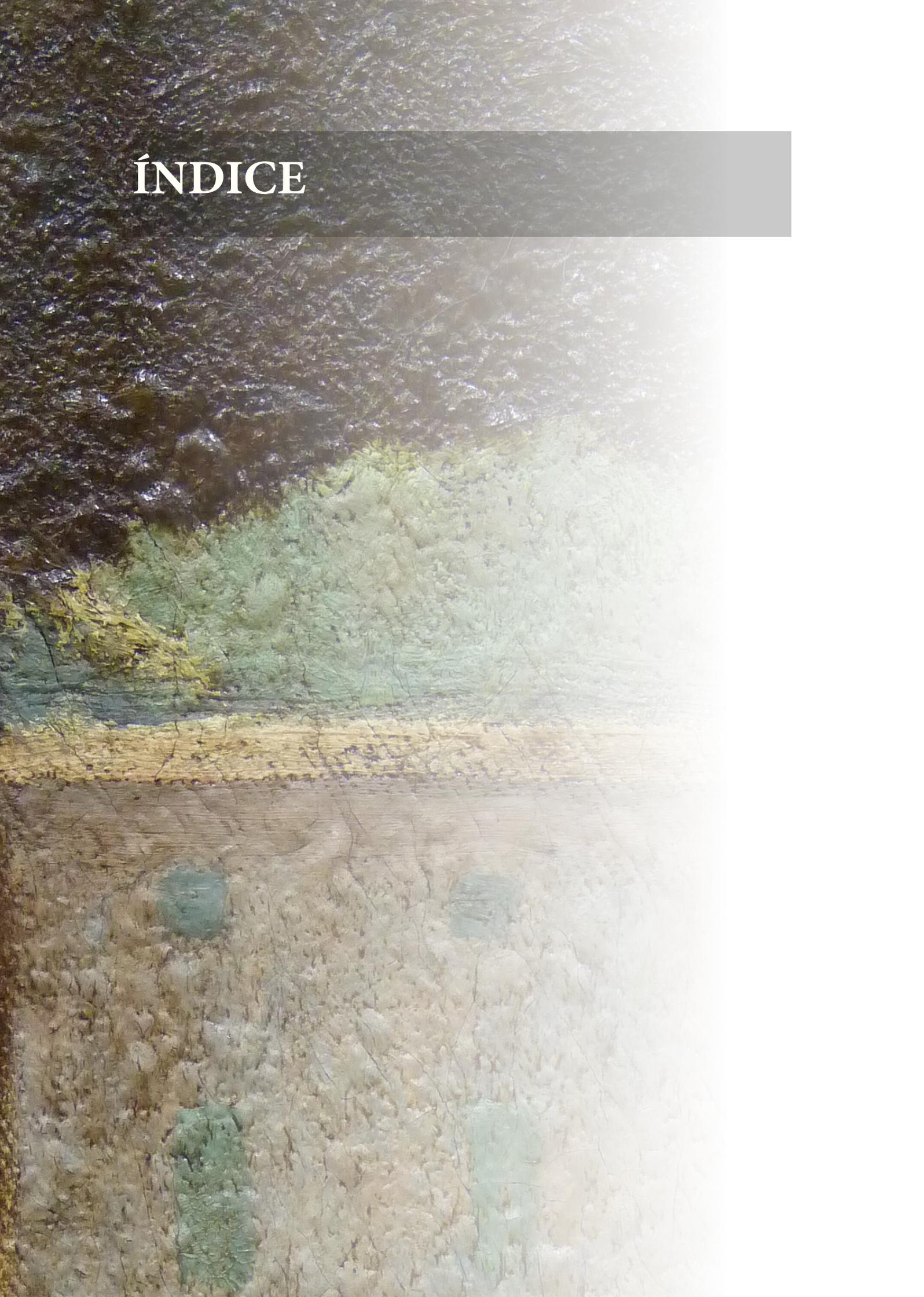
El tratamiento de pinturas afectadas por el fuego, siempre ha causado grandes problemas dada su extrema complejidad, desarrollándose y evolucionando paulatinamente con el paso de los siglos. En la consolidación y devolución planimetría de estratos pictóricos afectados por el fuego, se han utilizado a lo largo de la historia, tratamientos diferentes más o menos efectivos, para intentar llegar al mismo resultado.

En esta investigación se han consultado las principales fuentes sobre este tipo de metodologías, para posteriormente crear pautas de actuación idóneas que puedan subsanar este tipo de alteraciones.

Se ha perseguido la obtención de una metodología capaz de disminuir las alteraciones propias de un incendio sin poner en peligro la integridad de las obras, a través de la comparación y contraste, de los diferentes procesos de intervención realizados a lo largo de los años.

Tras la elaboración de probetas de testado de laboratorio, la investigación se ha centrado en el análisis de materiales adhesivos de diferente composición y naturaleza, con el fin de validar su idoneidad o no, en este tipo de tratamientos.

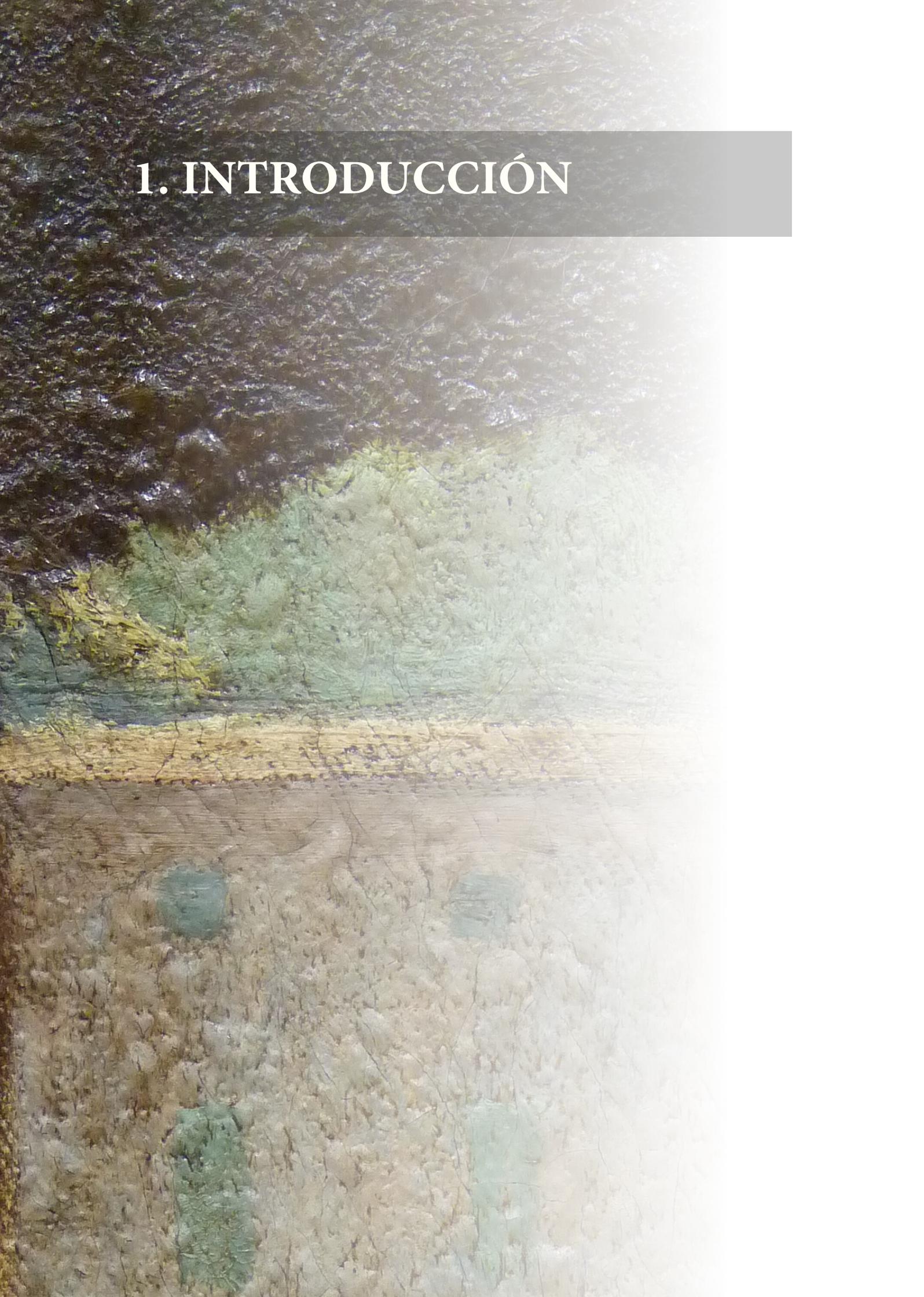
Los resultados más relevantes advierten los siguiente datos: La obtención de un sistema metodológico específico con aportes de calor y succión controlados. La elección del adhesivo más apropiado para este tipo de obras, atendiendo a los diferentes ensayos y aplicaciones, así como su aplicación en un caso específico.



ÍNDICE

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	15
2.	OBJETIVOS	19
3.	EL CALOR EXTREMO COMO FRENTE DE DETERIORO EN PINTURAS SOBRE LIENZO	23
3.1.	Materiales constituyentes de las pinturas al óleo y problemas conservativos	26
3.2.	Cambios físico-químicos provocados por temperaturas extremas	27
3.3.	Diferentes tipos y grados de alteración	29
4.	EVOLUCIÓN HISTÓRICA EN TRATAMIENTOS DE PINTURAS QUEMADAS SOBRE LIENZO	37
4.1.	Tratados y recetarios	37
4.2.	Materiales, instrumental y metodología	39
4.3.	Década de los 60, difusión de los primeros estudios	41
5.	ESTUDIO EXPERIMENTAL	47
5.1.	Metodología: elaboración de probetas de muestreo	47
5.2.	FASE I: Estudio de los materiales	52
5.2.1.	Análisis del valor de pH	55
5.2.2.	Ensayos de dureza	56
5.3.	FASE II: Ensayos de adhesión	59
5.3.1.	Preparación del muestreo	70
5.3.2.	Ensayo de resistencia al despegado: <i>Quick Stick</i>	70
6.	CONCLUSIONES FINALES	85
7.	APLICACIÓN DEL ESTUDIO A UN CASO ESPECIFICO.	91
6.	BIBLIOGRAFÍA.	101



1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo, las fuentes de calor extremo como los incendios, han provocado todo tipo de catástrofes y pérdidas de patrimonio artístico. El origen de este trabajo surge como consecuencia de este tipo de problemática, que provocó la alteración y pérdida de una importante colección de arte Modernista Catalán, por su exposición a temperaturas elevadas o contacto directo con el fuego. De este modo las alteraciones sufridas en las obras, han provocado la aparición de todo tipo de levantamientos en forma de ampollas y granulaciones, favoreciendo además la evaporación y pérdida de numerosos componentes del estrato pictórico, siendo una alteración de compleja reversibilidad.

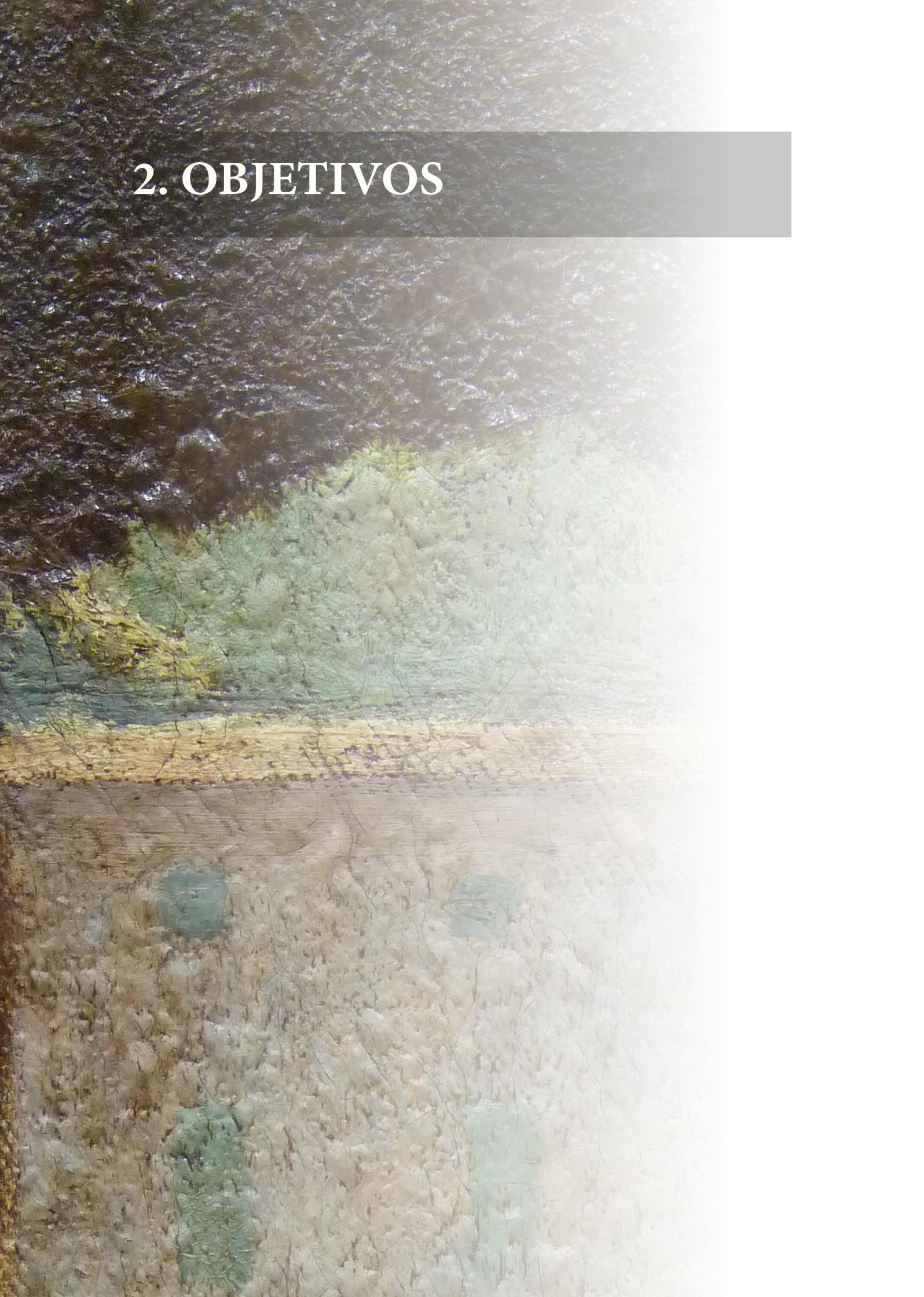
Las pinturas afectadas por altas temperaturas, además de presentar este tipo de levantamientos, los materiales constituyentes de las obras, se encuentran extremadamente rígidos y quebradizos, por lo que tanto su limpieza, como manipulación presenta grandes problemas.

De este modo se ha estudiado la evolución de los diferentes tratamientos aplicados a lo largo de los años, en obras con alteraciones similares. Una vez recopilada la información, se ha creado una metodología de estudio, en la que se resaltan, los puntos más favorables de cada una de ellas, con los que poder realizar un correcto sentido del color, de modo que la obra no sufra ningún tipo de alteración adicional.

Para ello se han analizado una serie de materiales adhesivos, empleados en conservación de estratos pictóricos, tanto de tipo natural como sintético, valorando sus cualidades químicas, físicas y mecánicas.

Tras los ensayos de laboratorio, se han extraído los resultados más relevantes, para posteriormente analizarlos y postular unas conclusiones finales, con las cuales, valorar su aplicación en casos concretos.

2. OBJETIVOS

The background of the slide is a photograph of a natural landscape. It shows a dense forest with various shades of green and brown. A stream flows through the center of the image, and a path or road is visible on the right side. The overall scene is a lush, green environment.

2. OBJETIVOS

A continuación se enumeran los objetivos marcados en esta investigación, focalizada en la elaboración de una metodología de actuación, para su posterior empleo en obras afectadas por este tipo de problemática.

- Realizar una recopilación bibliográfica exhaustiva de información relevante sobre incendios, y su vínculo con el deterioro de obras pictóricas, para la extracción de datos sobre los cambios físico-mecánicos y químicos, ocurridos en pinturas sobre lienzo, cuando son sometidas a elevadas temperaturas. Análisis de la evolución de los diferentes tratamientos y materiales utilizados a largo de la historia.
- Elaborar probetas que simulen al 100% las obras objeto de estudio, provocando los diferentes grados de alteración que se dan en un caso real.
- Seleccionar diferentes sustancias adhesivas y papeles sustentantes, con los que llevar a cabo el sentado de los estratos pictóricos de las probetas, realizando en ellas tanto ensayos de tipo físico, químico y mecánico, con el objetivo de hallar y contrastar los datos más relevantes para este tipo de problemática.
- Crear una metodología de actuación capaz de subsanar las patologías provocadas por fuentes de calor intenso, y obtener resultados del comportamiento de cada uno de los adhesivos seleccionados.
- Analizar las muestras mediante ensayos de laboratorio, con los que poder obtener el grado adhesión aportado por cada uno de ellos.
- Obtener unas conclusiones finales basadas en el comportamiento de los materiales, que permita identificar que adhesivo y tratamiento ha resultado ser más eficaz.
- Valorar la aplicabilidad de los resultados obtenidos en las fases de estudio, en obras afectadas por este tipo de problemática.



3. EL CALOR EXTREMO COMO FUENTE DE DETERIORO

3. EL CALOR EXTREMO COMO FUENTE DE DETERIORO

A lo largo de la historia, el fuego ha sido el causante de innumerables catástrofes, bien sea por mera casualidad y descuido, o por intervenciones antrópicas. El patrimonio artístico se ha visto afectado por este gran agente de deterioro, acompañando a las obras de arte, desde su propio origen, destruyéndose así, una gran cantidad de patrimonio con el paso de los siglos.

Si se hace un breve repaso por la historia de España, hay que destacar un acontecimiento por encima de todos, dado que se trata de la mayor pérdida de patrimonio español hasta la fecha, el incendio del Real Alcázar de Madrid¹.

En el momento de este suceso² el palacio contaba con una gran cantidad de obras entre copias y originales, que llegaban aproximadamente a un total de más de 2000 piezas. Entre las autorías más relevantes de las obras perdidas, figuraban obras de Velázquez, Rubens, Tintoretto, Lucas Jordán y Claudio Coello entre otros³.

Años después, la pérdida de innumerables obras y conjuntos retablisticos por las llamas, provocaron la reacción del monarca Carlos III en el año 1777, presionado además por la Real Academia de San Fernando la cual pedía una reforma de estilos, que sustituyera el actual Barroco por la imposición del clasicismo. De este modo se aplicó un Real Decreto, en el que se prohibió la realización de retablos en madera, para ser sustituido por materiales pétreos⁴.

En cuanto a los incendios, hay que tener en cuenta que éste, es un fenómeno vivo de la combustión, es decir, una reacción de oxidación entre un combustible (generalmente una sustancia orgánica) y el oxígeno del aire u otro oxidante⁵. En este proceso, las moléculas que componen los materiales combustibles, deberán adquirir una gran velocidad, para que de este modo, la colisión entre ellas, sea lo suficientemente violenta como para romperlas en átomos y/o radicales libres, provocando así, que un segundo proceso tenga lugar, la división o escisión de las moléculas que han colisionado. Tras éstos, un tercer proceso afectará a los átomos y/o radicales libres, convirtiéndolos en nuevas moléculas. Este tercer proceso generará nuevos enlaces entre los átomos creados, conllevando por tanto, el desprendimiento de energía en forma de luz y calor⁶.

1 Este palacio fue residencia de los monarcas españoles comprendidos entre Carlos I y Felipe V. Su construcción se remonta al S.IX, en época musulmana, y fue evolucionando a lo largo de los siglos a base de nuevas edificaciones y ampliaciones hasta la construcción del actual Palacio Real. Disponible en : <http://www.museoimaginado.com/alcazar.htm>

2 El incendio del Alcázar de Madrid se originó la noche del 24 de Diciembre de 1734. Según los cronistas de la época, el foco del incendio se dio en los aposentos del pintor de la corte Jean Ranc, mientras se celebraba la Noche Buena, propagándose rápidamente por todas las estancias. *Ibíd.*

3 El viejo Alcázar de Madrid, sede virtual del Museo Imaginado. *Ibíd.*

4 ROS GONZALEZ, F., (2001) La polémica sobre los retablos de estuco en Sevilla a finales del siglo XVIII, Laboratorio de Arte nº14. Pp 109-110

5 KLEITZ, M.O., VALLET, J.M et al, (2000). La prévention des sinestres dans les aires de stockages du patrimoine: Questions sur la sensibilité Thermique des peintures de chevalet en présence d'un incendie. Marseille. Pp. 189-190.

6 BASSET, J.M., et al. Diploma de especialización Profesional Universitario en Servicios de Prevención, Extinción de Incendios y Salvamento. Módulo IV: Fundamentos teóricos y técnicos, Universidad de Valencia 2005. P. 10

Para la generación de la llama, será necesario que el combustible alcance cierta temperatura - temperatura de auto-ignición⁷- o que lo provoque una chispa. La temperatura de una llama dependerá siempre de la naturaleza del combustible, no obstante siempre oscilará entre 1200°C y 1400°C.

Una vez generada la llama, se producirá la liberación de energía que provocará, en el interior de dichos fenómenos, la destilación, la descomposición térmica, la evaporación y la difusión de los materiales. Los objetos adyacentes al foco del calor, recibirán una cantidad de energía, que se verá reducida al cuadrado de la distancia a la que se encuentren, de este modo, aunque las llamas se encuentren a una distancia considerable, la cantidad de calor/energía que puede llegar, a los diferentes objetos, será muy elevada y se verá condicionada por el entorno en el que se encuentre.

Además de la temperatura elevada, las características propias de cada incendio serán las causantes de las diferentes patologías que se puedan dar en los lienzos, creando diversos grados de afectación. Por un lado, se verán afectadas por los propios materiales constituyentes de las obras, sin embargo el tipo de fuego originado, y el combustible, determinarán la energía generada por las llamas.

Estos daños también se verán afectados por las condiciones creadas en cada tipo de situación, como puede ser la acumulación o evacuación de los gases calientes, o incluso por la conductividad térmica de los diferentes materiales cercanos a las obras. Además, se tiene que tener en cuenta el volumen de la sala, puesto que influirá en gran medida junto con la masa de aire frío contenida, o la compartimentación del espacio.

Cuando se produce un incendio en un domicilio (como resulta ser el caso de estudio), independientemente de que las llamas no alcancen la mayor parte de la superficie o de las estancias, las temperaturas que se pueden llegar a alcanzar, pueden ser de unos 100°C, dado que la energía irradiada por las llamas, se propagará por estratificación vertical del calor, donde tanto la altura de los techos del recinto, como la ventilación, favorecerán o no, a la difusión del incendio⁸.

Por otra parte, a lo largo de la historia los daños provocados en las obras, por la temperatura extrema, no siempre han sido causados por un incendio. El aporte de calor excesivo, en los diferentes procesos de intervención ,tambien han propiciado la creación de levantamientos y la alteración de los materiales constituyentes de las obras. Un claro ejemplo, puede ser el uso de planchas de hierro caliente o arena, como medios para aportar calor.

7 Ibíd., p. 9. Temperatura de auto-ignición: "Mínima temperatura (en °C) requerida para que una mezcla de combustible/aire se inflame, sin necesidad de que exista una llama o cualquier otra fuente de ignición presente".

8 Kleitz, M.O. (2000) *op. cit*, p 190.



Imagen 1. Microampollas derivadas de fuentes de calor cercanas como velas.



Imagen 2. Ampollas derivadas de movimientos acusados del soporte.

3.1 MATERIALES CONSTITUYENTES DE LAS PINTURAS AL ÓLEO Y PROBLEMAS CONSERVATIVOS

Las pinturas al óleo utilizan los aceites secantes, más o menos transparente, como medio de unión, donde se suspende el pigmento. Durante el secado, el aceite polimeriza, formando una matriz dura o casi gomosa. Estos aceites secantes, tienen su origen en una fuente vegetal, los cuales están formados por una combinación química de ácidos grasos y glicerina. Ésta puede estar constituida por tres tipos de alcohol, de los que a su vez, cada uno de éstos puede estar combinado con un ácido graso, formando de este modo un monoglicérido, mientras que con dos ácidos grasos, se formará un diglicérido, y con tres un triglicérido. Los ácidos grasos también pueden dividirse en saturados - sin doble enlace - e insaturados -con uno o más dobles enlaces reactivos en la cadena hidrocarbonada.

Durante el proceso de secado, hay que decir, que se inicia rápidamente una vez que se extiende como una película delgada, y es expuesto al aire y la luz. La polimerización se producirá principalmente a través de los procesos oxidativos. Cuando el proceso de secado inicial se ha completado, los ácidos grasos poliinsaturados ya no estarán presentes, bien sea en forma de ácidos libres, o en forma de ésteres diglicéridos. De este modo los pequeños compuestos originales, que permanecen solubles en un aceite secante tras esta etapa, serán las pequeñas cantidades de glicerina, y compuestos derivados de los ácidos grasos saturados no reactivos. El material soluble también incluirá los productos de degradación. Después de esta etapa inicial de secado, se producirá la hidrólisis de los enlaces éster glicérico, la formación de jabones y la volatilización de compuestos de bajo peso molecular⁹.

Como bien se ha comentado anteriormente, la alteración y grado de deterioro de una pintura, sometida a focos de calor intenso, no solo dependerá de las condiciones creadas en un incendio, sino que además se verá influida por el envejecimiento de la propia obra. No obstante existen más factores que pueden provocar que varias obras sometidas a la misma temperatura, se comporten de forma totalmente distinta.

Cuando se observa una obra afectada por fuego o las altas temperaturas, se puede apreciar cómo, no toda la superficie se encuentra con el mismo grado de alteración o daño. De este modo la intensidad de los daños sufridos en una obra, no solo dependerá de la temperatura y tiempo de exposición a ésta, sino que las propias características de cada uno de los materiales influirán. Éstas pueden ser los tiempos de secado que se han dado en la obra, así como su envejecimiento anteriormente mencionado. También influirá el espesor de las diferentes capas que la constituyan, su dureza, la calidad de los materiales empleados e incluso el barnizado que presente.¹⁰

9 ERHARDT, D., TUMOSA, C.S., MECKLENBURG, F. (2000) Natural and accelerated thermal aging of oil paint films, Tradition and innovation: advances in conservation: contributions to the Melbourne Congress, pp. 65-66

10 VIVANCOS RAMÓN, V., (2007) La Conservación y Restauración de pintura de caballete: pintura sobre tabla. Técno, p. 143.

Un claro ejemplo de los factores que pueden influir en las diferentes patologías, puede ser el aceite de linaza. Se trata del aglutinante más utilizado en las pinturas al óleo, cuya composición dependerá de una serie de factores¹¹. Éstos pueden ser: la naturaleza de la fuente vegetal del grano, el clima en el que se ha desarrollado, e incluso la forma de extracción y refinado, el cual como citan los diferentes recetarios, se deberá preparar evitando las altas temperatura, las cuales pueden provocar la formación de productos coloreados, además de modificar su composición de triglicéridos, acelerando también la oxidación de éstos.

3.2 CAMBIOS FÍSICO-QUÍMICOS PROVOCADOS POR TEMPERATURAS EXCESIVAS

Cuando en un incendio se alcanzan temperaturas de 100°C aproximadamente, sin la presencia de llamas, puede provocar que muchos compuestos orgánicos expuestos a temperaturas de dicha magnitud, den lugar a fenómenos de degradación térmica como: destilación de compuestos volátiles (contenidos en los diferentes materiales como es el caso de las esencias), pirolisis y oxidación parcial en alcohol, aldehídos y ácidos. En este caso la pirolisis se entiende por la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales, excepto metales y vidrio, por el calentamiento en ausencia de oxígeno, pudiendo causar además, la pirolisis extrema¹² o la pirolisis anhidra¹³.

“En el momento en el que se supera el punto de reblandecimiento comienza la disociación pirolítica. Entonces los componentes de alto peso molecular de los aglutinantes (colas vegetales y animales, aceites secantes y resinas) se disocian en componentes de bajo peso molecular, dando lugar a la formación de gases ligeramente fluidos-vapor de agua, dióxido de carbono, productos de desdoblamiento no definidos y parcialmente característicos y ácidos grasos.....Si el calentamiento continua esta descomposición originará la carbonización total de la capa pictórica.”¹⁴

Hay que destacar que existen muy pocos estudios sobre el comportamiento térmico de las capas que forman un óleo sobre lienzo. Esto se debe, probablemente a la dificultad que implica la apreciación de la resistencia de los diferentes elementos que constituyen la superficie pictórica, a la degradación térmica, dado que cada capa será, la suma de varios materiales unidos entre sí, teniendo además cada uno, mayor o menor importancia en la técnica y modo de ejecución utilizado por el artista¹⁵.

Sin embargo, si se pueden ofrecer unos valores aproximados de resistencia térmica, según la naturaleza de los materiales. En el caso de los materiales orgánicos presentes en obras de caballete, se puede decir que éstos, estarán comprendidos entre 30°C y 100°C. No obstante los polímeros sintéticos, a diferencia de los anteriores, presentarán unos valores de entre 150°C y 200°C. Con todo, hay que destacar, que independientemente de la naturaleza de los materiales,

11 BOISSONNAS, A., (1963) The Treatment of Fire-Blistered Oil Paintings, “Studies in Conservation”, nº8, p. 57.

12 Pirolisis extrema: Sólo deja carbono como residuo, es decir, la denominada carbonización. Esta pérdida de material constituyente en los diferentes objetos que componen la obra, presenta la función de combustible, provocando la proliferación de las llamas.

13 Pirolisis anhidra: En ausencia de agua.

14 NICOLAUS, K., (1999) Manual de restauración de cuadros, Könemann, p. 200.

15 KLEITZ, M.O.(2000) *op. cit.*, p. 190.

los daños se prolongarán sin duda, antes de su temperatura de fusión, siendo la gran mayoría de ellos irreversibles. Además, ésta, también se verá favorecida por la deshidratación general de todos los componentes orgánicos, junto con la reducción paulatina de la humedad relativa del ambiente y el soporte¹⁶.

Diferentes fuentes consultadas en la investigación han demostrado que los procesos de degradación generales de estas películas, durante un incendio o una exposición a elevadas temperaturas, pueden producir los siguientes cambios intermedios de reacción¹⁷:

Decoloración; consiste en los cambios químicos cromóforos y alteraciones de los pigmentos por exceso de calor.

- Fragilidad de los estratos más superficiales.
- Reblandecimiento y fusión de la película pictórica.
- Contracción o inflamación, y formación de ampollas.

A medida que la temperatura vaya aumentando aún más, las estructuras moleculares comenzarán a descomponerse, volatilizar y carbonizar. No obstante estos procesos se llevarán a cabo con mayor o menor rapidez dependiendo del espesor de la capa de hollín que hayan ido recibiendo, así como del tipo de barniz que proteja la obra¹⁸.

De este modo el comportamiento que pueden tener las obras de caballete realizadas en base resinosa, de aceite o proteica pueden variar, dependiendo de la sustancia predominante:

- Las ceras, presentes en pinturas a la encáustica, o en barnices - con el objetivo de matear la superficie-, serán las sustancias que comenzarán a reblandecerse en primer lugar. Será a partir de los 30°C.

- Después de las ceras, las resinas parecen ser unos de los componentes más sensibles al calor. Éstas se pueden encontrar tanto en los barnices, como en veladuras, (a modo de barnices coloreados, los cuales modificarán los colores puntualmente, dependiendo del efecto deseado por el artista). En el caso de las veladuras, la exposición a grandes temperaturas, supondrá una carbonización de forma rápida, debido a su alto contenido de aglutinante frente a la cantidad de pigmento.

En el caso de que la obra se encuentre barnizada, y sea sometida a elevadas temperaturas, conllevará una modificación externa de la obra¹⁹, dado que éste, sufrirá una oxidación de la linolina, muy acusada, provocando un amarilleamiento intenso, además de la adhesión de partículas de combustión, lo que podrá llevar a una falsa conclusión, de que la película pictórica se encuentre carbonizada.

- Según los estudios, los aceites parecen ser más estables térmicamente, que las resinas. Sin embargo existen diversos factores que pueden producir un cambio en su resistencia. Los

16 Ibid., p. 191.

17 TAHK, C, (1979), The recovery of color in Scorched Oil Paint films, Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 19, nº1, pp. 25-27. NICOLAUS, K., (1999) op. cit.

18 THIERRY, O. (2006), Il trattamento di tre dipinti danneggiati da un incendio nella Chiesa di Eidsvoll, Norvegia, Salvati dalle fiamme: Gli interventi su edifici e oggetti d'arte danneggiati dal fuoco, SUPSI. Pp. 98-100.

19 TAHK, C, (1979), op cit., pp. 25-27.

aceites también podrán utilizarse en mezcla con éstos últimos, modificando su comportamiento térmico. Por otro lado si el artista ha diluido la pintura en aguarrás o en aceites esenciales, seguirán siendo, incluso después de su secado, residuos resinosos, los cuales actuaran como plastificantes de los aceites polimerizados, alterando también su comportamiento ante el calor.

- Además, el calentamiento de un aglomerante expuesto a una temperatura dada, es decir, su degradación, también puede variar por el tipo de carga o el pigmento²⁰ que contengan, de los cuales, sus cualidades físicas, determinarán su resistencia térmica. Por ejemplo los pigmentos a base de cobre oscurecerán con mayor rapidez bajo la acción de calor intenso, llegando a transformarse en óxido de cobre, si la degradación no se frena a tiempo.²¹

Hay que tener en cuenta que cuando se producen las diferentes modificaciones en los materiales mencionados, esto conllevará, a diversas fases de migración y evaporación de los componentes de la película pictórica, que difícilmente podrán recuperarse o regenerarse una vez intervenidas.

3.3. DIFERENTES TIPOS Y GRADOS DE ALTERACIÓN

Como se ha comentado en los apartados anteriores, una de las alteraciones que provoca el calor intenso, es el reblandecimiento de la película pictórica, junto con la emanación de gases, que son producto de la descomposición química o pirolisis, y la deshidratación de los materiales orgánicos.

Estos tres factores serán los desencadenantes de la deformación planimétrica de las obras, creando todo tipo de levantamientos en forma de ampollas, las cuales poseerán, dependiendo del grado de afectación, diversas morfologías. Éstas también se verán afectadas por las propiedades que presentan las pinturas al óleo, como son, su flexibilidad, elasticidad y plasticidad.

La flexibilidad de la película pictórica se puede entender por la dilatación máxima que pueden sufrir, sin llegar a romperse, por torsión, flexión o tracción. Éstos estarán íntimamente ligados a la plasticidad y elasticidad de la propia pintura. Por otra parte, la elasticidad de un estrato pictórico será la facultad de estiramiento y orientación de las cadenas micro moleculares, de las que está formada en la dirección del esfuerzo²².

“La deformación plástica y la consecuente falta de memoria plástica es el principal factor de alteración de la película pictórica ya que una vez que se hincha por la acción del calor cuando se vuelve a desinflar no retorna a su posición original, con lo cual si existía algún tipo de textura desaparece por completo y se origina otra diferente²³”.

20 COLOMBINI, A., KLEITZ, M.O. (2004) Thermal behaviour of a painting near a tire hearth. Proceedings of the International Congress Catastrophes and Catastrophe Management in Museums : Saraj. p. 59.

21 VIVANCOS RAMÓN, V. (2007). La Conservación y Restauración de pintura de caballete: pintura sobre tabla. Técno, pp. 146.

22 Ibid., p. 241 . La ley de Hooke nos dice que todo material presenta un límite elástico, tanto que la fuerza de tracción es inferior a este límite elástico, la película sufre una deformación elástica. Esta deformación es instantánea, completamente reversible y proporcional a la fuerza aplicada.

23 Ibid., p. 242.

Esta deformación plástica mencionada, junto con la falta de memoria plástica, será un factor de alteración de suma importancia en la película pictórica, dado que una vez ésta, se ve afectada por el calor, y se hincha, cuando vuelve a deshincharse, no volverá a ocupar su posición original. De este modo, si el estrato poseía cualquier tipo de trama o textura intencionada por el artista, tenderá a desaparecer por completo y se originará otra diferente.

Cuando se producen estos levantamientos en forma de ampollas, de forma interna, suelen separarse los diferentes estratos, sobre todo cuando los materiales constituyentes tanto de la preparación, como de los estratos pictóricos, difieren en su composición²⁴.

Haciendo referencia a McKay²⁵, el calentamiento de la superficie pictórica puede producir dentro de su propia estructura, que los componentes gaseosos producidos por el calor, ejerzan presión, y que junto a la pérdida de cohesión de las moléculas de la materia pictórica, genere la fuerza necesaria para levantarla.

Esta teoría podría explicar de forma clara, la presencia de las burbujas o granulaciones más pequeñas que se generan de forma más acusada sobre las superficies pictóricas.

También se tendrá que tener presente que no todas las pinturas se verán afectadas del mismo modo por el calor. Por una parte, las pinturas relativamente jóvenes presentan un alto porcentaje de agentes de unión no enlazados, además de los componentes de alto peso molecular necesarios para que la pintura tenga cierto poder de elasticidad. Por otro lado las pinturas más envejecidas, opondrán una mayor resistencia a la formación de ampollas y deformación plástica, debido a su reticulación y mayor polimerización del aglutinante. Por lo tanto una pintura joven y otra más envejecida, sometidas a la misma temperatura, no presentarán el mismo grado de deterioro, aunque en las más envejecidas se podrá observar una mayor fragilidad²⁶.

Una vez entendidos los diferentes procesos por los cuales se llegan a formar las ampollas, también es necesario realizar una breve descripción de cada uno de los tipos que podemos encontrar en obras de caballete. De menor a mayor deformación se pueden observar, alteraciones de grado 1 o granulaciones, de grado 2, o ampollas, de grado 3 o pústulas y cráteres. Esta diferenciación entre grados se ha establecido con el objetivo de crear o emular en apartados posteriores este tipo de alteraciones en probetas

24 Ibíd., THIERRY, O., p. 100.

25 MCKAY, D.A., 1977, *The Treatment of Blistered Paintings*, Queen's University: Kingston Ont., p. 3.

26 BOISSONNAS, A., *op. cit.*, p. 57.

-Grado 1: Serán todos aquellos levantamientos que presenten una altura de entre 0 y 0.7 milímetros de altura, teniendo cierta similitud tanto morfológica como de tamaño, a la cabeza de un alfiler. En este caso en el interior de los levantamientos no se encontrará aire, sino que será una deformación de la película pictórica poco reversible.



Imagen 3. Ampollas o granulaciones de grado 1.

- Grado 2: En este caso el tamaño en altura estará comprendido entre 0.7 y 1,35 milímetros, presentando diámetros totalmente diferentes como se puede observar en la fotografía. Éstas si poseerán aire en su interior, por lo que la película pictórica se encontrará levantada, con o sin el estrato de preparación.



Imagen 4. Ampollas de grado 2.

- Grado 3: En este tipo de levantamientos se pueden encontrar, ampollas con alturas comprendidas entre 1.35 y 3 milímetros. Además dependiendo del grado de afectación pueden también haber superado su límite elástico, como las que se muestra en la imagen.



Imagen 5. Ampollas o granulaciones de grado 3.

A continuación se muestran las zonas de la obra original de Santiago Rusiñol, seleccionadas para cada una de las imágenes mostradas.



Imagen 6 y 7. Obra de Santiago Rusiñol "Paisaje de Mallorca", durante y después del proceso de limpieza. De izquierda a derecha en orden ascendente se muestran los diferentes grados de alteración.

4. EVOLUCIÓN HISTÓRICA EN TRATAMIENTOS DE PINTURAS QUEMADAS



4. EVOLUCIÓN HISTÓRICA EN TRATAMIENTOS DE PINTURAS QUEMADAS SOBRE LIENZO

4.1. TRATADOS Y RECETARIOS

Del mismo modo con el que las obras se han ido perdiendo a lo largo de los siglos, por este gran factor de deterioro, muchos han sido los que han intentado devolverle, a éstas, su función estética y transmisora. La evolución de los diferentes tratamientos aplicados sobre pinturas quemadas, a lo largo del tiempo, ha sido muy controvertido, dada la gran disparidad de productos y metodologías empleadas.

Aunque se desconocen los primeros tratamientos utilizados sobre pinturas quemadas, dada la falta de información en los diferentes tratados, si se puede afirmar con cierta seguridad, que muchas obras nunca se llegaron a intervenir, dándolas desde un inicio, por perdidas. Sin embargo, si han llegado a nuestros días, testigos de pinturas tratadas después de un incendio.

Como bien se ha definido en el apartado anterior, una de las mayores alteraciones sufridas por éstas, a nivel estético, son el oscurecimiento y la formación de ampollas de todo tipo, junto con la pérdida de cohesión y parte del estrato pictórico. Hay que destacar que los primeros testigos que podemos encontrar de este tipo de ataque, son en pinturas sobre tabla, dado que fueron los soportes por antonomasia hasta la aparición del lienzo como soporte. En este tipo de soporte se encuentran muchos más ejemplos, puesto que se trata además, de un material que presenta mayor resistencia al fuego directo, o las altas temperaturas.

Los primeros ejemplos de intervenciones, que se pueden encontrar con alteraciones producidas por el fuego, tenían una metodología de actuación de forma mecánica y despreocupada. A pesar de que esta técnica no se haya encontrado en ningún tratado, si se hace referencia a ella, en diferentes fuentes bibliográficas. Dicha técnica consistía, por un lado, en sacudir las obras por “la ventana” enérgicamente, de modo que todos aquellos levantamientos producidos por el calor, se desprendieran de ésta²⁷. No obstante, por otro lado, también ha sido muy habitual la utilización de cepillos duros, (bien de pelo animal o de púas metálicas), espátulas, e incluso cuchillas de afeitar, con las que raspar la superficie pictórica, eliminando así las ampollas y zonas descohesionadas, erosionando por tanto toda la superficie pictórica.²⁸

El aspecto que presentan estas obras, es el de una maya en forma de tela de araña, en las que se pueden observar lagunas de forma circular u ovalada, pertenecientes al espacio que ocupaban las ampollas, como se ve en la imagen inferior. Se trata de una obra intervenida en la asignatura de Consevación y Restauración de pintura 2, impartida por Jose Manuel Barros en la UPV . Una vez que se habían eliminado todas aquellas zonas desconsolidadas, se solía proceder al repintado de la obra, devolviéndole así su funcionalidad. No obstante la obra que aquí se expone, se muestra después del proceso de limpieza.

27 VIVANCOS RAMÓN, V. (2007), *Op. Cit.*, p. 240.

28 F. DUPONT, C. (1966), Further Developments in the treatment of fire-Blistered oil painting. “Studies in Conservation”, Vol. 11, nº1, p. 33.



Imagen 8. Martirio de San Dionisio, óleo sobre tabla. Obra intervenida en la asignatura de Conservación y Restauración de pintura 2. Curso 2011-2012.

Hay que tener en cuenta que las intervenciones que han seguido, o acompañado, a las ya mencionadas, se encuentran íntimamente ligadas a la evolución de los productos naturales de consolidación. Un claro ejemplo sería el inventor y tratadista, Theodore de Mayerne, quién ya en el siglo XVII recomendaba la aplicación de sucesivas capas de cola de pescado. En éstas se iba aumentando la concentración de cola progresivamente, aplicándose tanto en anverso y reverso, para consolidar los diferentes estratos pictóricos. Por otra parte, también aconseja el empleo de aceite de litarge²⁹ como adhesivo para fijar y devolver ampollas a la planimetría, teniendo además una doble función, dadas sus propiedades como barniz³⁰. Una vez aplicado este aceite, aconseja presionar las ampollas suavemente con los dedos para lograr bajarlas. También propone el uso de la goma-laca o la caseína diluida, como alternativa al aceite, ya que no producen brillos.

Unos siglos después, Secco Suardo (XIX) propone la utilización de “colletta” tanto para asentar el color como para las forraciones. Del mismo modo también aconseja el uso de gasas para proteger la película pictórica, además de consolidaciones puntuales del color, utilizando la plancha caliente. También matiza que cuando la “colletta” se aplique sobre obras con preparaciones oleosas, se le añade aceite -de nueces-³¹ para dotarlo de mayor afinidad con los materiales originales. Una de las recetas que plantea en su manual, será una mezcla adhesiva de aceite y barniz para reconsolidar el color, compuesta por:

“aceite de adormidera o de nueces, espesado al sol, puesto al fuego, y añadiéndole barniz de ámbar, mezclando todo bien, para posteriormente agregar esencia de trementina y se dejarlo bajo el sol para su secado”.

29 DE MAYERNE, T., (1967) *Le Manuscrit de Turquet De Mayerne. 1620-1646?*, Lyon, Audin, p.

30 VILLARQUIDE, A., (2005) *La pintura sobre tela II: Alteraciones, materiales y tratamientos de restauración*, NEREA, p. 502.

31 *Ibid.*, p. 503.

Ya en el siglo XX R. Mayer, al igual que los autores anteriormente mencionados también aconseja la utilización de “colletta”. Según su manual, ésta, se debía aplicar en la zona y dejar secar casi por completo, para seguidamente colocar una pieza de papel fino, y pasar la plancha tibia³². Por otro lado las ampollas se deben ablandar con vaselina en esencia de petróleo en una proporción de 1:1, para a continuación pincharlas e introducir barniz de cuadros. Una vez introducido éste se deberán apretar con un trapo manteniendo la presión con una plancha. Sin embargo también cita que si la operación va a ser ejecutada por un restaurador experto, se podrán conseguir mejores resultados pasando la plancha sobre la zona afectada, y previamente habiendo colocado sobre ésta, cera-resina³³.

4.2. MATERIALES, INSTRUMENTAL Y METODOLOGÍA

Al igual que las diferentes metodologías empleadas tanto por artistas como por restauradores, han producido resultados satisfactorios, o en cambio la pérdida de un gran número de obras, los diferentes materiales y herramientas empleados, también han producido resultados tan dispares, por su mala utilización o desconocimiento del mismo.

Como se ha visto en el apartado anterior, existen dos principios básicos a la hora de ablandar ampollas generadas por las altas temperaturas, por un lado, éstas volverán al sitio mediante la utilización de calor, mientras que por otro se puede conseguir su reblandecimiento gracias a los disolventes. A continuación se citarán ejemplos de ambas.

En 1930 apareció la primera herramienta realizada por y para restauradores, con el único objetivo de intervenir pinturas sobre lienzo, papel y tejidos, la mesa caliente. Ésta se presentó en el Congreso del ICOM celebrado en Madrid del mismo año³⁴. La invención de la mesa caliente supuso un gran adelanto en cuanto a forraciones, sin embargo también supuso una gran ayuda en tratamientos de pinturas quemadas sobre lienzo

Su estructura constaba de una plancha metálica en forma de rectangular, a la que se le incorporaron en su parte inferior, un sistema de lámparas infrarrojas, con las que calentar toda la superficie de forma homogénea. Hay que destacar que a este primer prototipo se le incorporó una bomba de vacío para conseguir presión, no obstante la fuerza ejercida resulto ser demasiado elevada, produciendo así interferencias de texturas con las telas de forración, además de aplastamiento de empastes³⁵.

Estos aplastamientos normalmente iban acompañados de grandes deformaciones de la película pictórica, por el reblandecimiento producido con las altas temperaturas. Por lo tanto no se le pueden atribuir este tipo de patologías, a la mesa caliente, dado que se trata de un herramienta que requiere ser usada correctamente, y sólo cuando sea necesario³⁶.

32 MAYER, R., (1993) Materiales y técnicas del arte, AKAL, p. 533.

33 VILLARQUIDE, A., (2005) *op. Cit.*, p. 505.

34 MARTÍN-REY, S., (2012) Los materiales sintéticos y su aplicabilidad en la restauración de las pinturas sobre lienzo, APUNTES UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, p. 12.

35 SCICOLONE, G.C., (2002) Restauración de la pintura contemporánea, NEREA, pp. 107-111.

36 *Ibid.*, p. 107.

Este problema no sería subsanado completamente hasta 1974, cuando se presentó el nuevo prototipo de mesa de succión en el Congreso de Greenwich. Las mejoras fueron sustanciales, dado que la mesa permitía la circulación de aire homogéneo, gracias a las perforaciones practicadas sobre la superficie metálica³⁷.

Desde la invención de ésta, la cera-resina³⁸ fue uno de los adhesivos más empleados en forraciones del reverso, no obstante toda una serie de inconvenientes como la creación de deformaciones o su irreversibilidad promovieron su desestimación. De este modo surgieron alternativas adhesivas como la fórmula desarrollada por Gustav Berger en 1970, la BEVA© 371³⁹, la cual presentaba mejores prestaciones en cuanto a elasticidad, reversibilidad, estabilidad química y menor punto de fusión.

Una vez mencionada la evolución en los tratamientos por calor, cabe destacar la otra metodología para la regeneración o reblandecimiento de las ampollas; la aplicación de disolventes como el cloroformo.

Al igual que las herramientas mencionadas con anterioridad, el cloroformo también ha sido un material con resultados poco satisfactorios. Siguiendo las investigaciones de María Gómez⁴⁰, se pueden encontrar referencias a varios casos, en los que la película pictórica se ha visto gravemente afectada por éste. En el momento en el que este disolvente es aplicado sobre la superficie pictórica y se le adicionan elementos acuosos, se pueden producir reblandecimientos extremos, en los que la película pictórica puede llegar incluso a la desintegración⁴¹.

Hay que tener en cuenta que el cloroformo no solo produce un reblandecimiento del estrato, sino que además favorece a la regeneración del medio. Éste también se disolverá con trementina de Venecia, barniz damar y esencia de trementina. De este modo una vez aplicado, el cloroformo, éste abrirá el poro de la superficie y realizará una penetración por osmosis⁴², permitiendo así que los demás componentes de la disolución penetren en los diferentes estratos.

Este tipo de aplicaciones se podían llegar a prolongar unas 12 horas aproximadamente, sometidas además a una cámara para la concentración de gases. Pasado este tiempo las ampollas presentaban normalmente una mayor flexibilidad además de un característico aspecto gomoso⁴³. Sin embargo, la utilización del cloroformo no ha sido satisfactoria en la gran mayoría de casos, puesto que su reblandecimiento siempre va relacionado por el tiempo de exposición, y éste a la antigüedad de las obras. Dependiendo de los materiales constituyentes del estrato pictórico y de su propio envejecimiento, será necesaria una mayor proporción de cloroformo, o una mayor exposición a éste, llegando en algunos casos a tiempos de exposición de 2 y 4 días⁴⁴.

37 SANCHEZ ORTIZ, A., (2012) Restauración de obras de arte: Pintura de caballete, AKAL, P. 125.

38 Documentada desde finales del siglo XVIII, y se mantuvo como favorita de los países nórdicos por mucho tiempo debido a las características climáticas de humedad extrema, disponible en la revista online de Restauración: Arte&Restauo, <http://arterestaurominor.blogspot.com.es/2013/03/reentelado-con-cera-resina.html>

39 Disponible en la página Grupo español: http://ge-iic.com/index.php?option=com_fichast&Itemid=83&tasko=vi ewo&task=view2&id=67

40 GÓMEZ, M. (2001), Las pinturas quemadas de la catedral de Valencia: el retablo de San Miguel del Maestro de Gabarda, Generalitat Valenciana, p. 148.

41 *Ibíd.*, p. 150.

42 Un proceso de ósmosis ocurre cuando el flujo de un solvente penetra a través de una membrana sólo permeable al solvente. Documento en línea: Biofísica Química: Trabajos prácticos, problemas y discusión de trabajos científicos, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Universidad Nacional de Córdoba (2007), p. 11.

43 GÓMEZ, M., (2001) *op. Cit.*, p. 151.

44 GÁLVEZ BELLIDO, E., (1989) Tratamiento de pinturas quemadas: El Cristo de la Villa de Yangüas, Revista Pátina nº 4, p. 58.

Una vez las ampollas han sido sometidas a este proceso se procederá a devolverlas al plano. El proceso requiere que éstas permanezcan en estado de mordiente para poder aplicar presión y calor al mismo tiempo⁴⁵.

Revisados ambos procesos, se ha podido observar como cada uno requiere de una gran precisión y destreza a la hora de aplicarlos sobre las distintas obras. Por otro lado también hay que destacar que dados los riesgos que puede conllevar la utilización del cloroformo, ha sido la metodología menos empleada por los restauradores.

4.3. DÉCADA DE LOS 60, DIFUSIÓN DE LOS PRIMEROS ESTUDIOS.

La primera publicación que se puede encontrar sobre intervenciones de pinturas quemadas, fue en 1963 por la revista "Studies in Conservation" por Alain Boissonnas. En dicho artículo antes de comenzar a relatar el proceso de intervención, Boissonnas ya nos adelanta que la única forma de realizar un buen sentado del color, será el tratamiento pormenorizado de cada una de las ampollas. También expone un claro ejemplo de cómo deben tratarse previamente al sentado. Si se piensa en un globo de goma, solo existen dos formas de sacarle el aire. La primera, sería rompiendo el globo, saliendo así rápidamente el aire, mientras que por otro lado, si a este globo se le saca el aire poco a poco, la goma se irá comprimiendo lentamente. De este modo se puede comprender perfectamente el funcionamiento de una ampolla⁴⁶.

A diferencia del globo, la ampolla necesitará llegar a ese estado en el que la pintura pueda comprimirse. Para esto, Boissonnas introduce la obra sin bastidor en una mesa caliente a la que se le suma una bomba de succión, la cual tendrá la función de sacar el aire del interior de las ampollas. De este modo una vez la obra ha llegado a su punto de reblandecimiento por el calor generado por la mesa caliente, con la ayuda de la espátula caliente se irán moldeando cada una de las ampollas hasta bajarlas.

Una año más tarde, la misma revista publicaría otro artículo de similares características, por Cornelius duPont⁴⁷. En este caso ya especifica la temperatura a la que se empieza a reblandecer la película pictórica, que será a partir de los 50°C. Al igual que Boissonnas, utiliza la mesa caliente acompañada de succión, sin embargo introduce un revestimiento de caucho y papel Melinex® para recubrir la mesa y proteger las ampollas. En este caso el adhesivo utilizado fue la cera-resina y se le añadió un segundo generador de calor, la lámpara de infrarrojos, la cual se utilizará durante los años siguientes para generar calor de forma muy puntual.

En la misma década también encontramos tratamientos similares en obras sobre tabla realizados por Pierre Boissonnas⁴⁸, utilizando la bomba de vacío y la aplicación de calor por el anverso de la obra, con la ayuda de una pistola de aire caliente. En este caso las ampollas se bajaron con la ayuda de un rodillo de goma, utilizando como adhesivo la cera-resina⁴⁹.

45 Ibid., p. 59.

46 BOISSONNAS, A., (1963) *op. cit.*, p.57.

47 F. DUPONT, C., (1966) *op. cit.*, p. 35.

48 BOISSONNAS, P., (1964) "Emploi du vacuum pour les tableaux sur Bois", *Studies in Conservation*, vol.9, nº 2. pp. 43-49.

49 BOISSONNAS P.C., (1964) *Emploi du Vacuum pour les Tableaux sur Bois*, "Studies in Conservation", Vol., 9, nº2, pp. 45

Ya En el año 2001 María Gómez intervino las pinturas quemadas de la Catedral de Valencia, almacenadas en el Museo Palacio Arzobispal de la misma. En este caso se trataban de obras con soporte lıneo, no obstante tanto los materiales como los procesos de intervenci3n pueden ser extrapolables a obras con soporte textil. Tras numerosas pruebas el adhesivo utilizado fue “colletta”, previa protecci3n de gasa. Este tejido permitía pinchar las ampollas y facilitar la salida del aire una vez habían sido calentadas mediante lámpara infrarroja. La metodología de actuaci3n consistió en calentar las ampollas de forma individualizada, y aislando del calor las zonas circundantes⁵⁰.

50 G3MEZ, M., (2001) “ LAS PINTURAS QUEMADAS DE LA CATEDRAL DE VALENCIA. Editado por la Generalidad Valenciana, Valencia, pp. 149-227

The background of the slide is a photograph of a natural landscape. It shows a dirt path leading through a forest. In the foreground, there is a stream with a sandy and pebbly bed. The water is clear, and the surrounding vegetation is lush and green. The lighting is soft, suggesting a shaded forest environment. The overall scene is peaceful and scenic.

5. ESTUDIO EXPERIMENTAL

5. ESTUDIO EXPERIMENTAL

5.1. METODOLOGÍA : ELABORACIÓN DE PROBETAS DE ESTUDIO

La práctica experimental seguida en esta investigación se dividió en 3 etapas fundamentales para su desarrollo:

- Comprensión de las patologías localizadas en las obras objeto de estudio, para su posterior reproducción.
- Selección, estudio y testado de materiales sustentantes y adhesivos.
- Aplicación sobre las probetas y testado de las mismas.

En primer lugar se realizó un estudio de las diferentes patologías que presentaban las obras, con el objetivo de hallar el modo de reproducirlas con total exactitud. Para ello se observaron, por un lado los diferentes materiales constituyentes de las obras, – como soporte, preparación, grosor y estado de conservación - mientras que por otro se prestó especial atención a los diversos tipos y grados de ampollas, atendiendo a su altura, morfología, fragilidad y grado de desconsolidación. Una vez obtenidos, se buscó un lienzo que poseyera cierta afinidad material con las obras, y se elaboraron diversas probetas de estudio, con las que posteriormente se procedió a su alteración mediante calor controlado. Tras su modificación, las muestras fueron seccionadas con unas medidas específicas, requeridas por los futuros ensayos.

En la segunda etapa de estudio, se llevó a cabo la elección de los diferentes materiales adhesivos y sustentantes. Esta etapa tenía como objetivo principal, la búsqueda de propiedades que no presentaran discordancia con las necesidades demandadas por las patologías de las obras afectadas por el fuego, y no produjeran alteraciones adicionales. Para ello se realizaron una serie de comprobaciones sobre los materiales adhesivos, que validaran su uso.

Finalmente, una vez comprobados y valorados los resultados, se procedió a la creación de una metodología de actuación basada en una serie de pautas de trabajo ordenadas. Una vez terminada la fase de estudio, se llevó a cabo el testado, con el que poder advertir el grado de consolidación producido por cada uno de los adhesivos.

ELABORACIÓN DE LAS PROBETAS

En todo momento, se han tenido en cuenta las características técnicas que presentan las obras originales, a partir de las cuales ha surgido esta investigación. Si bien se han intentado reunir similitudes entre éstas, en cuanto a soporte, preparación y técnica, no se han podido encontrar obras con un envejecimiento tan cercano en el tiempo, teniendo por tanto, una diferencia de décadas, con respecto a las obras originales. No obstante la obra utilizada para los diferentes tratamientos, presenta tanto amarilleo propio del barniz, así como craquelados producidos tanto por edad, como por mal almacenamiento.

Estas patologías mencionadas han sido de gran ayuda a la hora de poder establecer grandes similitudes entre ambas obras. Éstas no solo han favorecido por su semejanza y apariencia estética, sino que además han sido de vital importancia en el momento de generar las patologías propias de un incendio, puesto que el comportamiento de una obra pintada recientemente, no producirá, ni el mismo tipo de daño, ni el mismo comportamiento ante la exposición a elevadas temperaturas. Esto se debe principalmente por los distintos procesos de polimerización de las obras.

En primer lugar hay que tener en cuenta que estas obras fueron elaboradas durante el siglo XX por lo que tanto su soporte, como su preparación, y los diferentes estratos pictóricos, están formados por materiales elaborados de forma industrializada. De este modo se ha buscado una obra realizada entre la década de los 70 y los 80, que aunque los materiales constituyentes difieran en su aplicación, además de por la diferencia temporal, si presentan cierta similitud compositiva.

Su soporte está fabricado con algodón, del mismo modo que la obra objeto de estudio de Santiago Rusiñol. A pesar de que no se han realizado analíticas, se ha podido llegar a esta conclusión, tras desfibrar un pequeño fragmento de ambas, y comprobar el tamaño y morfología de sus fibras. Sin embargo ésta última contiene también un alto porcentaje de cáñamo, lo cual confiere a la obra de mayor resistencia mecánica, y al del calor. La búsqueda de similitud en cuanto al soporte ha sido de vital importancia, dado que no todas las fibras empleadas para la elaboración de soportes, presentan la misma higroscopicidad. Por lo tanto, siendo éstas muy similares, tenderán a producir movimientos parecidos, al tener una higroscopicidad casi idéntica.

Por otro lado, el estrato pictórico de las probetas, aun estando aplicado a base de empastes, hay que destacar que no contienen el mismo grosor que la obra original. No obstante si presenta el craquelado producido por el envejecimiento propio de los materiales, y por un mal almacenamiento. Este factor de envejecimiento también ha favorecido en la reproducción de patologías y apariencia estética ente ellas.

Hay que tener en cuenta que la obra utilizada para la elaboración de estas probetas se encontraba desclavada y enrollada. De este modo se ha fragmentado en rectángulos de 16 x 22 cm. Una vez obtenidos, éstos se han tensado sobre bastidores, ya que, tanto los estratos pictóricos como el soporte tendrán comportamientos diferentes en el caso de encontrarse tensados o no.

REPRODUCCIÓN DE PATOLOGÍAS

Tal y como se ha descrito en el primer apartado, para generar un incendio y someter las obras a temperaturas extremas, o al fuego directo, se tienen que dar una serie de medidas y características ambientales. De este modo para generar dichas condiciones, se han sometido las probetas a unas condiciones controladas de aporte de calor.

Antes de continuar con la descripción del proceso, hay que destacar, que las pruebas previas realizadas, para generar los diferentes grados y tipos de patologías, se pudo comprobar que los pigmentos que provocaban mayor número de ampollas y levantamientos, eran los que contenían grandes cantidades de blanco, tal y como demuestra Tahk⁵¹ en sus estudios sobre la recuperación del color.

Para reproducir con cierta similitud las características ambientales necesarias, se emplearon velas, las cuales se colocaron a una distancia de entre 3 y 5 cm. aproximadamente, alrededor de las probetas. Esta distancia se debe principalmente a que la energía captada en este caso por las probetas, se verá reducida al cuadrado de la distancia⁵², a la que se encuentren los diferentes focos de calor. Este proceso se prolongó el tiempo necesario para producir la deshidratación propia de un incendio, con la que se obtuvo la deformación planimétrica que se puede observar en la fotografía.

Una vez sometidas a calor intenso, el siguiente paso fue el de la creación de las diversas patologías. De este modo las probetas fueron sometidas a momentos de calor muy cortos (acercando las probetas a la llama) pero muy intensos, consiguiendo así, la formación de ampollas de diversa morfología, dependiendo éste, de los diferentes tiempos de exposición. Durante el proceso de creación se tuvo especial atención a no crear halos de hollín, o acumulaciones de humo.

El motivo por el cual se decidió crear levantamientos sin capa de hollín, fue debido a que las obras originales, permitieron una limpieza previa a la devolución planimétrica de las ampollas. Esta limpieza previa, tenía una doble funcionalidad, dado que por un lado se podía comprobar si las pinturas se encontraban en buen estado, mientras que por otro se evitaba adherir la suciedad, en los futuros procesos de sentado del color.

Como se puede observar en la fotografía, el nivel de alteración conseguido ha permitido la diferenciación de tres tipos de daños, según su altura, la cual oscila entre 0.5 y 3 mm. En orden ascendente de gravedad se les denominó 1º grado, 2º grado y 3º grado tal y como se ha mostrado anteriormente.

51 THACK, R., (1979) *op. cit.* p. 25.

52 KLEITZ, M.O. *et. al.* (2000) *op. cit.* p. 190.



Imagen 9 y 10. Probeta 1 antes y después.

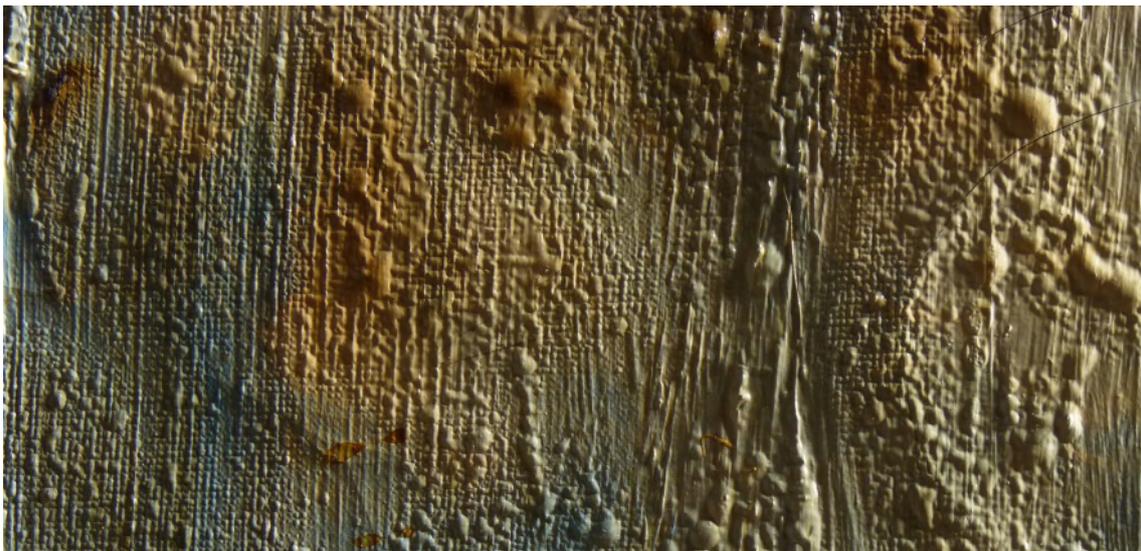


Imagen 11. Detalle de las patologías generadas con luz rasante.

Conseguidos los diferentes tipos de alteración, las probetas se han seccionado en rectángulos de 3 por 4 cm. En cada una de éstas se encuentran levantamientos de varios tipos, pero con predominancia de uno. Como se puede observar en las imágenes, las ampollas se encuentran distribuidas por toda la superficie, intercalando entre ellas diferentes grados de alteración. En total se han extraído 27 muestras, con las que posteriormente se testaran los diferentes adhesivos.



Imagen 12. Alteraciones de grado 2.



Imagen 13. Alteraciones de grado 3.

Hay que destacar, que por un lado, las medidas utilizadas para éstas, tienen la función de poder llevar a cabo el estudio, siguiendo unos parámetros dimensionales idénticos para todas. No obstante por otro lado, su tamaño también se ha visto condicionado por las dimensiones necesarias para la realización de los futuros estudios y ensayos

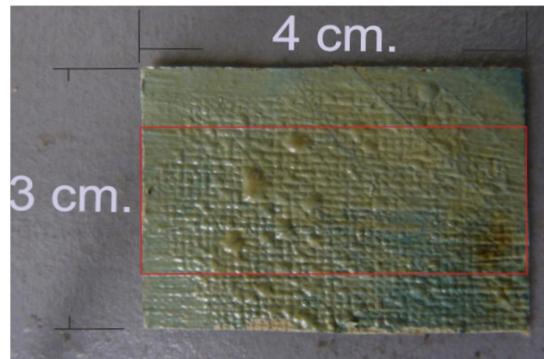


Imagen 14. Medidas de las probetas sometidas a ensayo.

5.2. FASE I: ESTUDIO DE LOS MATERIALES SOMETIDOS A ENSAYO

En la elección de los diferentes adhesivos que han sido sometidos a ensayo, se tuvo presente la opción de que cada uno de ellos tuviera orígenes distintos, buscando así, que los posibles resultados obtenidos, además de por su comparación adhesiva, tuvieran ciertas diferencias compositivas. De este modo se optó por la utilización de tres adhesivos de naturaleza distinta, con usos muy extendidos en el mundo de la conservación y restauración de pinturas de caballete. De este modo en primer lugar se ha seleccionado Gelatina Técnica de pura piel® (proteína). En segundo lugar se ha elegido, Funori (polisacárido), adhesivo orgánico utilizado en Japón desde el siglo XVII para la fabricación de papel. Por último se ha elegido la BEVA 371 G ®. adhesivo sintético desarrollado por Gustav Berger en 1970, para su utilización en el campo de la restauración.

Hay que destacar que aunque Gelatina Técnica y Funori son de origen orgánico, presentan distintas propiedades y niveles de adhesión, no solo con respecto a BEVA®, sino entre ellos. De este modo se han realizado tres cuadros, en los que se observan sus principales diferencias.

Tabla 1. Propiedades Gelatina Técnica.

ADHESIVO				
	Origen	Naturaleza	Composición	Toxicidad
Gelatina Técnica pura piel CTS ®	Animal	Proteica	Colágeno (Molido de pieles y otras partes cartilaginosas de animales ¹).	Nula

53

Tabla 2. Propiedades BEVA 371 G.®.

ADHESIVO				
	Origen	Naturaleza	Composición	Toxicidad
BEVA 371 G. CTS ®	Fórmula generada por G. Berger	Sintético	Elvax, una resina cetónica, un copolímero A-C, Cellolyn 2 y parafina	Media

54

53 Catálogo CTS; ficha técnica Gelatina Técnica, p. 113.

54 Catálogo CTS; ficha técnica BEVA 371 G. ®, p. 113.

Tabla 3. Propiedades Funori.

ADHESIVO				
	Origen	Naturaleza	Composición	Toxicidad
FUNORI PdC®	Vegetal	Polisacárido	Polisacárido hidrosoluble extraído del alga roja Gloiopeltis (China, Corea y Japón ³).	Nula

55

SUSTENTANTES

La elección de los sustentantes, para la fase de testado, se ha basado en la utilización de dos papeles con usos muy extendidos en la intervención de pinturas de caballete. Por un lado se ha seleccionado papel Japón, dado que este material no solo es capaz de adaptarse a las diferentes alteraciones y levantamientos presentes en la película pictórica de las probetas, sino que además también posee excelentes propiedades de absorción y elasticidad. Por otro lado se ha considerado oportuno utilizar “Tissú non Tissé”, por carecer de trama y urdimbre y no aportar estrés a los estratos pictóricos. Sin embargo hay que destacar su carácter isométrico, ya que no será flexible ni resistente en todos sus ejes. Por otra parte la tensión superficial que ofrece también será más elevada con respecto al papel Japón.

Por tanto en la fase de testado se emplearán dos papeles con propiedades y naturaleza distintas, con los que poder obtener una comparación.

Tabla 4. Composición y gramaje TNT y Japón.

SUSTENTANTES

	Gramaje	Composición
“Tissú non Tissé” TNT 30 B	25 g/m ²	80% viscosa- 20% poliéster
Papel japon	11 g/m ²	Fibras naturales como Gampi, Kozu, Mitsumata.

55 Agar agar. Productos de conservación y restauración. documento en línea: <http://www.agaragar.net/index.php?pag=catalogo&cat=3&npag=3#ancla1>

PREPARACIÓN DE MEZCLAS ADHESIVAS

A continuación se muestra una tabla con las diferentes mezclas adhesivas testadas, junto con su proporción. Dado que, parte de los adhesivos requieren una preparación previa y especificaciones para su aplicación, se han aportado pequeñas aclaraciones, como su hidratación y aplicación:

Tabla 5. Preparación mezclas adhesivas.

ADHESIVO	Adhesivo	Hidratación	Aplicación	Nomenclaturas
Gelatina Técnica pura piel CTS®	6 gr./72ml. H ₂ O	Previa, 5 minutos a 35° C.	En caliente	G. T.
BEVA 371 G. CTS®	1:1 en W. S.	No necesita	En caliente	B.
FUNORI PdC®	1 gr./150ml. H ₂ O	Previa, 24h.	En caliente	F.

5.2.1. ANÁLISIS DEL VALOR DE pH

Una vez obtenidas las diferentes mezclas adhesivas se calcularon los valores de pH para comparar sus resultados. Hay que tener en cuenta que una obra afectada por el fuego supone una acidificación de los diferentes materiales que conforman tanto el soporte, como los estratos pictóricos. De este modo la medición del pH de cada una de las mezclas adhesivas, se realizó un total de dos veces mediando los resultados como valor final. Tuvo como principal objetivo, la desestimación de adhesivos que presentaran valores muy por debajo de la neutralidad (pH 7) que supusieran un aporte adicional de acidez (por debajo de pH 6).

En el caso de los adhesivos acuosos, se ha utilizado Phmetro de la marca pH/mV METER DEITA y modelo OHM HD2105.1. En el caso de la BEVA 371® su pH se ha calculado con la ayuda de tiras medidoras de papel, obteniendo los siguientes resultados

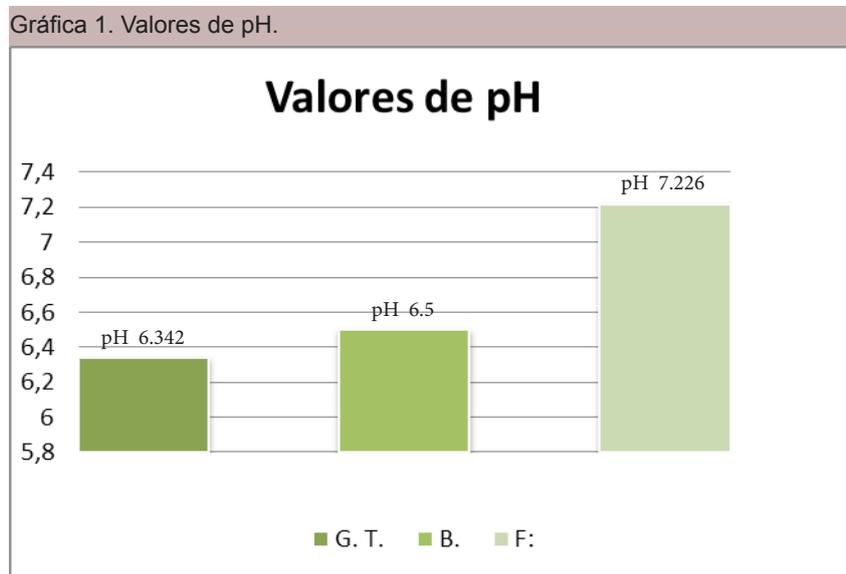


Tabla 6. Valores de pH.

Adhesivo	G. T.	B.	F.
pH	6.342	6.5	7.226

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE pH

En primer lugar se advierte como el resultado obtenido con Funori (7.226), se encuentra en torno a valores asociados con la neutralidad, por lo que su aplicación en obras afectadas por el fuego, queda totalmente recomendada. Por otro lado en BEVA 371® (6.5) y Gelatina Técnica (6.342) se observan valores muy similares entre sí, aunque se encuentren por debajo de Funori. No obstante a pesar de que los resultados se hallen en un rango ligeramente ácido, no se descartó su utilización.

ENSAYO DE DUREZA

Una vez elaboradas las diferentes mezclas adhesivas, se realizaron vertidos de cada una de ellas, sobre recipientes antiadherentes, para que una vez transcurrido su tiempo de secado, poder comprobar su dureza. En este caso se prepararon films cuadrados de 1cm. de lado y 3 milímetros de grosor, con los que poder conseguir resultados fiables.



Imagen 15. Vertido de Funori.



Imagen 16. Resultado tras la evaporación del agua.

Hay que tener en cuenta que la dureza de cada uno de los adhesivos, influirá en la integridad del estrato pictórico una vez aplicados. Una obra afectada por el fuego, además de haber perdido parte de sus componentes por evaporación, en mayor o menor medida, también presentará una gran rigidez y fragilidad simultáneamente. Por lo tanto la adición de una sustancia adhesiva, con valores de dureza muy elevados, puede suponer la creación de patologías adicionales.

El instrumental utilizado en este caso, ha sido un durómetro TH – 200 de la marca PCE Ibérica®, el cual determina la dureza en valores Shore A. Éste además, lleva incluido en su sistema, la función Peak Hold, con el que mantener los valores de pico⁵⁶.

Tras la obtención de las diferentes muestras, se fueron colocando sobre la superficie metálica del durómetro, paralelamente al medidor. La palanca que acciona la función de éste, se mantuvo pulsada durante 5 segundos, con el objetivo de obtener el valor de pico. En cada una de las muestras se tomaron tres datos, con los que posteriormente se halló la media.

56 PCE Ibérica S.L. Manual técnico de medidor de dureza TH - 200



Imagen 17. Medición de dureza G. Técnica.

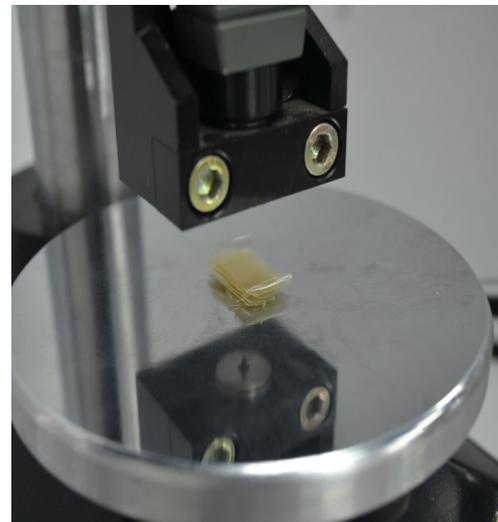


Imagen 18. Arriba, detalle del proceso de testado.

Imagen 19. Izquierda, preparación de la muestra para su testado.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en los tres adhesivos

Gráfica 2. Valores de dureza Shore A.

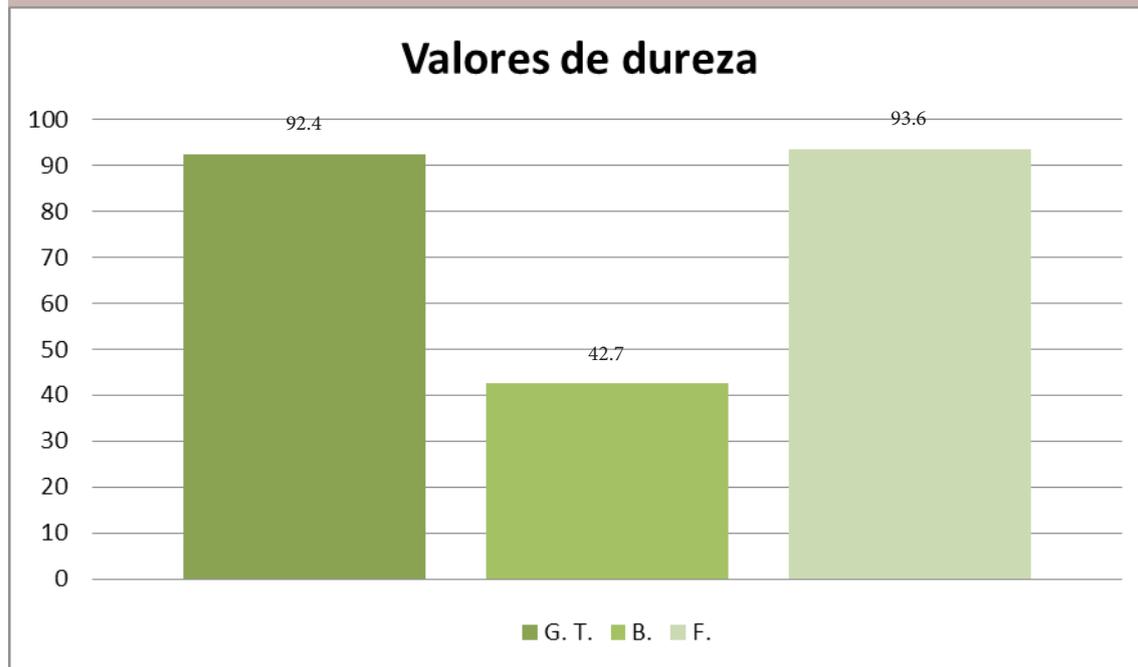


Tabla 7. Valores de dureza Shore A.

	G. T.	B.	F.
Media	92.4	42.7	93.6

Como se puede observar en la gráfica, las mediciones realizadas con el durómetro, han mostrado gran disparidad de resultados. Por un lado BEVA 371® (42.7 Shore A.) ha ofrecido un valor muy por debajo del resto, manifestando por tanto, no solo un óptimo resultado de dureza, sino que también ha mostrado unas propiedades elásticas significativas. Por otro lado los valores obtenidos en Gelatina Técnica (92.4 Shore A.) y Funori (93.6 Shore A.) a pesar de ser prácticamente idénticos, doblan los obtenidos con BEVA 371®. Sin embargo a pesar de la gran diferencia entre éstos, no se pueden valorar los resultados como negativos, dado que su aplicación, no supondría la rigidificación adicional de los estratos pictóricos.

5.3. FASE II. ENSAYOS DE ADHESIÓN

5.3.1 PREPARACIÓN DEL MUESTREO

Tras la primera fase de estudio, se estimó oportuno testar los tres materiales adhesivos en la siguiente etapa de análisis, dado los resultados conseguidos anteriormente.

De este modo, como también se ha podido observar, en apartados anteriores, el estrato pictórico de una pintura afectada por el fuego solo se podrá reblandecer mediante la aplicación de calor o vapores de disolventes. En este caso se ha optado por la opción del calor, ya que, no solo presenta menores riesgos para la integridad de la obra, sino que además se evita la acumulación de residuos generados después de la evaporación del disolvente.

Tal y como se ha descrito en el apartado anterior, el proceso de intervención se ha dividido tanto por tipos de daño, como por materiales adhesivos. A continuación se especifican los datos del tipo de adhesivo, de daño, sistema de aplicación del consolidante, material sustentante y las nomenclaturas asignadas a cada mezcla adhesiva (tabla 8).

Como se puede observar en la tabla, cuenta con dos probetas por grado de daño y adhesivo, de las cuales se han realizado dos muestras por cada, siendo un total de doce ensayos por adhesivo, sumando un total de 36 para todo el testado de los diferentes materiales.

Los grados de alteración, corresponden a la menor o mayor descohesión del color, iniciándose en grado 1 para aquellos estratos menos dañados y llegando al grado 3, en problemas graves de levantamientos del color. Tal y como se muestra en la tabla adjunta.

Tabla 7. Medidas según grado de alteración

Grado 1	De 0 a 0.70 mm.
Grado 2	De 0.71 a 1.35 mm
Grado 3	De 1.35 a 3 mm.

La nomenclatura utilizada en las probetas, también han seguido la misma correlación de datos. La primera letra que se puede observar en éstas, corresponde a la inicial de cada uno de los adhesivos (B= BEVA 371 G®, F=Funori, G=Gelatina Técnica). Por otro lado, el número que aparece seguido de ésta, hace alusión al grado de afectación, mientras que las últimas hacen referencia al sustentante utilizado (J=Papel Japón, TNT= "Tissu non Tisse")

Tabla 8. Probetas testadas.

Grados de deterioro	Método de aplicación	Papel sustentante	Material adhesivo	Nomenclatura
1º Grado	A pincel	TNT	G. T.	G.T.1.TNT
				G.T.1.J
		Japón	B.	B.1.TNT
				B.1. J
			F.	F.1.TNT
				F.1.J
2º Grado	A pincel	TNT	G.T.	G.T.2.TNT
				G.2.J
	Japón	B.	B.2.TNT	
			B.2. J.	
		F.	F.2.TNT	
			F.2.J.	
3º Grado	A pincel	TNT	G.T.	G.T.3.TNT
				G.T.3.J.
	Japón	B.	B.3.TNT	
			B.3. J.	
		F.	F.3.TNT	
			F.3.J.	

PROCESO DE ELASTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

Fundamentalmente esta fase del estudio se centró en obtener la relajación adecuada de los materiales pictóricos, para poder realizar la fase de consolidación

EQUIPAMIENTO EMPLEADO

Tras la elección del uso de calor, para la elastificación de los materiales, se decidió emplear para este cometido, la mini-mesa de succión, dado que la superficie de esta herramienta, se adaptaba perfectamente a las necesidades requeridas y al tamaño seleccionado para las probetas. Hay que matizar que la mini-mesa utilizada es la diseñada por Mitka⁵⁷, la cual se encuentra en el Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia. Ésta, presenta una superficie perforada de acero inoxidable con posición, además de temperatura y presión regulable. A continuación se puede observar una imagen de la mini-mesa mencionada.



Imagen 20. Mini-mesa de succión.

Hay que destacar que este equipo creado por y para restauradores, presenta una serie de características idóneas para la realización de este tipo de actuaciones, no obstante su uso se extiende para todo tipo de intervenciones como la consolidación y fijación de estratos pictóricos, papel, tejidos etc.

En este caso la mini-mesa de succión no solo puede proporcionar el calor necesario para la regeneración de los adhesivos empleados en la consolidación y fijación del color, sino que además su succión regulable puede aportar una presión homogénea y generalizada sobre los diferentes estratos pictóricos.

57 Datos extraídos de la página web del Instituto de Restauración del Patrimonio. de la UPV. Disponible en: <http://www.irp.webs.upv.es>

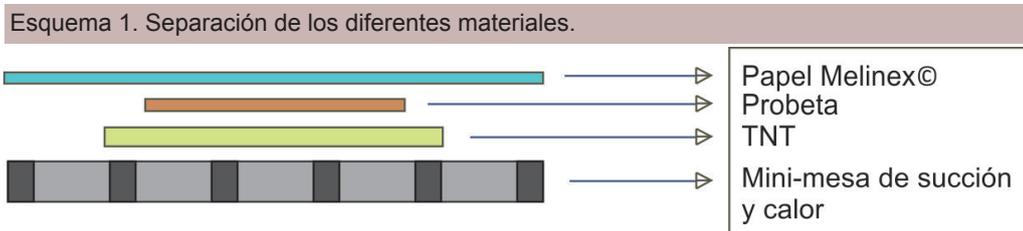
Antes de comenzar con la propia intervención, todas las probetas fueron fotografiadas con una iluminación rasante, la cual acentuara aún más, las irregularidades presentes en éstas, y así tener un claro ejemplo de su estado inicial, y poder compararlo tras el proceso de intervención



Imagen 21. Estado inicial de las muestras antes de su consolidación con G.T.

El siguiente paso fue calentar de forma progresiva las muestras de ensayo. La temperatura recomendada será de 50 °C y nunca deberá sobrepasar los 55, ya que de lo contrario la obra se podría verse afectada por el calor.

Transcurrido el periodo de calentamiento, las muestras comenzaron a mostrar una menor rigidez, momentos en el que se cubrieron con un papel Melinex® siliconado y se conectó la succión.



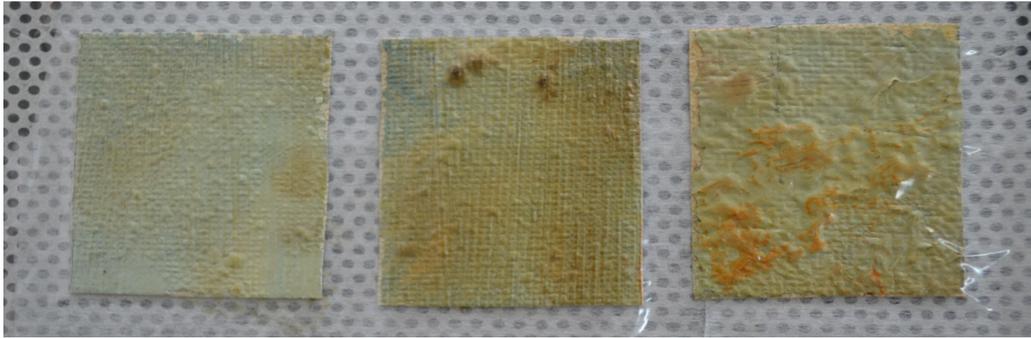


Imagen 22. Proceso de calentamiento.

Tal y como muestra F. duPont⁵⁸ en sus estudios, la succión puede ser una buena aliada si se utiliza correctamente, puesto que de lo contrario podría provocar la rotura de las ampollas durante el proceso. De este modo, en esta primera fase de reblandecimiento de las ampollas, la succión se fue aumentando paulatinamente hasta 30 hPa de presión, por lo que tanto el calor homogéneo y la presión controlada consiguieron que las ampollas fueran asentándose gradualmente. Este proceso de aumento progresivo de la presión se llevó a cabo durante cinco minutos.

Esquema 2. Efecto de la succión.

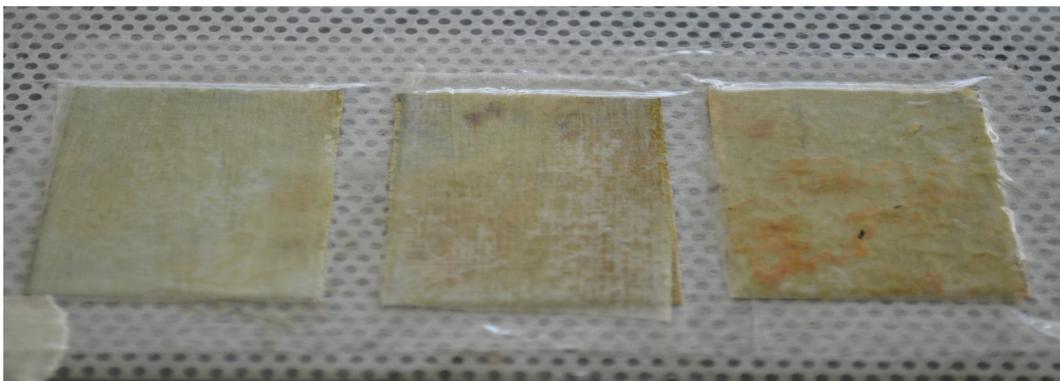
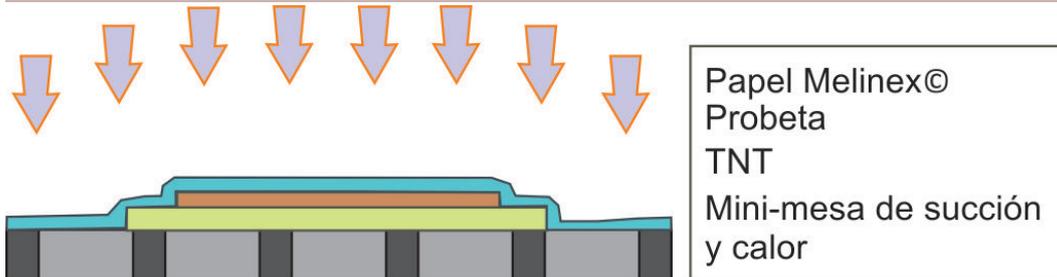


Imagen 23. Proceso de calentamiento.

58 DUPONT, F. (1966) op. cit., 35

Una vez transcurrido el tiempo de elasticación inicial, las probetas se humectaron con el adhesivo pertinente. Este paso en la metodología, tuvo como objetivo, relajar todos los sustratos, consiguiendo así como un reblandecimiento óptimo.

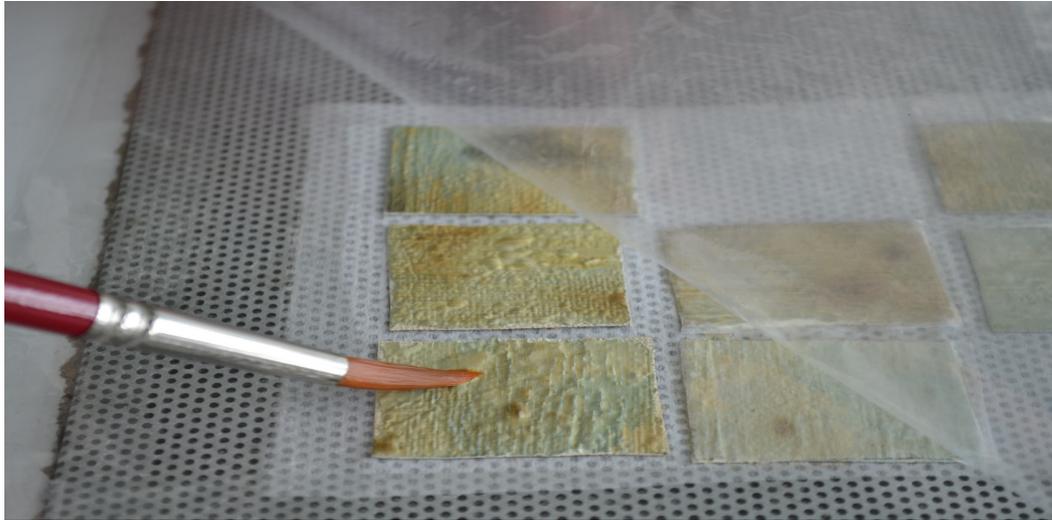


Imagen 24. Humectación previa.

Transcurridos cinco minutos, y estando maleables las probetas, se practicaron diversas punciones sobre las ampollas, con agujas hipodérmicas de 22G x 1 1/4" pulgadas, con unas dimensiones de 0.7 x 30 mm. Esta operación en otro tipo de intervenciones se solía practicar con un alfiler de menor calibre, no obstante en este caso, la utilización de una aguja hipodérmica también permitió la inserción del adhesivo en el interior de éstas.

Esquema 3. Pinchado de levantamientos.

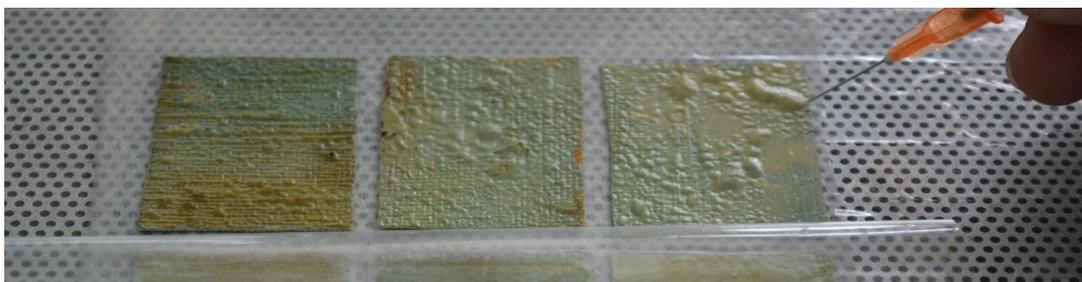
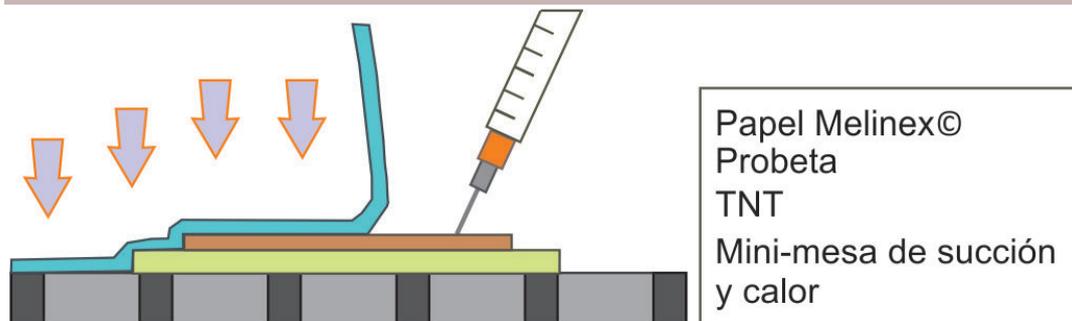


Imagen 25. Pinchado de levantamientos de grado 3.

Hay que destacar que las punciones siempre se deben realizar en uno de los extremos de las ampollas, como posteriormente se verá, para evitar que se fragmente.

Como se puede observar en la sección de la zona de trabajo (esquema 3), el papel Melinex®, no se sujetará a ninguno de los extremos de las probetas o de la superficie metálica, teniendo como único medio de sujeción, la presión ejercida por la mesa. Hay que señalar que esto tiene grandes beneficios a la hora de llevar a cabo la intervención, dado que cualquiera de los extremos se podrá levantar ligeramente para realizar las diferentes punciones y operaciones puntuales, mientras que el resto de probetas seguirán beneficiándose de la presión idónea

Tras la aplicación del adhesivo, las probetas se mantuvieron otros 5 minutos con presión y calor controlados. De forma general las ampollas de grado tres comenzaron a bajar sin necesidad de un aporte de presión externo, debido a que los estratos levantados resultaban ser más finos, y por tanto la presión requerida era menor.

Llegados a este punto, se procedió a la protección de las probetas con los materiales seleccionados. Como se ha comentado anteriormente tanto la elasticidad como la porosidad de estos papeles, se adaptaron perfectamente a las irregularidades que presentaban las probetas.

Esquema 4. Adición del sustentante al esquema de materiales.

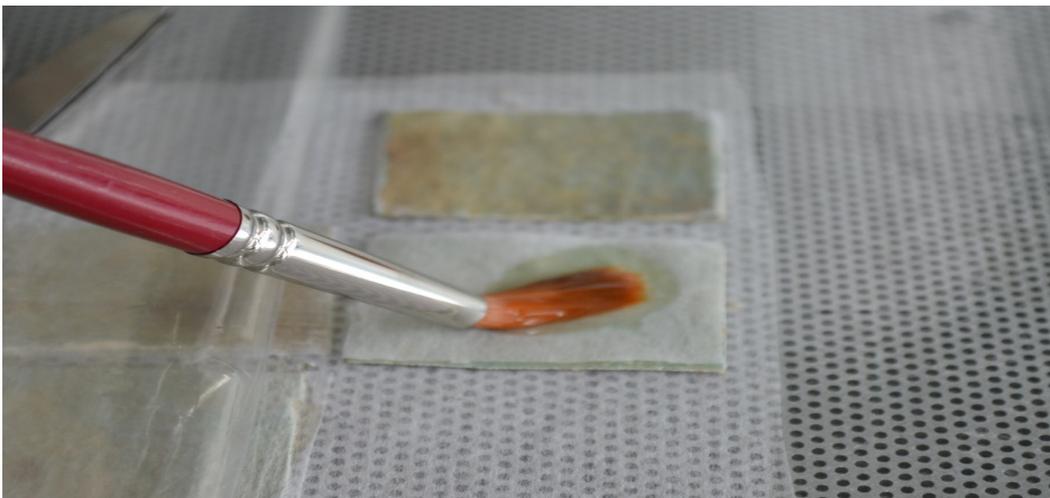
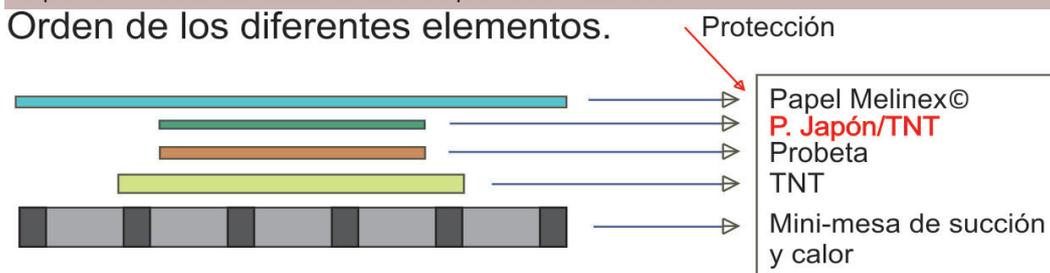


Imagen 25. Protección con TNT.

Transcurrido este proceso, las probetas se volvieron a cubrir con el papel Melinex, y se aumentó la succión hasta 60 hPa de presión. Se deberá controlar el grado de reblandecimiento del estrato pictórico, para determinar si la devolución planimétrica se debe realizar de forma táctil o mediante espátula caliente

En cualquiera de los casos, la presión no debe ejercerse de forma deliberada. Como ya se ha comentado en apartados anteriores, las ampollas que presentan este tipo de levantamientos contienen aire en su interior. De este modo recordando que las diferentes punciones se realizaban en uno de sus extremos, la presión se llevará a cabo, a partir del lado contrario, por lo que se conseguirá extraer la totalidad del aire contenido en la oquedad del estrato pictórico.

Esquema 5. Devolución planimétrica mediante espátula.

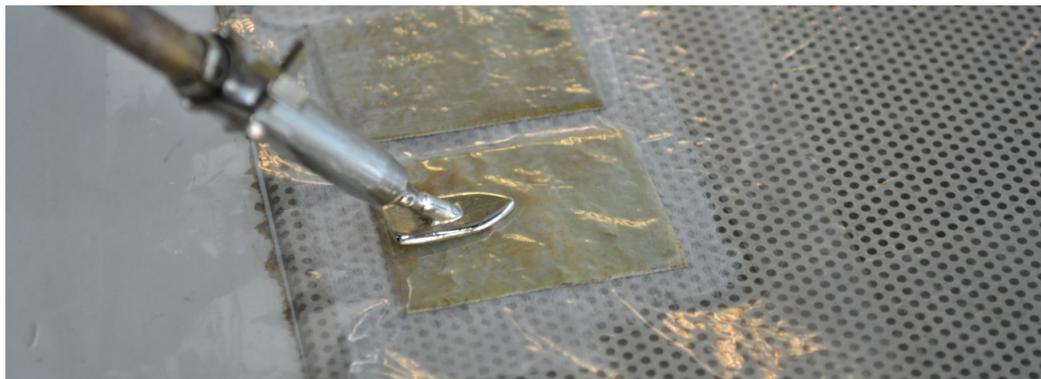
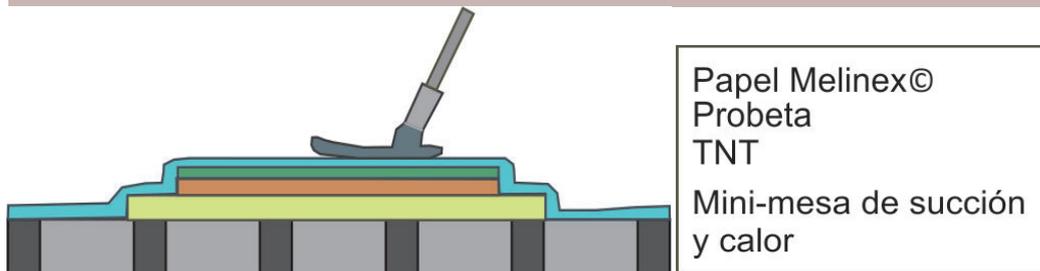


Imagen 26. Extracción del aire de alteraciones de grado 3.

Una vez sentadas todas las irregularidades, se aplicó calor en las probetas mediante espátula caliente a 50° C. A partir de este momento se extrajeron las probetas de la mini-mesa, y se dejaron enfriar bajo un peso de arena de 500 gr., debido a su capacidad de adaptación a la superficie del color.

Finalmente, tras el curado del adhesivo utilizado, las probetas fueron desprotegidas, con la finalidad de observar los resultados obtenidos y poder comparar éstos con las fotografías iniciales.



Imagen 27. Resultado sin desprotección.

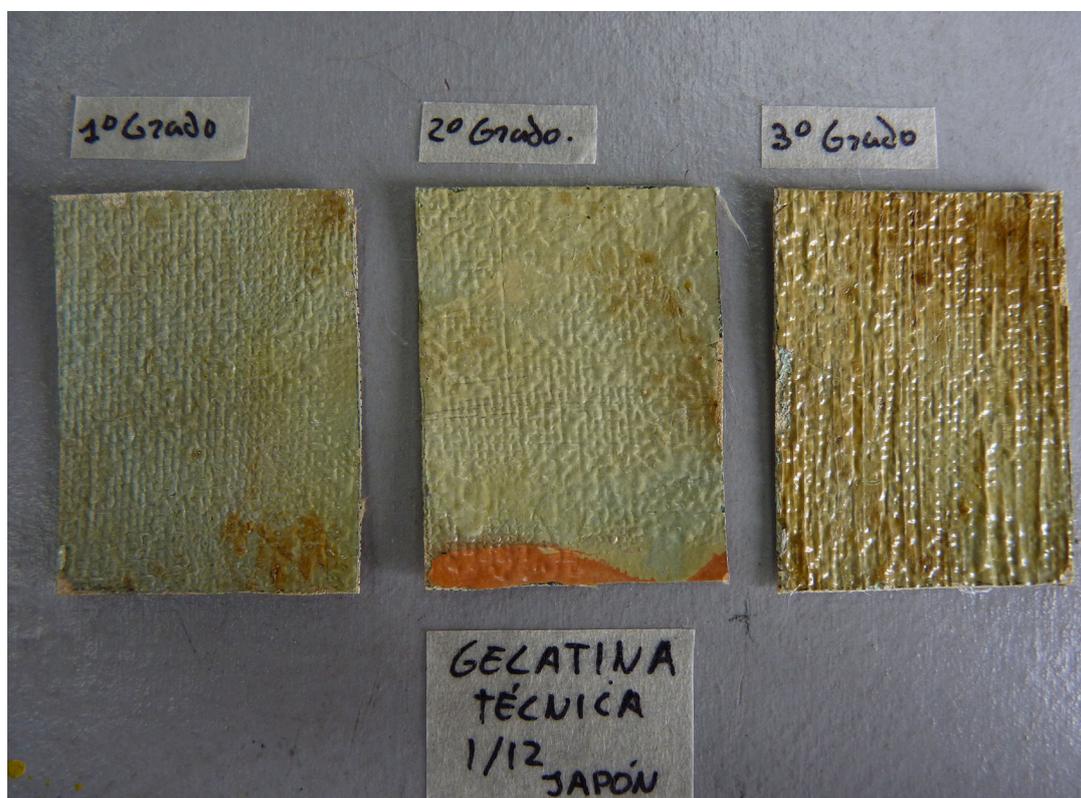


Imagen 28. Resultado tras la desprotección.

CUESTIONES RELEVANTES A VALORAR

De esta fase de preparación de las probetas, debe destacarse que, aunque el sentado del estrato pictórico haya sido satisfactorio, no quiere decir que todas las muestras presente un grado de consolidación óptimo. Las probetas intervenidas con BEVA 371® se han visto favorecidas por sus buenas propiedades adhesivas y elevado poder de penetración, además de aportar una reducción de la rigidez inicial. No obstante, teniendo en cuenta el calibre de la aguja hipodérmica empleada, su aplicación se vio desfavorecida por su viscosidad.

Por otra parte, Gelatina técnica también ha presentado excelentes propiedades adhesivas al igual que BEVA 371®. Sin embargo tras la desprotección, las muestras han mantenido prácticamente su rigidez inicial. En este caso, la baja tensión superficial de éste ha permitido una correcta aplicación mediante jeringuilla, propiciando por tanto, una penetración considerable. Hay que destacar además que Gelatina Técnica y mostró los mejores resultados en tanto en cuanto a la humectación de ambos papeles.

Por último, Funori mostró unas propiedades de adhesión poco satisfactorias, con respecto a los adhesivos anteriormente citados. En primer lugar su elevada tensión superficial y la temperatura a la que debe aplicarse, ha presentado diversos problemas en cuanto a su aplicación. La humectación de los diversos papeles se ha visto reducida, así como su aplicación mediante jeringuilla. Por otro lado, una vez desprotegidas las probetas, se ha podido comprobar que aunque los diversos levantamiento se han sentado, las muestras con mayor grado de alteración presentaban en sus extremos escamas ligeramente levantadas.

En general todos los papeles han mostrado propiedades idóneas y una correcta adaptación sobre los diferentes levantamientos. Sin embargo TNT ha demostrado ser más eficaz en este tipo de levantamiento. Por un lado, aunque uno de sus ejes presente mayor resistencia por el sentido de sus fibras, éste ha sido capaz de adaptarse perfectamente a las diversas irregularidades. Por otro lado su porosidad también ha sido una característica positiva a tener en cuenta, dado que todas las mezclas adhesivas, han penetrado correctamente. Por último también se ha tenido en cuenta la desprotección como aspecto relevante, ya que a diferencia del papel Japón, éste puede ser retirado de forma homogénea sin desfibrarse.

En general las punciones practicadas sobre las ampollas de grado 2 y 3 ha resultado ser totalmente satisfactoria, dado que se han respetado las diferentes etapas de reblandecimiento de la película pictórica. Sin embargo se han dado varios casos en los que si ésta, no se encontraba reblandecida lo suficiente, se provocaba tras la punción su fragmentación. En la siguiente secuencia de imágenes se pueden advertir los resultados mencionados.



Imagen 29. Estado inicial de ampolla de grado 3.

Imagen 30. Proceso de sentado.

Imagen 31. Detalle tras la desprotección.

Imagen 32. Detalle de la zona fragmentada.

5.3.2. ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESPEGADO: *QUICK STICK*

El *Quick Stick* es un tipo de ensayo de adhesión utilizado para medir el grado de adhesión entre superficies. La industria en la que suele emplearse este tipo de ensayos suelen ser empresas muy diversas, como las dedicadas a la creación de etiquetas adhesivas.

Cuando la adhesión sea correcta, el adhesivo quedará fijado en el momento de su aplicación sobre el sustrato, con alta tendencia a la fluencia, lo que puede desencadenar en rotura. Cuando sea baja, permitirá que se despeguen los sustratos sin oponer excesiva resistencia.

El valor de adhesión será inversamente proporcional a la propiedad de cohesión. Por ejemplo, si es elevado, la cohesión suele ser muy baja y viceversa. La maquinaria utilizada para este tipo de ensayo ha sido de acción manual. En el siguiente cuadro se puede observar la descripción del ensayo de testado, FINAT FTM 8⁵⁹.

Tabla 9. Ensayo *Quick Stick*.

Ensayo <i>Quick Stick</i>	
Descripción del ensayo	Fuerza requerida para despegar a 300 mm/min inmediatamente un lazo de 190 x 25 mm. de lámina adhesiva pegada sobre una placa de acero inoxidable de 25 x 25 mm
Norma de Referencia	FINAT FTM 8

Aunque “Quick Stick” sea un ensayo muy extendido en la fabricación de papales adhesivos, su función se ha extrapolado al ensayo de adhesivos en el mundo de la conservación y restauración. De este modo, en el caso objeto de estudio, serán sustituidos los parámetros de “tack” y pegajosidad, por el grado de consolidación que ejerce un adhesivo junto a un papel de protección, con respecto al estrato pictórico.

En este caso se empleó un dinamómetro de la casa comercial FORGE GAUGE, modelo PCE-FM200, adaptado a una estructura metálica. Ésta permite el movimiento vertical de éste, a través de un cilindro de tornillo, que se puede accionar manualmente.

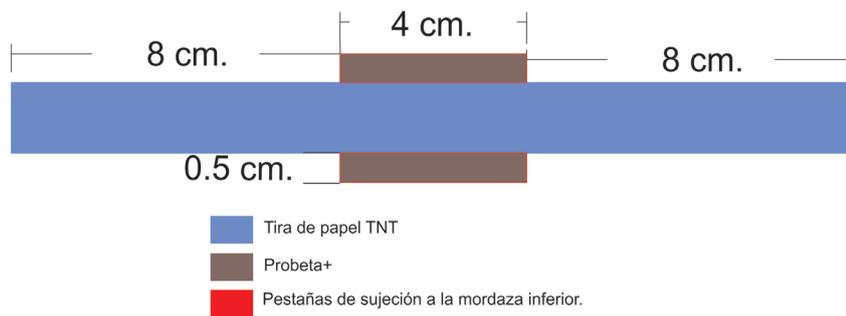
59 Manual de ensayos. Documento disponible en: <http://www.finat.com/>



Imagen 33. Dinamómetro utilizado.

Tal y como se ha comentado anteriormente la utilización de este tipo de equipos de ensayo, requiere la adaptación de las probetas realizadas, a los diferentes sistemas de anclaje que presenta. De este modo, una vez desprotegidas las probetas tras el proceso de intervención, se prepararon tiras de TNT de 20 cm de largo por 2cm. de ancho. De esta forma se adhirieron a las probetas, a partir de su eje central, y ajustando el punto medio de ambas, tal y como se muestra en el siguiente esquema.

Esquema 5. Dimensiones de las muestras tras la adhesión con TNT



La aplicación de los adhesivos se llevó a cabo de forma habitual como se ha descrito en el apartado 5.3.1 Preparación del muestreo. En el caso de los adhesivos orgánicos, simplemente se esperó su tiempo de secado natural, no obstante en el caso de BEVA 371®, se respetaron sus tiempos de aplicación y polimerización, regenerando el adhesivo 24h. después de su aplicación.

Durante el proceso de adhesión del papel, se tuvo en cuenta la elevada resistencia ofrecida en uno de sus ejes, dado que será la encargada de resistir la fuerza generada por la máquina al accionar su mecanismo manual. Antes de llevar a cabo los ensayos, se realizaron diversas pruebas, con las que se pudo comprobar, como el papel se desfibraba si su colocación no era la correcta.

De este modo la parte central que presenta el papel de protección de la probeta, quedó perfectamente paralela y ajustada a la superficie plana de la mordaza.



Imagen 34. Aplicación del adhesivo.

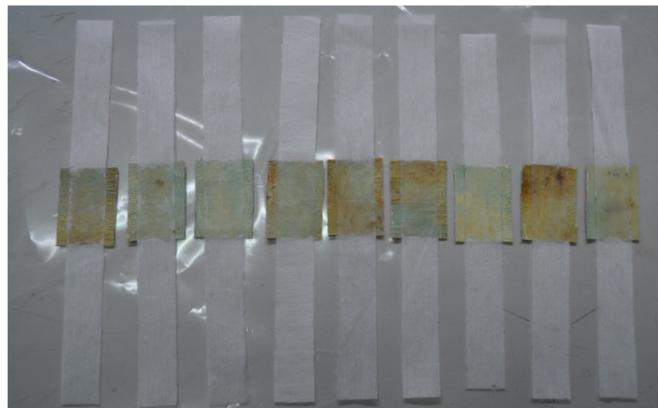


Imagen 35. Muestras de Gelatina Técnica tras la aplicación de TNT.

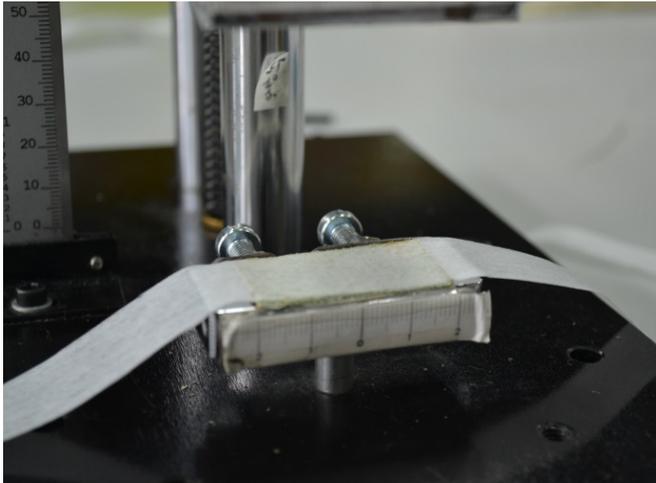


Imagen 36. Sujeción de la probeta a la mordaza inferior.

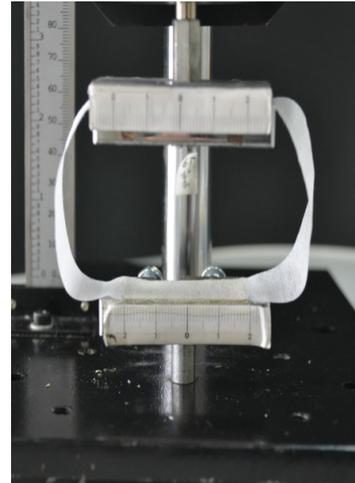


Imagen 37. Ajuste de TNT a la mordaza superior.

Hay que señalar que la sujeción de las tiras de TNT sobre la mordaza superior, requirió de una perfecta colocación, dado que al accionar el mecanismo, y elevarse ésta, ambas debían ejercer una fuerza paralela.

Se siguió una velocidad similar en todas las probetas, teniendo como referencia el tiempo transcurrido entre cada vuelta, y la distancia recorrida. El recorrido establecido fue una longitud de 35 mm como punto medio, dado que las probetas que ofrecían menor resistencia, quedaban desadheridas con una longitud menor. Por otro lado también se ha mantuvo constante el valor de 15 segundos de duración, para cada una de las pruebas.

RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESPEGADO: QUICK STICK

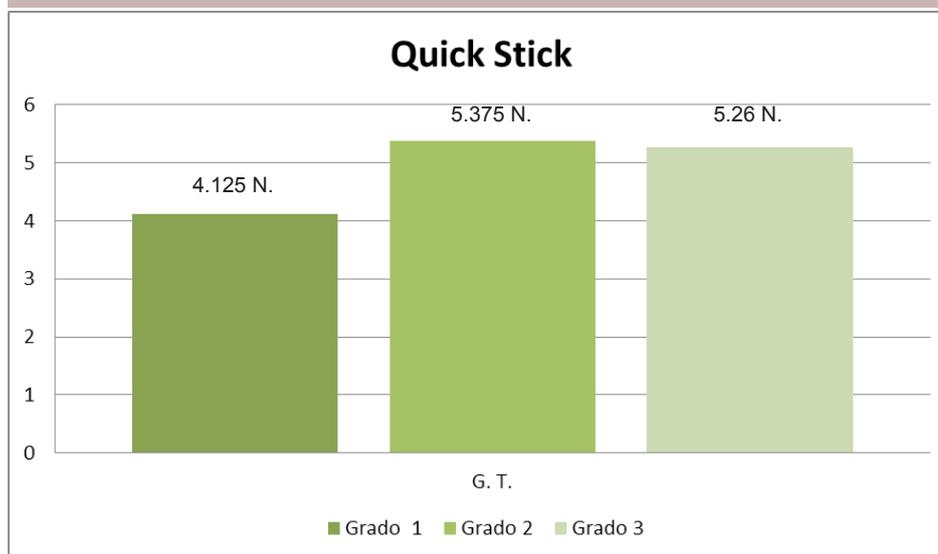
- GELATINA TÉCNICA

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la media obtenida tras la realización del ensayo repetido un total de dos veces por material sustentante y adhesivo.

Tabla 9. Resultados del ensayo Quick Stick con G.T.

TIPO DE ENSAYO	ADHESIVO	TIPO DE DAÑO	PROBETAS	NEWTONS
QUICK STICK	Gelatina Técnica pura piel CTS ® 1:12 partes de agua	1º Grado	G.1.TNT	3.75
			G.1.J	4,50
		2º Grado	G.2.TNT	4.45
			G.2.J	6,30
		3º Grado	G.3.TNT	6.02
			G.3.J	4,50

Gráfica 3. Valores de Quick Stick con G.T.



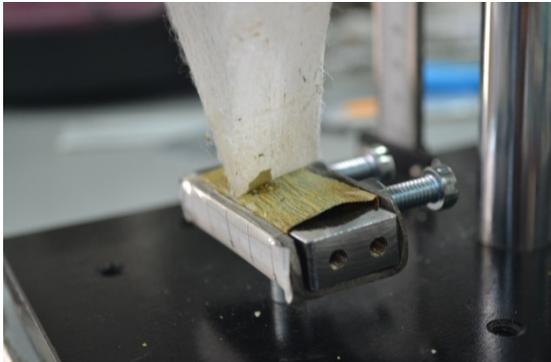


Imagen 38. Ensayo de grado 1 con G.T.



Imagen 39. Ensayo de grado 2 con G.T.



Imagen 40. Ensayo de grado 3 con G.T.

El estrapo de pintura sucedido en los diferentes ensayos, puede advertirse que ha crecido de forma exponencial. En la primera imagen se observa como solamente se levanta una de las zonas correspondiente a la pintura afectada. Al tratarse de una alteración de grado 1, la penetración del adhesivo se ha visto reducida.

En la imagen inferior se puede ver como la película pictórica se ha mantenido estable, salvo la zona perimetral. Mientras que por el contrario en la muestra de grado 3 (GT. 3 TNT) la fuerza ejercida por la tracción del papel, ha producido un estrapo de más del 50% de la película pictórica, pero no de preparación.

En el caso de Gelatina técnica puede decirse que los resultados obtenidos hacen cierta alusión comparativa, con respecto al grado de alteración de cada una de las muestras. Por lo tanto el grado de consolidación obtenido ha sido totalmente satisfactorio. Las necesidades de adhesión requeridas por los tres grados de alteración, se ha visto beneficiada por una penetración del adhesivo que ha crecido simultáneamente al crecimiento exponencial de los estrapos producidos en ellas.

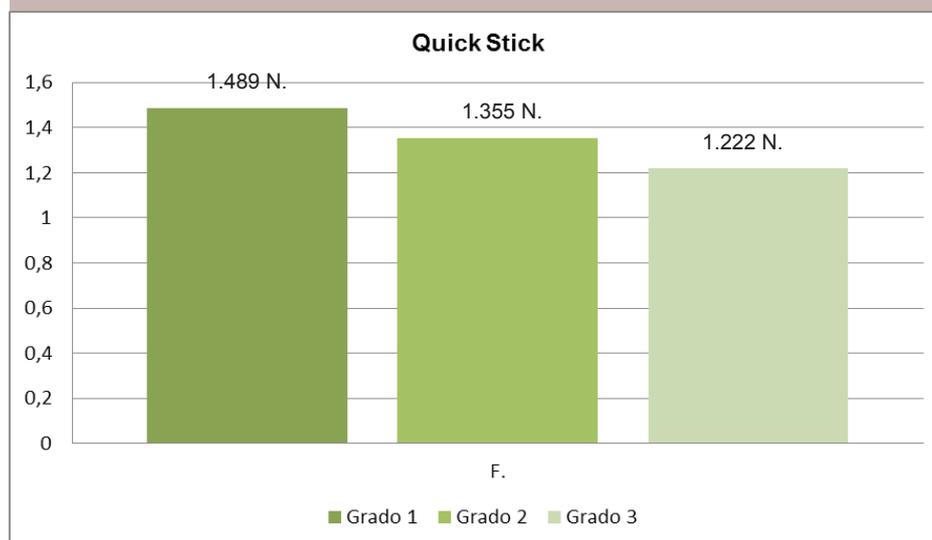
- FUNORI

Los resultados obtenidos con FUNORI han diferido en gran medida con los anteriormente expuestos. La principal diferencia se puede observar al comparar los resultados referidos al poder de adhesión. Estos resultados presentan cifras considerablemente reducidas, en contraposición de Gelatina Técnica.

Tabla 10. Resultados del ensayo Quick Stick con Funori.

TIPO DE ENSAYO	ADHESIVO	TIPO DE DAÑO	PROBETAS	N.
QUICK STICK	FUNORI PdC ® 1gr. : 150 c.c. de agua	1º Grado	G.1.TNT	1,512
			G.1.J	1,467
		2º Grado	G.2.TNT	1,511
			G.2.J	1,200
		3º Grado	G.3.TNT	1,556
			G.3.J	0,889

Gráfica 4. Media de valores Quick Stick con Funori.



De forma general se puede decir que las propiedades ofrecidas, tanto de fuerza como de penetración del adhesivo no han cumplido con las necesidades requeridas por las muestras.

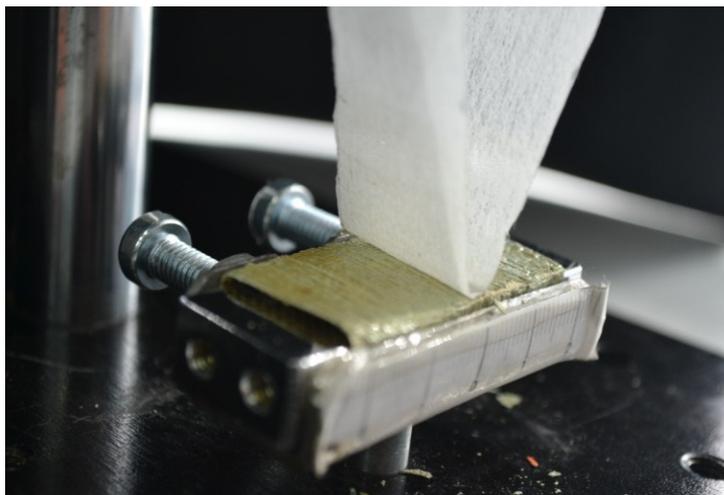


Imagen 41. Resistencia ofrecida por Funori

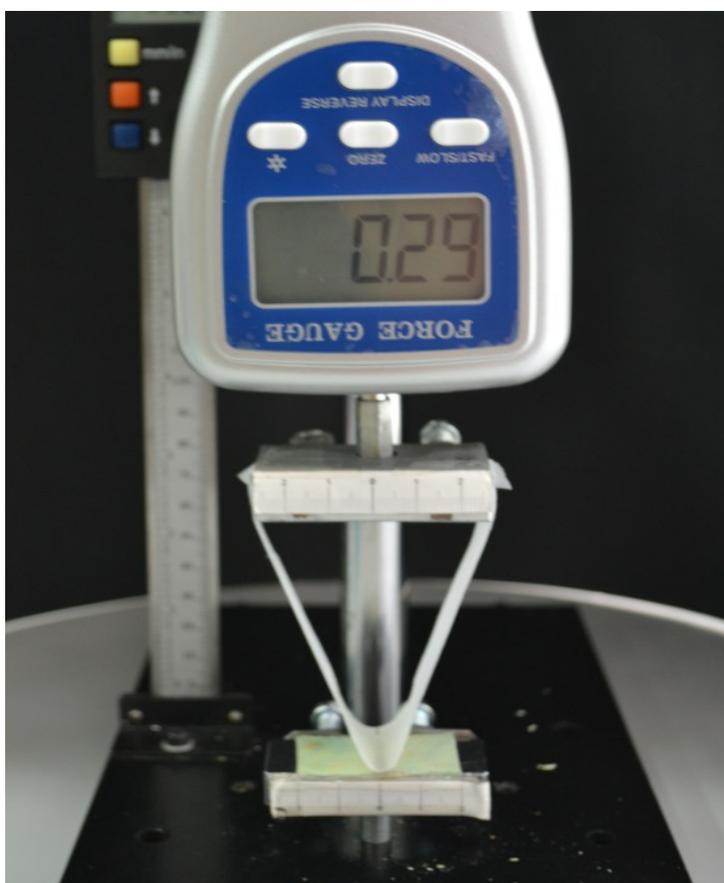


Imagen 42. Ensayo de la muestra F. 1. TNT.

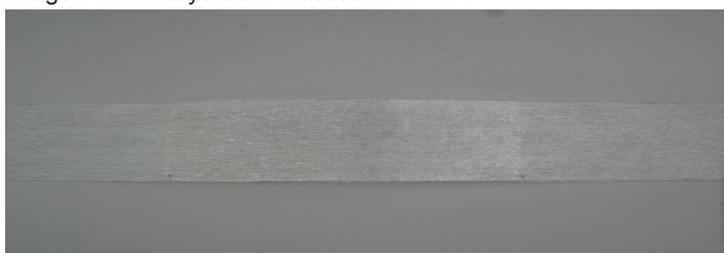


Imagen 43. Residuo del adhesivo tras el despegado

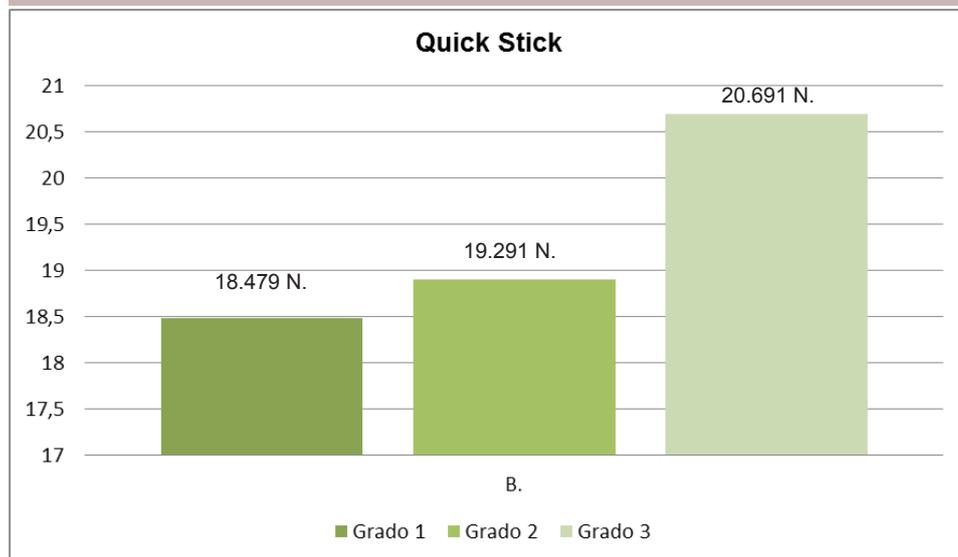
- BEVA 371

En cuanto a los ensayos realizados con BEVA 371® hay que destacar en primer lugar los elevados resultados que se han dado. Si se comparan los valores de los dos ensayos anteriormente citados, con estos, la diferencia entre ambos es considerada. El grado de consolidación conseguido, supera con creces las necesidades de las muestras.

Tabla 11. Resultados del ensayo Quick Stick con B.

TIPO DE ENSAYO	ADHESIVO	TIPO DE DAÑO	PROBETAS	N.
QUICK STICK	BEVA 371 G. CTS ® 1:1 en White Spirit	1º Grado	G.1.TNT	20.735
			G.1.J	16,224
		2º Grado	G.2.TNT	18.558
			G.2.J	20,025
		3º Grado	G.3.TNT	17.78
			G.3.J	23,603

Gráfica 5. Media de valores Quick Stick con F.



Tal y como se observa en las imágenes, las probetas presentan un estrapo tanto de la película pictórica como de parte del estrato de preparación. En la imagen inferior se puede ver como además, la tracción ha sido tan elevada, que parte del soporte también ha quedado adherido al papel.

Hay que destacar que durante el transcurso de los ensayos, las muestras protegidas con BEVA han ofrecido un alto grado de penetración con respecto al resto de adhesivos.

El grado de adhesión aportado por el adhesivo, ha conseguido la correcta cohesión de los diferentes estratos pictóricos, además de generar cierta elasticidad a las probetas.

Pero contrariamente, se ha comprobado que el poder de consolidación ofrecido por éste, sobrepasa los niveles requeridos por los diferentes estratos, dado que su penetración, ha llegado incluso al soporte.

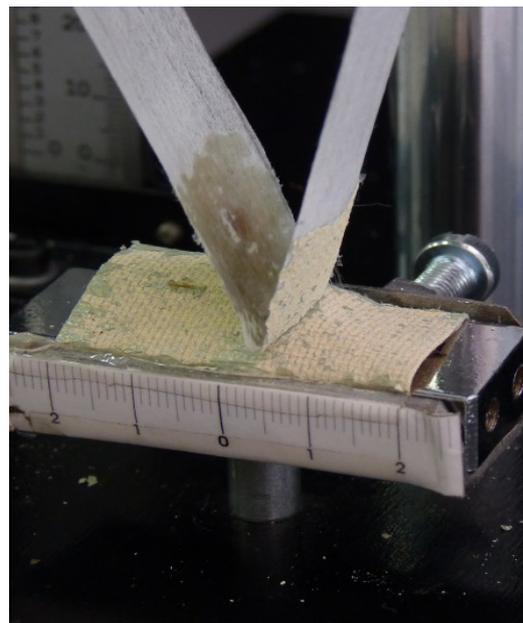
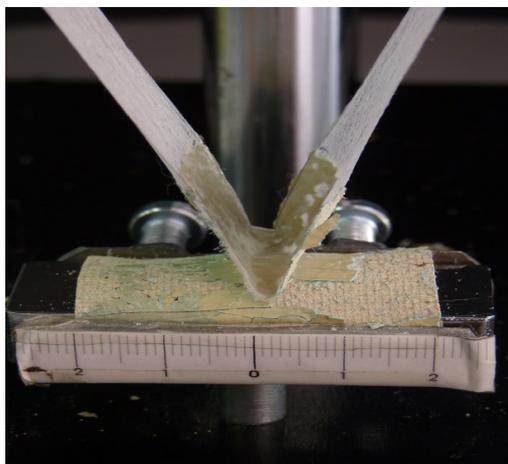
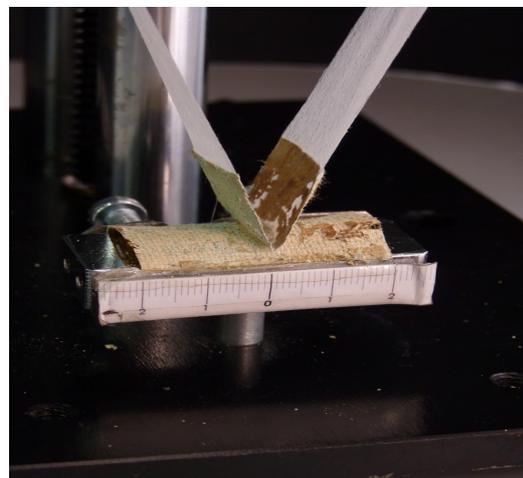
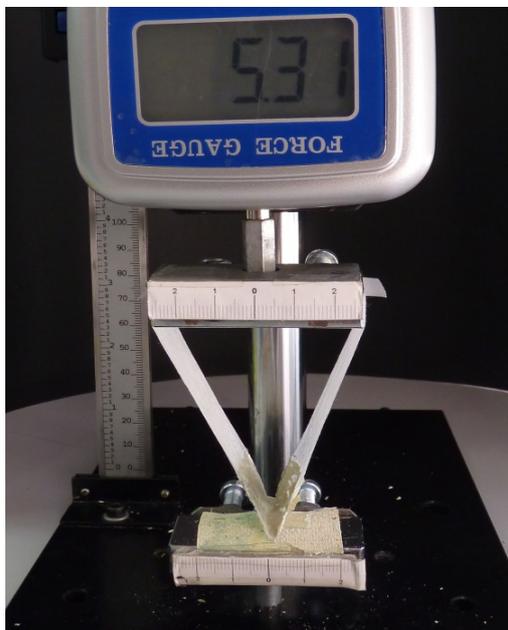


Imagen 44, 45, 46 y 47. Estrapo de la película pictórica durante la realización del ensayo.

CONCLUSIONES DEL MUESTREO QUICK STICK

En cuanto a las conclusiones obtenidas, tras la valoración de resultados, de forma individualizada de cada uno de los adhesivos, hay que destacar en primer lugar, la gran diferencia de los valores ofrecidos. Este contraste entre los diferentes grados de consolidación de la película pictórica, con respecto al papel y el adhesivo, se debe principalmente a la naturaleza propia de cada uno de ellos.

No todos los adhesivos han cumplido con el objetivo de consolidar el estrato pictórico. Por un lado, F., ha ofrecido un poder de adhesión muy por debajo de las necesidades requeridas por el estrato pictórico y sus grados de alteración. Por otro lado la fuerza adhesiva de B. ha llegado incluso a realizar un estrapo del soporte, por lo que al contrario de F., ha sobrepasado los niveles de adhesión exigidos. No obstante aun presentando tal poder de consolidación, hay que destacar como factor favorable, el aporte de elasticidad.

En contrapartida, los valores ofrecidos por G. T. se han ajustado gradualmente a las necesidades, no solo del estrato pictórico, sino también a los diferentes grados de alteración. La penetración del adhesivo se ha elevado de forma gradual en las diferentes muestras, permitiendo devolver la cohesión de estratos al 100%. de este modo se puede concluir diciendo, que el adhesivo que mejor se ha adaptado a los diversos factores de degradación y materiales ha sido Gelatina Técnica.

A continuación se puede observar una gráfica, en la que se muestra de forma visual esta gran diferencia comentada anteriormente. Además, también se advierte la correlación de datos con respecto a los diferentes grados de alteración y adhesivos.



6. CONCLUSIONES



6. CONCLUSIONES FINALES

Tras concluir el estudio, se han podido establecer las siguientes valoraciones:

- Se ha logrado crear un sistema metodológico de actuación, capaz de sentar estratos pictóricos afectados por la exposición a temperaturas extremas. La utilización de temperatura y presión controlada mediante mini-mesa de succión, no solo ha propiciado el sentado del estrato pictórico, sino que además erradica la aparición de daños adicionales.
- El testado de las propiedades, de las diferentes mezclas adhesivas empleadas, han asegurado su utilización en el proceso de intervención, no comprometiendo así la integridad de las obras.
- Las pruebas de pH, arrojan excelentes resultados en F. (7.226) favoreciendo la completa inocuidad con respecto a la acidificación presentada por las probetas alteradas. Por otro lado los valores obtenidos en G. T. (6.342) y B. (6.5) han ofrecido cifras ligeramente más ácidas que Funori.
- El testado de dureza, ha generado excelentes resultados para B. (42.7) no solo por los datos logrados, sino también por sus óptimas propiedades elásticas, siendo su aplicación favorable, atendiendo a la gran fragilidad y rigidez simultánea, presente en las probetas. En contra partida los valores obtenido tanto por G. T. (92.4) como por F. (93.6) se han visto superados considerablemente con respecto a B., presentando por tanto un aumento considerable de la rigidez y una reducción de la elasticidad.
- Teniendo en cuenta los diferentes resultados obtenidos durante el testado de materiales, y las necesidades requeridas por las probetas, se consideró oportuna la utilización de las tres mezclas adhesivas en el proceso de intervención, dado que los valores obtenidos, aun no ajustándose completamente, no presentaban una adición de daños externos.
- En lo referente al proceso de intervención, se ha podido observar, que Gelatina Técnica ha ofrecido un resultado óptimo, tanto a la hora de sentar los estratos pictóricos, como en el grado de adhesión prestado. Sin embargo tras la desprotección de éstas, BEVA® ha conseguido disminuir la rigidez inicial de éstas, en mayor medida con respecto a Gelatina Técnica. Comparando estos resultados, con los obtenidos por Funori en cada grado, se ha llegado a la conclusión de que éste, no ha logrado un grado de adhesión recomendable, además de la casi nula penetración, en los diferentes estratos pictóricos.
- Durante la etapa de punzado previa a la protección del color, de los levantamientos de grado 2 y 3, se puede decir que, una incorrecta aplicación metodológica, puede provocar la fragmentación de las ampollas, provocando una red de craquelados, que se evidenciará en los resultados finales. Por otro lado la adición excesiva de las mezclas adhesivas, puede provocar una fijación de las probetas, sobre la superficie de la mini-mesa de succión, por lo que será un aspecto a tener en cuenta en futuras intervenciones con problemáticas

similares.

- La devolución planimétrica mediante mini-mesa (calor y presión controlados), ocurrida en los levantamientos de grado 2 y 3, han ofrecido resultados totalmente satisfactorios. Sin embargo en el grado 1 de alteración, se ha podido comprobar como la deformación plástica no ha permitido un correcto sentado de los estratos. Además cabe destacar que en éstos, no se ha realizado el pinchado de las granulaciones, dada la inexistencia de aire en su interior. Por lo tanto se cree recomendable la impregnación del reverso en futuras intervenciones, con el objetivo de devolver la cohesión interna de los diferentes estratos pictóricos.
- En cuanto a los sustentantes empleados, cabe destacar que las propiedades físico-mecánicas observadas en TNT, se han adaptado considerablemente tanto a las irregularidades de la superficie como a los diferentes procesos de sentado del color. Su alta resistencia y poder de absorción han demostrado resultados considerablemente superiores a los ofrecidos por el papel Japón.
- Con respecto al ensayo *Quick Stick*, hay que destacar en primer lugar, que Funori (1.4) no ha generado el poder de adhesión requerido por las necesidades propias de las probetas, quedando además, la totalidad del adhesivo, fijado al TNT. Por otro lado los resultados observados, tanto con Gelatina Técnica (de 4.008 a 6.4) como con BEVA 371® (de 19.047 a 19.721) han propiciado, no solo una penetración correcta del adhesivo, a través de los diferentes estratos pictóricos, sino que además han generado un grado de consolidación satisfactorio. En el caso de Gelatina Técnica, la fijación y penetración lograda por la mezcla adhesiva, se ha podido adaptar también, a los requerimientos necesarios para cada uno de los grados de alteración, de forma individualizada, aportando una consolidación coherente y gradual en ellos. Sin embargo la fuerza adhesiva generada por BEVA 371®, a pesar de mostrar excelente resultados en tanto en cuanto, al sentado y disminución de la rigidez, ha resultado sobrepasar las necesidades requeridas por el estrato pictórico de las probetas.
- De esta forma, se puede concluir diciendo, que la utilización de una mezcla adhesiva u otra dependerá de la naturaleza y técnica de la obra y de su grado de deterioro, así como las necesidades de intervención que presente
- En general se ha podido comprobar como uno de los aspectos fundamentales de la investigación, ha sido la creación y correcta aplicación de un proceso metodológico de actuación, con el que poder establecer protocolos de actuación en este tipo de intervenciones. A su vez se ha logrado el estudio y comprensión de las propiedades de cada una de las mezclas adhesiva, como principio fundamental para atender a las solicitudes y requerimientos de las obras.



7. APLICACIÓN DEL ESTUDIO A UN CASO REAL

7. APLICACIÓN DEL ESTUDIO A UN CASO ESPECÍFICO

La aplicación de los resultados obtenidos, se llevó a cabo en una obra de Joaquín Mir⁶⁰– 1873 – 1940 –, paisajista español decimonónico, englobado dentro del movimiento impresionista, dado el empleo de un rico y vibrante colorido en todas sus obras.

En la siguiente imagen, se puede observar el estado inicial de la obra. cuando llegó al taller. La obra se almacenó en todo momento en posición horizontal, dado que de no hacerlo, la película pictórica corría el riesgo de desprenderse.



Imagen 48. Estado de consevación de la obra de Santiago Rusiñol.

Tal y como se evidencia, la acción del fuego había generado diferentes grados de pérdida de color, así como levantamientos acusados del estrato pictórico. una vez retirado el marco se pudo observar el estado inicial en el que se encontraba la obra. Éste protegió prácticamente a la perfección la zona perimetral del estrato pictórico.

60 Datos obtenidos en la página web ARTEHISTORIA. Disponible en : <http://www.artehistoria.jcyl.es/>



Imagen 49 y 50. Estado de la película pictórica en el testigo del marco.

- ESTADO DE CONSERVACIÓN

A continuación se detalla el estado de conservación que presentaba la obra, tras haber sido afectada por elevadas temperaturas y fuego directo:

- Levantamientos alarmantes de la película pictórica, que se muestran totalmente descohesionados del soporte textil. Las ampollas han superado con creces su límite elástico, generando toda una serie de tipos y grados de alteración. En su zona central, se pueden observar cráteres y diversas zonas de la superficie plegadas sobre si misma.
- Acumulación de una gruesa capa de hollín y productos de propios de la combustión, adheridos al barniz tras el calentamiento extremo.
- Rigidez y fragilidad acusada, producida por la evaporación de los diversos componentes constituyes de la película pictórica.
- Deshidratación del soporte textil, que ha generado diversos levantamientos tras el incendio.
- Craquelado de envejecimiento generalizado por toda la superficie, que se vio agravado tras el incendio, provocando una separación mayor entre las diversas fragmentaciones.



Imagen 51. Detalle del estado de conservación de la película pictórica con luz rasante.



Imagen 52. Detalle del estado de conservación de la película pictórica con luz visible.

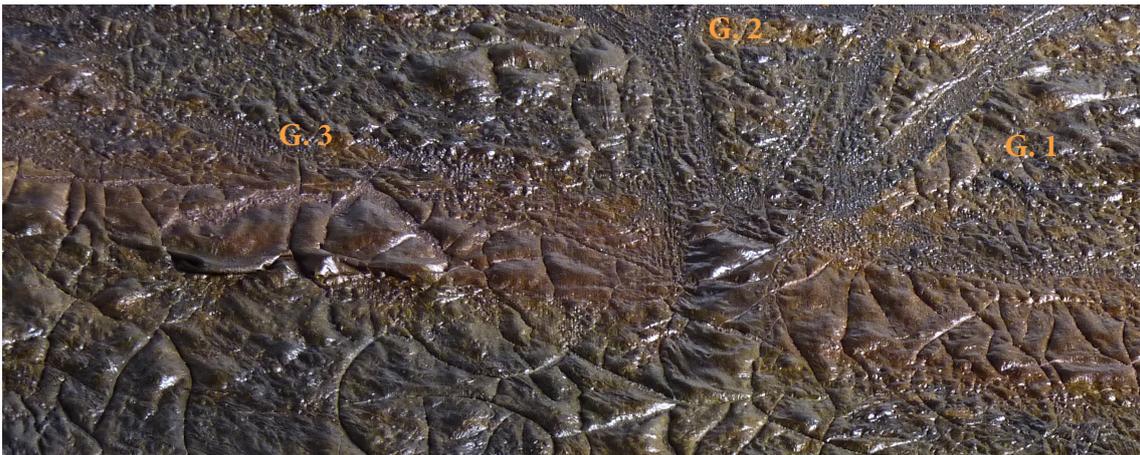


Imagen 53. Levantamientos y ampollas más acusados observados en la obra (grados 1, 2 y 3)

Tras la realización de pruebas de solubilidad y calor en el estrato pictórico, y teniendo en cuenta el estado de conservación de la obra, se seleccionaron las mezclas adhesivas de Gelatina Técnica (1:12 H₂O) y BEVA 371® (1:1 en W. S.) para la realización de las pruebas iniciales de adhesión. Ambas han demostrado poseer excelentes propiedades de penetración, y óptima fuerza adhesiva, para la cohesión de estratos pictóricos.

En cuanto al sustentante utilizado, se empleó TNT por sus características físico-mecánicas recomendables para el tratamiento de un estrato pictórico con tantas irregularidades y falta de elasticidad.

Como fase inicial del tratamiento, se retiraron los restos de suciedad superficial de la obra, mediante acetona e hisopo, para posteriormente proceder a la aplicación de los materiales consolidantes.



Imagen 54. Testigo realizado para la intervención con Gelatina Técnica.



Imagen 55. Testigo realizado para la intervención con G. T. con luz rasante.



Imagen 56. Testigo realizado para la intervención con BEVA® .



Imagen 57. Testigo realizado para la intervención con BEVA® .con luz rasante.

GELATINA TÉCNICA
(1:12 H₂O)



Imagen 58. Detalle antes de la intervención con G. T.

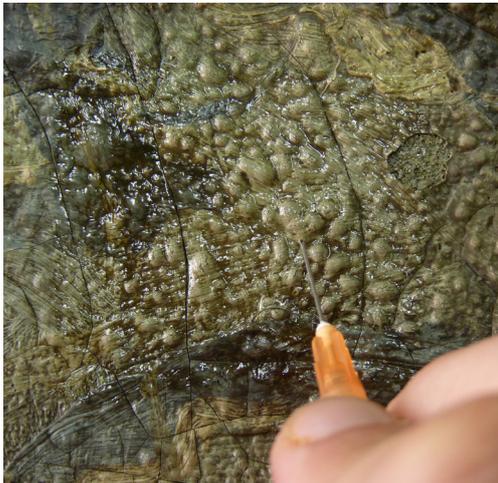


Imagen 60. Detalle del proceso de pinchando con G. T.

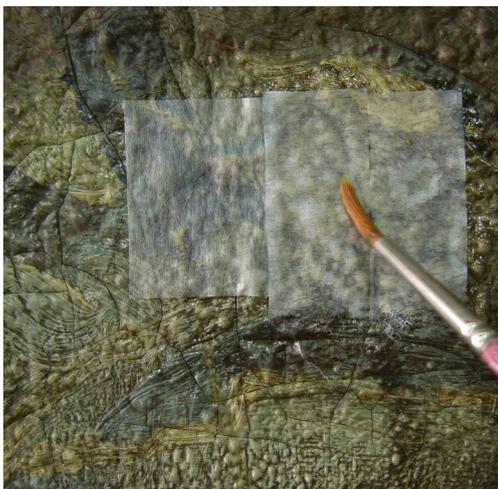


Imagen 62. Proceso de protección con G. T.

BEVA 371®
(1:1 en W. S.)



Imagen 59. Detalle antes de la intervención con BEVA® .

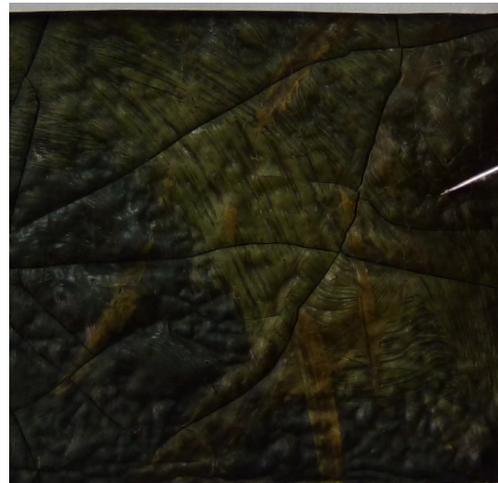


Imagen 61. Detalle del proceso de pinchando con BEVA® .



Imagen 63. Proceso de protección con BEVA®



Imagen 64. Proceso de planchado con G. T.



Imagen 65. Proceso de planchado con BEVA.

La metodología empleada durante el proceso de consolidación, como se puede observar en la secuencia fotográfica, también se ha basado en la utilizada a lo largo del estudio. No obstante, a la hora de acometer la intervención, se sustituyó el estrato amortiguador de TNT, por un papel siliconado perforado. Al colocar éste los valores de succión se tuvieron que elevar considerablemente, dado no solo al nuevo estrato intermedio colocado, sino también a la resistencia ofrecida por el estrato pictórico. A continuación se pueden observar los resultados obtenidos tras la intervención.

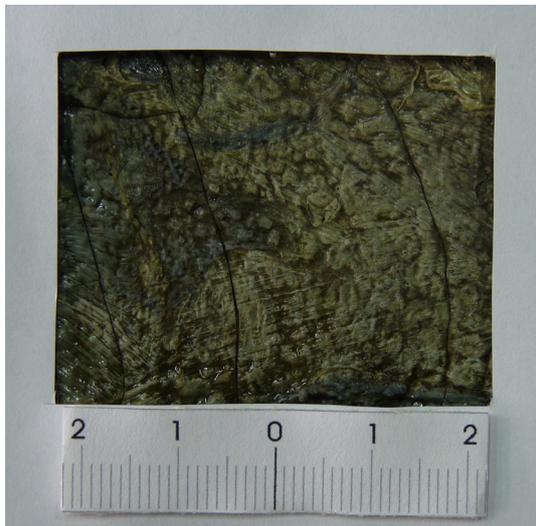


Imagen 66. Resultado final tras la consolidación con G. T.



Imagen 67. Resultado final tras la consolidación con BEVA.

CONCLUSIONES FASE DE INTERVENCIÓN

- La metodología planteada y utilizada a lo largo del estudio, ha demostrado ser idónea en su aplicación al caso real, salvaguardando en todo momento la integridad de la obra, además de no haber generado patologías adicionales.
- En ambos casos la consolidación se ha llevado a cabo satisfactoriamente, el grado de adhesión logrado con ambas sustancias, se ha demostrado mediante una devolución cohesiva de los diferentes levantamientos, así como una devolución planimetría idónea. De este modo se puede decir que ambos adhesivos han cumplido con su objetivo inicial. No obstante se ha podido observar, una consolidación y unión de los diferentes craquelados, con BEVA 371® (1:1).
- TNT ha vuelto a presentar excelente capacidad a las acusadas irregularidades. La desprotección de éste no ha causado una traumática separación dado que no se han extraído partículas de la película pictórica.
- Las ampollas o granulaciones de grado 1, consolidadas con ambos materiales adhesivos, han ofrecido resultados similares a los obtenidos tras el estudio, sin embargo, en este caso la deformación ha sido más acusada, ya que éstas, mostraban tanto un grado de alteración superior, como una dimensión en altura considerable.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Con este trabajo se pretende iniciar el germen de una futura investigación o Tesis Doctoral. Dada la magnitud de las patologías provocadas en obras afectadas por el fuego, se pretende:

- Realizar un estudio más pormenorizado de los materiales empleados, y la evaluación de diferentes proporciones, así como la utilización de nuevos materiales tanto consolidantes como sustentantes.
- Analizar de forma más exhaustiva las propiedades aportadas por cada uno de los materiales empleados sobre casos específicos de alteración.
- Estudiar la posibilidad de añadir sustancias que proporcionen un mayor grado de elasticidad sobre las distintas sustancias adhesivas y así disminuir la rigidez que caracteriza a este tipo de problemática.
- Elaborar una metodología de actuación que se adapte a obras que no permitan el uso de la succión.

8. BIBLIOGRAFÍA



BLOGRAFÍA

BASSET, J.M., et al. (2005) Diploma de especialización Profesional Universitario en Servicios de Prevención, Extinción de Incendios y Salvamento. Módulo IV: Fundamentos teóricos y técnicos. Universidad de Valencia: Alfa Digital S.L.. ISBN: 84-96586-00-6

BERGER, G. (1965) "A vacuum envelope for treating panel painting", *Studies in Conservation*, vol.10, nº 1. pp 18-23.

BOISSONNAS, A. (1963) "The treatment of fire-blistered oil Painting", *Studies in Conservation*, vol. 8, nº 2. pp. 55-66.

BOISSONNAS, P. (1964) "Emploi du vacuum pour les tableaux sur Bois", *Studies in Conservation*, vol.9, nº 2. pp. 43-49.

CIVIL, I. (2002) Crackin the "matter paintings" of Antonio Tápies: The role of artistic intent, deterioration and underlying mechanical. 13 Triennial Meeting Rio de Janeiro. ISBN 1902916. London-Uk.

COLOMBINI, A. y KLEITZ, M.O. (2004) Thermal behaviour of a painting near a tire hearth. Sarajevo, Bosnia and Herzegovina: Proceedings of the International Congress: catastrophes and catastrophe management in museums. pp. 57-63.

DE MAYERNE, T. (1967) *Le Manuscrit de Turquet De Mayerne: 1620-1646*. Lyon, Audin.

DUPONT, C. (1966) "Further developments in the treatment of fire-Blistered oil Painting" *Studies in Conservation*, vol.11, nº1. pp. 31-36.

ERHARDT, D., TUMOSA, C. S. y MECKLENBURG, M. F. (2000) "Natural and Accelerated Thermal Aging of Oil Paint Films". London: Ed. A. Roy and P. Smith. *Tradition and Innovation: Advances in Conservation*, The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works. pp. 65-69.

FINOZZI, A., LODI, C., SBURLINO, C. (2012) Progetto Restauro: Trimestrale per la tutela dei Beni Culturali. Fondazione Villa Fabris Supplemento nº 3, al 62. pp. 42. ISSN 1974-7799

GÁLVEZ, E. (1989) "Tratamiento de pinturas quemadas: El Cristo de la Villa de Yangüas", Revista Pátina nº 4. pp. 56-61

GÓMEZ, M. (2001) Las pinturas quemadas de la catedral de Valencia: el retablo de San Miguel del Maestro de Gabarda. Valencia: Generalitat Valenciana. ISBN: 84-482-2937-1

KLEITZ, M.O., VALLET, J.M, et. al. (2000) "La prévention des sinestres dans les aires de stockages du patrimoine: Questions sur la sensibilité Thermique des peintures de chevalet en présence d'un incendie". Marseille. Pp. 189-190.

MARTÍN-REY, S. (2012) Los materiales sintéticos y su aplicabilidad en la restauración de las pinturas sobre lienzo. Valencia: Universidad Politécnica de València.

MARTÍN-REY, S. y MARTÍN, J.M. (2008) Adhesión y adhesivos en intervención de pintura sobre lienzo. Valencia: Universidad Politécnica de València.

MAYER, R. (1993) Materiales y técnicas del arte. Madrid: Akal. ISBN: 84-87756-17-4

MCKAY, D.A. (1977) The Treatment of Blistered Paintings, Kingston, Ontario: Queen's University.

NICOLAUS, K. (1999) Manual de restauración de cuadros. Alemania: Konemann. ISBN: 978-389508-649-6

PIVA, G., (1992) Il restauro dei dipinti nel sistema antico e moderno. Secondo le opere di Secco Suardo. L'arte del Restauro. Murcia.

ROS, F. (2001) La polémica sobre los retablos de estuco en Sevilla a finales del siglo XVIII, Laboratorio de Arte nº14. Pp 109-110

SANCHEZ, A. (2012) Restauración de obras de arte: Pintura de caballete. Madrid: Akal. ISBN: 978-84-460-3110-9

SCHAIBLE, V. (1993) Il risamento del supporto e l'adesione del colore nei dipinti su tela. O.P.D. Restauro nº5.

SCHILLING, M.R., KHAJIAN, H.P. y CARSON D. M. (1997) "Fatty acid and glycerol content of lipids effect of ageing and solvent extraction on the composition of oil paints". *Techne*, 5. pp. 71-78.

SCICOLONE, G.C. (2002) Restauración de la pintura contemporánea: de las técnicas de intervención tradicionales a las nuevas metodologías. Guipúzcoa: Nerea. ISBN: 84-89-569-59-2

STRAUB, R.E. y REESJONES, S. (1955) "There has been no previous of this method of treating fire-blistered painting, though the hot-table has been used since its inception for attaching flaking and cupping paint. *Studies in Conservation*, vol. 2, nº 2. pp. 55-63.

SWEIDER, J. R. SMITH, M. (2005) Funori: Overview of a 300-Year-Old consolidant. *Journal of the American Institute for Conservation*. pp. 117-126

TAHK, C. (1979) "The recovery of color in Scorched Oil Paint films", *Journal of the American Institute for Conservation*, vol. 19, nº1, pp. 25-27.

THIERRY, O. (2006), "Il trattamento di tre dipinti danneggiati da un incendio nella Chiesa di Eidsvoll, Norvegia" Lugano: Salvati dalle fiamme: Gli interventi su edifici e oggetti d'arte danneggiati dal fuoco, SUPSI, 6 de Octubre. pp. 98-100.

VILLARQUIDE, A. (2005) La pintura sobre tela II: Alteraciones, materiales y tratamientos de restauración. San Sebastián: Nerea. ISBN: 84-89569-50-9

VIVANCOS, V. (2007). La Conservación y Restauración de pintura de caballete. Pintura sobre tabla. Madrid: Tecnos. ISBN: 978-84-309-4651

DOCUMENTOS EN LÍNEA:

<http://www.museoimaginado.com/alcazar.htm>>[Fecha de Consulta: Marzo 2013]

<http://www.efn.uncor.edu/departamentos/quimica/BIOFguia2007.pdf>

WEBS CONSULTADAS:

<http://arterestaurominor.blogspot.com.es/2013/03/reentelado-con-cera-resina.html>>

[Fecha de Consulta: Febrero 2013]

http://ge-iic.com/index.php?option=com_fichast&Itemid=83&tasko=viewo&task=view2&id=67>

[Fecha de Consulta: Marzo 2013]

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

[Fecha de Consulta: Mayo 2013]

CREDITOS DE IMAGENES:

Cedidas por el IRP: 3, 4, 5, 6, 7, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66 y 67

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mis padres, por su apoyo incondicional y constante paciencia durante mi etapa universitaria.

En segundo lugar quiero mostrar mi agradecimiento a mis tutores, la Dra. Susana Martín Rey, la Dra. María Castell Agustí y el Dr. Vicente Guerola Blay, por su tiempo y apoyo durante la realización de este trabajo, y asimismo, por sus más que interesantes sugerencias y observaciones.

Mi agradecimiento al Instituto de Restauración del Patrimonio, por la oportunidad que me ha brindado en la realización de este trabajo, y proporcionarme los recursos espaciales y materiales necesarios. A Cristina Robles técnico del taller de pintura de caballete por su ayuda, tiempo y asesoría en la elaboración del estudio experimental.

A mis compañeras Bárbara, Estefanía y Paula, por los momentos vividos durante estos años y brindarme con su ánimo y amistad.

Finalmente quiero agradecer de forma especial a Cristina, por acompañarme con su enorme paciencia y apoyo incondicional en todo momento.