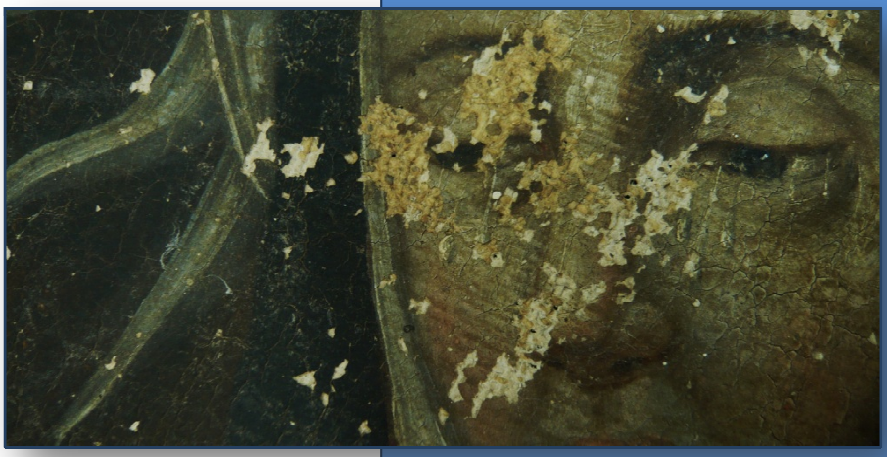
EL EMPLEO DEL CICLODODECANO, COMO PROTECCIÓN EN EL PROCESO DE DESCLAVADO DE LA OBRA

TESIS DE MÁSTER

Diciembre 2008



Universidad Politécnica de Valencia

Facultad de Bellas Artes.

Departamento Conservación – Restauración de Bienes Culturales

María José Jareño Cía

Director: María Castell Agustí

Ciencia & Restauración del patrimonio Histórico-Artístico 2008-2009 3ª Edición

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

CRBC Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales

A mis padres y hermana,

por apoyarme, darme fuerzas en todo momento

y la oportunidad y los medios para llegar donde he llegado.

Muchas gracias.

ÍNDICE

I	**INTRODUCCIÓN……**	**4**
II	**OBJETIVOS……**	**6**
III	**PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO……..**	**8**
III.1	Historia……	**9**
III.2	Descripción del Producto……..	9
III.2.1	Propiedades Físico –Químicas……	10
III.2.2	Control de Seguridad……	14
III.3	Tipos Aplicación del Ciclododecano……..	15
III.3.1	Aerosol/Spray……..	17
III.3.2	Puro Fundido……...	20
III.3.3	Disolución……	23
IV	**PRINCIPALES USOS EN CONSERVACIÓN RESTAURACIÓN……**	26
V	**EXPERIMENTACIÓN PRÁCTICA, SOBRE DIFERENTES SOPORTES, CON EL FÍN DE HACER UNA ÓPTIMA PROTECCIÓN DE BORDES…….....**	30
V.1	Probetas sobre Cristal……	31
V.2	Probetas sobre Lienzo……...	35
V.2.1	Aplicación directa sobre lienzo……	35
V.2.2	Aplicación de la disolución sobre papel japonés……	41
VI	**TRATAMIENTO SOBRE OBRA REAL……..**	43
VII	**CONCLUSIONES……...**	47
	AGRADECIMIENTOS……	51
VII	**BIBLIOGRAFÍA……..**	52

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

La investigación en nuestros días, juega un papel importante en casi la totalidad de los campos, y con ello en la conservación-restauración. Ésta, está en continuo avance, obteniendo nuevos métodos de trabajo, materiales más inocuos, más respetuosos para la obra y para uno mismo.

Tras las prácticas que realicé en el Museo de Bellas Artes de Castellón, donde tuve mi primer contacto con la vida laboral. Desempeñé una gran curiosidad por la cantidad de "atractivos" materiales nuevos que hoy en día ya están en el taller y aún faltan por explotar y descubrir, y gracias a ellas emprendí mi afán por saber más, comenzando esta investigación.

Con la siguiente investigación se pretende valorar el ciclododecano tras un previo estudio de su comportamiento, así como de sus características y sus aplicaciones en los tratamientos de conservación y restauración de pintura sobre lienzo. Dicho producto, le confiere la capacidad de sublimar, a temperatura ambiente, sin dejar rastro aparente, sin aportar toxicidad y al mismo tiempo, permite al restaurador, continuar con otro tipo de tratamiento en la misma obra. El objetivo es profundizar en su posible empleo como fijativo y protector ante la intervención de desclavado de un bastidor, ya que es una de las intervenciones más habituales en nuestro campo y que más peligro conlleva al estrato pictórico circundante.

La finalidad de esta aplicación es evitar protecciones, fijaciones de colas, tanto animales como sintéticas con papel japonés, a veces tan engorrosas y laboriosas y que tras su intervención deberán ser eliminadas, con la adición de un disolvente y calor, no siempre favorable para la obra.

Esto sólo es el comienzo de una futura investigación más profunda y competente, en el que se haga un verdadero estudio y testado de todos sus posibles tratamientos en el campo de la pintura de caballete. Curiosamente donde menos escritos y ejemplos hemos hallado. Creo que plantearse, otras alternativas en la investigación de dichos productos, es similar a innovar o modernizarse.

II. OBJETIVOS

II. OBJETIVOS

Con la siguiente investigación, se pretende conocer y ampliar el uso del ciclododecano en el campo de la Conservación-Restauración y más concretamente en el ámbito de aplicación como fijador, protector y semiconsolidador, de los estratos pictóricos colindantes a los bordes, durante la intervención de desclavado del bastidor.

1. Tras una documentación exhaustiva, conocer el producto y las posibilidades que nos otorga.

2. Estudiar el comportamiento y las características del ciclododecano en todas sus formas de aplicación.

3. Analizar las diferentes aplicaciones sobre el lienzo como soporte pictórico.

4. Conocer las ventajas e inconvenientes de la utilización del ciclododecano, como protección en el desclavado de la obra.

5. Verificar la posibilidad de ampliar los campos de las aplicaciones disponibles, en respuesta a nuestras exigencias y necesidades.

6. Realizar el estudio y la comparación de los resultados en el tratamiento de desclavado del bastidor, frente a las ya conocidas operaciones tradicionales, analizando ventajas e inconvenientes. Especialmente habrá que prestar atención a la protección de bordes en un estado crítico de gran levantamiento o pulverulencia de la película pictórica.

III. PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO

III. PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO

III.1. HISTORIA

Desde 1995, los ligantes volátiles han sido introducidos en las técnicas de restauración, como "instrumento temporáneo de consolidamento, protección e impermeabilización a agentes químicos[1].

Hace más de 10 años que en Alemania surgió el empleo del ciclododecano con fines conservativos. Conforme se fue testando y comprobando sus resultados, se comienza a divulgar por los países vecinos, llegando a cada rincón de Europa y al resto del mundo. Hoy en día, se testa y valoran sus propiedades y ventajas frente a otros productos. Verdaderamente son apenas unos años atrás, cuando llega a nuestro país dónde toma nombre y solventa dudas hacia sus características y usos más frecuentes[2].

La utilización del ciclododecano en tratamientos de conservación restauración surgió, gracias a Hans Michael Hangleiter, con la colaboración de Elisabeth y Erthard Jägers en Alemania en torno a 1995.

El Ciclododecano como tal es capaz de; semiconsolidar, fijar los estratos temporalmente y ser de carácter reversible. Esto puede ocurrir por la cualidad de sublimación característica de éste tipo de compuestos llamados "*Volatile binding media" o "Consolidantes temporales volátiles"*[3].

III.2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Nos encontramos ante un sólido cristalino, que desde el comercio se nos muestra en forma de escamas blanquecinas. Para familiarizarnos poco a poco con él, comenzaremos por

1. GUDRUN, H.: **Il ciclododecano el restauro di dipinti su tela e manufatti policromi**. Quaderno N.5/ Traduzione e cura di Silvia Invernizzi. CESMAR7. Il Prato. ISBN 978-88-6336-004-2. (p. 3).

2. BAGAN, R.: **"**El ciclododecano y sus aplicaciones en conservación-restauración". Revista Unicum. Núm. 7. Maig 2008.ISSN: 1579-3613. (p.155).

3. BAGAN, R.: *Ibidem*

describir alguna de sus propiedades más características, para luego entender en mayor medida su comportamiento.

III.2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS[4]

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS[5]	
Tipo de producto	Hidrocarburo Saturado
Composición química **Fórmula**	$C_{12}H_{24}$ Véase (Figura 1)
Solubilidad	Disolventes apolares (White Spirit, esencia de petróleo…)
Insolubilidad	Compuestos polares (agua, etanol, acetona..) Solubilidad en Agua: (20ºc) 0,1 g/l
Sublimación	El proceso que consiste en el cambio de estado de la materia sólida al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido
Punto de fusión	58-61ºC
Punto de ebullición	243ºC
Peso específico	0,83 kg/dm
Valor pH	20ºC) no aplicable
Viscosidad	(65ºC) 2.2 mPa.s
Presentación Comercial	En Aerosol/ Spray 400ml Sólido 1 kg
Color	Sin color
Olor	Distinto, peculiar
Temperatura de llama	225ºC
Presión de Vapor	(20ºC) 0.073 pPa
Densidad	(65ºC) 0,830 g/cm^3

4 Véase, donde se exponen las características químicas de los cicloalcanos, que a continuación exponemos; URRELO, A.G.: **Química orgánica.** Universidad Privada "Espacialidad en Farmacia y Bioquímica. Quimicoupagu@yahoo.es

5. http://ge-iic.com/files/fichas%20productos/cyclododecane.pdf

El ciclododecano es por lo tanto, un hidrocarburo cíclico saturado, que pertenece a la familia de los cicloalcanos. A éste tipo de alcanos se les caracteriza, por presentar todos sus enlaces de carácter simple, siendo su fórmula; C_{12} H_{24}.

Es curioso que de la familia de los cicloalcanos, el ciclododecano sea el que se comporta como uno de los compuestos más estables[6]. Esto ocurre porque pese a que se trata de un hidrocarburo simple (enlaces simples), los átomos de carbono se encadenan en forma de anillo y por lo tanto, es una estructura química cerrada, más firme y constante (como muestra la figura 1).

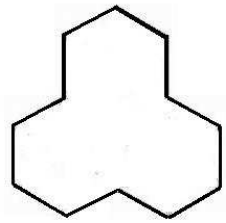


Fig. 1 Fórmula del ciclododecano

A los alcanos también se les suelen llamar parafinas, un nombre derivado del latín (*parumaffinis),* que significa "*de poca afinidad*". Éste término define muy bien su comportamiento, debido a que los alcanos tienen poca afinidad hacia otras moléculas, son químicamente inertes frente a la mayoría de los reactivos de uso común en química orgánica. Paradójicamente, en condiciones apropiadas, los alcanos reaccionan con oxígeno, cloro y algunas otras sustancias. Sin embargo, esto no afecta, al ciclododecano puesto que solamente está compuesto de carbono e hidrógeno.

Los alcanos presentan un incremento regular en el punto de ebullición, como en el de fusión, conforme aumenta el peso molecular, una regularidad que también se refleja en otras propiedades. La siguiente tabla lo corrobora[7].

Su estabilidad es debida a un fenómeno, en que las fuerzas cobran un papel protagonista. Las fuerzas no polares, con la que los alcanos, se atraen libremente entre sí, es por el efecto de las fuerzas intermoleculares de van der Walls. Estas fuerzas, actúan sólo a distancias muy cortas. Las fuerzas de van der Walls, como podía esperarse, ascienden con el tamaño de la molécula. Parte del incremento en la temperatura de ebullición aumenta en correlación con el número de carbonos y en la serie de alcanos se debe a las fuerzas de van der Walls.

6. Es importante recordar que cuando se dice que un confórmero es "estable", no significa que la molécula sólo adopte la conformidad más estable. Es simplemente, porque en un instante dado, un porcentaje mayor de moléculas, se encuentran en una conformación más estable que en una menos estable. . *Ibidem* (p. 65).

7 . La tabla se muestra en la página 6. Véase; URRELO, A.G.: op.cit (p.70)

Tabla 1 Comparación de energía de tensión entre los cicloalcanos

Cicloalcano $(CH_2)_n$	Tamaño del anillo	Calor de combustión (kcal/mol)	Calor de combustión por CH_2 (kcal/mol)	Energía de tensión total (kcal/mol)
Ciclopropano	3	499.8	166.6	27.6
Ciclobutano	4	655.9	164.0	26.4
Ciclopentano	5	793.5	158.7	6.5
Ciclohexano	6	944.5	157.4	0
Cicloheptano	7	1108	158.3	6.3
Ciclooctano	8	1269	158.6	9.6
Ciclononano	9	1429	158.8	12.6
Ciclodecano	10	1586	158.6	12.0
Cicloundecano	11	1981	158.4	11.0
Ciclododecano	12	1981	157.6	2.4
Ciclotridecano	13	2051	157.8	5.2
Ciclotetradecano	14	2204	157.4	0
Alcano (referencia)	-	-	157.4	0

Los alcanos ramificados, ya sea el ciclododecano, tienen una forma más esférica que los de cadena lineal; como resultado tienen, menos fuerzas de van der Walls, y consecuentemente puntos de ebullición más bajos. Es curioso porque los alcanos conforme va incrementando su número de carbonos, aumentan ordenadamente su tensión[8]. Como lo predijo Baeyer, "*el ciclopropano y el ciclobutano, con tres y cuatro carbonos respectivamente, sufren bastante tensión. Mientras el ciclohexano está ausente de ellas al igual que ocurre con los de más de doce carbonos*", puesto que tienden a conformar un ángulo tetraédrico ideal[9].

Paradójicamente el punto de fusión del ciclododecano es relativamente bajo, mientras su punto de ebullición es muy alto. Por el efecto que hemos explicado antes, su punto de fusión es en torno a los 58-61ºC. Cuando esta fundido, organolépticamente vemos una disolución transparente y homogénea, y al contacto con la atmósfera enfría de forma más o menos rápida dándonos una capa, de apariencia cerosa blanquecina, dependiendo de diversos factores, que posteriormente explicaremos y a tener siempre en cuenta.

Su característica primordial y que más lo caracteriza al igual que lo hace atractivo, es su capacidad de *sublimar*[10]. A temperatura ambiente puede cambiar del estado sólido al

8. **Tensión Angular**: La resistencia de un ángulo de enlace al aumento o disminución del ángulo tetraédrico ideal. Véase; URRELO, A. G. **Química orgánica.** Universidad Privada "Espacialidad en Farmacia y Bioquímica. Quimicoupagu@yahoo.es (p:70)

9. En 1885 propuso una interpretación teórica, éste sugirió, que si los carbonos prefieren una configuración más estable Véase; Ahora se demuestra que Baeyer, estaba equivocado al afirmar que tanto los anillos pequeños y grandes, estaban demasiado tensionados para existir. Ahora está demostrado que pueden existir anillos de todos los tamaños, de 3 hasta 30 carbonos. Urrelo, Antonio Guillermo. **Química orgánica.** Universidad Privada "Espacialidad en Farmacia y Bioquímica. Quimicoupagu@yahoo.es (p.70)

10. **Sublimar:** El proceso de sublimación se refiere al paso del estado sólido al gaseoso, de moléculas que han permanecido estancadas, que se dispersan por el ambiente de forma gaseosa. Dicho fenómeno tiene la siguiente explicación técnica: los sólidos tienen presiones de vapor características, que oscilan con la temperatura como

gaseoso sin pasar previamente por el líquido. De éste fenómeno lo más importante, es que no deja rastro aparente, gracias a su elevada *presión de vapor de equilibrio o tensión de vapor*[11]. Su insolubilidad en solventes polares, ya sean alcoholes, agua o acetona, es una de las características que hace de éste un jugoso compuesto. Al contrario, es fácilmente soluble en compuestos apolares de baja toxicidad, como hidrocarburos saturados, aromáticos o halogenados; tales como el White Spirit, Eter de Petróleo etc.

III.2.2. FICHA DE SEGURIDAD[12]

La obligación de recibir por parte del fabricante o del importador de dichos productos, una ficha de seguridad del producto en cuestión, está reflejada en el Real Decreto 255/2003 del 28 de Febrero[13].

Estas fichas nos proporcionan la siguiente información totalmente imprescindible[14]:

---

sucede con los líquidos. Acrecentando la temperatura, aumenta también la presión de vapor del sólido. Se determina como sublimación el indicar la conversión directa sólido-vapor, sin la intervención líquida. Es la inflexión que tiene lugar en el suceso de la estabilización de un sólido con vapor saturado, que varía su presión con la temperatura, denominándose curvatura de sublimación. La tendencia al paso de un estado gaseoso, depende de la entidad de las fuerzas de atracción intermoleculares que varían de una sustancia a otra.

En la situación de equilibrio, las fases reciben la denominación de líquido saturado y vapor saturado. Esta propiedad posee una relación inversamente proporcional a las fuerzas de atracción intermoleculares. Esto se debe a que cuanto mayor sea el módulo de las mismas, mayor deberá ser la cantidad de energía entregada (ya sea en forma de calor u otra manifestación) para vencerlas y producir el cambio de estado. El equilibrio dinámico se alcanzará más rápidamente cuanto mayor sea la superficie de contacto entre el líquido y el vapor, pues así se favorece la evaporación del líquido. El factor más importante que determina el valor de la presión de saturación es la propia naturaleza del líquido, encontrándose que en general entre líquidos de naturaleza similar, la presión de vapor a una temperatura dada es tanto menor cuanto mayor es el peso molecular del líquido.

En un ambiente controlado y constante el ciclododecano sublima para encontrar un equilibrio de una forma ordenada y homogénea, mientras que en un ambiente que sufre constantes variaciones de presión y temperatura, para llegar a mantenerse en equilibrio entre la fase sólida y gaseosa, éste se someterá a continuos ciclos de sublimación y/o solidificación. Así, si aumentásemos la temperatura, el sistema respondería llegando al equilibrio llevando moléculas al estado gaseoso para restablecer un nuevo equilibrio, mientras que si bajásemos la temperatura, el equilibrio se modificaría nuevamente llevando moléculas al estado sólido.

11**.** La **tensión de Vapor** de cada líquido es cambiante puesto que es característico de cada uno el valor de atracción y la fuerza entre las moléculas que lo forman. Es éste el caso de moléculas que ejercen grandes fuerzas de atracción recíproca, poseen poca tendencia a evaporarse y por lo tanto el líquido en cuestión tendrá una tensión de vapor baja. Contrariamente, cuando las fuerzas intermoleculares son débiles, son de tendencia notablemente a evaporarse y por consiguiente poseer una tensión de vapor elevada.

Con el aumento de temperatura de un líquido, aumenta por lo tanto la energía cinética media de las moléculas, por ello mayor es la parte de moléculas que tienen suficiente energía para evaporarse y en consecuencia un aumento de presión de vapor de equilibrio.

12. C.T.S. España. Productos y equipos para la restauración. Ficha de seguridad (Dir. 2001/58/CE)

13. Para minimizar los riesgos que conlleva su manipulación y almacenamiento, es necesario identificarlos adecuadamente, teniendo en cuenta la necesidad que establece el Real Decreto 363/1995, del 10 de Marzo, por el que se aprueba el reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, modificando el Real Decreto 99/2003, del 24 de Marzo.

Siempre por ley, se deberá prestar atención a los siguientes aspectos;

- Identificación del preparado y del responsable de su comercialización.
- Composición/información sobre sus componentes.
- Identificación de los peligros.
- Primeros auxilios.
- Medidas de lucha contra incendios.
- Medidas que han de tomarse en caso de vertido accidental.
- Manipulación y almacenamiento.

CONTROL DE SEGURIDAD

Para el empleo y uso del ciclododecano, es recomendable un control de seguridad personal manteniendo los ambientes de trabajo en el taller, adecuadamente aireados. Donde sea posible, hay que instalar fuentes de aspiración localizada y eficaces sistemas de ventilación. Si estas medidas no son suficientes será necesario hacer uso de métodos adecuados de protección de las vías respiratorias y cutáneas.

- **Métodos protectores individuales**

Se recomienda que durante su manipulación se evite ingerir alimentos y bebidas, ni por supuesto no se fume. Si es posible siempre se usará máscara protectora, puesto que para ambientes que no estén debidamente aireados, será a tener en cuenta. Al igual que se requerirán guantes protectores, para evitar contacto directo por las vías cutáneas y unas gafas protectoras. Simplemente se protegerá el cuerpo, llevando ropa ligera con carácter siempre protectivo.

- **Manipulación y Almacenaje**

Las condiciones de almacenaje, serán de acuerdo con las de un buen taller de restauración. Un almacenaje, en el que haya una buena ventilación y se eviten temperaturas que no superen los 50ºC. Mantener los productos alejados de cargas electrodomésticas y de fuentes de incendio. Ya que puede llegar a ser bajo estas circunstancias, extremadamente inflamable e irritante.

14 . Departamento general de Aragón. Departamento de educación, cultura y deporte. Curso de prevención de Riesgos laborales.

III.3. DIFERENTES APLICACIONES DEL CICLODODECANO[15].

Hay diferentes modos de aplicación del ciclododecano, ya sea fundido, al baño maría, en disolución o en spray. Cada uno de los cuales forma un film característico, con sus propiedades mecánicas particulares, que a continuación explicaremos detalladamente tras nuestras investigaciones en el laboratorio de restauración.

Fig. 2 Presentación comercial del producto

Actualmente en el comercio encontramos dos formas de obtener el producto, ya sea en aerosol o spray en envase de 400ml, y en sólido, en forma de escamas o cristales, en un envase de un Kg.

Capa del film: La capa formada por el ciclododecano, no es un film totalmente homogéneo en ninguna de sus aplicaciones. Estará básicamente compuesta por diminutos cristales, en forma de agujas de mayor o menor medida, y más o menos próximos entre sí, dependiendo directamente de:

- La forma de aplicación
- El disolvente con el que se realice la mezcla, siempre que exista
- Las características del sustrato
- La temperatura ambiente.
- La densidad de la capa.

Fig. 3 Formación de cristales en la capa.

Como norma general hay que tener en cuenta que cuanto más lento sea el descenso de la temperatura de la capa una vez aplicada, más discernible y heterogénea será la red de cristales que forma. En cambio un enfriamiento más rápido, tendrá como resultado un film homogéneo y más denso, compuesto de miles de cristales tan pequeños, que a simple vista no se discernirán y nos harán creer que la formación de la capa ha sido homogénea y lisa.
El color característico de éste tipo de enfriamiento será de un tono más opaco y blanquecino que normalmente lo dará la aplicación de puro fundido.

Características mecánicas de la película: La capa formada ofrecerá muy buenos comportamientos ante la presión, casi a prueba de abrasión y unas propiedades no excesivamente elásticas. Obtenemos una capa sin brillo y altamente hidrorrepelente.

15 http://cyclododecane.net

Impermeabilización de la capa frente a compuestos polares. Una película muy densa ofrece una protección casi total contra el agua así como, al etanol, isopropanol y acetona. Aunque la impermeabilización que produce frente a éstos no es totalmente completa debido por un lado a que la película formada, suele presentarse con pequeñas craqueladuras microscópicas causadas por la cristalización, que se produce durante la evaporación del disolvente o durante la propia solidificación, y por otra a su escasa flexibilidad[16], en comparación con el soporte en el que se apoya, en nuestro caso particular el lienzo, puede causar varias fracturas durante su manipulación).

Fig. 4 Resistencia a la gota de agua sobre película de ciclododecano en aerosol

Sublimación. Es variable dependiendo de los factores a tener siempre en cuenta, pero a 20ºC, generalmente posee una presión de vapor de 0,1 h Pa que provoca que la sublimación de un estrato de 1mm de espesor se produzca en unos cerca de 33 días[17].

Reversibilidad. Cada aplicación tiene un tiempo estimado de sublimación, dependiendo de las características de la capa. Si dicho tiempo se prolonga excesivamente, es posible aminorarlo o reducirlo, aplicando una corriente de aire y aumentando la temperatura ambiente[18].

Es conveniente comentar, que una desaparición total del producto, sólo es posible garantizarlo, cuando no contiene aditivos. Puesto, que esto denotaría que el compuesto no es del todo puro, y con ello no se puede llegar a asegurar, que el sustrato quede totalmente libre de residuos, una vez sublimado[19].

Prolongación del tiempo de sublimación. Si se requiere una mayor permanencia del ciclododecano en el sustrato, con el simple gesto de envolver la zona dónde ha sido aplicado con un plástico o melinex, el efecto de prolongación se percibirá notablemente. Hangleiter, nos comenta también la posibilidad de prolongar su efecto con la aplicación de

16. MUÑOZ, S.; AURÍA, T.: "La impermeabilización bicapa de ciclododecano y paraloid: una nueva técnica para la protección de tintas solubles durante tratamientos acuosos". Preprints 16th international meeting on herritage conservation. Valencia 2006. REF: 2006.2169 (p. 555).

17 . En el caso del ciclododecano puro fundido. Véase; http://ciclododecane.net

18. BAGAN, R. "El ciclododecano y sus aplicaciones en conservación-restauración". Revista Unicum. Núm. 7. Maig 2008. (P. 157).

19. *Ibidem.* BAGAN, R.(p.157)

papel de aluminio, reforzado con la protección de un poliuretano bicomponente, para asegurar su fijación[20].

III.3.1. APLICACIÓN DE LA CAPA DE CICLODODECANO MEDIANTE AEROSOL/SPRAY.

Es sin duda la forma de aplicación más rápida y cómoda de las tres que explicaremos a continuación. En el comercio, encontramos el aerosol[21] en un bote de 400ml y se puede aplicar directamente en todo tipo de superficies; ya sea textil, madera, piedra, vidrio, metal, plástico, superficies barnizadas, etc.

La comodidad y rapidez de su aplicación evitando cualquier contacto con la obra es sin duda su principal ventaja. También es conveniente decir, que la mayor incertidumbre la posee, el desconocer el porcentaje del disolvente que incluye en la mezcla. Ésta es causada, por el propulsor, que es una mezcla de propano y butano que en cierta manera también formará parte de la capa o film.

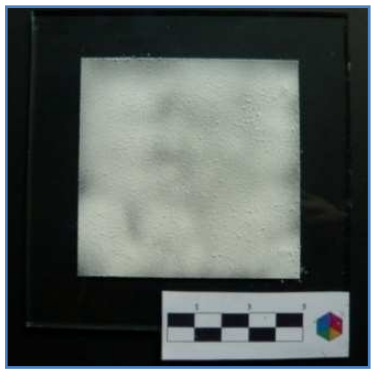


Fig. 5 Aplicación con aerosol

Es característico de esta aplicación, la rapidez en la que solidifica en la obra, precipitando en forma de un cristal amorfo y en ocasiones algo pulverulento. Recuerda a la apariencia de la nieve artificial por su color blanco y su acabado es muy diferente al de otro tipo de aplicaciones. Dependiendo de la distancia desde la que se aplica las características de la capa variaran de la siguiente manera. Es recomendable para una capa lo más controlada, homogénea y compacta posible, una distancia de 3 a 4 cm; a partir de 4 cm hasta los 10 cm la capa que se formada es mucho más suave, y a más de 10 cm la capa que se percibe se desprende con mucha facilidad por lo que la descartamos totalmente.[22]

20 .BOSCHETTI, E. y BORGIOLI, L. "Il fascino discreto del ciclododecano" Progetto Restauro nº 42- primavera 2007. Il prato (p.3))

21 Existen dos tipos de boquillas de salida para este tipo de aplicación comercial. La estándar que acompaña al Aerosol permite rociar una franja de unos 15 cm a una distancia de 6 cm. Existe otra boquilla para rociar áreas, que permite graduar el ángulo de salida del producto; en este caso, a una distancia de 6 cm se puede rociar una franja de unos 50 cm. Se ha calculado que con un envase de Aerosol es suficiente para cubrir un metro cuadrado de superficie. Véase ; BAGAN, R. Ibidem.(p.157)

22 .*Ibidem*. BAGAN, R.(p.157)

La película obtenida es una capa que apenas penetra en el sustrato poroso, por lo que sublima con más facilidad, aun así es en ocasiones, una buena barrera contra el agua y la suciedad, ofreciendo una protección mecánica importante[23].

Este tipo de aplicación es ideal puesto que jamás se logra tocar la obra en cuestión. Sin embargo, en películas pictóricas muy vulnerables, en el caso de que la obra presenta ampollas, cazoletas o levantamientos muy agudos, no será posible aplicar este tipo de procedimiento, ya que corremos el peligro de desprendimiento pictórico importante. En éste caso, se recomendará aplicar mayor número de capas y a una mayor distancia.

Desafortunadamente decir que es muy difícil sólo proteger la zona dañada ya que el polvo que desprende se esparce rápidamente por las proximidades y si se requiere proteger una zona muy delimitada se tendrá que ayudar con algún tipo de plantilla que evite una protección excesiva o poco controlada. Por ello decir que se intentará no aplicarlo en lugares con corriente, aunque se recomienda que esté bien ventilado, ya que aunque no sea tóxico, el gas que desprende no es de del todo agradable.

Si se requiere es posible aplicarlo en mayor número de capas y a una distancia mayor. Pero nunca llegar a formar capas demasiado gruesas, ya que no secarán regularmente y posiblemente cuartee, sino se deja secar completamente entre una aplicación y la siguiente[24].

En el caso de que se quiera obtener un efecto de consolidante temporal (reagregación superficial), de deberá proceder de la siguiente manera: primero se bañará la superficie con un disolvente apolar como el White Spirit y se procederá a pulverizar varias manos sobre la superficie bañada a una distancia de 3-4 cm, para hacer penetrar al ciclododecano en la porosidad[25].

Fig. 6 Reversibilidad del ciclododecano con White Spirit [1]

Es uno de los métodos más rápidos en sublimar completamente de la obra, pero si se quiere acelerar su proceso, se debe recurrir a una pistola de aire caliente o la eliminación

23. Ciclododecane.net

24. MUÑOZ, S.; AURÍA, T.: "La impermeabilización bicapa de ciclododecano y paraloid: una nueva técnica para la protección de tintas solubles durante tratamientos acuosos". Preprints 16th international meeting on herritage conservation.Valencia 2006. (p.555)

25 . C.T.S. Productos y Equipos de Conservación.

mecánica con ayuda de los solventes nafta con spray o con paletina o con ayuda de disolventes tales como isooctano o el Exxsol 100-140 (Esso)[26]. En zonas más sensibles se deberá utilizar un disolvente sin aditivos aromáticos, tales como iso – octanaje[27]. Puesto que la película es porosa, penetra fácilmente y por ello es posible un efecto rápido.

El fenómeno de sublimación, esta correlacionado directamente bajo los parámetros de temperatura y corriente de aireo ventilación.

La diferencia de sublimación no es lineal, es decir que no es siempre proporcional al aumento de la temperatura. Los tiempos de sublimación varían dependiendo de la forma de aplicación y la distancia. En capas muy sinuosas aplicadas a unos 10cm, la sublimación se realizará en las primeras 24 horas. Una capa de un mm tardará de 2 a 3 días en sublimar completamente. Y en el caso de que haya habido una penetración en los poros tardará cerca de 30 días, todo esto a una temperatura constante de 20ºC[28].

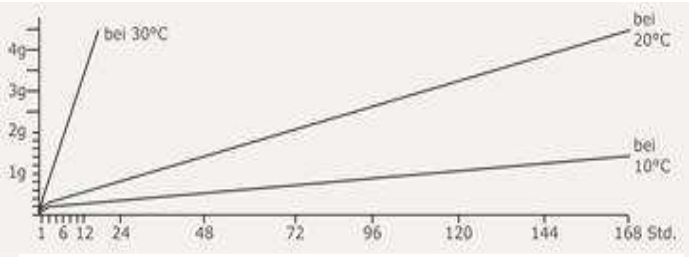


Tabla 2 comparativa de sublimación bajo el parámetro de la temperatura

Ésta gráfica[29] nos muestra tres muestras de Ciclododecano expuestas a temperaturas diferentes, una estará a una temperatura constante de 10ºC, otra de 20ºC y una última de 30ºC. Se pesaron las muestras del estudio para evidenciar y justificar de un modo más exacto y científico los resultados de dicho proceso. Como se puede observar, después de dos horas la muestra que estaba dispuesta a 30ºC constantes había sublimado tres veces más rápido que las otras. En comparación con la muestra a 10℃. La muestra que se había sometido a 20℃ constan tes se muestra-sólo 1,75 veces superior. La diferencia después de las 9 horas era bastante evidente. Aquí la pérdida de material en la muestra a 30℃ fue de 10 veces mayor en comparación con la probeta que se encontraba a tan sólo 10℃. A 20℃ fue tan sólo dos veces superior.

26. MUÑOZ, S.; AURÍA, T.: Ibidem.(p.555)

27 . http://ciclododecane.net

28 . CTS. Productos y Equipos de Conservación

29. HANS, M. H "La protección temporal de superficies sensibles sobre el uso de vinculante de la inestabilidad de los agentes." Cyclododecane.net

III.3.2.- APLICACIÓN DE LA CAPA DE CICLODODECANO PURO FUNDIDO.

Fig. 7 Aplicación con brocha

La aplicación del ciclododecano puro fundido, comprende un procedimiento sencillo. Tan sólo se debe calentar al baño María aplicando una temperatura superior a los 60ºC, debido a que este es su punto de fusión del hidrocarburo, en condiciones normales.

A la hora de aplicarlo sobre la obra o muestra, habrá varias posibilidades que será la obra en cuestión la que tras su estudio oportuno de daños, nos dictará su aplicación más oportuna. Se barajarán entre las diferentes opciones, ya sean, a pincel o brocha, con ayuda de una espátula, Según informaciones escritas[30], es posible aplicarlo por medio de un aerosol, o pincel térmico.

La aplicación del ciclododecano puro fundido sin la adición de ningún tipo de disolvente, y extendido mediante una brocha es difícilmente recomendable, aunque se le someta a más temperatura para evitar la prematura solidificación del material sobre el pincel, además el grosor obtenido en la muestra es excesivo. A mayor temperatura de fusión, se lograran resultados más óptimos en el film[31].

Hangleiter,H. nos comenta; A temperatura ambiente, la película formada de la fusión con espesores superiores a 3 mm., se enfrían velozmente, dando estratos densos sin cristales visibles[32].

Fig. 8 Aplicación en mesa caliente

La única manera viable de obtener buenos resultados al aplicar el ciclododecano con pincel es por un lado, añadiendo una cierta cantidad de disolvente, con lo que se logra una bajada del punto de fusión, al mismo tiempo que se evita la solidificación prematura sobre la herramienta de aplicación; y por otro lado aplicando calor a la muestra mediante una mesa caliente (60º), de esta forma se logra una mejor manipulación así como una mayor penetración en la capa[33]. De esta

30 .GUDRUN, H.: Ibidem.**Il ciclododecano el restauro di dipinti su tela e manufatti policromi**. Quaderno N.5/ Traduzione e cura di Silvia Invernizzi. CESMAR7. Il Prato. ISBN 978-88-6336-004-2. (p.12). AAVV,**"Cyclododecane: technical note on some uses in paper and objects conservation",** Revista JAIC 1999, tomo 38, Número 2, Artículo4(pp.165,166) y cyclododecane.net, entre otros.

31. BAGAN, R. Ibidem. (P. 157).

32 . Ibidem. BOSCHETTI, E. y BORGIOLI, L. "Il fascino discreto del ciclododecano" Progetto Restauro nº 42- primavera 2007. Il prato (p. 110)

forma el tiempo de sublimación aumentará, de hecho la sublimación del ciclododecano puro fundido ya es notablemente mayor que con la aplicación en disolución o en spray. Al aplicar el ciclododecano fundido en la mesa caliente, ante previo calentamiento del cristal hasta alcanzar los 40ºC de temperatura, para ello la mesa caliente ya alcanzaba los 60ºC. Al aplicar la capa de ciclododecano, se disminuyó la temperatura de la mesa hasta apagarla, con lo que formó una capa de cristales grandes, debido a su lenta cristalización.

Esto es un gran inconveniente, ya que el ciclododecano puro fundido es óptimo ya que no se le aporta a la obra ningún tipo de disolvente. Se conoce, la existencia de un tipo de lápiz térmico[34] que facilita dicho aplique y también es posible estudiar su aplicación con un nebulizador de ultrasonidos siempre que el orificio de salida mantenga los 80ºC. En ésta investigación al no disponer de estas herramientas y viendo las dificultades que ofrecía su uso con brocha, se ha propuesto su aplicación en un film de Melinex y en un Papel Japonés impregnado con ayuda de una mesa caliente, en su defecto una mini-mesa o unos focos infrarrojos[35].

Con lo que se valorará previamente antes de su aplicación en cada uno de los casos si es óptimo aplicarlo de esta manera. Siempre se acelera el proceso de sublimación como ya hemos comentado anteriormente con la presencia de corrientes de aire y calor, así que si utilizamos un secador de pelo ó Leister el tiempo de sublimación disminuirá[36].

En este tipo de aplicación más duradera Hans M. H, comenta que a unos 20ºC y con una presión de vapor de 0,1 h Pa, la sublimación de un estrato de 1mm de espesor, se producirá en unos cerca de 33 días[37].

Si observamos cómo queda la capa de ciclododecano puro fundido una vez aplicado, como normal general y en condiciones no manipuladas, es bastante denso y sin cristales distintivos, ya que el enfriamiento y por lo tanto su solidificación ocurren muy rápido.

---

33. Ibidem. AAVV."Ciclododecane: technical note on some uses in paper and objects conservation" Revista JAIC 1999, Volume 38, Number 2, Article 4 (p.166)

34 Máquina producida por Wilhelm Wagner (WiWa). Compuesta por caldera, bomba, y tubo de pistola. La temperatura es ajustable hasta unos 120ºC, mientras que en la punta debe alcanzar al menos 80ºC. Véase: cyclododecane.net

35 . Lámpara ir modelo Philips infraphil HP3690

36. No en todas las obras un aumento de la temperatura favorece su aplicación o disminución del tiempo de sublimación ya que podría ser dañino y peligroso para la obra a estudio.

37 . Cyclododecane.net

1. Capa de Ciclododecano puro fundido previamente preparado en Melinex.

La realización de ésta práctica surgió en vista de las complicaciones y la dificultad en su aplicación directamente con un pincel o brocha. Esta forma, de trabajo, se utiliza para facilitar la preparación de colas y su objetivo era el de crear un film homogéneo y menos denso para no retardar tanto el tiempo de espera hacia una completa sublimación.

Fig. 9 Preparación sobre melinex

Una vez fundido el ciclododecano, se vertió sobre el melinex, previamente calentado en la mesa caliente, se dejó enfriar, bajando la temperatura y apartándolo de la mesa una vez comienza a cristalizar.

Conclusiones previas

- Es importante comentar que en todo momento hay que controlar y prestar atención a la temperatura de la mesa (40-60ºC), puesto que a más temperatura, la mezcla, se dispersa demasiado y es difícil controlarla.
- El film obtenido, es extremadamente fino y quebradizo, con lo que conlleva una difícil adhesión.
- Para adherirlo a todo tipo de superficie, es necesario aportar excesivo calor, y esto no es siempre bueno y factible para la obra.

2. Capa de Ciclododecano puro previamente preparado sobre una hoja de Papel Japonés[38].

Sobre un papel japonés colocado sobre la mesa caliente a unos 40ºC, se vierte el ciclododecano puro, previamente calentado y fundido al baño maría.

Fig. 10 Vertido de la preparación.

El calor facilita de forma notable la dispersión por todo el papel japonés. Dejándonos una capa uniforme y con un grosor controlado

Una vez seco y fuera de la mesa, la capa del hidrocarburo, quedará adherida perfectamente a la hoja. Con la simple ayuda de la plancha térmica o la espátula caliente a una temperatura de unos 65ºC, se adherirá completamente a la superficie pictórica.

Fig. 11 Distribución en la probeta

38 . HANGLEITER, H. y SALTZMANN, L. "Un legante volatile: il ciclododecano" Láttenzione alle superfici pittoriche. Materiale e metodi per il consolidamento e metodi scienfici per valutarne léfficacia. Atti del congreso Milano, 10-11 novembre 2006 a cura del Cesmar7. Il prato (p.110)

III.3.3.- APLICACIÓN DE LA CAPA DE CICLODODECANO EN DISOLUCIÓN.

El Ciclododecano se disuelve en todo tipo de disolventes apolares. Para su aplicación, la elección de uno u otro será en consecuencia del tipo de obra, de la profundidad de la penetración en el sustrato y de si queremos ralentizar o no el proceso de sublimación una vez aplicado en la obra.

Fig. 12 Agitador magnético para la preparación de la disolución

Para realizar estas disoluciones homogéneamente, nos ayudaremos de un agitador magnético, que homogeneizará perfectamente la mezcla y se trata de un instrumento muy cómodo, gracias a que la acción del imán es la que mueve la mezcla. Cada disolución tendrá una concentración diferente según el disolvente escogido.

Si se aplica en concentraciones muy bajas apenas posee capacidades fijativas, por lo tanto se utilizaran disoluciones altas en soluto o disoluciones saturadas[39].

Es importante, en la utilización del ciclododecano, tener la conciencia de que no nos encontramos ante una mezcla clásica. Decir que a 10ºC, una disolución de ciclododecano llega a saturar con tan sólo una parte del hidrocarburo en dos partes de White Spirit. Mientras que si la temperatura se incrementa hasta 20ºC, serán dos partes de ciclododecano las que tendrán que mezclarse con tres partes del mismo disolvente[40]. Una vez extendido, comenzará a evaporar el porcentaje de disolvente y como resultado obtendremos un film compacto, diferenciándose a simple vista y de acuerdo con sus propiedades mecánicas.

La formación del film, tiene la siguiente explicación física: El ciclododecano fundido y disuelto en un aromático apolar, organolépticamente tiene la apariencia de ser homogéneo, pero en el ocurren dos fases de consolidación bien diferenciadas. La primera se trata del enfriamiento rápido de la capa de ciclododecano puro fundido y una más lenta que se trata del ciclododecano en una disolución saturada que será posterior puesto que tiene otro tipo de temperatura de enfriamiento[41].

39 La disolución saturada es aquella que no admite más soluto en el disolvente, dependiendo de éste será en torno al 120-140%. En el caso de xileno la concentración saturada llegará al 120% en peso, en Hexano al 140%, mientras que en Shellsol OMS (SOL 71) será del 80%. Véase BAGAN, R.: "El ciclododecano y sus aplicaciones en conservación-restauración". Revista Unicum. Núm. 7. Maig 2008.(p.159).

40, HANGLEITER, H. y SALTZMANN, L. Ibidem (p.110)

41 .http/: ciclododecane .net

La disolución ya una vez conseguida, se podrá aplicar con pincel, ya sea con ayuda de la mesa caliente para un película más homogénea o calentando la muestra con la ayuda de lámparas IR, o también con pistola pulverizadora. Ésta aplicación será conveniente decir, que no será tan dificultosa como en el caso de la aplicación de Ciclododecano puro fundido, ya que el rango de solidificación será algo mayor y por tanto más fácil de aplicar.

El film o capa que se obtenga, variará directamente dependiendo del disolvente que se emplee. Si dicho disolvente evapora muy lentamente, la red de cristales que conformen la capa, será más abierta y heterogénea, que en caso de que el disolvente evapore rápidamente, por el contrario su red será más homogénea y cerrada, con cristales más pequeños y por lo tanto un film más denso.

En el caso que la disolución se aplique sobre una superficie porosa, ésta absorberá una de las fases que contiene el disolvente y quedando la parte proporcional al ciclododecano puro fundido en superficie. Cuanto más alto sea el punto de fusión del disolvente que se añada a la disolución, mayor será también la penetración del mismo en la muestra.

Un problema evidente es el tiempo de secado de las muestras que a menudo coincide con la evaporación del disolvente empleado, si no se respeta dicho tiempo de secado las propiedades físicas y el comportamiento del film, variarán y el resultado no será favorable.

La velocidad de la sublimación no es lineal dependiendo de la temperatura solamente. Es decir no es simplemente proporcional al aumento de la temperatura ya que tanto la ventilación como ésta son responsables de la sublimación.

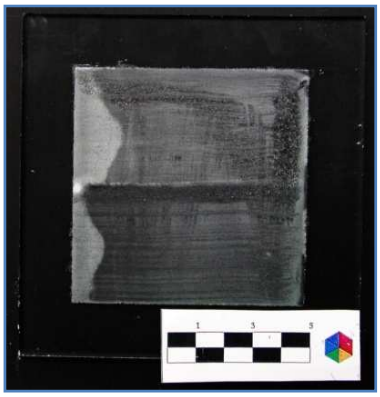


Fig. 13 Aplicación de disolución con pincel

Características mecánicas

Las características mecánicas muestran valores muy inferiores en comparación con la aplicación pura fundida, aunque suficientemente resistentes frente a la presión, la elasticidad y la abrasión. A la vez que presenta buenas características en cuanto a flexibilidad de la capa formada. Los solventes más recomendables para la disolución del ciclododecano serán por lo tanto volátiles y con un punto de fusión y de ebullición bajo.

.

Este tipo de aplicación es en la que el ciclododecano ofrece una mayor consolidación temporal en el tratamiento de estructuras frágiles[42]debido a su menor densidad y su facilidad en penetrar en los diferentes estratos pictóricos.

Protección de la aplicación frente a compuestos polares

Se trata de una película más porosa, sin embargo ofrece una muy buena protección contra el agua pura, pero no la suficiente contra el agua mas un agente humectante, como etanol, isopropanol o acetona**.**

Reversibilidad

La sublimación será en consecuencia más rápida que en la aplicación de puro fundido, pero más lenta que en la de aerosol. En el caso que se quiera acelerar su proceso, será posible aplicar el mismo disolvente con el que se ha realizado la mezcla y aplicar corrientes de aire combinadas con calor.

42. HANGLEITER, H. y SALTZMANN, L. Ibidem " (p.110)

IV. PRINCIPALES USOS EN CONSERVACIÓN RESTAURACIÓN

IV. PRINCIPALES USOS EN CONSERVACIÓN RESTAURACIÓN.

A pesar de su corta permanencia en la historia de la restauración, podemos decir que ha sido intensa, ya que han sido muchos los tratamientos en los que se ha contado con la ayuda de éste poderoso "ligante volátil".

Ya es reconocido su uso aplicado sobre papel, durante limpiezas acuosas, para proteger algunas tintas y pinturas solubles al agua[43]; sobre soporte pétreo, sobre todo con el empleo de moldes, evitando las impregnaciones en materiales altamente porosos, porque a diferencia de otros, garantiza que no deja rastro sobre el original[44]. También es reconocido su uso en tratamientos cerámicos[45], sobre fragmentos metálicos corroídos, en decoraciones con estuco, o pinturas murales en mal estado de conservación, ya que el ciclododecano tras su aplicación no impide la posibilidad de seguir trabajando sobre la obra. También es eficaz su empleo en piezas arqueológicas frágiles, para el transporte desde el yacimiento hasta el taller.

Es importante remarcar su capacidad de sublimar, que lo hace libre de intervenciones arriesgadas para la obra y, cuanto menos laboriosas, por parte del restaurador. Hasta lo que se ha investigado, el ciclododecano, no interactúa con los materiales que habitualmente se encuentran presentes en los bienes culturales[46].

Esta propiedad ha hecho que haya alcanzado una peculiaridad notable, en un lapso de tiempo relativamente corto. Se ha demostrado que es principalmente útil, en los siguientes procedimientos[47]:

- Como consolidante temporal de materiales frágiles o delicados.
- Como material desmoldeante, que evita las impregnaciones de los moldes en los materiales más porosos.
- Como impermeabilizante y fijativo en materiales solubles al agua, en el que se les debe someter rigurosamente a una limpieza o tratamiento acuoso.

---

43 . MUÑOZ , S. "A dual-layer technique for the aplicartion of a fixative on wáter-sensitive media an paper". Restaurator, 2007, 78-94. ISSN 0034-5806.(p.79)

44 . MAISH, J.P., RISSER, E. "A case study in the use of cyclododecane and latex rubber in the molding of marble". JAIC 41 (2) 2002, pp.127-137.

45 . MUROS, V., HIRX, J AAVV. I*bídem*." BEAUBIEN, H.F. Y.WEBER, L.G. "Conservación en el campo de los objetos orgánicos pintados del entierro 24, estructura o14-4" Capítulo 9.(p.358)

46. MUÑOZ, S. y AURÍA , T. Ibidem..(p. 552)

47. MUÑOZ, S. y AURÍA , T. Ibidem.(p.552)

- Posibilidad en el uso de laminaciones como adhesivo de conexión en el caso de la reinstalación de una pintura mural arrancada a estacco.
- Durante el proceso de limpieza.

IV.1. USOS EN POSIBLES TRATAMIENTOS SOBRE LIENZO.

Tras el estudio organoléptico del comportamiento del ciclododecano, tanto de sus cualidades, características y eliminación del mismo (tiempo de sublimación), los posibles tratamientos en pinturas sobre lienzo, serán básicamente protectivos hacia posteriores intervenciones con un carácter más agresivo.

Según sus características químicas el ciclododecano como tal no ofrece ningún tipo de riesgo cuando se aplica en una obra de arte. Al fundir a la temperatura de 58-62ºC es bastante aceptable para la mayoría de las pinturas.

Los tratamientos en los que se ha probado e investigado su aplicación en pintura sobre lienzo son básicamente:

- Protección bien del anverso o del reverso de la obra dependiendo del tratamiento a realizar. Por ejemplo en obras pulverulentas o muy dañadas se protegería la pintura (anverso) para poder trabajar en el reverso.
- Protección o reserva ante una limpieza con disolventes polares que sean incompatibles a la obra. El ciclododecano puede actuar de hidrofugante[48].
- Protección trasera ante limpiezas de eliminación de barnices para evitar impregnaciones no deseadas sobre el tramado.
- Para consolidación-fijación temporal ante los posibles transportes o mudanzas que pueda sufrir la obra. Sobre todo en el caso de obras de gran formato, en el que para dicho transporte, se requiera un enrollado, para mantener la integridad matérica de la obra[49].
- Como protección y fijación temporal en bordes del lienzo, para tratamientos de eliminación del bastidor.

48. ***Hidrófugo, ga :*** *adj. y m. [Sustancia] apolar que forma una barrera frente a la humedad, impermeabilidad. Se emplea hidrofugante fundamentalmente en los productos aplicados a la piedra.que evita la humedad o las filtraciones.* Véase, CALVO, A. **Conservación y Restauración. Materiales, técnicas y procedimientos de la A a la Z**. Ediciones del Serval 2003 iSBN: 84-7628-194-3.(p 113).

49. CAGNA, M. y RIGGIARDI, D.. **Il controllo dei tempi di siblimazione del Ciclododecano uttillizatto come fissativo temporáneo.** Láttenzione alle superfici pittoriche. Materiale e metodi per il consolidamento e metodi scienfici per valutarne léfficacia. Atti del congreso Milano, 10-11 novembre 2006 a cura del Cesmar7. Il prato. (p 92).

V. EXPERIMENTACIÓN PRÁCTICA

V. EXPERIMENTACIÓN PRÁCTICA, SOBRE DIFERENTES SOPORTES, CON EL FÍN DE HACER UNA ÓPTIMA PROTECCIÓN DE BORDES.

Para la realización de la siguiente investigación, el primer objetivo era el de conocer, analizar, valorar ventajas e inconvenientes, sin olvidarnos de entender el funcionamiento del comportamiento físico y mecánico de las diferentes formas de aplicación del ciclododecano.

Para este primer estudio del hidrocarburo, se estipuló que tuviese como soporte, **el cristal**, para un examen meramente organoléptico, en el que como único fin, fue el de observar y, estudiar el producto y corroborar las afirmaciones de grandes investigadores, restauradores que habían formado parte a lo largo de su corta pero intensa historia en el mundo de la conservación restauración.

Como segundo bloque de pruebas o probetas, se escogió **el lienzo**. En este caso se simularon tres técnicas diferentes que actualmente nos podemos encontrar con total normalidad.

Ambos bloques de probetas, tanto las de cristal, como las que se realizaron sobre el lienzo, fueron intervenidas en un taller de restauración, con unas condiciones de humedad y temperatura controladas y constantes. Con una temperatura en torno a unos 20ºC y una humedad relativa del 55-60%.

V.1. PROBETAS SOBRE CRISTAL

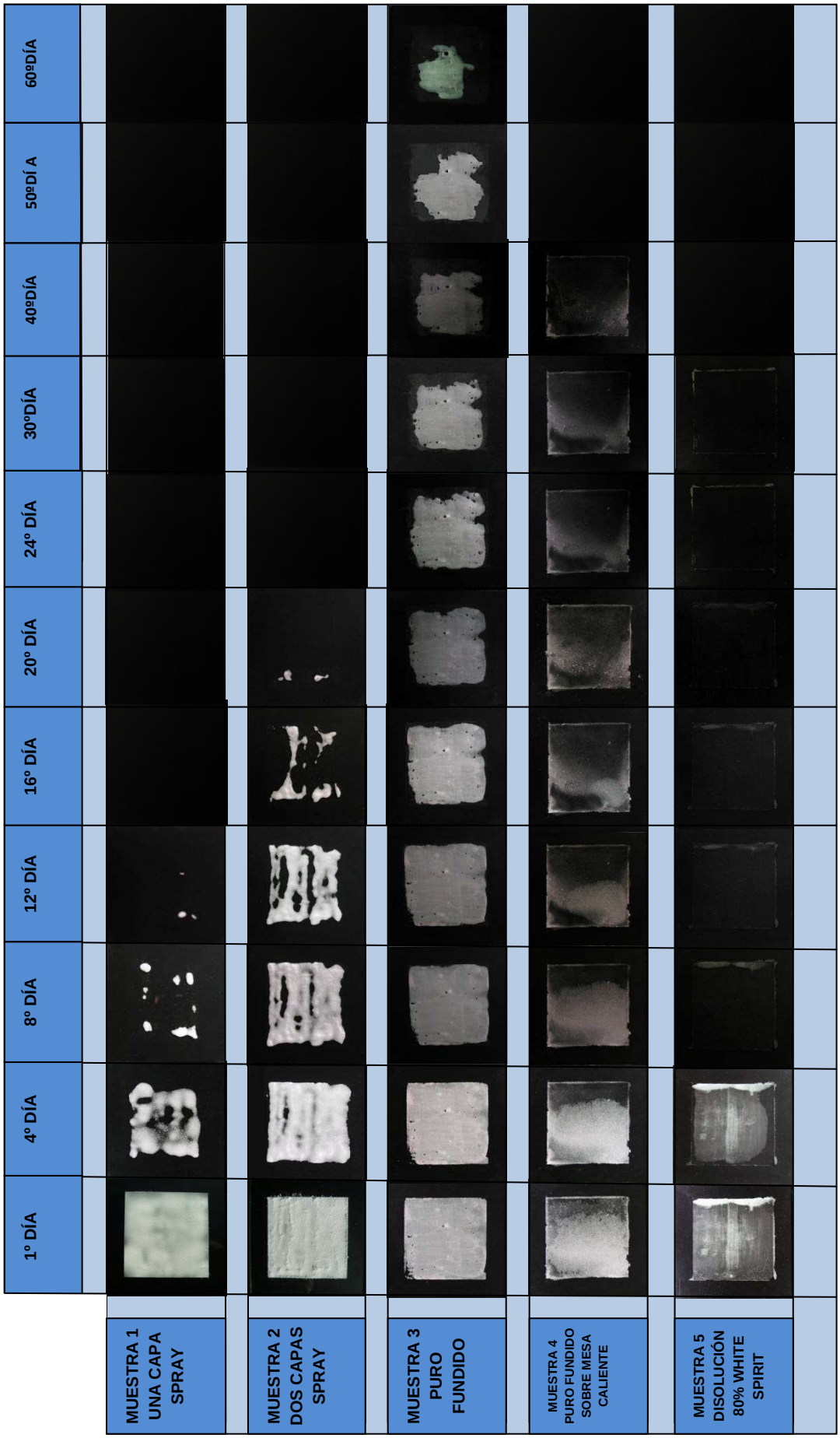
Se seleccionaron 5 cristales de 12 x 12 cm y 3mm de grosor, sobre los que se aplicó el ciclododecano, en sus tres formas que previamente hemos explicado.

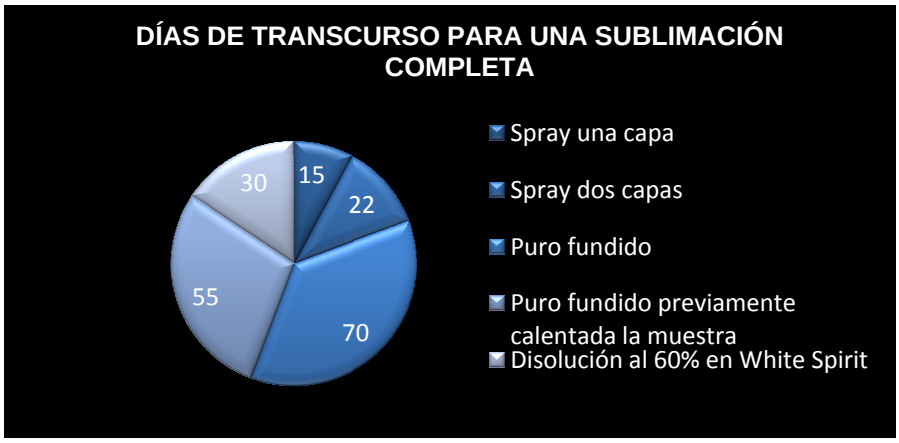
En el 1er cristal, se aplicó una capa de ciclododecano en aerosol/spray mientras que en el 2º fueron dos capas. A la 3º y 4º muestra, se les aplicó el hidrocarburo puro fundido, uno directamente con ayuda de una brocha y el otro en una mesa caliente, mientras que en la 5º el hidrocarburo fue aplicado en una disolución al 60% en W.S. Con su estudio, sólo se pretendía una toma de contacto con el material y una primera valoración de sus formas de aplicación, más o menos ventajosas o engorrosas.

El cristal como soporte, no es un material poroso, a diferencia del lienzo, por lo tanto en este estudio no hablaremos del factor penetración del sustrato, pero se hará mención de su

forma de aplicación y por supuesto del mayor o menor tiempo de sublimación bajo las mismas condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa.

En el estudio se hicieron mediciones visuales y fotografías cada cuatro días, para controlar el tiempo de sublimación de cada una de las muestras, como demuestra la tabla adjunta:


1º DÍA
4º DÍA
8º DÍA
12º DÍA
16º DÍA
20º DÍA
24º DÍA
30ºDÍA
40ºDÍA
50ºDÍ A
60ºDÍA
MUESTRA 1 UNA CAPA SPRAY
MUESTRA 2 DOS CAPAS SPRAY
MUESTRA 3 PURO FUNDIDO
MUESTRA 4 PURO FUNDIDO SOBRE MESA CALIENTE
MUESTRA 5 DISOLUCIÓN 80% WHITE SPIRIT



Conclusiones parciales

- La aplicación mediante aerosol (muestras1 y 2) es la que sublima con más rapidez, mientas que la pura fundida (muestras 3 y 4) son las que más tiempo persiste en el cristal.
- Una vez que sublima el hidrocarburo, no deja rastro aparente en el cristal.
- Es completamente resistente al agua en todas sus aplicaciones.
- Con calor (40ºC) es mucho más cómoda su aplicación, ya que por sí mismo el cristal es un material muy frío y dificulta aún más su manejo.
- La sublimación en un ambiente normal, a unos 20-24ºC, de una capa típica, ocurrirá en un periodo de dos a tres semanas[50]. Si la capa es más gruesa podrán transcurrir hasta 50 días para su completa desaparición. La sublimación más veloz, será la realizada con la aplicación del aerosol, la realizada con ayuda de un disolvente se mantendrá algo más en el soporte, debido a su mayor penetración, y la más lenta siempre será la aplicada pura fundida.
- En cuanto a las propiedades mecánicas del film formado, decir que la capa de ciclododecano puro fundido será menos resistente pero mayor que con la aplicación de aerosol. En general decir que es una capa resistente tanto a la presión como a la abrasión y que ofrece una correcta protección frente al agua o a un disolvente polar.

50 . MUÑOZ, S. y AURÍA, T..Ibídem (p 555)

V.2. PROBETAS SOBRE LIENZO

Se hicieron varios grupos de ensayo, para evaluar su aplicación y seleccionar el mejor comportamiento, para que posteriormente se aplique sobre una obra real.

En las pruebas sobre lienzo se testaron por un lado las aplicaciones clásicas del ciclododecano al igual que se hicieron sobre las probetas de cristal, pero a la vez se barajo la posibilidad de trabajar con el apoyo de una hoja de papel japonés para una mayor protección del estrato pictórico como finalidad para desclavar el lienzo del bastidor con todas las garantías posibles.

V.2.1.- APLICACIÓN DIRECTA SOBRE LIENZO.

Con esta serie de pruebas, más específicas, el estudio, ya partirá de las conclusiones previas valoradas en la anterior experimentación. Decir que es ahora cuando entrarán en juego valores como penetrabilidad, compatibilidad hacia materiales filmógenos más usuales y valoraciones finales hacia el último objetivo, en el que se trabajará sobre una obra real en el tratamiento de protección de una pintura para el posterior desclavado del bastidor. Los lienzos, ya sean de origen natural o sintético, son materiales flexibles y porosos, a diferencia de la superficie rígida y no absorbente del cristal, lo que acarreara diferencias notables en cuanto a los resultados finales.

Se escogieron una serie de lienzos con preparación comercial y artesanal, pintados tanto al óleo como acrílico. En estas muestras lo que principalmente se quiso testar era el tiempo de sublimación, residuo y posible incompetencia o no al disolvente aplicado sobre los materiales filmógenos.

Muestra 1: Lienzo con preparación comercial de 19 x 24 cm pintado con óleo Azul Ultramar de la casa Titán sin barnizar.

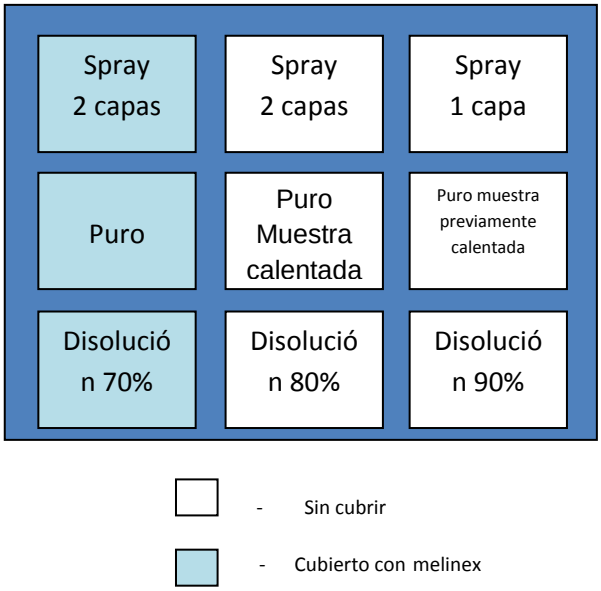
Muestra 2: Lienzo con preparación comercial de 19 x 24 cm pintado con óleo Azul Ultramar de la casa Titán y con una capa de barniz satiné de la casa Lefranc.

Muestra 3: Lienzo de lino (tafetán) con preparación de cola de conejo y carbonato cálcico de dimensiones (33 x 24 cm) y pintado con acrílico Azul Ultramar.

Las disoluciones elegidas, tras el estudio de las diferentes posibilidades con la aportación de más o menos disolvente en la mezcla, fueron las siguientes: a un 60, 70 y un 80% en

White Spirit[51]. Esto conlleva un mayor aporte del soluto, ya que siempre se ha pensado como criterio que los disolventes no hay que aplicarlos en abundancia. El mayor aporte de ciclododecano, conllevará mayor rango del tiempo de sublimación.

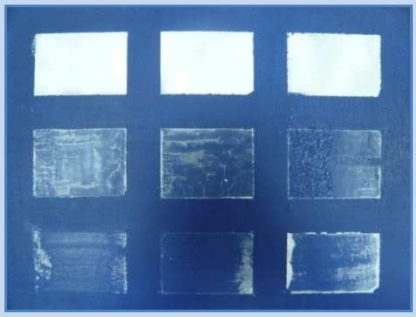
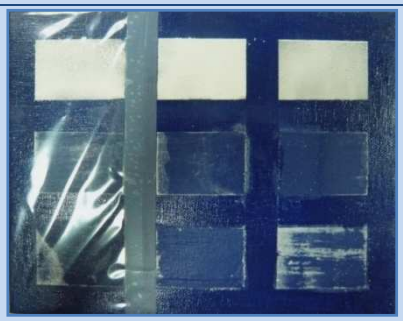
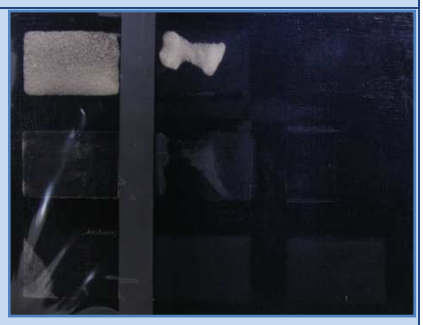
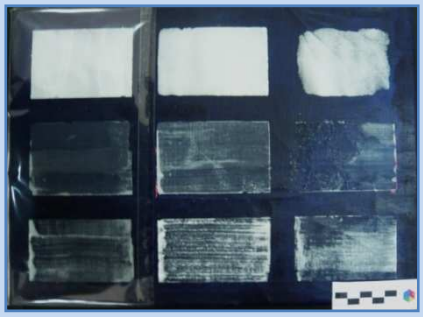
Cada uno de los lienzos fue dividido en nueve partes, en las que se estudio, las posibilidades más factibles y coherentes, como demuestra la tabla adjunta:



Esquema de distribución de la probeta

La parte de la izquierda fue protegida por un melinex, cubriendo una muestra de cada forma de aplicación, con el único objetivo de valorar la reacción del ciclododecano, bajo esas circunstancias y sacar unas conclusiones más exactas y coherentes. En estos ensayos se fueron valorando las variaciones tanto visualmente como fotográficamente cada 4 días.

[51] HIBY. GUDRUM. , comenta que las disoluciones aplicadas con la ayuda de White Spirit, penetran de una manera superior que las aplicadas con eter de petróleo. Además al tener una evaporación más lenta, provoca una mayor formación de cristales sobre la superficie. Véase, HIBY, G. **Il ciclododecano nel restauro di dipinti su tela e manufatti policromi.**. Quaderno N.5/ CESMAR7. Il Prato.(p. 42)

	1º DÍA	30ºDÍA
MUESTRA 1 **ÓLEO SIN BARNIZAR**		
MUESTRA 2 **ÓLEO BARNIZADO**		
MUESTRA 3 **ACRILICO**		

Conclusiones parciales

- Destacar que tanto en las muestras 1 y 2 (óleo) como en la muestra 3 (acrílico), no se aprecian diferencias considerables, ni en la aplicación, ni en la penetración y desaparición completa del producto
- En el caso de la probeta al óleo con o sin barniz. Las pinturas bien secas, no deberían de presentar alteración alguna con el ciclododecano, aún así es aconsejable mantener considerablemente bajo el porcentaje de disolvente tanto en

la masa fundida como en la disolución, sobre todo en pinturas jóvenes puesto que el barniz puede no estar del todo seco.

- La manera de aplicación, será determinante para dar unos resultados u otros, según la formación de la capa, su penetración, sublimación más prematura o no. Dejando claro que la aplicación más vulnerable y que antes desaparecerá de la pintura es la aplicada mediante aerosol (una capa). La más tardía se ha comprobado que es la pura fundida.
- Se ha comprobado que en disolución ofrece un gran abanico de posibilidades, dependiendo de la concentración en la que se aplique, sin interferir en el tipo de pintura (óleo o acrílico).
- El calor también es otro factor a tener en consideración, ya que facilitará la aplicación y hará que la penetración sea mayor y actúe de una forma más regular y controlada.
- Con la aplicación en spray, no se apreciaron grandes cambios visualmente con respecto a la misma aplicación sobre las muestras de cristal. Pero sin embargo, fue muy diferente en la aplicación del puro fundido y en disolución, siendo en este caso el comportamiento más óptimo y mejorado, ya que el lienzo no es un sustrato tan frío e inorgánico como el cristal.
- Sublima en un rango mayor de tiempo debido a la penetración en el sustrato. La presencia de craqueladuras o ampollas en la pintura retardará aún más su efecto.
- La zona con aplicación del film o melinex, aumentará hasta cuatro veces sus resultados con una climatología de laboratorio estable. Mientras prácticamente desaparecía el hidrocarburo en todas las formas de aplicación, las muestras protegidas, permanecían intactas.

Si se requiere una mayor penetración[52] en el sustrato, una superficie más homogénea, así como aumentar las propiedades de consolidación y fijación, se puede utilizar una espátula caliente a unos 45ºC para fundir otra vez la capa de ciclododecano.

APLICACIÓN EN BORDES

Tras realizar diferentes aplicaciones ya sobre el soporte de lienzo, y conocer sus ventajas y desventajas, se decidió realizar los mismos ensayos en la zona de los bordes de la probeta para simular la práctica final sobre el lienzo. Para este caso se descartó la aplicación del hidrocarburo puro fundido, puesto que aunque tiene un buen comportamiento mecánico y

[52] Según Hiby, la penetración en los estratos se agudiza con un mayor aumento de la temperatura, esto ha sido testado a los 75ºC, y 120ºC. Mientras sea posible aportar estas altas temperaturas la capa de ciclododecano, se mantendrá estable, ya que posee un intervalo de ebullición de 230-243ºC. Véase, HIBY, G. **Il ciclododecano nel restauro di dipinti su tela e manufatti policromi.**. Quaderno N.5/ CESMAR7. Il Prato.(p. 10)

resistente, su forma de aplicación con la brocha dificultaba su uso en los bordes al igual que el excesivo tiempo que tarda en sublimar. En cuanto a las aplicaciones en disolución se aplicaron con ayuda de un pincel y sin calentar la muestra previamente.

CONCLUSIONES DE LOS TRATAMIENTOS ELEGIDOS		
Tipo de Aplicación	**Conclusión**	**Fotografía**
CDD EN AEROSOL	No hay que aplicar en exceso ya que se vuelve muy quebradizo y difícil de trabajar. Una vez evaporado el disolvente, se puede comenzar a trabajar. Primero eliminar, con ayuda de un hisopo impregnado de White Spirit, la zona que cubre los gabarrones. La película o film formado, al presionar con el destornillador o saca-grapas para eliminar el clavo, no soporta la presión que se ejerce aunque se interponga una amortiguación.	
. DISOLUCIÓN AL 60%	Su aplicación es sencilla y controlada. Una vez evaporado el disolvente, como en todos los casos, se puede comenzar a trabajar. Es capaz de soportar mayores presiones que en el caso anterior. La capa de ciclododecano, no se agrieta excesivamente al someterla a la acción mecánica oportuna.	

DISOLUCIÓN AL 70 %	La mezcla obtenida, es más densa y difícil de diluir, aún así su aplicación en la obra es bastante homogénea y con las propiedades perfectas. Al aplicar la presión con el destornillado la capa resiste cada vez más. Al aplicarla, se nos muestra como una película más blanquecina, debido al mayor aporte de soluto en la mezcla. El tiempo de sublimación se incrementa de forma considerable, aunque es menor a la aplicada directamente en puro fundido.	
DISOLUCIÓN AL 80%	Cada vez, obtenemos mayor densidad, y por lo tanto una película más blanquecina, ofreciendo una velocidad de solidificación más rápida y por lo tanto un incremento en el tiempo de sublimación. Su resistencia a la presión por la acción mecánica de la eliminación del gabarrón, tachuela o clavo, es cada vez más estable y fiable.	

CONCLUSIONES PARCIALES

- La aplicación en aerosol, no fue acertada en ninguno de los casos, sobre todo, en la aplicación de la doble capa, ya que con la simple fuerza mecánica del destornillador u herramienta utilizada para la extracción del gabarrote, esta se cuarteaba con bastante facilidad no sirviendo de barrera protectora a la película.
- De las disoluciones las más fiables fueron en torno al 70%, puesto que aún eran fáciles de manipular y las características que nos ofrecían, se acercaban bastante a nuestras perspectivas.
- Decir, que, como nos encontramos ante un tratamiento, que aparentemente es sencillo, pero en el que se debe realizar una presión muy localizada y controlada, el miedo es el que por una mala fuerza, o gesto quebremos el film, y éste pierda sus características de semifijativo o semiconsolidativo temporal. Por ello, se planteo añadir algún tipo de refuerzo y por supuesto se pensó en un papel protector, como es el papel japonés.

V.2.2.- APLICACIÓN DE LA DISOLUCIÓN SOBRE PAPEL JAPONES.

La práctica de la fijación con papel Japón, se realizó de dos formas, la primera de ellas consistió en **aplicar directamente sobre el papel Japón** (12 gr)[53] las disoluciones (60, 70 y 80%) y en la segunda se **preparó previamente la hoja de papel Japón en la mesa caliente** para más tarde con simple calor localizado, reactivar el ciclododecano.

CONCLUSIONES SOBRE LA PROTECCIÓN CON DISOLUCIÓN DE CICLODODECANO DIRECTAMENTE SOBRE PAPEL JAPONÉS		
Disolución al 60%	De la misma manera su aplicación es fácil, la mezcla penetra con facilidad a través del papel y se adhiere rápidamente. En general presenta unas propiedades muy buenas. Al cabo de una semana, el papel japonés se despega debido a la sublimación completa de la mezcla. Aún es apreciable la huella del hidrocarburo, que es al cabo de unos días cuando desaparece por completo de la muestra.	
Disolución al 70%	La aplicación cada vez es más compleja, debido a que en la mezcla aumentamos el porcentaje de soluto, con lo que se convierte en una mezcla más densa. Se adhiere de la misma manera, traspasando el papel protectivo, pero la mezcla conllevará un mayor periodo de sublimación y una solidificación cada vez más rápida. El papel se despegará un poco más tarde, alrededor de doce días, y desaparecerá de forma completa al cabo de tres semanas.	
Disolución al 80%	En este caso la aplicación nos da ciertos problemas ya que empieza a solidificar muy rápidamente. Al incrementar el valor del soluto en la mezcla proporcionalmente retardará el tiempo de sublimación de una forma completa en la obra. Sublima, sin dejar rastro aparente, al cabo de 20 días	

53 . Existen muchos tipos de gramaje, pero el más fino es el de 12grs, que nos permitirán una “entrada” de disolvente.

Como valoración final de éste tipo de tratamiento decir que por su facilidad de aplicación y mejores propiedades filmógenas a simple vista, las disoluciones comprendidas entre el 60 y 70% de soluto son las que mejores resultados han dado.

La segunda parte de la experimentación con papel japonés consistió en preparar éste sobre una mesa caliente a 40ºC, impregnando la hoja con una disolución en caliente del ciclododecano al 70% en White Spirit, para a continuación una vez evaporado el disolvente aplicarlo sobre la probeta mediante la ayuda de una espátula caliente.

CONCLUSIONES SOBRE LA IMPREGNACIÓN DE CICLODODECANO CON PAPEL JAPONÉS		
CICLODODECANO AL 70% EN WHITE SPIRIT	Se vierte la disolución sobre el papel protector previamente depositado en la mesa caliente. Una vez aplicado, se deja enfriar fuera de la mesa hasta que evapore completamente el disolvente. Con el simple calor de la espátula, se adhiere con facilidad, sin crear problema aparente. Puede resultar muy idóneo para películas muy desgastadas, pulverulentas y con posible pérdida matérica ya que no hay que aplicarlo directamente sobre la pintura. Al aplicar calor, impregna al sustrato en mayor medida y su efecto consolidante se acentúa.	

CONCLUSIONES DE LA EXPERIMENTACIÓN EN LOS BORDES		
APLICACIÓN EN BORDES	El papel Japonés queda perfectamente adherido al borde del lienzo, con el aporte de calor de la espátula caliente. Ofrece la ventaja, de que sobre el contorno del gabarrón queda más adherido que simplemente con la aplicación a pincel, por lo tanto ofreciendo más protección a la presión del destornillador. El factor térmico, también es interesante comentar, puesto que hace que la película de ciclododecano, profundice más sobre la película filmógena y por lo tanto actúa en mayor medida como consolidante.	

VI. TRATAMIENTO SOBRE OBRA REAL

VI. TRATAMIENTO SOBRE OBRA REAL

Toda experimentación práctica debe culminar con una aplicación sobre obra real, para cerciorarnos y corroborar si las conclusiones obtenidas son correctas. Antes del comienzo de cada tratamiento se realizará un meticuloso estudio previo de las patologías, para valorar su grado de deterioro, problemática y posible tratamiento. En cualquier caso, en pintura sobre lienzo una de las primeras actuaciones sobre la obra es el desclavado del bastidor, operación aparentemente sencilla pero que en muchos casos y según el estado de conservación de la obra, puede ocasionar graves daños como desprendimiento de la película pictórica circundante. Los clavos, grapas o gabarrones con los que están sujetos los lienzos al bastidor, son en muchas ocasiones difíciles de extraer debido a su oxidación, tipo de madera, deterioro del lienzo,…

Generalmente se suelen utilizar los procedimientos tradicionales de protección de una pintura para proteger esta zona y poder extraer los clavos con el daño posible. Estos tratamientos en muchas ocasione conllevan aplicación de humedad, calor y disolventes que en muchas ocasiones aparte de ser engorrosas no son del todo beneficiosas para la obra. Por ello y por las características que presenta el ciclododecano se ha considerado que puede ser una alternativa de protección de esta zona tan delicada de los bordes previo al desclavado del bastidor ya que por un lado evita aplicar humedad a la obra y si se aplica calor o disolventes es mínimo el aporte además de muy controlado. Otra ventaja aparente en la eliminación de este proceso es que el ciclododecano desaparece por si solo y garantiza una completa reversibilidad e inocuidad del mismo sin dejar restos en la pintura además de brillos innecesarios.

Breve ficha de la obra.

- **Título:** Santa Clara
- **Dimensiones**: 73 x 53 cm
- **Técnica:** óleo sobre lienzo (Tafetán de lino)
- **Estado de conservación**: Las patologías que muestra a simple vista, son las causadas por una mala conservación de la obra expuesta a grandes variaciones climáticas. Lo que conlleva, grandes movimientos de dilatación y contracción. La obra esta clavada directamente sobre la pintura, la cual se encuentra pulverulenta y con grandes pérdidas.

Fig. 14 Fotofrafía con luz directa. Estudio de conservación

- **Propuesta de intervención en los bordes:**

Fig. 15Detalle del estado de conservación de uno de los bordes

Tras los diferentes ensayos se opto como mejor solución para protección de los bordes y facilitar así el desclavado del lienzo, la aplicación del ciclododecano en disolución al 70% en White Spirit, previamente impregnado en el papel japonés y adherido con ayuda de una espátula térmica. La aplicación de este tratamiento sobre la obra real no dio los resultados óptimos esperados, ya que su adhesión era difícil y no del todo satisfactoria (posiblemente por la suciedad que presentaba la obra en superficie), así que optamos por probar otra forma de aplicación del ciclododecano que también había dado buenos resultados, en este caso se utilizo la misma disolución que anteriormente pero aplicada directamente a pincel sobre los bordes de la obra.

CICLODODECANO SOBRE BORDES EN OBRA REAL		
DISOLUCIÓN AL 70% EN W.S.EN PAPEL JAPONÉS PREPARADO PREVIAMENTE	Se preparo el papel con la disolución en la mesa caliente y una vez evaporado el disolvente se aplico con espátula caliente sobre los bordes de la obra. El papel, no adhería con la misma facilidad que en las probetas, dificultando de esta manera la extracción de los clavos ya que no actuaba como protector.	
DISOLUCIÓN AL 70% APLICADO DIRECTAMENTE SOBRE LA OBRA	Se aplico sin ningún tipo de complejidad y tras el evaporar el disolvente, se extrajeron los gabarrotes sin ningún tipo de dificultad. La película de ciclododecano circundante a los clavos no sufrió aparentemente ningún agrietamiento debido a la presión del destornillador, actuando por lo tanto como barrera protectora de la película. Como única desventaja fue su lenta sublimación, ya que desapareció sin dejar ningún rastro a partir de la tercera semana de su aplicación.	

VII.CONCLUSIÓN

VII. CONCLUSIONES

Con este inicio a la investigación se ha querido conocer un poco más las posibilidades de aplicación de éste enigmático y asombroso hidrocarburo, en la intervención en pintura sobre lienzo y más concretamente sobre la aplicación como protección en el desclavado del bastidor.

Las conclusiones generales obtenidas sobre las distintas formas de aplicación del ciclododecano son:

- Dependiendo de cada tipo de obra, su estado de conservación, así como los materiales y la conservación de los mismos, se valorará cual es la aplicación más favorable.

- La aplicación con aerosol es la más cómoda y la que sublima antes que cualquier otra, aunque no presenta tan buenos resultados frente a esfuerzos mecánicos y físicos ya que su resistencia es menor. Otro aspecto negativo es que al tratarse de un aerosol, es difícil controlar sólo a proteger la zona delimitada

- Con el ciclododecano puro fundido, hay que destacar su dificultad en aplicación, si no se adquieren las herramientas oportunas, puesto que solidifica de manera muy rápida. También objetar su lenta capacidad de desaparecer por completo de la obra.

- Con la aplicación del ciclododecano previamente preparado como film, en un melinex, tampoco se obtuvieron resultados favorables, ya que obteníamos un film muy quebradizo y difícil de adherir.

- La aplicación de disolución a unas concentraciones del 60-70% en W.S., resultaron favorables en todas sus distintas aplicaciones, como en la directa aplicación de la disolución en la obra, como en la que se interpuso papel japonés, y la previamente preparada sobre el papel japonés con la ayuda de la mesa caliente.

- El papel japonés deberá ser de un gramaje mínimo, puesto que de esta forma permite que el ciclododecano penetre, y por lo tanto pueda hacer su función. Un papel con poco gramaje, 12 gr tan sólo, fue el que mejores resultados nos dio.

- No debemos de olvidar nunca, que se deberá esperar a que la capa sublime completamente, antes de la aplicación, siempre que se requiera del siguiente tratamiento, o capa posterior. Puesto que de lo contrario, será contraproducente para la obra y para el consiguiente tratamiento posterior.

- Después del empleo del ciclododecano siempre deberemos de asegurarnos de la completa sublimación, antes de proseguir con el siguiente tratamiento.

En cuanto a las conclusiones finales del tratamiento de desclavado del bastidor decir:

- Por el tipo de tratamiento y la situación de la pintura a intervenir, los bordes, se recomienda una protección resistente a la presión controlada del destornillador, y con una aplicación relativamente fácil.

- De entre los diferentes ensayos realizados, se han seleccionado dos tipos de procedimientos que podían cumplir dichos requisitos.

- El ciclododecano en disolución, previamente preparado en el papel japonés al 70% en White Spirit, funcionó positivamente a la hora de aplicarlo en las probetas y aunque desafortunadamente no funcionó sobre la obra real, debido a un contratiempo en su aplicación en la obra real por causas de suciedad en el estrato pictórico. Por causas ajenas al procedimiento, seguimos pensando que es la aplicación más óptima y aconsejable, debido a la “doble protección” en su aplicación y por su carácter más idóneo en el caso de películas pictóricas más vulnerables, quebradizas o pulverulentas.

- Las disoluciones con un porcentaje alto de ciclododecano, fueron las seleccionadas como más óptimas hacia el último tratamiento en obra real. Puesto que por la acción mecánica de la retirada del gabarrón, el film, corría el peligro de alterarse, cuartearse y con ello perder sus propiedades fijativas, se optó por adherir con la disolución un papel Japón, intrínseco a ella.

- Los resultados que se obtuvieron con la aplicación de la disolución directamente sobre la obra, también fueron ventajosos, ya que ofrecieron una resistencia adecuada.

- Tras esta investigación se ha podido comprobar que el ciclododecano, como producto en la conservación restauración, pese a su corta historia, puede ser gratamente beneficioso en el ámbito de tratamientos temporales y puntuales en lo que se refiere a intervenciones de pintura sobre lienzo.

VIII. AGRADECIMIENTOS

VIII.AGRADECIMIENTOS

Nunca pensé que iba a llegar a escribir estas líneas, con lo que conlleva haber concluido mi Tesis de Máster.

En primer lugar agradecer enormemente, la paciencia y el trabajo constante de la doctora; María Castell Agustí, mi tutora, que día tras día a estado aconsejando y juzgando mi trabajo. Sin ella, hoy todas estas palabras, no cobrarían sentido. Gracias por conseguir compartir y dar a luz mi trabajo.

Por supuesto, agradecer al doctor Juan Valcercel, que me ha asesorado sobre la realización de mis fotografías, y ha tenido gran simpatía y paciencia con nosotras.

Gracias al Departamento de Conservación Restauración, por permitirme trabajar en sus instalaciones.

Por supuesto muchas gracias a todas las personas que a lo largo de mi carrera han formado parte de mi formación académica, puesto que aparte de llenarme de sabios conocimientos, me han hecho crecer día tras día como persona.

El continuo agradecimiento es por supuesto para mis padres y hermana, que aunque haya cientos de km que nos separen, los he sentido y han estado en todo momento a mi lado, sobre todo en los momentos más duros y menos agradables.

Y por último un agradecimiento con especial cariño a mi compañera y amiga Sheila.

A todos ellos GRACIAS.

IX.BIBLIOGRAFÍA

IX.BIBLIOGRAFÍA

- **Libro:**

AAVV**, "**Cyclododecane: technical note on some uses in paper and objects conservation**",** Revista Jaic 1999, tomo 38, Número 2, Artículo 4 (pp.162 a 175)

BAGAN, R.: **"**El ciclododecano y sus aplicaciones en conservación-restauración". Revista Unicum. Núm. 7. Maig 2008.ISSN: 1579-3613

BEAUBIEN, H.F. Y.WEBER, L.G. "Conservación en el campo de los objetos orgánicos pintados del entierro 24, estructura o 14-4" Capítulo 9.

BOSCHETTI, E. y BORGIOLI, L. "Il fascino discreto del ciclododecano" Progetto Restauro nº 42- primavera 2007. Il prato (pp. 2-5)

CAGNA, M. y RIGGIARDI, D. "Il controllo dei tempi di siblimazione del Ciclododecano uttillizatto come fissativo temporáneo**."** Láttenzione alle superfici pittoriche. Materiale e metodi per il consolidamento e metodi scienfici per valutarne léfficacia. Atti del congreso Milano, 10-11 novembre 2006 a cura del Cesmar7. Il prato. pp 91-97.

CALVO, A. **Conservación y Restauración. Materiales, técnicas y procedimientos de la A a la Z**. Ediciones del Serval 2003.ISBN: 84-7628-194-3.

CHEVALIER, S. "Le cyclododécane un agent de protection temporaire?Les effets de son application sur différens tracés et papiers lors dún traitement aqueux". Conservation restauration des biens culturels. Nº 17/18 Décembre 2001. ISSN: 1157-688X (pp.69-73)

HANS M. H Cyclododecan - Neue Anwendungen Neue Anwendungen Hans-Michael Hangleiter & Leonie Saltzmann Hans-Michael Hangleiter y Leonie SaltzmannDRV-Conferencia de Berlín 2000 cyclododecane.net

HANS M. H. "Vorübergehender Schutz empfindlicher Oberflächen Vorübergehender Schutz empfindlicher Oberflächen Über den Umgang mit flüchtigen Bindemitteln Über den Umgang MIT flüchtigen Bindemitteln" DRV-Tagung Berlín 2000. cyclododecane.net

HANS M. H. "Temporary protection La protección temporal of sensitive surfaces de superficies sensibles About the usage" Sobre el uso de of volatile binding agents vinculante de la inestabilidad de los agentes HangleiterDRV- Conferencia de Berlín 2000

HANS M. H. "Un legante volatile:il ciclododecano." Láttenzione alle superfici pittoriche. Materiali e metodi per il consolidamento e metodi scienticifi per valutarne léfficacia. Atii del congreso Milano, 10, 11 novembre 2006 a cura del Cesmar7. Il prato.

HANS M. H. y SALTZMANN, L "Láttenzione alle superfici pittoriche. Materiali e metodi per il consolidamento e metodi scienticifi per valutarne léfficacia". Atii del congreso Milano, 10, 11 novembre 2006 a cura del Cesmar7. Il prato. (pp 109-113.)

HIBY, G**. Il ciclododecano nel restauro di dipinti su tela e manufatti policromi**. Traduzione e cura di Silvia Invernizzi. Quaderno N.5/ CESMAR7. ISBN 978-88-6336-004-2. (p. 3).Il Prato

MAISH, J.P., RISSER, E. "A case study in the use of cyclododecane and latex rubber in the molding of marble". Revista JAIC 41 (2) 2002,(pp. 127-137) .

MUÑOZ, S.**,** AURÍA, T.: "La impermeabilización bicapa de ciclododecano y paraloid: una nueva técnica para la protección de tintas solubles durante tratamientos acuosos". Preprints 16th international meeting on herritage conservation.2, 3 Y 4 Noviembre. Editorial U.PV. Valencia 2006. REF: 2006.2169

MUÑOZ, S."A dual-layer technique for the aplicartion of a fixative on water-sensitive media on paper" Restaurator. 2007, 78-94.Saur Munich ISSN 0034-5806(pp.78-94)

MUROS, V., HIRX, J. **"**The use of cyclododecane as a temporary barrier for water-sensitive ink on archaeological ceramics during desalination", Revista JAIC 2004 Tomo 43

PEDROLA, A. **Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas**. Ariel. ISBN: 84-344-6726-7. Año 2004.

SCHARFF, A.B. y NIELSEN, I.. The use of cyclododecane for the fixation of bleeding dyes on paper and textiles: A critical evaluation of application methods" Dyes in history archeology 19. Papers presented at the 19th meeting, Edimburgh, 2000.ISBN 1-873132-14-X (pp.149-153)

SCICOLONE, G.C. **Il restauro dei dipinti contemporanei.** Nardini Editore. Terza Edizione 2004.

STEIN, R., kimmel, J. MARINCOLA, F.K.""Observations on cyclododecane as a temporary consolidant for stone, Journal of the American Institute for Conservation, 39 (2000), p. 355-369.

URRELO, A.G.: **Química orgánica.** Universidad Privada "Espacialidad en Farmacia y Bioquímica. Quimicoupagu@yahoo.es

.

- **Web:**

- http://cyclododecane .net
- http://CTS.com
- http://espanol.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080324162228AA2rAgl
- Quimicoupagu@yahoo.es
- . http://www.franciscanos.org/stacla/herranz.htm