

**LA CONSOLIDACIÓN DE PINTURAS MURALES AL TEMPLE.
FIJACIÓN DE PELÍCULAS PICTÓRICAS PULVERULENTAS.
ESTUDIO Y COMPARACIÓN DE MATERIALES Y APLICACION.**

**Master en Conservación y Restauración
de Bienes Culturales.**

2011-2012

Tesis Final de Master.

Presentada por:
Maite Gilabert Montero

Dirigida por:
Julia Osca Pons

**LA CONSOLIDACIÓN DE PINTURAS MURALES AL TEMPLE.
FIJACIÓN DE PELÍCULAS PICTÓRICAS PULVERULENTAS.
ESTUDIO Y COMPARACIÓN DE MATERIALES Y APLICACION.**

Master en Conservación y Restauración de Bienes Culturales.

2011-2012

Tesis Final de Master.

Presentada por:

Maite Gilabert Montero

Dirigida por:

Julia Osca Pons



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

La fijación de la película pictórica presenta el riesgo de alterar de manera irreversible el aspecto estético de la superficie pictórica, provocando la aparición de brillos o modificaciones cromáticas, además de impedir la realización de posteriores procesos de restauración.

RESUMEN

El principal objetivo de esta Tesina Final de Master se focaliza en la conciencia de la problemática existente a la hora de abordar la práctica de la consolidación superficial de pinturas murales realizadas en seco sobre soportes de yeso. En el campo de la conservación y restauración, desde el momento de la formación de los especialistas y futuros profesionales del sector, son numerosas las prácticas desarrolladas para la formación del personal en cuanto a pinturas murales al fresco o como mucho con retoques a seco. El profesorado, las investigaciones y los manuales o publicaciones se refieren en su mayoría a este tipo de técnica decorativa o pictórica dejando en último lugar la metodología de aplicación de consolidación para las pinturas murales realizadas a seco. Casi se desarrollan los mismos procedimientos y son dos o tres los materiales que se emplean.

En la práctica y frente a las obras a intervenir esta problemática es muy habitual entre los profesionales y debemos ser eficaces en las actuaciones ya que carecemos en muchos casos de tiempo y de presupuesto como para hacer un estudio detallado y pausado de la problemática. Con este pequeño estudio hacemos referencia a una sola problemática, la descohesión de partículas de película pictórica en superficie, y al uso de algunas resinas sintéticas que nos son recomendadas para la fijación de estas partículas, y la comparación con otras resinas que no se utilizan en este campo de la conservación así como del uso de productos comerciales que por sus cualidades de envasado y su fácil aplicación nos resuelven en muchos de los casos la problemática a tratar.

Esta revisión práctica de materiales consolidantes, aunque carece de estudios científicos en cuanto al comportamiento formal en esta tipología de soportes y técnicas pictóricas, trata de hacer un análisis visual y un acercamiento real a la resolución de la consolidación de pinturas murales a seco, siempre desde el punto de vista de la práctica del restaurador. Sobre todo, teniendo en cuenta, tipos de aplicación, disoluciones, saturaciones del color y sobre todo el grado de cohesión de las partículas, que es al final el problema fundamental al que nos enfrentamos en la práctica y que sin resolverlo no podemos ejecutar otra serie de prácticas tales como, la limpieza, el estucado o la reintegración.

El principal objectiu d'aquesta Tesina Final de Màster es focalitza en la consciència de la problemàtica existent a l'hora d'abordar la pràctica de la consolidació superficial de pintures murals realitzades en sec sobre suports de guix. En el camp de la conservació i restauració, des del moment de la formació dels especialistes i futurs professionals del sector, són nombroses les pràctiques que es duen a terme en la formació del personal sobre pintures murals al fresc, o com a molt amb retocs en sec. El professorat, les investigacions i els manuals o publicacions es refereixen, en gran majoria, a aquest tipus de tècnica decorativa o pictòrica, deixant en últim lloc la metodologia d'aplicació de consolidació per a les pintures murals realitzades en sec. Quasi es desenvolupen els mateixos procediments i són dos o tres els materials que s'utilitzen.

En la pràctica i davant les obres a intervindre, aquesta problemàtica és molt comú entre els professionals i hem de ser eficaços en les nostres actuacions ja que, en molts casos, ens falta temps i pressupost com per a fer un estudi detallat i pausat de la problemàtica, la descohesió de partícules de pel·lícula pictòrica a la superfície i a l'ús d'algunes resines sintètiques que no són recomanades per a la fixació d'aquestes partícules, i la comparació amb altres resines que no s'utilitzen en aquest camp de la conservació així com de l'ús de productes comercials que, per les seues qualitats d'envassat i la seua fàcil aplicació ens resolen en molts dels casos la problemàtica a tractar.

Esta revisió pràctica de materials consolidants, tot i no tenir estudis científics sobre el comportament formal d'aquesta tipologia de suports i tècniques pictòriques, tracta de fer un anàlisi visual i un apropament real a la resolució de la consolidació de pintures murals en sec, sempre des del punt de vista de la pràctica del restaurador. Sobretot, tenint en compte, tipus d'aplicacions, disolucions, saturacions de color i sobretot el grau de cohesió de les partícules, que és a la fi el problema fonamental al que ens enfrontem en la pràctica i que sense resoldre'l no podem executar altra sèrie de pràctiques com la neteja, l'estucat o la reintegració.

ABSTRACT

The main objective of this Final Master Thesis focuses on the awareness of existing problems when approaching the practice of surface consolidation of dry murals painted on a plaster support. In the field of conservation and restoration, from the time of the training of specialists and future professionals, there are many practices developed for staff training about fresco murals, some of them including dry tweaks. The faculty, the research and the manuals or the publications relate mainly to this type of decorative or painting technique or leaving for the end the methodology to implement the consolidation for dry murals. Almost the same procedures are developed and just two or three materials are used.

In practice and in front of the works about to get involved with, this is a very common problem among professionals and we should be effective in the proceedings because in many cases we lack of time and budget to make a detailed and paused study on the issue. With this small study we refer to a single problem, the particle decohesion in pictorial film surface, and the use of certain synthetic resins which are not recommended for fixing these particles, and the comparison with other resins that are not used in this field of conservation and the use of commercial products that because of its packing qualities and its ease to apply solves in many cases the problem to treat.

This practical review on consolidating materials, although it is lacking scientific studies on the issue when talking about the formal behavior in this type of media and painting technic, tries to do a visual analysis and a realistic approach to the resolution of the consolidation of dry murals, always from the point of view of the restorer. Above all, taking into consideration, types of applications, solutions, color saturation and especially the degree of cohesion of the particles, which is essentially the main problem we face in practice and that without solving it cannot run another series of practices such as cleaning, coating or reintegration.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	8
OBJETIVOS.....	10
METODOLOGÍA.....	11
FASE EXPERIMENTAL. APLICACIÓN DE CONSOLIDANTES.....	12
1. Técnicas de consolidación. Empleo de materiales y problemáticas de ejecución.....	12
2. Recreación de Pinturas Murales y Tratamientos de Consolidación.....	14
2.1. Elaboración de probetas.....	15
2.2. Consolidantes empleados para la cohesión de las pulverulencias pictóricas.....	18
2.3. Aplicación de consolidantes.....	23
2.4. Instrumentación.....	25
3. Resultados de las aplicaciones y discusión.....	26
CONCLUSIONES.....	35
ANEXO I. ESQUEMA GENERAL DE LAS PROBETAS REALIZADAS.....	37
ANEXO II. FICHAS DEL EMPLEO DE CONSOLIDANTES.....	38
ANEXO III. TABLA GENERAL DE LOS CONSOLIDANTES EMPLEADOS.....	39
ANEXO IV.	40
PARTE I. CONOCIMIENTO DE LOS MATERIALES CONSTITUTIVOS.	
PARTE II. RECORRIDO HISTÓRICO DEL EMPLEO DE LA TÉCNICA Y PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN.	
BIBLIOGRAFÍA.....	66
AGRADECIMIENTOS.....	69

Introducción

La pintura mural siempre ha estado vinculada a la arquitectura, normalmente sigue la disposición arquitectónica, o bien se independiza relativamente, pero ambas quedan relacionadas espacialmente. Este sistema de revestimiento se debe a una doble necesidad, en primer lugar a una competencia de orden práctico y funcional, como es la destinada a disimular la desnudez o tosquedad de los muros que no se desean ver y, en segundo lugar, a la existencia de una sociedad en la que sus ciudadanos están preocupados por la belleza y la estética en su bienestar.

Podemos decir, en términos generales, que la conservación es un conjunto de actividades que tienen como fin la prolongación de vida de un material. Y dentro de los procesos de restauración la consolidación es una de las actividades primordiales para la conservación de las pinturas murales, tanto de estructura, como de soportes como de la propia pintura. Estos procesos, aunque fundamentales, suelen ser costosos tanto por su aspecto formal como por la accesibilidad a la problemática. Debido a la vinculación que éstas tienen a los muros, no podemos realizar estas tareas como si de otro tipo de obras se tratase. Podemos encontrar dificultades en la aplicación por las dimensiones, así como por el volumen de problemática a abarcar. Tener que trabajar en vertical o en techos, sobre andamios y con grandes dimensiones de pintura puede ser costoso, al igual que el deterioro puede ser de gran tamaño.

Intervenir una pintura mural siempre es un trabajo que presenta una serie de problemas metodológicos de diversa índole. En el caso de la consolidación de temples murales estos problemas pueden tener un añadido y, es que la pintura se encuentra en un estrato diferente al último enlucido. A diferencia de las pinturas realizadas a fresco, dónde los pigmentos quedan englobados en la cal del último enlucido, las realizadas al temple



FIGURA 1. FOTO DETALLE ESTADO DE CONSOLIDACIÓN DE UNA SUPERFICIE PICTÓRICA TEMPLE SOBRE YESO

poseen un estrato final sobre la última capa de enlucido. Esta capa suele estar compuesta entre otros por pigmentos y aglutinante. Así que los materiales que se utilicen pueden causar daños físicos y estéticos en la superficie pictórica. Así como en la última capa de enlucido. Debido a la

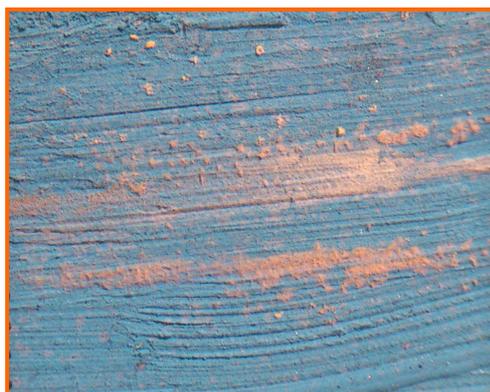
interacción de los materiales empleados para la consolidación así como de su repercusión con todas estas capas.

El tema que se propone en esta Tesis Final de Máster, puede considerarse como un estudio detenido del proceso de aplicación de consolidantes las variables y condicionantes que se dan habitualmente se dan durante el desarrollo práctico de la restauración como profesión. Las conclusiones derivadas de la parte experimental de esta tesina pretenden ofrecer no sólo soluciones en función de los resultados del empleo de diferentes materiales, sino la visión estética que de éstos resulta en cuanto a acabados y las capacidades consolidantes al tacto.

Dentro de la parte experimental se ha comparado el uso de unos productos consolidantes concretos, seleccionados por su frecuencia de uso en numerosas obras y que se vienen aplicando en la práctica diaria de la consolidación, para así esclarecer la problemática existente en los murales realizados con técnicas a seco y acabados mates. La problemática principal a la que nos referimos no es otra que la transformación en las propiedades ópticas de la pintura. Realizar procesos de consolidación sobre pinturas mate es siempre una dificultad. Los materiales recomendados para realizar esta acción en pintura mural, cambian sustancialmente su acabado mate llegando a provocar brillos en superficie, saturaciones en el color y muchas veces no llegan a ser eficaces en la práctica a desarrollar.

El fin es profundizar en el conocimiento del uso de consolidantes comerciales que son recomendados habitualmente y hacer una comparación práctica con otros de diferente naturaleza, así como valorar su idoneidad en cuanto a su uso en pinturas murales realizadas a la cal, sin que estos materiales cambien los valores de percepción óptica originales (brillo, saturación) inherentes a la materialidad de las obras realizadas con técnicas al seco.

Por razones de método científico, antes de abordar la parte experimental, hemos incluido en este texto unas consideraciones previas sobre los componentes físicos de este tipo de pinturas, ya que entendemos que la elección del tratamiento más ventajoso está condicionado por la naturaleza del soporte a conservar, por el grado de deterioro que presente la obra, y por el comportamiento futuro de dicha obra en un ambiente conservativo determinado.



FIGURAS 2 Y 3. FOTOS DETALLE ESTADO DE CONSOLIDACIÓN DE UNA SUPERFICIE PICTÓRICA TEMPLE SOBRE YESO

Objetivos

El principal objetivo de esta Tesis Final de Máster es el siguiente:

- **Elaborar un estado de la cuestión en cuanto a materiales, técnicas y criterios de intervención en la consolidación de pinturas murales al temple, más allá del alcance de las fuentes bibliográficas obteniendo una visión global.**

A partir de este objetivo principal, se derivan una serie de objetivos parciales más concretos, que son la clave de este TFM y en concreto de su parte experimental, y son:

- Aplicar la práctica de la consolidación, de pinturas murales, empleada tradicionalmente como medio de conservación y restauración en situaciones de descohesión de partículas en pinturas realizadas al temple de huevo.
- Establecer la validez de la consolidación superficial, es decir, de la fijación de la película pictórica, ya sea para abordarla de forma puntual, en un conjunto mural o en su totalidad.
- Determinar procesos que puedan controlar y favorecer una óptima penetración del adhesivo empleado en fijación de pintura al temple para conseguir una correcta consolidación sin transformaciones ópticas y físicas.
- Valorar la eficacia y resultado de la práctica de la aplicación del adhesivo atendiendo a unas condiciones medioambientales y físicas de una superficie mural concreta sobre los que se ha realizado la parte experimental.
- Determinar un sistema de trabajo ideal a unas condiciones precisas.
- Establecer qué adhesivos de consolidación actúan mejor en base a las propiedades ópticas de la pintura y la fijan adecuadamente para su correcta conservación.
- Acercarnos a la problemática sobre el sistema de consolidación de este tipo de pinturas murales priorizando en determinados tipos de materiales y procesos, de forma aparente y siempre desde la práctica como restauradora, para mejorar este tipo de acciones tan decisivas en los demás procesos de intervención.

Metodología

En primer lugar y para situarnos sobre el estado de la cuestión, sobre la consolidación de pinturas murales y sobre todo de pinturas murales realizadas al temple, se llevó a cabo una recopilación de material bibliográfico para conocer las diversas formas investigadas en relación a la consolidación de estas superficies. También fueron revisados memorias e informes de actuación sobre este tipo de pinturas murales para así acercarnos al tema de la cuestión de manera práctica.

Complementando la búsqueda bibliográfica, se contaba con la experiencia profesional hacia la actuación sobre este tipo de superficies murales. En la gran mayoría de los casos de actuación de mi carrera profesional, el 90% de intervenciones en pintura mural ha sido sobre temples realizados en soportes de yeso, lo cual me acercaba de manera especial al tema de investigación.

De acuerdo con la información obtenida y ante la problemática de actuación se realizaron unas muestras que recreaban esta problemática de consolidación.

Para la investigación se eligieron dos de las resinas sintéticas más usadas en la consolidación de pinturas murales al temple, y que también son de las más empleadas en otros campos de la restauración y conservación. Como contraste, y para poder discutir sobre la cuestión, se seleccionaron otras resinas, tanto de origen sintético como natural y que se emplean de forma habitual en otros campos como el de la conservación de arte contemporáneo, y en concreto en la consolidación de capas monocromas mate. Por último, se incluyeron dentro de este trabajo el uso de fijativos comerciales como comparación en formas de aplicación, eficacia y nivel de consolidación.

De acuerdo con la aplicación de los consolidantes sobre las muestras realizadas, se realizará un examen visual y un estudio mediante ensayos de fricción para obtener resultados y poder realizar un discurso comparativo de estos materiales seleccionados. Queremos remarcar que este estudio no refleja la totalidad de las problemáticas que presentan los materiales que se emplean en este tipo de deterioros y daños. Tampoco dejará verdades absolutas sobre las ventajas y desventajas del uso de ciertos materiales ya que, como hemos dicho anteriormente, esta Tesina Final de Máster será un estudio inicial de la problemática a resolver en este tipo de pinturas. Este primer acercamiento y proceso experimental debería completarse con estudios más amplios a nivel analítico y con mas instrumental de laboratorio dónde se pueda profundizar en el comportamiento de los materiales elegidos y su evolución e interacción con los materiales constituyentes de la obra así como con el paso del tiempo. Pero sí intentará de una forma práctica, siempre desde las capacidades del restaurador, desde los medios disponibles y dentro del trabajo que requiere esta tesina, solucionar una problemática a la que nos enfrentamos casi a diario en nuestro trabajo.

Fase experimental. Aplicación de consolidantes.

1. Técnicas de consolidación. Empleo de materiales y problemáticas de ejecución.

El cambio de apariencia es el mayor problema al que los conservadores y restauradores nos enfrentamos durante los procesos de consolidación de las superficies pulverulentas mates de los temples orgánicos.

Alguno de los problemas de los que deriva del proceso de la consolidación es la penetración del adhesivo, uno de los problemas más comunes y que puede estar vinculado a la aplicación del mismo, la viscosidad o el tipo de disolvente en el que se encuentra.¹

Este tipo de consolidación presenta una gran complejidad sea por la elección del adhesivo, la forma de aplicación del mismo o por la falta de comunicaciones que hablen sobre este tipo de actuación en estas pinturas. Desde hace algunos años existes grupos especializados en la conservación y restauración de obras contemporáneas, dónde encontramos escritos y estudios dedicados a la aplicación de adhesivos para capas de pintura mate pulverulenta. En cambio, a nivel de pintura mural, casi todos los estudios van dedicados a la consolidación de frescos y dejan en un segundo plano la pintura mural realizada al seco. Partiendo de la base en el que este tipo de pinturas es de una naturaleza diferente a las realizadas al fresco, también tiene comportamientos diferentes y se presenta con otras problemáticas de conservación. Por lo tanto deben ser tratadas de forma diferente a las realizadas al fresco y se han de atender sus degradaciones conforme a la tipología pictórica.

Desde la antigüedad, los fijativos utilizados han sido muy diversos, desde colas, huevo, leche, caseína, gomas, resinas, con el fin de aportar a las pinturas una mayor estabilidad y riqueza con el paso de los años. Estos procesos, sin saberlo han tenido efectos muy negativos sobre las obras. Podemos hablar de las primeras manifestaciones inconscientes de los procesos de fijación y consolidación de las superficies. Estos barnices o capas de aplicación de luz y viveza en las obras han sido en muchas ocasiones una fuente de microorganismos, han provocado graves oscurecimientos e incluso alteraciones cromáticas.

El problema de la fijación de la capa pictórica es uno de los primeros problemas a abordar en la práctica de la conservación y sobre todo es la que da paso a los demás procesos de restauración.

¹ HANSEN, E.F.;LOWINGER, R.; SADOFF, E. "Consolidation of porous paint in a vapor-saturated atmosphere: a technique for minimizing changes in the appearance of powdering, matte paint" En *Journal of the American Institute for Conservation*. Vol.32 No.1 (1993) Pp.1-14

En las diferentes tipologías que abordan el campo de la conservación y restauración, ya sea lienzo, tabla, escultura o papel, esta práctica ha sido perfectamente desarrollada y ha crecido con el paso de los años según el estudio de los materiales y de los daños que en las obras ha causado. Pero en el caso de la pintura mural hay un déficit, bajo mi punto de vista, muy elevado. Partiendo de la base en la que en casi todos los estudios se refiere a pintura mural como pintura realizada a fresco, ya podemos encontrar nuestras primeras faltas de recursos de actuación ante otras tipologías de pintura mural. Siempre y cuando entendamos una pintura mural como cualquier intervención artística que se realice sobre el muro. Así bien, las metodologías que se aplican en la práctica vienen casi estandarizadas por dos métodos de aplicación y dos materiales que nos suministran algunas casas comerciales.

Con el tiempo y en la práctica se ven los fallos de estos métodos y la poca estabilidad de estos materiales en relación a este tipo de pinturas murales y el cambio en las características de la composición y morfología que han de tener.

Así muchas de estas pinturas intervenidas han sido tratadas como si de pinturas de caballete se tratase y en muchas ocasiones ciertas veladuras e intervenciones de reintegración han paliado los resultados finales de las intervenciones, dando lugar a otros efectos a los que tenía la pintura desde su morfología inicial.

Estamos acostumbrados a leer cómo en los manuales las aportaciones hacia las técnicas a seco son bastante escasas. En pocas líneas suelen resumir que se pruebe con productos inorgánicos y si estos no pudiesen ser empleados, con la aportación de resinas sintéticas, acrílicas o vinílicas, siempre en mínimas concentraciones. Esto es debido al miedo de apariciones de pátinas, áreas translúcidas, o deformaciones cromáticas.

Las **grandes marcas comerciales de resinas sintéticas utilizadas** en este caso, **Paraloid B-72** y **Acril 33**, han sido y son aún hoy, las reinas de las resinas sintéticas usadas en la práctica de la consolidación de pinturas, sobre todo en el caso de la descohesión de película pictórica. Además, en textos relevantes dentro de la restauración de pintura mural² se especifica que, en presencia de humedad y con morteros de yeso, es recomendable la aplicación de Paraloid B-72 diluido en proporciones del 4 o 5 % en tricloroetano para una mejor penetración. Lo que provoca una mayor saturación de los poros tanto de la película pictórica como del soporte.

De esta forma, desde un primer momento fijamos que todo el trabajo de investigación parte del objetivo principal de **consolidar- fijar (la película pictórica pulverulenta) en las obras realizadas a base de pinturas realizadas al temple**. Para evitar la pérdida de estas partículas,

² Mora, Paolo e Laura. Philippot, Paul. La conservazione delle Pitture Murali. Ed. Compositori.2001.

bien sea por la degradación del tiempo y/o agentes atmosféricos, por la pérdida de aglutinante o por la degradación de los materiales.

Por consiguiente, al tratar de conservar este tipo de obras intentaremos **reconocer el valor de ciertas pinturas realizadas con esta técnica, aportándoles reconocimiento en su calidad plástica y compositiva como obras de arte.**

Igualmente, para la correcta intervención y la aplicación de la técnica de la consolidación de pinturas murales tal y como se conoce, deberemos tener en cuenta el **adaptar los materiales que se emplean actualmente para la realización de la fijación de este tipo de películas pictóricas, bien por el tipo de empleo de la técnica o por el tipo de material usado para su correcta fijación.**

Como hemos introducido, la técnica pictórica del temple, por tratarse de una técnica artística diferente al fresco y con particularidades semejantes a las películas pictóricas de una pintura de caballete, no sólo necesita la adaptación de los materiales tradicionales, sino que se intentará **incorporar nuevos y necesarios cambios en los materiales y las técnicas de aplicación que se emplean en la consolidación para abordar lo mejor posible dicho fin.**

2. Recreación de Pinturas Murales y Tratamientos de Consolidación.

Basándonos en los estudios sobre pinturas murales, la observación directa de las pinturas hacia las realizadas al temple y a las patologías de conservación ante la que nos solemos encontrar los profesionales de la conservación y restauración, han sido seleccionados una serie de materiales para la consolidación y se han realizado una colección de probetas que recrean la desconsolidación pictórica ante la que nos vemos obligados a actuar los profesionales y objetivo principal de estudio de esta Tesina Final de Master.

El objetivo principal de las recreaciones es la reconstrucción de la patología de descohesión de película pictórica, principalmente en lo que se refiere a las pinturas murales realizadas con temple magro sobre soportes de yeso.

Las recreaciones no agotan todas las posibilidades en relación a la desconsolidación del estrato pictórico, sin embargo consideramos que esta particularidad de **pulverulencias graves** en el sustrato, es bastante representativa en la dificultad de la práctica de la consolidación en las pinturas murales que nos encontramos los restauradores.

Entendemos como graves pulverulencias que al tocar las pinturas comprobamos que toda ella parece muy pobre de aglutinante ya que se desprende pigmento con un roce suave. (Uno de los grandes problemas encontrados en la conservación de este tipo de pinturas).

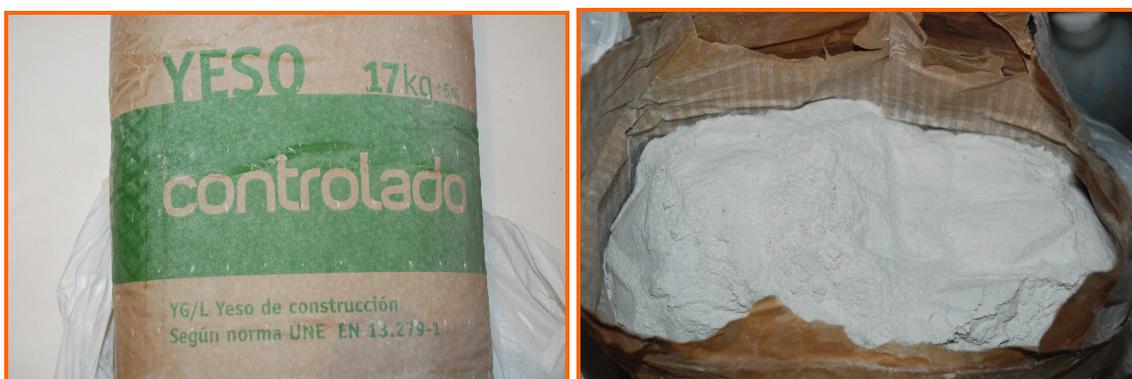
Al terminar los ensayos con los distintos adhesivos, debemos dejar la pintura con el pigmento fijo y sus características de color, brillo y textura originales.

2.1. ELABORACIÓN DE PROBETAS

Para la recreación de este tipo de películas pictóricas se ha elegido un **soporte** mural de **Yeso**. Ya que en la mayoría de este tipo de pinturas realizadas al temple los soportes murales que encontramos son realizados con yeso y es que como hemos apuntado líneas arriba, el soporte ha de estar seco a la hora de comenzar a pintar.

El yeso seleccionado para la confección de los cuerpos de prueba ha sido **YESO CONTROLADO YG/L. (yeso de construcción según norma UNE EN 13.279-1)**.

Este yeso comercial, es un yeso de construcción de granulometría gruesa y fraguado controlado, de aplicación manual, que se utiliza como pasta para guarnecidos, en revestimientos continuos interiores.



FIGURAS 4 Y 5. DETALLE DEL YESO USADO EN LA PREPARACIÓN DE LOS SOPORTES

En cuanto a **los pigmentos**, basándonos en los estudios visuales de las pinturas y en la práctica sobre pinturas murales de esta tipología, los pigmentos seleccionados para la confección de los ensayos serán pigmentos naturales de entre los que se cogerá fundamentalmente el color Azul, ya que es un color que encontramos en gran medida en este tipo de pinturas y en él se puede observar perfectamente la propiedades de los adhesivos consolidantes y valorar sus características. Una vez realizado los



FIGURA 6. DETALLE PIGMENTOS NATURALES

ensayos en estas muestras azules, se valorará el mejor adhesivo y la forma de aplicación más adecuada y serán probados en otros colores tales como el Ocre, el Verde, el Rojo y el Amarillo. Estas son unas coloraciones muy encontradas en decoraciones y escenas.

Azul (azul de ultramar)

Los pigmentos azules siempre han sido difíciles de encontrar en la naturaleza, el azul de ultramar se obtenía de pulverizar la piedra del lapislázuli y de ahí se extraía sólo algunos granos que servían como pigmento, además procedía de Afganistán, por lo que el uso de ultramar encarecía mucho, sólo algunos podían permitirse este color. Se comercializa como azul de ultramar y contiene, históricamente, lapislázuli pulverizado y actualmente, un complejo de silicato de sodio y aluminio de azufre.

Rojo (rojo de cadmio), encontrado en mantos y ropajes e incluso en decoraciones florales y rocallas.

Amarillo

Verde (verde de cobre o de cobalto), encontrado en mantos y ropajes e incluso en decoraciones florales y rocallas.

Ocre amarillo (óxido de hierro hidratado)

Probablemente sea el pigmento tradicional más universal. Es uno de los más agradables para trabajar, en su forma más fina, es un color cálido, brillante y sedoso. Pertenece a la familia de los óxidos de hierro. Contiene óxido de hierro y arcilla. Se comercializa como ocre amarillo, ocre inglés, óxido amarillo, amarillo de marte... es bastante resistente a la acción de la cal y la humedad de los yesos por lo que se usa tanto en preparaciones para dorados, como en pinturas al temple como en la pigmentación de morteros para revoques de exterior.

Para la confección de las probetas, fue seleccionada la yema de huevo como **Aglutinante** de los pigmentos elegidos. Este es uno de los tipos de temple usados a lo largo de la historia de la pintura mural, aunque no es la representación de todos ellos, sí puede reproducir de forma rápida y económica la patología a tratar.



FIGURA 7. YEMA DE HUEVO

Las probetas fueron realizadas sobre un encofrado de listones de madera sobre los que se vertió el yeso amasado y posteriormente fueron cortadas las placas en pequeñas porciones de (14 x 14 x 1,5 cm).

Sobre la superficie más lisa se procedió al pintado de las mismas con los pigmentos aglutinados con yema de huevo en proporción 40 gr. de pigmento x $\frac{1}{4}$ de yema de huevo aplicado con pincel de cerdas artificiales. Se sacaron un total de 28 muestras que se pintaron de color azul y sobre las que se probarían los distintos consolidantes y las diferentes proporciones de ellos. Además se prepararon otras en otros colores con el fin de lograr una mezcla o consolidante idóneo y así poder probar sobre diferentes colores.



FIGURAS 8, 9, 10, 11, 12, 13. FOTOS DE LA PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS

2.2. CONSOLIDANTES EMPLEADOS PARA LA COHESIÓN DE LAS PULVERULENCIAS PICTÓRICAS

La aparición de las intervenciones de conservación o de restauración sobre pinturas es casi tan vieja como el origen de las primeras manifestaciones pictóricas. A lo largo de la historia podemos ver los hábitos de uso de sustancias naturales empleadas en estos procesos de restauración. A partir de la primera mitad del S. XX es cuando parecen las sustancias sintéticas gracias a la Revolución Industrial y a los desarrollos derivados de la segunda Guerra Mundial. Hasta este momento la aplicación de adhesivos o consolidantes sobre los estratos pictóricos para conseguir su adhesión implicaba un aporte excesivo de calor, de humedad o de provocar efectos secundarios tales como halos blanquecinos, amarilleamientos, proliferación de microorganismos, costras y otros. A mitad del S. XX cuando los estudios se centran en suprimir estos daños y evaluar otros derivados de las primeras sustancias sintéticas usadas en la restauración nacen otras resinas sintéticas que aún hoy usamos como consolidantes y adhesivos. Así van llegando a estudios de materiales que puedan ser estables, compatibles y reversibles, además de inocuos para la obra y para el restaurador.

Entendemos como consolidantes a los productos que, penetrando en las capas que componen la obra, devuelven la cohesión de sus partes, desempeñan funciones de adhesión, unión de capas y de fijación, cohesionando las superficies pulverulentas de las películas pictóricas.

En general, la consolidación de temples murales es una de las prácticas necesarias en las actuaciones de las restauraciones murales que se ejecutan y que dan paso a las demás prácticas de restauración, como la limpieza, el estucado o la reintegración.

Es casi uno de los primeros procesos a la hora de abordar estas pinturas, sin la consolidación hay peligro de pérdida del estrato pictórico.

Sabemos que, el uso de materiales tradicionales, como las colas naturales hidratadas en agua, tienen el inconveniente de atraer a los microorganismos. Por el contrario, el uso de materiales sintéticos, tampoco parece indicado ya que en muchos de los casos, penetran alterando la porosidad o quedan en superficie creando películas impermeables, cambiando las propiedades de los materiales constitutivos. No obstante, los polímeros sintéticos, específicamente los de tipo acrílico, han sido utilizados en la fijación de este tipo de estratos pictóricos. Ofrecen una gran resistencia al ataque de microorganismos y según sus fichas técnicas tienen una buena reversibilidad y un óptimo comportamiento al envejecimiento, aunque en estos casos hacen perder las características ópticas de dar resultados mates.

Hemos leído en numerosas publicaciones el uso del Paraloid B-72 como adhesivo de superficies pictóricas pulverulentas. Este adhesivo, mezclado con xileno al 10% y dado con vaporizador por la superficie ha sido usado como fijativo y también como capa de protección final en las pinturas murales. En muchos artículos se menciona este concepto, "capa de protección final", digamos que

esta aplicación cumple dos funciones, consolidar y proteger, pero ¿por qué este concepto? Estamos ante superficies murales, ¿si la obra carece de capa de protección, por que aplicar esta capa? ¿Se utilizan estas capas para igualar la saturación provocada en las consolidaciones? En otros casos, como las pinturas de San Miguel das Penas, para no llegar a provocar brillos en superficie se aplicó Paraloid B-72 diluido al 5% en tolueno en sucesivas capas. De esta manera se iba comprobando la consolidación en superficie sin llegar a provocar brillos indeseados.

En otras publicaciones se menciona la aplicación del consolidante mediante papel japonés y la aplicación de calor y presión, como es el caso de las pinturas murales al temple de la Iglesia del Monasterio de los Jerónimos de Murcia. Podemos deducir que el consolidante elegido sería una cola orgánica o una resina acrílica en emulsión, pero tanto la aplicación de la cola, como la aplicación de la resina puede tener efectos secundarios sobre la superficie pictórica, ya que el calor puede provocar condensaciones en el reverso de los muros y la resina dejar brillos.

En el caso de las pinturas al temple de la Iglesia de Ribesalbes de Castellón, el IVCOR realizó la intervención de restauración en la que emplearon como consolidante de la superficie pictórica Tegovakon V (a base de éster de sílice y metilsiloxano), está recomendado para consolidar piedra, morteros y sustratos arenosos, es el coetáneo al Estel 1000 de la casa CTS. Viene en un preparado para aplicar directamente y su color ligeramente amarillento hace que pueda ser un consolidante no apropiado para la conservación.

En la intervención realizada en unas yeserías de Granada, como es el caso de las encontradas en una casa Musulmana de la calle Buenaventura del Albayzín³ y en otras como la casa de Yaguas de Granada también, se ha usado para la preconsolidación de la superficies pictóricas pulverulentas una solución de goma arábiga al 25 % y así poder proceder a los demás procesos de intervención.

Después de hacer una pequeña revisión a los tratamientos de consolidación pictórica y preconsolidación en este tipo de pinturas en diferentes informes, los materiales seleccionados para realizar los ensayos han sido:

Resinas sintéticas. **Paraloid B-72** (resina acrílica en disolución) y **Acril 33** (resina acrílica en emulsión). Estos productos son ampliamente empleados en la práctica de la consolidación de pinturas murales. Digamos que son las más usadas tanto por aplicación sobre papel japonés como aplicada mediante pistola y compresor.

³ XVIII Congreso Internacional Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Libro de Actas. 18th International Meeting on Heritage Conservation. Granada, 9- 11 de Noviembre de 2011. Portada de yesería nazari de la Casa de Yaguas de Granada. Colocación de un nuevo soporte móvil.

En contraposición al uso de este tipo de resinas sintéticas de tipo acrílico, se ha elegido (otro tipo de resina sintética) el **Klugel-G**, menos usado en la consolidación de pintura mural, digamos que no usado, pero sí en pinturas mate de expresiones artísticas del arte contemporáneo. Y por último, el **Aquazol 500 (familia de polímeros constituidos por poli)** empezado a usarse desde hace unos pocos años por ser un adhesivo termoplástico que se diluye en agua.

Consideraremos en este pequeño estudio varios factores a tener en cuenta en los adhesivos-consolidantes sintéticos. Su poder adhesivo y su flexibilidad así como su aplicación en superficies porosas. Si pueden experimentar cambios y deterioros por el paso del tiempo dando lugar a amarilleamientos, capas quebradizas o insolubilizar la superficie dando lugar a cambios estructurales en la superficie pictórica. Además de provocar daños en las propiedades ópticas, es decir, alterando el índice de refracción provocando brillos en superficie o saturaciones en el color.

Como contraste al uso de las resinas sintéticas hemos seleccionado una de tipo **natural** orgánico **Funori (consolidante natural muy usado en pinturas con acabados mate aunque de poco poder adhesivo)** pero que no transforma en absoluto las cualidades ópticas de la película pictórica. Por último, la aplicación de un **aerosol comercial (fijativo para pastel de Talens)** como reflexión de las dificultades a las que nos enfrentamos los profesionales en la práctica de la consolidación de este tipo de murales. Su fácil aplicación y su rápida ejecución además del abaratamiento de los costes hacen de él un posible material para afrontar este tipo de patologías.

Es muy importante conocer el sustrato que se quiere consolidar por que sabiendo sus características podemos tener en cuenta la compatibilidad entre los materiales y la de estos con los disolventes. Su aplicabilidad en cuanto a la obra y en cuanto al restaurador, su estabilidad o durabilidad, reversibilidad y la toxicidad.

Paraloid B-72

Es una resina acrílica (metilacrilato- elitmetacrilato) sólida, suministrada en pequeñas bolas que, oportunamente disuelta en apropiados disolventes puede ser empleada como consolidante además que como adhesivo o fijativo. Es soluble en cetonas, esteres y éteres, hidrocarburos aromáticos e hidrocarburos clorurados.

Es insoluble en agua y muy poco en alcohol etílico e hidrocarburos alifáticos.

Se prepara en concentraciones del 3 al 10% y se aplica con pincel o con aerógrafo. Vemos que la apariencia de la resina es de aspecto transparente. Lo cual nos dice que puede ser un consolidante apto a priori, pero sabemos por el uso de los años que puede tender a amarillear.



FIGURA 14. DETALLE RESINA PARALOD B-72

Acril 33

Dispersión acuosa de resina acrílica pura 100% con óptimas características de resistencia y estabilidad sea para interiores que para exteriores. Se caracteriza por una óptima resistencia a los alcalinos y resulta entonces particularmente indicada en combinación con ligantes hidráulicos (cal hidratada y/o hidráulica, cemento, yeso).

Entre los usos más comunes lo encontramos como aditivo para morteros de inyección estucado, reintegración, como ligante de veladuras, como ligante de pigmentos, como consolidante y fijativo de capas pictóricas y como adhesivo para documentos de papel. Es compatible con pigmentos y cargas y estable en pH y en propiedades mecánicas, así como resistente a las sales solubles y al hielo y deshielo.



FIGURA 15. DETALLE RESINA EMULSIÓN ACRIL 33



Klucel – G

Se trata de una celulosa modificada, una hidroxipropilcelulosa, que permite espesar tanto soluciones acuosas como disolventes orgánicos polares con f_d entre 25 y 45, como el alcohol etílico, las aminas y el dimetilsulfóxido. Tiene un poder adhesivo medio, y se usa como adhesivo para papel y cartones. Por encima de 40° C el gel colapsa y se forma una solución blanquecina y fluida, esta propiedad puede ser útil para preparar geles muy viscosos.

FIGURA 16. DETALLE KLUCEL G

Aquazol

Es la marca de una familia de polímeros que los diferencia entre ellos por estar constituidos por poli. Estos polímeros tienen una resistencia al envejecimiento y elevada reversibilidad, y pueden usarse tanto como adhesivos como consolidantes de las capas pictóricas. Es completamente soluble en agua y por tanto es sustitutivo de adhesivos al agua tales como la cola animal, el alcohol polivinílico y las emulsiones de acrílicos o polivinilacetatos. Puede disolverse en muchísimos disolventes con polaridad alta y media, no es soluble en acetatos ni en disolvente menos polares como los hidrocarburos. Hay dos tipos de Aquazol, de 200 y de 500 dependiendo de su peso molecular y pueden mezclarse entre ellos. Puede melificar a altas humedades relativas, por lo que se recomienda no usarse al aire libre o en ambientes con una humedad superior al 85%.

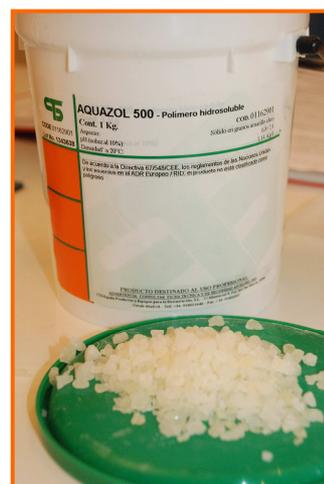


FIGURA 17. DETALLE AQUAZOL 500



FIGURA 18. DETALLE DEL FUNORI PURO SIN HIDRATAR

Funori

El funori es un mucílago extraído de tres algas marinas. Este mucílago, también conocido como funoran, es un sulfato polisacárido. El funori se ha estado utilizando como agente espesante para tintes, pero hoy en día los restauradores han podido probar su eficacia como consolidante de pintura. Se utiliza para consolidar pinturas mates y pinturas sobre papel. Se aplica en frío.

Fijativo para pastel (Talens) Fijador concentrado 064 spray 400 ml.

Mejorar la adherencia al sustrato de partículas de pastel, carboncillo, creta y grafito. Se compone de resinas incoloras y etanol. Entre sus particularidades tiene un rápido secado y no amarillea. Por su comercialización y envasado es extremadamente inflamable.



FIGURA 19. DETALLE DEL FIJATIVO PARA PASTEL COMERCIAL

2.3. APLICACIÓN DE CONSOLIDANTES

En los trabajos de restauración realizados en murales pintados al temple, se han detectado los factores ambientales de humedad y cambios de temperatura como determinantes del deterioro en la desconsolidación de los soportes de yeso y de los estratos pictóricos.

Al realizar las diferentes probetas se dejaron “secar” en un lugar frío y húmedo con el fin de conseguir unas superficies más afines a los estratos originales. En un corto plazo de tiempo, las probetas tenían unas propiedades ópticas y compositivas similares a las pinturas murales originales a las que nos podemos enfrentar en nuestra profesión. La proliferación de microorganismos y la descohesión de la película pictórica eran cualidades abundantes que afectaban en el estado de conservación de estas muestras.



FIGURA 20. DETALLE DE LA PROBETA CON EL ATAQUE DE MICROORGANISMOS Y EXAGERACIÓN DE LA PATOLOGÍA DE PULVERULENCIA PICTÓRICA

Una de las patologías más abundantes en las pinturas murales es la desconsolidación de los estratos que componen dicha pintura. Este es uno de los problemas más importantes de solucionar a la hora de abordar una obra, ya que sin realizar una buena intervención de consolidación o de preconsolidación será casi imposible realizar las demás tareas de la intervención restaurativa. Es en los tratamientos de consolidación y de fijación de película pictórica dónde nos vamos a detener a realizar un análisis crítico de algunos de los materiales usados como consolidantes en pinturas murales y su comparación con otros materiales usados en la consolidación de pinturas contemporáneas o productos comerciales usados para fijar otras técnicas pictóricas.

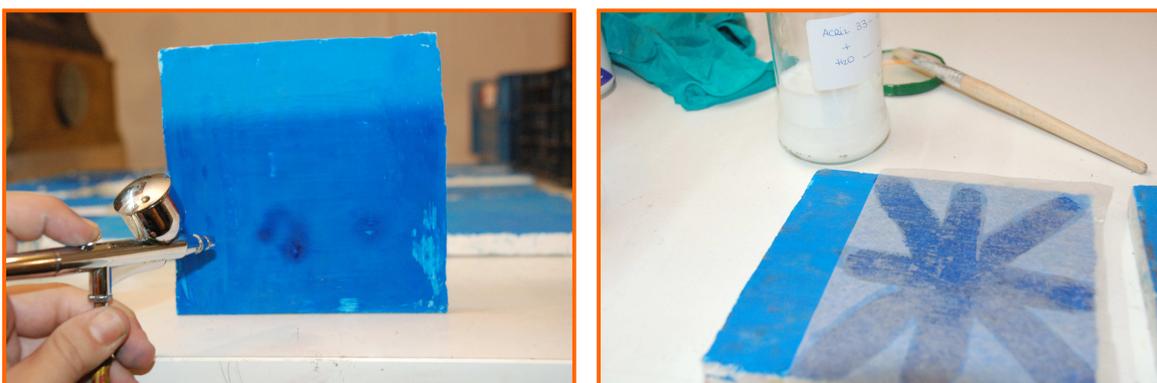
En el caso de los temples, el pigmento está en contacto directo con el aire. Las superficies son muy porosas y de excesiva fragilidad. Además son superficies que absorben muy bien los disolventes ya que tienen una alta permeabilidad e higroscopicidad. En estas superficies, debido a la técnica, existe una proporción de aglutinante o adhesivo mínima. Esto implica que las acciones de consolidación han de ser muy cuidadosas y las acciones mecánicas de limpieza muy limitadas.

Debido al estado de consolidación al que nos enfrentamos a tratar y a las características de la pintura nos es imposible realizar consolidaciones aplicadas directamente con pincel o brocha sobre la pintura, este tipo de aplicación podría provocar removimientos sobre la película pictórica. Previamente se limpiaron superficialmente las probetas con una brocha seca para eliminar aquellas proliferaciones que habían salido.

Las pruebas de consolidación se realizarán mediante la aplicación del consolidante con papel japonés interpuesto entre el sustrato y la brocha que extienda el consolidante y mediante la pulverización de las mezclas con aerógrafo, ya que nuestras pruebas son de pequeño tamaño.

La aplicación de papel japonés, nos permite realizar consolidaciones puntuales y de mayor acercamiento hacia las pulverulencias pero, en contraposición puede provocar mayor tiempo de retención de humedad de los disolventes usados y provocar halos blanquecinos o rebabas sobre las partes no consolidadas lo que puede dar lugar a saturaciones y cambios cromáticos puntuales.

El uso del aerógrafo o de pistolas más grandes y compresor, por el contrario, nos permite aplicaciones uniformes del consolidante dónde podemos trabajar desde superficies pequeñas hasta superficies grandes. Este es un factor muy importante a tener en cuenta en la pintura mural, ya que el trabajo se desarrolla en grandes superficies y con esta forma de aplicar el consolidante la acción se hace de manera cómoda, uniforme y eficiente, tanto para el restaurador como para la acción de fijación de la película pictórica.



FIGURAS 21 Y 22. DETALLE DE LA APLICACIÓN DE LOS CONSOLIDANTES

2.4. INSTRUMENTACIÓN

En el campo de la Conservación y Restauración de Bienes Culturales se utiliza la analítica para la identificación de los materiales y el estudio de su comportamiento, como respaldo científico sobre el que basar las pruebas realizadas. En esta investigación, no haremos referencias a este campo tan concreto, sino será el criterio del propio restaurador el que realice una valoración visual y mecánica ante el estudio en materia de fijación y comportamiento de materiales a nivel de rendimiento y eficacia.

Consideramos esta Tesina Final de Master como un primer acercamiento a las metodologías de consolidación de pinturas murales temples pulverulentas y a la aplicación de los materiales que más se usan comparándolos con otros no usados en este campo. Por esto mismo consideramos los análisis visuales y los estudios mecánicos como el primer acercamiento al estudio. Actuaremos como si de una obra real se tratase, bajo los medios con los que normalmente nos encontramos. Siempre hablando desde el conocimiento y la experiencia del restaurador. Los métodos de **análisis visual** serán la fotografía macroscópica, la visión con cuentahílos y el microscopio digital portátil, además de la visión general de las muestras. En cuanto a los métodos de **análisis táctiles** se realizarán mediante la frotación de hisopo dónde valoraremos con la mancha en el algodón las capacidades de cohesión de las mezclas.

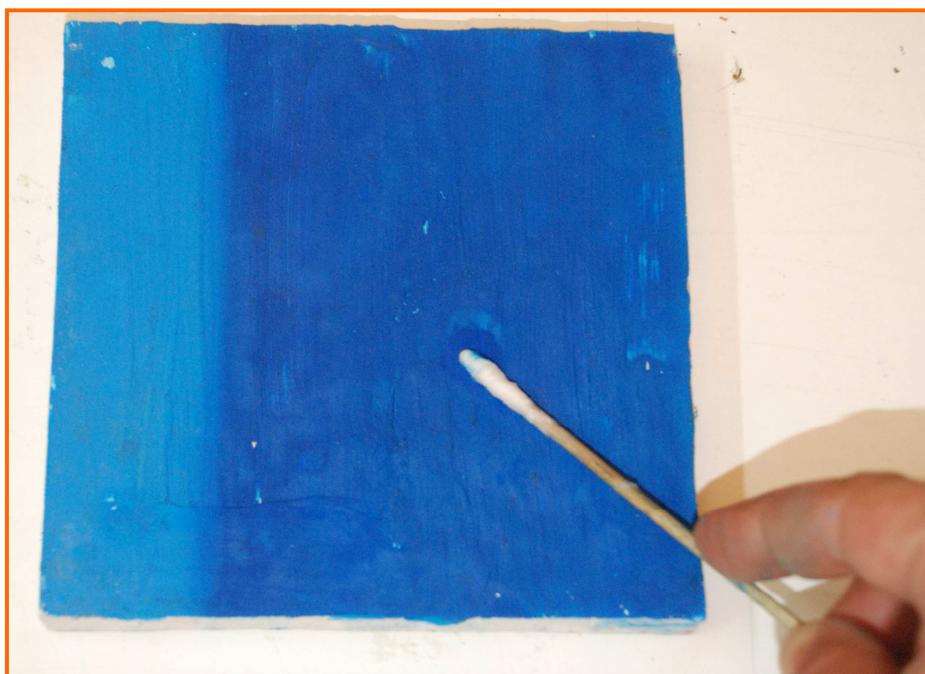


FIGURA 23. DETALLE DEL EXAMEN DE FROTACIÓN. MEDIOS MECÁNICOS

3. Resultados de las aplicaciones y discusión.

En este apartado serán descritos los resultados obtenidos en los estudios experimentales hechos en las probetas y tras haber aplicado los productos de consolidación seleccionados.

Algunos cambios tales como, la saturación, el color, el brillo y la pulverulencias pueden ser evaluados visualmente, con la ayuda de microscopio digital o de la lupa.

Aunque las inspecciones visuales sean subjetivas, son muy importantes para determinar a priori lo que pasa con las capas de pintura.

En la obra real, los restauradores trabajamos bajo la presión de los tiempos de entrega, de los presupuestos y de la falta de medios para examinar con exactitud los procesos. No podemos olvidar que somos profesionales de la conservación y restauración y trabajamos ante la preservación del Patrimonio de grupos muy numerosos y algunos con relevancias más allá de local, así que los trabajos a desarrollar deben estar estudiados y analizados mediante ensayos previos, pero como decía contamos con inconvenientes que nos hacen actuar de manera mecánica y en muchos casos automática. Con esta Tesina Final de Master se pretende llegar a un punto y aparte con algunos de los procesos que seguimos desarrollando en la práctica de la consolidación de pinturas murales temples. Después de realizar una revisión bibliográfica, de leer diversos informes de actuación y con la falta de medios de mediciones exactas ante la que nos encontramos en este estudio, nos guiaremos sólo y únicamente mediante el examen visual y el estudio de los materiales a nivel de fichas técnicas y la práctica ejercida sobre las muestras, para sacar posibles y válidas conclusiones de actuación en la consolidación de este tipo de superficies pictóricas. Por que no olvidemos que, el primer acercamiento siempre es visual, el segundo es el táctil, y por último la profundización del comportamiento futuro de los materiales, al cual no haremos referencia en este ensayo más allá de las aportaciones técnicas que nos facilitan los distribuidores y de la práctica en el uso con la que contamos.

El punto de partida para realizar la aplicación de consolidantes fue determinado por el empleo de los mismos. Se realizaron pruebas de aplicación de los distintos consolidantes tanto con aerógrafo como con la aplicación de papel japonés y pincel. Se escogieron dos muestras para la prueba de cada uno de los consolidantes en baja proporción y probar un tipo u otro de aplicación de los mismos. Empezamos usando las resinas Acril 33 al 10 % en agua desionizada y Paraloid B- 72 en acetona. Ambas muy usadas en la práctica de consolidación como hemos señalado en puntos anteriores.

A continuación se repitió la misma operación usando el Klucel G al 2% en alcohol etílico, el Aquazol 500 al 10% en (solución de agua desionizada y un 10% de alcohol etílico) y el Funori al 10% en agua desionizada (partiendo de la preparación del funori madre).

Por último se realizó en una sola prueba la aplicación del fijativo comercial de Talens, con una sola aplicación se veía la homogeneidad del adhesivo sobre la superficie pulverulenta. El grado de consolidación era bastante aceptable aunque cambiaba sustancialmente la textura de la capa de policromía. Mientras secaban las muestras anteriores pudimos ir valorando los tiempos de secado, las facilidades de aplicación y los efectos que producían sobre las pinturas.



FIGURA 24. MEZCLAS DE CONSOLIDANTES PREPARADAS PARA LAS PRIMERAS APLICACIONES

Con esta primera aplicación pudimos ver, la eficacia de la aplicación de los consolidantes mediante el aerógrafo y la capacidad de dispersarse los disolventes hacia las zonas en las que no se quería aplicar el consolidante con la aplicación mediante papel. Esto ocurría, sobre todo, con la mezcla del Acril 33. Además pudimos desechar por completo, la aplicación de la mezcla con acetona, por formar halos blanquecinos sobre toda la superficie tratada al aplicar el consolidante con aerógrafo. Otras de las primeras percepciones fue el óptimo de los resultados que daba la aplicación del Funori, bien fuese aplicado mediante papel o mediante aerógrafo. En un estado intermedio de este y los primeros, pudimos observar que las aplicaciones de Klucel G y las de Aquazol 500, tenían posibilidades de aplicación.



FIGURAS 25 Y 26. SOLUCIÓN DE ACRIL 33 AL 10% EN AGUA MEDIANTE PAPEL Y PARALOID B-72 EN ACETONA CON AERÓGRAFO RESPECTIVAMENTE.

Ante este primer acercamiento a los materiales y el resultado empezamos a valorar la Metodología de aplicación del adhesivo, la Concentración del adhesivo y el tipo de disolvente y por último su naturaleza. Con el fin de establecer un método de consolidación que asegurase un buen comportamiento sobre las superficies pintadas.

Parámetros que debíamos tener en cuenta a partir de este punto:

- Cambios cromáticos: debidos a la aparición de brillos en superficie por que el adhesivo no haya penetrado bien en los poros del material. También provocados por la saturación de los mismos o por la formación de un film superficial que cambie el aspecto formal de la textura de la pintura.
- Principalmente en no afectar los acabados mate de las pinturas realizadas, ni en las texturas de las mismas. Teniendo en cuenta la porosidad de los materiales, la higroscopicidad y las dimensiones ante las que nos podemos enfrentar en pintura mural.
- Revisión de las metodologías de aplicación de consolidantes.
- Analizar sus capacidades para proporcionar estabilidad y durabilidad entre estratos.
- Comparación entre los materiales adhesivos seleccionados.
- Valoración final de las pinturas tras la aplicación de los consolidantes. Su inalterabilidad en factores como la permeabilidad de las mismas, ya que de origen es un material poroso e higroscópico. Comprobación y comparación de los acabados de las muestras teniendo en cuenta los cambios estéticos tipo brillo, saturación o cambios de textura y; las capacidades de cohesión de partículas según el uso de diferentes consolidantes, sus proporciones y su forma de aplicación.

Tras estas consideraciones, seguimos insistiendo en el uso de las resinas sintéticas Acril 33 y Paraloid B-72 y es que con tanto empleo de las mismas en la consolidación de pinturas murales era casi imposible pensar que no pudiesen darnos mejores resultados. Hicimos la prueba de bajar la proporción del Acril 33 al 5% y de mezclar el Paraloid B-72 con xileno al 5%, evitando así la formación de halos blanquecinos (suponemos por el cambio de temperatura entre la acetona y el ambiente y estos con el material) y de la formación de brillos en superficie. Desde el primer momento, estas mezclas cumplían el objetivo de consolidar las partículas pero en cambio suponían

una transformación estética sobre las pinturas. Las nuevas mezclas empleadas dejaron erradicado en el ensayo el uso del Paraloid B- 72, fuese con el disolvente que fuese y planteó ciertas dudas sobre el uso del Acril 33 a esta proporción, puesto que la saturación era menor y la consolidación bastante aceptable.



FIGURA 27. ACRIL 33 AL 10% EN AGUA DESIONIZADA APLICADO CON AERÓGRAFO



FIGURA 28. ACRIL 33 AL 10% EN AGUA DESIONIZADA APLICADO CON AERÓGRAFO

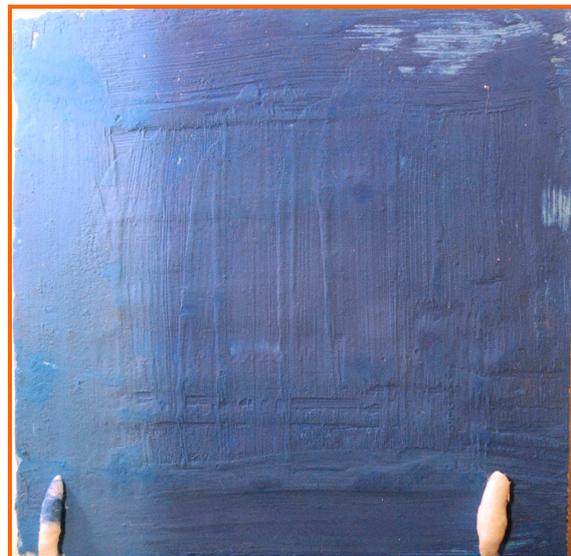


FIGURA 29. PARALOID B- 72 AL 5% EN XILENO APLICADO CON AERÓGRAFO

En cuanto al uso del Aquazol 500 nos resultó en principio un tanto viscoso y con pocas capacidades adhesivas para aplicar con el aerógrafo, en cambio según su ficha técnica leímos que sus propiedades eran termoplásticas y de comportamientos similares a los de la Beva OF 371. Así que procedimos entre otras a la aplicación del adhesivo mediante papel Japón preparado previamente para intentar aportar la menor cantidad de humedad a la pintura.

Esto no resultó muy práctico debido a que las capacidades de adhesión eran muy débiles, la saturación y el cambio cromático eran muy elevados ante la aplicación de más de un papel. Como decíamos las capacidades termoplásticas del adhesivo nos llevó a realizar una consolidación tal y como si de una coletta se tratase. Aplicamos el adhesivo sobre un papel japonés y a continuación aplicamos calor sobre la superficie para lograr la evaporación del disolvente y conseguir la cohesión. Los resultados visuales no fueron del todo malos, a pesar de la línea que marcaba la zona tratada de la que no lo estaba, y tampoco era muy malo el grado de consolidación, pero sí que fue determinante la gran condensación que se formaba por el reverso de la muestra.

La superficie dónde apoyaba la muestra quedó totalmente mojada. Esto supuso pensar que esta aportación de calor no era nada aconsejable para estos soportes murales.



FIGURAS 30 Y 31. APLICACIÓN DE CALOR PARA CONSOLIDAR MEDIANTE PAPEL JAPONES Y AQUAZOL 500 AL 10% Y RESULTADO DE LA MUESTRA TRAS LA APLICACIÓN

En cuanto al uso del Klugel G, tanto desde la primera proporción como las diversas mezclas que se fueron realizando, comprobamos que como decía su ficha técnica, sus capacidades de consolidante eran muy reducidas y en este tipo de soportes no dieron resultados óptimos, en cuanto a cambios estéticos, como para elegirlo un adhesivo adecuado.

En cuanto a la utilización del Funori se vio desde las primeras aplicaciones unos resultados ópticos excelentes. Tanto con la aplicación mediante papel japo y pincel como con el aerógrafo. El trabajo fundamental de este adhesivo se fue desarrollando en cuanto a las capas de aplicación, las proporciones e incluso las mezclas con otros de los adhesivos. El punto final estaba en encontrar sus características ópticas junto con las capacidades adhesivas del mismo en varias aplicaciones o con las de otros de los adhesivos que nos proponíamos a estudiar.

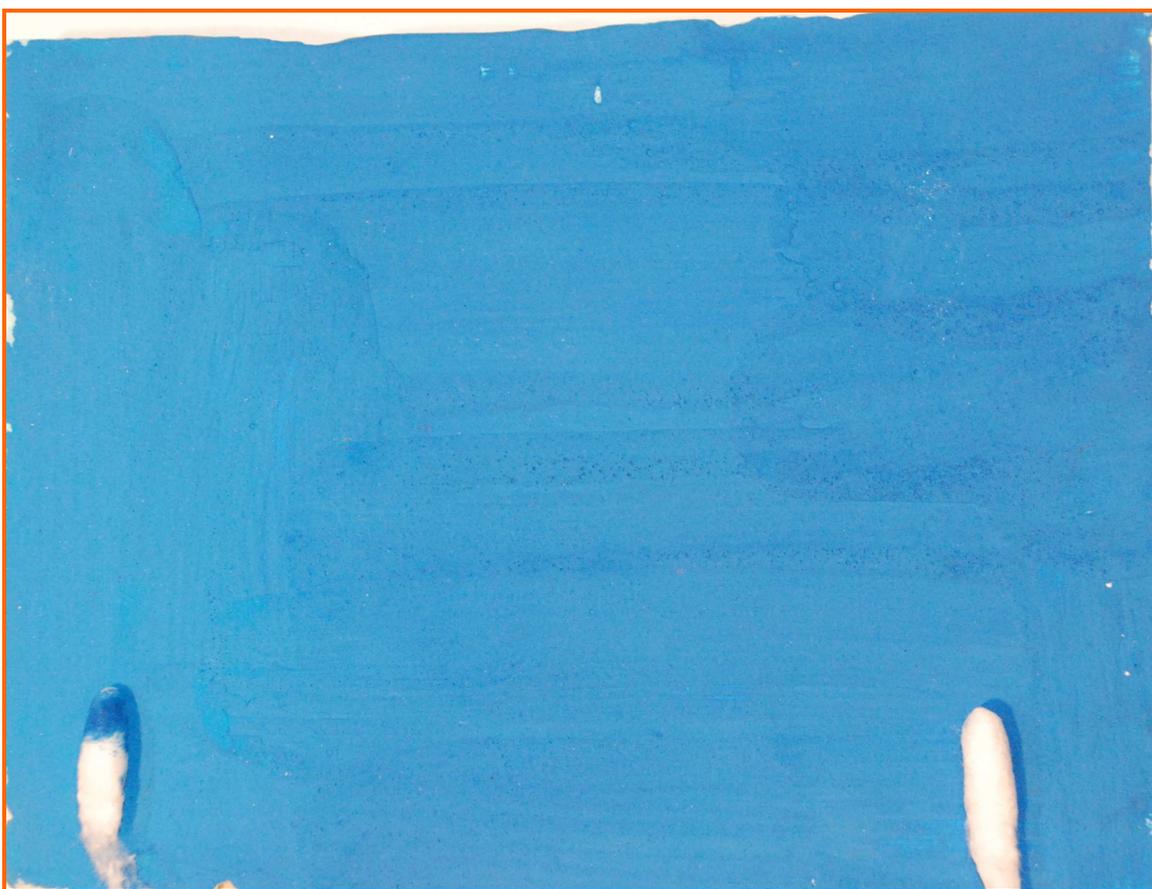


FIGURA 27. CONSOLIDACIÓN REALIZADA MEDIANTE LA APLICACIÓN CON AERÓGRAFO DE 60% (FUNORI AL 50% EN AGUA DESIONIZADA) + 40% (KLUCEL AL 2% EN ALCOHOL ETTÍLICO)

Atendiendo a los objetivos planteados con los consolidantes se llevó esta misma mezcla, que mencionamos en la foto anterior, a la aplicación sobre muestras realizadas sobre otros colores. Dando igual de satisfactoria y además consiguiendo un nivel de consolidación ideal para esta problemática.

Resumiendo lo que hemos ido desarrollando líneas arriba, podemos decir que, la **adaptación del sistema de aplicación** de los consolidantes a las superficies murales es fundamental. Los daños en pintura mural pueden producirse en zonas concretas, grandes o casi en la totalidad. Contando con que la extensión general de este tipo de obras suele ser amplio.

Por lo que llegamos a la conclusión inicial que la **aplicación mediante aerógrafo o aerosol es la más adecuada para este tipo de soportes**. Una aplicación con aerógrafo o aerosol proporciona mayor homogeneidad en la aplicación del consolidante y hace que la aportación de humedad sea menor. Además hay que contar que en pintura mural podemos contar con superficies muy grandes, por lo que debemos encontrar metodologías que sean eficaces.

Por el contrario, la aplicación de las mezclas mediante pincel y papel japonés supone una mayor aportación de humedad aunque en adhesivos como el Funori esto no sea un condicionante debido a sus cualidades como material. (Ya que este no provoca cambios estéticos sobre pinturas mate). Además de dificultar los procesos en grandes zonas y poder provocar más daños en la película pictórica.

Una vez decidida la metodología de actuación, el **aerógrafo** fue entendido como el vehículo **perfecto para la aplicación** de cualquiera de los materiales, salvando la viscosidad y las capacidades termoplásticas del Aquazol 500. El resultado fue totalmente negativo, y es que resumiendo podemos decir que, el **Aquazol 500** es un tipo de adhesivo que para este tipo de pinturas **no debe ser usado** y es que satura exageradamente el color y puede dar lugar a cercos o manchas de humedad. Aunque si es cierto que sus capacidades de cohesión de partículas es excelente. Podríamos compararlo con las resinas sintéticas **Acril 33** o el **Paraloid B- 72**. Estas resinas han sido las más usadas y es que sus buenas capacidades de adhesión podrían hacer de ellas un perfecto fijativo de partículas pictóricas pulverulentas, además son muy fáciles de preparar y de aplicar. Pero **cambian totalmente las características formales de estas pinturas**, aportando brillos indeseados, saturaciones excesivas del color e incluso cambios en las texturas llegando a saturar los poros.

Por otro lado, el uso del **Klucel G** ha sido un adhesivo aceptable **a niveles ópticos** para este tipo de pintura, pero a nivel de consolidación es un **adhesivo de muy bajas propiedades**. Algo que pasa con el **Funori**, que además de ser un adhesivo natural orgánico, mantiene en perfecto estado las propiedades ópticas de la pintura pero su poder adhesivo es bastante limitado a no ser que se

use en muy altas concentraciones. Esto puede ser un problema para las obras murales y es que un adhesivo orgánico aplicado en lugares dónde la humedad y los cambios de temperatura están a la orden del día, puede dar lugar a la aparición de microorganismos. Pero es cierto que en pintura mural son muchos los productos orgánicos que se utilizan para este y otro tipo de actuaciones. Como solución se puede añadir un fungicida además de contar con la peculiaridad de que este adhesivo se aplica en frío por lo que no se aportará mayor estrés a los materiales constitutivos.

Concretando, la aplicación de **mezclas** concentradas de **Funori** con añadidos de **Klucel G** en baja proporción hace de estas mezclas aptas para la cohesión de partículas pulverulentas sin provocar daños estéticos aparentes en la pintura ni en la porosidad de los materiales. En su contra debemos hablar de lo costosa de preparar que resulta la mezcla del Funori y de lo costosa económicamente que resulta este tipo de mezcla. Pero es cierto que, la aplicación resulta fácil y homogénea y la toxicidad hacia el restaurador y la obra es muy baja.

Para finalizar en el estudio, hablaremos del fijativo comercial para pastel de la casa Talens. Este producto nos resulta fácil de encontrar, de aplicar y económico para grandes superficies. Su toxicidad es un poco más elevada que las mezclas anteriores de las que hablábamos aunque resulta bastante aceptable en cuanto al grado de cohesión de partículas que se obtiene. Aunque si es cierto que, la aplicación sucesiva del fijativo puede dar lugar a saturaciones y ligeros cambios en la textura de la pintura. Y es que puede llegar a quedar por encima de la capa de policromía.

Como sistema ideal, y siguiendo con los objetivos planteados podemos hablar de la aplicación con aerosoles, aerógrafos o pistolas y compresor, de esta manera conseguimos una **mayor eficacia** en los procesos **y mayor homogeneidad** en la aplicación de los consolidantes. Hacemos que este aporte una cohesión entre las partículas sin llegar a formar capas por encima de la película pictórica. La validez de la consolidación la daremos óptima cuando al pasar un cuerpo sobre la película pictórica no queden restos de la misma sobre el cuerpo y además hayamos conseguido que no existan transformaciones ópticas sobre la pintura.

Tras el ensayo en estas muestras y el uso de los diferentes consolidantes tanto en formas de aplicación, como en proporción, como en la mezcla entre ellos, **se desaconseja el uso de resinas sintéticas vinílicas y acrílicas** pues aportan una saturación del color, obstruyen la porosidad y aumentan el índice de refracción. Por lo que desaconsejamos el uso del **Acril 33**, el **Paraloid B-72** e incluso de la nueva fórmula comercial del **Aquazol 500** para este tipo de pinturas, aunque las capacidades adhesivas sean perfectas. Es preferible en estos casos el uso del Funori, consigue mediante la aplicación de capas sucesivas la perfecta consolidación y no provoca daños estéticos ni formales en la superficie, además no es tóxico para la obra ni para el restaurador. Mezclado con bajas soluciones de Klucel G se logran perfectas consolidaciones con tan sólo una aplicación.

Dejamos los fijativos para pastel comerciales como recurso ante una falta de medios o ante una situación extrema en la que estos anteriores no puedan usarse y se deba intervenir la obra a nivel de consolidación para proceder a los demás procesos.

Queda decir que, todas estas líneas en las que se discute sobre esta problemática y sobre el empleo de los materiales consolidantes elegidos, no hacen referencia a verdades absolutas y siempre están expuestas desde el punto de vista del restaurador. Queda para futuras investigaciones el estudio del comportamiento de estos materiales y en conjunto con este tipo de obras murales y policromías. Su estabilidad en el tiempo, su envejecimiento y su relación de envejecimiento con estos materiales. Posibles efectos secundarios.

Conclusiones

- Más allá de las fuentes bibliográficas y del empleo de ciertos materiales en la consolidación de pinturas murales al temple se ha elaborado un planteamiento comparativo de ciertos materiales de consolidación, de técnicas de aplicación y criterios de intervención que nos proporciona una visión más global y nos sitúa en el estado de la cuestión de la necesidad de nuevos criterios.
- Aplicando los distintos consolidantes elegidos sobre las muestras preparadas, se ha observado que la práctica tradicional del uso del papel japonés y aplicación del adhesivo con pincel en este tipo de pinturas y ante estos daños de descohesión de partículas no favorece en absoluto a los acabados de las mismas.
- Se establece la validez de la consolidación superficial, ya sea para abordarla de forma puntual, en conjunto o en su totalidad, con la aplicación de los adhesivos con aerógrafos, pistolas de presión o aerosol. Logran una aplicación más homogénea sobre las superficies y no dejan marcas en las zonas en las que no se quiere intervenir. Aportan en todos los casos menor cantidad de humedad a la pintura y no saturan los poros de la película pictórica.
- Debido a la forma en que se han aplicado es posible controlar y favorecer la buena penetración del adhesivo, ya que los consolidantes para usarlos con el aerógrafo han de estar en bajas proporciones y disoluciones fluidas. La aplicación de estos en capas sucesivas y con materiales que penetren entre los poros hace de la consolidación una correcta actuación sin transformaciones físicas o propias del material.
- La aplicación de adhesivos sintéticos, ya sea Acril 33, Paraloid B-72 y Aquazol 500 responden a la perfección al objetivo de consolidación de las partículas desde sus proporciones de mezclas más bajas. En su contra añadimos que el uso de estas resinas cambia totalmente la apariencia de las mismas aportando altos niveles de saturación del color, cambios en la porosidad e incluso favoreciendo la aparición de brillos.
- Ante los resultados de estas resinas, se valora como sistema ideal para este tipo de pinturas el uso de resinas naturales, tales como el Funori y la adición de pequeñas

proporciones de Klucel G, que responden a la perfección a la estética de las pinturas y llegan a lograr la consolidación de las mismas.

- Ante los resultados obtenidos y viendo el comportamiento de los materiales y las pinturas se aconseja para este tipo de problemáticas en pinturas murales al temple desestimar el uso de las resinas sintéticas “reinas” como vehículo de respuesta ante este tipo de actuaciones. Incorporando a este campo otro tipo de resinas naturales u otras resinas que no usadas en pintura mural favorecen la práctica de la consolidación de este tipo de pinturas.
- Por último, expresar la necesidad de ampliar estas consideraciones que se han tomado como positivas desde la visión práctica del restaurador, con estudios específicos y para futuras investigaciones, sobre los materiales en cuestión y su comportamiento entre ellos a lo largo del tiempo. Y así lograr mejores actuaciones de consolidación en pinturas de este tipo entre los restauradores y conservadores que trabajamos habitualmente.









PARTE I.
CONOCIMIENTO DE LOS MATERIALES CONSTITUTIVOS.

El yeso. Definición, principales formas naturales, obtención y clasificación.

Propiedades del yeso.

Usos del yeso. El empleo de los yesos en la arquitectura.

La técnica de la pintura al temple. Pigmentos y aglutinantes.

El yeso. Definición, principales formas naturales, obtención y clasificación.

Según la Real Academia de la Lengua Española, “**Yeso**” (Del lat. *gypsum*, y este del gr. γύψος). Sulfato de calcio hidratado, compacto o terroso, blanco por lo común, tenaz y tan blando que se raya con la uña. Deshidratado por la acción del fuego y molido, tiene la propiedad de endurecerse rápidamente cuando se amasa con agua, y se emplea en la construcción y en la escultura además de la medicina.

El yeso, **CaSO₄·2H₂O**, es un mineral común el cual se encuentra en la naturaleza por la precipitación del sulfato de calcio en agua de mar, como también esta generalmente asociado a la caliza debido a la acción del ácido sulfúrico proveniente de zonas volcánicas sobre la caliza por la siguiente reacción:

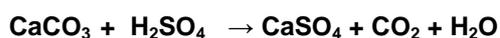


FIGURA 1. EJEMPLO PIEDRA DE ALJEZ. <http://ceramica.wikia.com/wiki/Aljez>

Propiedades físicas. Cómo reconocerlo

En cristales seleníticos se reconoce fácilmente por su hábito y exfoliación basal que permite dividirlo en finas láminas, así como por su baja dureza, ya que se raya fácilmente con la uña.

Los ejemplares masivos se pueden confundir con ejemplares masivos de otros sulfatos y con algunos carbonatos, pero su baja dureza, solubilidad en agua y ácido caliente, y la no efervescencia con HCl en frío, lo distinguen de éstos. Las variedades alabastrinas se pueden confundir la anhidrita masiva cuando ésta carece de exfoliación pseudotetragonal.

Su color es muy variable en función de las impurezas que contiene. Así, los ejemplares puros son incoloros o blancos; los que poseen impurezas de óxido de hierro 3 (Oligisto), presentan color rojo intenso o rosado; los ejemplares con óxido de hierro 2, presentan coloraciones azuladas o verdosas; los que son ricos en restos de materia orgánica u óxidos de manganeso, son negros.

Variedades

a- Yeso masivo; mineral masivo de diversos colores en función de las impurezas, opaco y mate, a veces granular.

b- Alabastrino: variedad de yeso masivo o sacaroideo de colores claros y traslucidos, utilizado para la fabricación de esculturas diversas y en ventanales durante la Edad Media.

c- Selenítico: Yeso en grandes cristales tabulares (hasta más de 1 metro), espático, transparente, incoloro o débilmente coloreado, de brillo vítreo y fácilmente exfoliable en finísimas láminas.

d- Lenticular: Subvariedad del anterior en cristales lenticulares de menor tamaño.

e- Fibroso o columnar: Agregado de cristales fibrosos de yeso, que aparece rellenando fracturas, con brillo céreo, sedoso o madreporico y color claro.

f- Acicular: Cristales incoloros, transparentes y prismáticos, con intenso brillo vítreo, relativamente común en zonas de alteración de sulfuros (Cartagena-La Unión).

g- Maclas en punta de flecha, en libro y agregados lenticulares en rosa del desierto.

Ambiente de formación

El principal ambiente de formación del yeso, es el sedimentario de tipo evaporítico. Éste se genera por la evaporación progresiva de aguas ricas en sulfatos y cloruros, que proceden principalmente de ambientes marinos sometidos a un clima cálido y seco. En las salinas cristaliza tras la precipitación de los carbonatos y antes de la cristalización de las sales.

También en aguas continentales sometidas a climas cálidos y secos, aunque en estos casos gran parte de las sales proceden de la disolución de sales contenidas en antiguos sedimentos marinos o medios continentales invadidos periódicamente por el mar.

También aparece por la hidratación de la anhidrita, por la acción del ácido sulfúrico procedente de sulfuros al actuar sobre rocas carbonatadas, como en la Unión y Portman. Asociado también a volcanismo y termalismo, por las fumarolas de aguas sulfurosas.

Las partes vitales del proceso son:

1º Extracción de las piedras. 2º Trituración y selección. 3º Deshidratación en hornos. 4º Molido, cernido y envasado.

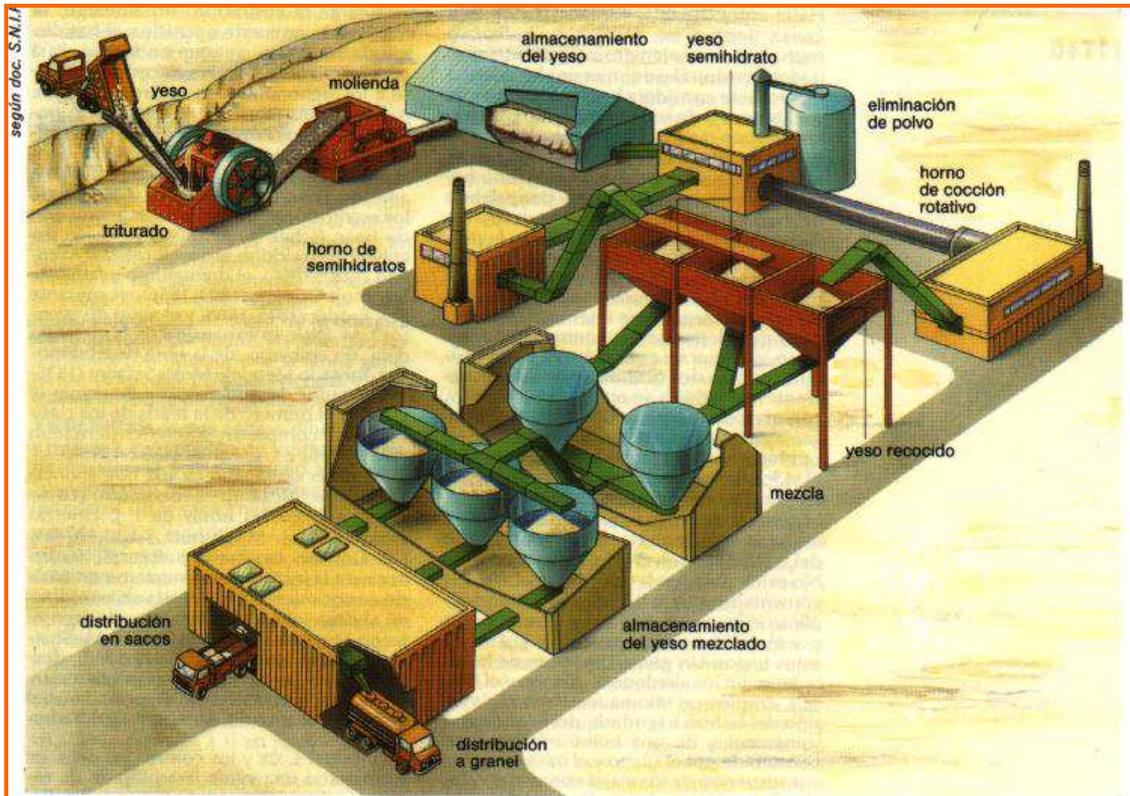


FIGURA 2. IMAGEN DEL PROCESO DE LA EXTRACCIÓN DEL YESO Y SU DISTRIBUCIÓN

Tipos.

Se producen varios tipos de sulfato cálcico: dihidratado, semihidratado y anhídrido. La calidad y propiedades particulares de cada yeso fabricado dependen de numerosas causas, siendo las principales las siguientes:

- 1º Calidad y composición de la piedra de cantera.
- 2º Mayor o menor grado de selección practicada.
- 3º Método empleado para la cocción.
- 4º Temperatura y tiempo empleado en la cocción.

5º La perfección del molido, cernido y acabado del yeso obtenido.

Al combinar estas variantes, obtenemos diversos tipos de yeso con unas propiedades y aplicaciones distintas unos de otros.

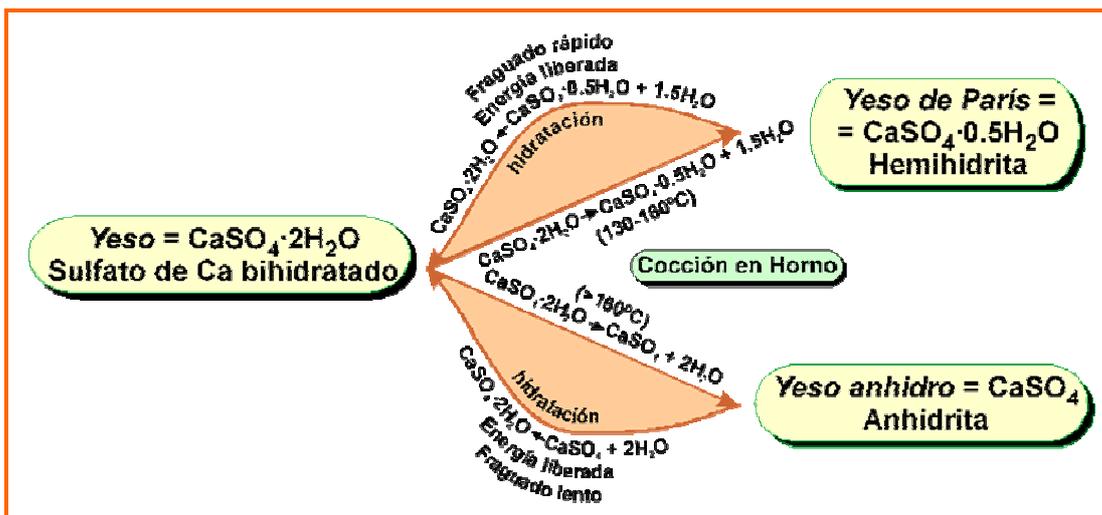


FIGURA 3. Ciclo del yeso: cocción, hidratación y fraguado de escayola. Nótese que la temperatura de cocción controla el tipo de escayola, ya que a <160° se forma hemihidrita (yeso de París) que fragua rápidamente y a >160° se forma anhidrita (yeso anhidro) que fragua lentamente, aunque el producto final es el mismo, yeso. <http://www.ugr.es/~agcasco/personal/restauracion/teoria/TEMA04.htm>

Tipos comerciales de yeso.

Pese a ser convencionales, ya que en cada sitio o región se les nombra de un modo y según sus costumbres, las denominaciones que constituyen los tipos comunes son Yeso común o gris, Yeso blanco, Yeso blanco fino o escayola, Yesos especiales.

Dentro de éstos, los que tienen interés para nosotros son el yeso blanco y el blanco fino o escayola y algunos de los especiales. Los veremos de forma breve:

Yeso blanco. Se cuece entre 200° y 220° C. Tendrá un mínimo de 65% semihidratado. Se emplea en moldes.

Yeso plafón. Su cocción es entre 300° y 400° C durante un período de 8 a 14 horas. Esta es una variedad más blanca y costosa que la anterior. Suele tardar en fraguar de 5 a 20 minutos en

condiciones normales. Se utiliza para hacer adornos, elementos decorativos, reproducciones artísticas, etc.

Yeso fino o escayola. Es el más caro y de mejor calidad. Se hace de trozos de alabastro, yeso puro. Su temperatura de cocción es entre 400° y 500° C durante un período de 15 a 20 horas. Se emplea en trabajos de moldeado para dentistas, artistas y en reproducciones artísticas.

Yeso cocido muerto o de pintor. Se obtiene cociéndolo a 525° o a 300° C durante mucho tiempo; es el yeso de estuco. Se emplea en el estucado de la madera, etc.

Yesos especiales. Todos ellos tienen la finalidad de aumentar algunas de sus prioridades, como resistencia mecánica, fortaleza, o imitar a otros materiales. Entre otros podemos indicar:

Yeso armado. Se mezcla o una con estopas, cañas, paja cortada, fibras de vidrio, etc. Se consigue que la masa ofrezca más resistencia a las roturas, al ganar en fortaleza gracias al refuerzo.

Yeso armado con estopas. Se compone del yeso fino de la mejor calidad, estopas finas y algunas veces creta fina; es parecido al anterior.

Yeso de pasta fuerte. Para dar una masa más compacta y hacerla más fuerte, al yeso se le añade cola de conejo, gelatina o bien dextrina. (Para mayor ampliación del tema ver apartado 1.8 Endurecimiento del yeso o escayola).

Yeso de mármol. Se mezcla yeso, polvo de mármol y colorantes adecuados para formar vetados. Es una imitación del mármol.

Propiedades del yeso.

Entre las buenas propiedades del yeso como material para revestimiento, destacan las buenas prestaciones desde el punto de vista de la habitabilidad, la durabilidad y la protección ante el fuego.

Habitabilidad: Se pueden considerar los revestimientos de yeso como elementos constructivos que colaboran eficazmente en el acondicionamiento térmico, higrotérmico, acústico y lumínico de los edificios.

Aislamiento térmico.

En cuanto al coeficiente de conductividad térmica del yeso (medida indirecta de la resistencia térmica de un material, es decir a menor coeficiente mayor aislamiento térmico), comentar que varía dependiendo de la densidad y humedad de los revestimientos. Así en productos ligeros de yeso celular se alcanzan valores que suponen un extraordinario poder de aislamiento térmico, mientras que en yesos más densos se obtienen valores que lo sitúan en un buen puesto con respecto a otros materiales.

Regulación higrotérmica

En el caso de las paredes revestidas con yeso, la eliminación del vapor de agua se puede realizar a través de ellas por ser la difusión relativa a través del yeso unas quince veces menor que a través del aire, afirmando por tanto que a través del yeso las edificaciones transpiran.

Acondicionamiento acústico

La influencia de los revestimientos de yeso, en cuanto al aislamiento ante el ruido aéreo, no es apreciable. En cuanto al coeficiente de absorción acústica del yeso, comentar que es muy bajo, pero se puede mejorar actuando en la superficie del yeso mediante tratamientos como la microfisuración superficial del material, para de esta forma conseguir que la energía sonora se atenúe a medida en que la onda penetra por el yeso.

Reflexión luminosa

Esta propiedad depende fundamentalmente de la capa de terminación de las paredes: el yeso, únicamente cuando se deja visto, tiene una influencia en ella.

Durabilidad: Las acciones a las que están sometidas los revestimientos interiores, las podemos clasificar en mecánicas y debidas al agua.

En cuanto a las acciones mecánicas destacan las debidas a impactos o choques. Por tanto. la propiedad que más interesa conocer es la de su dureza superficial que por regla general y en condiciones normales de utilización es suficiente. De todas formas esta propiedad está relacionada directamente con la densidad del revestimiento y por tanto de la relación A/Y con la que se amase.

Variaciones dimensionales: Una vez seco el yeso, como los demás productos minerales. Tiende a aumentar su volumen por humectación y a reducirlo por secado, de modo que puede haber

oscilaciones máximas de 1.5 a 2 mm/m. Además, el coeficiente de dilatación térmica de los yesos empleados ordinariamente en la construcción es de $20 \times 10^{-6} \times \text{KG}^{-1}$

Alteraciones debidas al agua: la solubilidad del yeso en agua no es muy elevada, pero el deterioro que ésta produce en los elementos de yeso es debido a pérdida de resistencia que experimentan en presencia de humedad y que puede explicarse considerando que el agua libre absorbida por el yeso actúa a modo de lubricante entre su estructura cristalina deshaciendo la trabazón formada por la disposición de los cristales. El grado de absorción de agua depende de la porosidad de yeso y por tanto, de su densidad y de su agua de amasado.

El yeso presenta una serie de propiedades que le dan características plásticas determinadas. Estas son:

El sulfato cálcico es un material muy blando, en la escala de Mohs ocupa el segundo lugar. El yeso cocido es de color blanco, suave al tacto y, apretándolo con la mano, se aglomera.

Solubilidad, plasticidad y fraguado. Es soluble en agua y, al amasarlo con ésta forma una pasta que es plástica y que después se endurece. La reacción que se produce al mezclar el yeso con el agua se denomina fraguado. El tiempo de fraguado disminuirá si aumentamos la relación yeso-agua y si prolongamos el amasado.

Nosotros podemos determinar esta relación (agua-yeso), así como el control del tiempo y agitación de la escayola, tomando referencias de las cantidades agua-yeso, y el resto nos lo dará la práctica y la experiencia.

Con agua caliente superior a 60°C se mantiene fluida la pasta varias horas. Hay que evitar la evaporación del agua. Si la dejamos enfriar a 40°C , se produce un fraguado de gran rapidez. Esta rapidez de fraguado en los amasados normales nos obliga a trabajar con gran celeridad y con pequeñas cantidades. En la actualidad, podemos evitar estos problemas de aceleración del fraguado con la adición de compuestos químicos, utilizando retardadores o, si queremos mayor rapidez, con acelerantes.

Usos del yeso. El empleo de los yesos en la arquitectura.

Los usos del yeso todos se caracterizan por no exigir de una gran pureza de este debido a que se usa el yeso generalmente como material de construcción o moldeos varios, aquí se resumen algunos usos del yeso:

- Manejando cuidadosamente las concentraciones de ácido sulfúrico agregados a las rocas fosfatadas, se logra una mezcla de yeso, sulfato monocalcico y dicálcico, esta mezcla es utilizada como fertilizante conocido como superfosfato.
- El yeso comprimido en bloques puede usarse en edificios para la construcción de paredes que no soporten pesos excesivos
- Calentando el yeso a 128° C se obtiene el $\text{CaSO}_4 \cdot 1\text{H}_2\text{O}$ conocido como yeso de París, cuando este material se mezcla con agua, se solidifican en poco tiempo en un bloque duro, fácilmente desgastable, los cristales rehidratados se ordenan de tal manera que produce una expansión del volumen, es por esta razón que se usa para hacer moldes de estatuillas, cerámicas, placas dentales, moldes para tablillas quirúrgicas y piezas metálicas delicadas para instrumentos de precisión.

Según leemos en el libro "Arte de Albañilería"

YESO

Llamamos yeso al polvo que resulta de la calcinación de una especie de piedra a quien se da el mismo nombre, que abunda en muchos países. La piedra yeso está cristalizada en diferentes figuras, y es muy diversa una de otra en cuanto a la figura y aspecto interior y exterior; pero en cuanto a sus propiedades toda es una, con la diferencia de ser mas o menos limpia, y mas o menos fuerte. Es uno de los materiales más útiles, y el más cómodo que se conoce para la construcción de aquellas partes de los edificios que han de estar en seco, pues luego que calcinada moderadamente y molida se hace polvo, mezclándole con agua se forma una masa, que gastada con prontitud, dándole la figura que se quiere, toma cuerpo y se endurece sin dilación.

Distinguimos para las obras dos especies de yeso, uno que se llama negro o moreno, y otro blanco. El negro es el que comúnmente se usa para forjar tabiques, suelos &c., y el blanco se hace de una piedra alabastrina, cristalizada en lo interior a manera de sal, y es una materia excelente para los enlucidos. Se debe procurar que uno y otro sea limpio y libre de otras materias extrañas; su calcinación ha de ser no mas que hasta cierto término, cuyo punto preciso conocen muy bien los prácticos; pues si le calcinan poco es difícil de machacar, y si le calcinan mucho se pasa, y se

convierte en ceniza su virtud. Se conoce cuando está pasado en que requema y maltrata las manos de los que le gastan, al modo que la cal.

La calcinación de yeso debería hacerse, cuando haya posibilidad, en la misma obra, o en sus cercanías; porque sobre ser mejor gastándole recién calcinado, hay la ventaja de poder cuidar que los manipulantes no le den demasiado fuego a fin de poder macharlo mejor, o no le adulteren mezclando tierra, ceniza u otra cosa, lo cual se conoce en que al tiempo de gastarle tarda en tomar cuerpo y fortaleza.

Calcinado que sea el yeso, se machaca, golpeándole con unas mazas de madera llamadas palancas y después se cierne para quitarle toda la piedrezuela que ha quedado cruda llamada granza, y ponerle en estado de gastarle. Comúnmente se usa sin mezcla de otra cosa, aunque algunos, si es demasiado fuerte, le echan un poco de arena cernida. Para amasarle se pone un cajón de madera llamado cuezo cerca del Albañil que le ha de gastar, por que la prontitud con que fragua y se congela no da lugar a demora alguna.

Hallandose el oficial dispuesto para gastarle, un peón práctico vierte en el cuezo el agua suficiente, que debe ser proporcionada a la cantidad de masa que el oficial pide. En esta agua echa el peón el polvo de yeso correspondiente, y lo revuelve todo junto, une y traba con las manos hasta dejarlo bien incorporado y pasado al agua con la blandura o consistencia que se necesite, según el uso que se ha de hacer. Puesta la masa en esta disposición, el peón sin pérdida de tiempo alarga con sus dos manos una pellada al oficial, que la recibe ya con la masa de la cantidad que se le pide. Los Italianos y Catalanes no le gastan con las manos inmediatamente, sino con la paleta, con la cual la amasan y gastan; pero se deja conocer que aunque este modo sea mas aseado, no es tan pronto para un material que se endurece tan fácilmente. Cuando sea bueno para obras cortas, no lo puede ser para trabajos de gran consumo, y sin duda es preferible nuestro método de Castilla, practicado con el aseo que lo enjutan algunos oficiales.

CAPITULO XVI

De los guarnecidos y jarrados.

“...Sirven estos guarnecidos para establecer las superficies y planos de las paredes perfectamente perpendiculares y anivelados, ocultando todos los desperfectos de la construcción.

Como los guarnecidos se hacen para dar la último pulimento a la obra, y para cerrar perfectamente todos los intersticios que quedan al tiempo de la construcción de las paredes, y para arreglar sus superficies, necesitan ser los materiales que se han de hacer los mas escogidos y mejor manipulados.”

“...Esta primera maniobra que se hace para el arreglo de una pared se llama comúnmente jarrado, sobre el cual se hacen los blanqueos, revocos y últimos pulimentos de las obras.

Los jarrados se hacen con mezcla de cal y arena, solo o mezclados con yeso, o solo de yeso, o bien de yeso y arena.”

CAPITULO XVIII

De los blanqueos y últimos pulimentos de las paredes interiores y exteriores.

“Arregladas las superficies interiores y exteriores en las paredes y cielos perfectamente planos con los jarrados, se hacen los blanqueos y revocos, bien sea con cal, o bien con yeso.

...Los blanqueos con yeso se hacen en la misma conformidad, y nuestros albañiles usan mas de la llana para tenderlo, y por lo regular escusan el esparabel, y la pellada, que es aquella porción corta de un material, que la depositan con la mano izquierda, y de allí toman con la llana lo que necesitan para ir poco a poco extendiéndola sobre la pared, y bien extendida por igual, y del grueso correspondiente, el peón lavador la a lavando con paños mojados, igualando y alisando los golpes que dejó la llana al extender el material, subiendo y bajando el paño por toda la tarea o andamiada que ha tendido el oficial. En España este es el modo mas usado de blanqueos, por mucho más abundante en yeso que otros paises, y tan excelente que no se puede desear mas en su blancura y fortaleza.

...Muchas son las mezclas y composiciones que se hacen con cal y yeso para los blanqueos y guarniciones de molduras, ya sea por lograr su mayor blancura, permanencia, lustre o pulimento, ya sea para colorirlas imitando mármoles capaces de pulimento. A las unas mezclas llámense siendo de yeso, yeserías; de cal estuco; y de mezcla de unos y otros en ciertas dosis y composiciones se forma la escayola colorida, con la que imitan los mármoles.”

Historia del yeso.

El yeso es un material que lo podemos encontrar habitualmente en muchas de sus formas en las obras de arte, además de en nuestra vida cotidiana. Son pocos los estudios con los que cuenta sobre su comportamiento, manipulación y puesta en obra. Pero si analizamos cualquier obra de arte podemos ver la presencia del yeso como soporte base de la mayoría de las pinturas murales realizadas a temple u óleo así como de base preparatoria en las pinturas realizadas en caballete o las preparaciones de decoraciones doradas y plateadas.

Pero siempre tendemos a pensar en el yeso como un material pobre y secundario sin darnos cuenta que desde las primeras manifestaciones artísticas ha sido uno de los materiales más empleados.

El yeso es uno de los más antiguos materiales empleado en construcción. En el período Neolítico, con el dominio del fuego, comenzó a elaborarse yeso calcinando aljez, y a utilizarlo para unir las piezas de mampostería, sellar las juntas de los muros y para revestir los paramentos de las viviendas, sustituyendo al mortero de barro. En Çatal Hüyük, durante el milenio IX a. C., encontramos guarnecidos de yeso y cal, con restos de pinturas al fresco. En la antigua Jericó, en el milenio VI a. C., se usó yeso moldeado.

En el Antiguo Egipto, durante el tercer milenio a. C., se empleó yeso para sellar las juntas de los bloques de la Gran Pirámide de Giza, y en multitud de tumbas como revestimiento y soporte de bajorrelieves pintados. El palacio de Cnosos contiene revestimientos y suelos elaborados con yeso.

El escritor griego Teofrasto, en su tratado sobre la piedra, describe el yeso (gipsos), sus yacimientos y los modos de empleo como enlucido y para ornamentación. También escribieron sobre las aplicaciones del yeso Catón y Columela. Plinio el Viejo describió su uso con gran detalle. Vitruvio, arquitecto y tratadista romano, en sus Diez libros sobre arquitectura, describe el yeso (gypsum), aunque los romanos emplearon normalmente morteros de cal y cementos naturales. La cultura musulmana difundió en España el empleo del yeso, ampliamente adoptada en el valle del Ebro y sur de Aragón, dejando hermosas muestras de su empleo decorativo en el arte de las zonas de Aragón, Toledo, Granada y Sevilla.

Durante la Edad Media, principalmente en la región de París, se empleó el yeso en revestimientos, forjados y tabiques. En el Renacimiento para decoración. Durante el periodo Barroco fue muy utilizado el estuco de yeso ornamental y la técnica del staff, muy empleada en el Rococó. En el siglo XVIII el uso del yeso en construcción se generaliza en Europa.

La técnica de la pintura al temple. Pigmentos y aglutinantes.

Ya en el Paleolítico los seres humanos empezaban a realizar sus decoraciones murales. Decoraban a modo de esquemas de sus hazañas de caza y sus movimientos habituales de la vida rutinaria. Un ejemplo son las pinturas que se encuentran en las Cuevas de Altamira (Cantabria), con una antigüedad de 15.000 años. Estos hombres, aplicaban pigmentos naturales (rojos y marrones) directamente sobre el muro, y usaban sus manos y unos primitivos pinceles hechos con ramas y hojas. Todas estas pinturas tienen un carácter simbólico por el tipo de representaciones.

En el antiguo Egipto también decoraban los muros con esculturas o pinturas. Usaban la técnica al temple, y narraban historias de sus dioses, de las dinastías faraónicas y escenas cotidianas.

Las pinturas murales más famosas del Imperio romano son las de la ciudad de Pompeya. Se han conservado, hasta la actualidad, casi intactas, ya que el volcán Vesubio cubrió toda la ciudad con lava, evitando, así, su deterioro. Cuando se descubrieron, en 1748, se encontraron hasta cuatro estilos distintos.

Durante la Edad Media se usaba la pintura mural para educar y para enseñar a los fieles las historias sagradas, pues muy poca gente sabía leer. En el Renacimiento y el Barroco, esta técnica alcanzó su máxima importancia. Se decoraban templos, iglesias, palacios..., y los temas ya no eran solo religiosos, sino también mitológicos (narraban las historias de los dioses griegos y romanos) o históricos. Los grandes pintores del momento destacaron en este arte: Rafael, Miguel Ángel, Leonardo, Rubens...

La pintura mural a seco.

De cómo pintar en seco sobre el muro, y su temple.⁴

“Los colores que utilizas para pintar al fresco puedes emplearlos también en seco; aunque hay colores que se pueden utilizar en seco, pero no al fresco, como oropimente, cinabrio, azul de Alemania, minio, Albayalde y verde de cobre.”...

...Dos tipos de temple son buenos, uno mejor que otro. El primer temple: toma la clara y la yema de un huevo, añadeles ramitas jóvenes de higuera y mézclalo todo bien. Después echa el temple a los pocillos, ni poco ni mucho, como si fuera vino medio aguado. Trabaja entonces tus colores, ya sean blanco, verde o rojo, como te enseñé al fresco, conduciéndote en los vestidos como al fresco

⁴ Cenino Cenini. El libro del arte. Capítulo LXXII.

se hace, pero ahora con temple, sin esperar a que se seque. Si pones demasiado temple, enseguida el color se agrietará y se separará del muro. Sé sabio y práctico.

... el segundo temple consiste únicamente en yema de huevo; dicho temple es universal y vale para muro, tabla o hierro; pero no puedes dar demasiado, y conviene que seas prudente.”

Consideramos temples aquellas pinturas en las que se utiliza como aglutinante sustancias como las colas animales o vegetales, el huevo, a leche y sus derivados y el aceite. Su técnica se puede ejecutar de tres maneras:

- amasar el pigmento con agua o pintando mientras se mezcla en una solución de colas.
- Pintar con agua y después pulverizar el aglutinante.
- Mezclar el aglutinante y el pigmento y diluir con agua en el momento de pintar.

Un buen temple tendrá por tanto, una buena adhesividad, gran resistencia a la acción del agua y la humedad, brillo y durabilidad en el tiempo.

Técnicas pictóricas. Temple.

La palabra **temple** se ajusta al concepto de pintura aplicada sobre el mortero seco. Los pigmentos quedan fijos en el encalado por la técnica de realización, es decir, por el aglutinante, no por la carbonatación de la cal.

El temple es una técnica pictórica que consiste en emulsionar los pigmentos con un agente ligante. Estos agentes ligantes o mejor dicho, estos aglutinantes pueden ser de naturaleza natural o sintética.

Si hablamos de los temples de emulsiones naturales podemos diferenciar entre los temples magros y grasos. Nos centraremos en las características de los temples magros, puesto que son el lugar que ocupa nuestro estudio pormenorizado de nuestra investigación.

Pero digamos también que, cualquiera de las emulsiones que se realicen como elementos de aglutinar colores forma películas pictóricas al temple ya sea en disoluciones o en emulsiones.

Volviendo a los temples de huevo, podemos decir que estos han sido tienen muy buena estabilidad en la emulsión y muy resistente e insoluble en agua una vez seca. No olvidemos que las pinturas realizadas en los antiguos cuadros italianos y realizados al temple de huevo han sido los que más han resistido a los agentes externos. Y es que ya desde la Antigüedad la yema de huevo ha sido usada en el arte y ha sido ingrediente fundamental en recetas de la Edad Media.

Los colores que se utilizan para la pintura al temple son todos sin excepción, estos no tienen ningún tipo de alteración con respecto al aglutinante o a la superficie mural donde se aplican. Previamente estos colores se amasan con agua y se pueden conservar en frascos donde contengan una pequeña proporción de agua por encima. De esta manera los colores se pueden ir

usando con toda clase de emulsión que se haga para pintar, aunque con el tiempo aparezcan secos en el frasco se pueden volver a amasar con espátula y agua, preferiblemente destilada o hervida.

Abundan los ejemplos de pinturas sobre mortero de cal, en las que el dibujo preparatorio y el boceto previo se realizaron al fresco, para continuar y concluir la pintura aglutinando los pigmentos con ligantes orgánicos o inorgánicos sobre el enlucido ya fraguado. La adhesión de la policromía depende entonces de la fuerza de adhesión de la sustancia aplicada sobre una base mural ya carbonatada, con los consiguientes problemas de perdurabilidad. Obviamente los morteros de yeso sólo permiten aplicaciones en seco ya sea mediante aglutinantes acuosos u oleosos.

Es una técnica pictórica que consiste en disolver el pigmento en agua y templarlo o engrosarlo con huevo, caseína, goma o una solución de glicerina. La pintura al temple es la técnica pictórica más antigua que se conoce; las pinturas murales del antiguo Egipto y de Babilonia, y las del periodo micénico en Grecia, están probablemente realizadas al temple con un aglutinante de yema de huevo, al que en algunos casos se añadía un poco de vinagre, aunque algunos autores advierten de la decoloración del ultramar con la adición de vinagre aún en un 1%.

Posteriormente el empleo del temple se extendió por Europa y alcanzó su culminación en Italia. Antes de pintar una tabla, de álamo, tilo o sauce, era necesario llevar a cabo un laborioso proceso. En primer lugar se rellenaban las fisuras con una mezcla de apresto, o cola, y serrín. A continuación se cubría la tabla con un lienzo fino, que se sujetaba con apresto, y se revestía toda la superficie con un yeso espeso, conocido como “gesso grasso”, para aplicar finalmente, con brocha, una capa más fina llamada “gesso sottile” que constituía la superficie pictórica. La superficie era muy absorbente, lo que obligaba al pintor a trabajar con gran rapidez y seguridad. El resultado era una superficie de gran suavidad, aunque la gama de colores estaba limitada. Las pinturas al óleo empezaron a sustituir al temple en el siglo XV.

Pintores florentinos de los siglos XIII y XIV, como Cimabue y sus contemporáneos, solían utilizar esta técnica sobre una preparación de yeso blanco.

En resumen, es una técnica que se ha venido utilizando según modas por tratadistas a lo largo de la historia, en determinadas épocas o periodos artísticos o por zonas, aunque en España esta técnica ha sido de las más usadas, mucho más que el fresco.

La técnica de la pintura al temple se puede encontrar con mezclas de aglutinantes de diversa naturaleza. Existen temples de huevo, de colas naturales, caseinatos, que se han venido usando a lo largo de la historia mucho antes que la aplicación de aceites como aglutinante. Este paso fue una adaptación gradual histórica y es que, aunque se le atribuya a los Flamencos la incorporación

de los aceites en la pintura, ya desde antes en muchas de las recetas se aconsejaba añadir unas gotitas de aceite en algunas de las recetas de los temple de huevo.⁵

Hoy, este tipo de pinturas se están volviendo a poner de moda pero ya vienen envasadas y lo único que hay que hacer es añadir agua u otro aglutinante, generalmente caseína. Las pinturas al temple son opacas y mates y mantienen el color inalterable durante mucho tiempo.

La realización de las pinturas al temple es una de las técnicas de ejecución mural más sencilla. Esta técnica no requiere de muros húmedos para ejecutar la pintura, sino todo lo contrario, por lo que la preparación de los muros se puede hacer con cal o con yeso, como hemos anotado líneas arriba. Una vez se tienen todas las capas de enlucido dadas y con un acabado liso y pulido se deben dejar secar hasta proceder a la pintura. Cuando la superficie está perfectamente seca se dará una mano de preparación a toda la superficie a pintar con el fin de tapar los poros del enlucido y tener una superficie apta para la aplicación del temple. Esto se hacía también en la preparación de las tablas o lienzos a pintar. Los tratadistas hablan de preparaciones con aceites, jabón, o colas, dependiendo de la técnica pictórica a ejecutar.

¿Cómo saber que una pintura está ejecutada en seco, al temple? Son muchas las claves que podemos utilizar para averiguar visualmente si una pintura mural está realizada al fresco o al seco. Está claro que la mayor certeza con la que podemos hacer esta afirmación es recurriendo al análisis químico de las micromuestras extraídas de las pinturas. Con una buena interpretación de los resultados de los análisis podríamos llegar a concluir la técnica de realización. Pero haciendo un examen visual exhaustivo también podemos decir si la pintura está realizada en seco o en fresco. Con la ayuda de focos de luz colocadas de manera rasante a la pintura podemos observar la existencia o no de líneas de jornada o de las incisiones del trazado de los dibujos. Ambas marcas son muestras muy representativas de la técnica de a pintura mural al fresco, por lo que su aparición en los murales descarta completamente que se haya ejecutado la pintura en seco. La ejecución de pinturas murales al seco permite trabajar sobre el intonaco día tras día, puesto que se trabaja con el muro en seco y liso. Además la pintura suele ser mas opaca y está en otra capa diferente a la que se encuentra el intonaco.

TIPOS DE TEMPLE

Dependiendo de la naturaleza química del aglutinante de los temples podemos distinguir dos tipos fundamentales, los temples proteicos y los temples polisacáridos.

⁵ Existen numerosas recetas con diferentes aditivos y proporciones para la realización de esta técnica. Se ha de separar la clara de la yema; una de yema y otra de agua, a la que se le puede añadir unas gotas de aceite de clavo. Otros autores recomiendan que las proporciones dependan del tipo de acabado pictórico que se quiera dar.

Los temples proteicos están compuestos principalmente por proteínas, que son el resultado de la polimerización de un número limitado de aminoácidos. Dentro de este grupo podemos encontrar el huevo, la caseína y las colas animales. El otro grupo está formado por polisacáridos donde se sitúan las gomas vegetales, almidones y dextrinas.

Nos centraremos en hablar sobre el huevo, como aglutinante en los temples ya que formará parte del experimental en las pruebas de uso de consolidantes de la Tesis Final de Master.

El huevo es un buen aglutinante pictórico, forma una película con unas propiedades cohesivas muy notables ya que tras el secado se transforma en un gel irreversible, perdiendo completamente su solubilidad en agua.

Los temples de huevo pueden estar formados por la yema del huevo, por la clara o por ambas partes.

La yema del huevo es un óptimo aglutinante⁶ con óptimas propiedades ópticas ya que, conserva perfectamente los colores y no tiene tendencia al amarillamiento. Además aumenta su insolubilidad con el envejecimiento.

La clara de huevo, por el contrario, es una solución formada principalmente por proteínas que usada como aglutinante no es muy adecuada ya que forma películas pictóricas muy frágiles⁷ y parcialmente sensibles a la acción del agua.

Entre los temples, el del huevo es seguramente el más importante, ya que ha sido el aglutinante proteico más utilizado en casi todas las épocas y culturas. Los temples de yema han sido muy utilizados en la pintura sobre tabla y también en pintura mural. Se usaba mezclada con poco agua y empastando los pigmentos con esta mezcla. Se usaba al principio para trabajos de acabado o para decoraciones con pigmentos que no fueran resistentes a los álcalis de la cal. Con posterioridad fue una de las principales técnicas de pintura mural.

En cuanto a los temples de clara de huevo parece que se usó en pinturas sobre tabla de manera ocasional.

⁶ Por que el elevado porcentaje de grasas que participan en su composición permite la formación de una capa con excelentes características mecánicas (de cohesión, adhesión y elasticidad) que suelen mejorar con el tiempo.

⁷ Esto es debido a su bajo contenido o ausencia de aceites y grasas.

PARTE II.
RECORRIDO HISTÓRICO DEL EMPLEO DE LA TÉCNICA
Y PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN.

Recorrido histórico sobre la técnica de la pintura mural a seco.

Conservación de las pinturas en estos soportes. Técnicas de consolidación.
Empleo de materiales y problemáticas de ejecución.

Recorrido histórico sobre la técnica de la pintura mural a seco.

Hablamos de consolidación de pintura mural cuando nos referimos a las acciones que comprenden la fijación de la película pictórica o la adherencia entre capas de mortero ya sean superficiales o a niveles internos. Es muy importante en estos procesos tener en cuenta factores tales como el tamaño de las superficies a unir, dónde se ubican, sus características técnicas y el grado de conservación en el que se encuentra. Además no debemos olvidar los factores externos a los que se ve enfrentada la pintura y el muro, tales como la temperatura, la humedad u otras que intervengan en el medio y que puedan ser importantes para la decisión de la técnica de consolidación así como del producto con el que se ejecutará dicha acción.

Podemos hablar que, dentro de las prácticas de la consolidación, la fijación es la acción que se realiza en términos generales para devolver la consistencia a cualquier parte de las obras que hayan perdido su cohesión. Este término nos define perfectamente los daños que se producen en las policromías. Es decir, daños de cohesión en las películas pictóricas, por lo que señalamos, se suelen dar más en las pinturas murales realizadas a seco, puesto que son las que tienen capa de película pictórica.

Los profesionales de la conservación y restauración nos enfrentamos cada día a este tipo de problemas y es cierto que aún hoy día existe una bibliografía escasa de este tipo de prácticas en las pinturas murales realizadas a seco. Casi toda la bibliografía, aún siendo poca, se centra sobre todo en los problemas de consolidación y las técnicas de ejecución que se pueden realizar en las pinturas murales realizadas al fresco, mientras que sobre las pinturas realizadas a seco son escasos los artículos que nombran la técnica con la que se ha efectuado la consolidación de las capas pulverulentas. Las comunicaciones que se encuentran se centran sobre todo en el empleo de resinas vinílicas o acrílicas. Son interesantes la mayoría de los escritos aunque quedan incompletos hacia las problemáticas que nos encontramos y hacia la resolución del problema con éxito.

AGENTES DE DETERIORO EN LAS PINTURAS MURALES

En pintura mural las alteraciones que se pueden observar son debidas a muchos factores diferentes. Por lo general estos agentes de deterioro actúan en conjunto y potenciándose, a menudo, unos a otros. Los daños provocados en este tipo de obras, se manifiestan casi siempre cierto tiempo después de haber comenzado el problema y también, su efecto normalmente persiste, tras haber tomado las medidas de necesarias para su neutralización o eliminación, durante otro periodo de tiempo. Dadas las particulares características que rodean a la pintura mural, es decir, su interrelación con la arquitectura.

Por todo lo cual, y resumiendo los tres puntos anteriores, se puede afirmar que la porosidad de los elementos y materiales constitutivos de la pintura mural crean una situación de vulnerabilidad de la misma frente a todo tipo de agresiones, difícilmente encontrada a este nivel en cualquier otro tipo de obra de arte. El contacto directo con los restantes elementos que conforman el espacio donde se encuentra, favorece la afluencia de sustancias de naturaleza muy variada generalmente en forma de solución, que en la mayoría de los casos son muy peligrosas para la integridad de los materiales constitutivos.

De todas formas, las principales alteraciones que podemos observar en las pinturas murales están debidas a fenómenos naturales, de naturaleza física, química y biológica, desencadenados por los factores termohigrométricos que determinan las variaciones térmicas y la presencia de agua en cualquiera de sus estados de agregación.

ALTERACIONES INTERNAS.

Este tipo de alteraciones pueden ser provocadas por defectos de la técnica o de la construcción de la pintura mural. Los principales daños son los relacionados con el tipo de pigmentos utilizados.

Si se utiliza un pigmento que no es estable en un medio básico, en una pintura mural al fresco, se producirán alteraciones en la coloración del pigmento.

Otra alteración, pueden ser las pulverulencias producidas por la excesiva cantidad de pigmento. Esto ocurre en el fresco con los colores oscuros: dado que la cal del mortero blanquea bastante los colores, para conseguir un color oscuro, se debe usar mayor cantidad de pigmento en las zonas claras. Si hay mayor proporción de pigmento que de aglutinante, éste último no puede cumplir su función y queda una pintura pulverulenta.

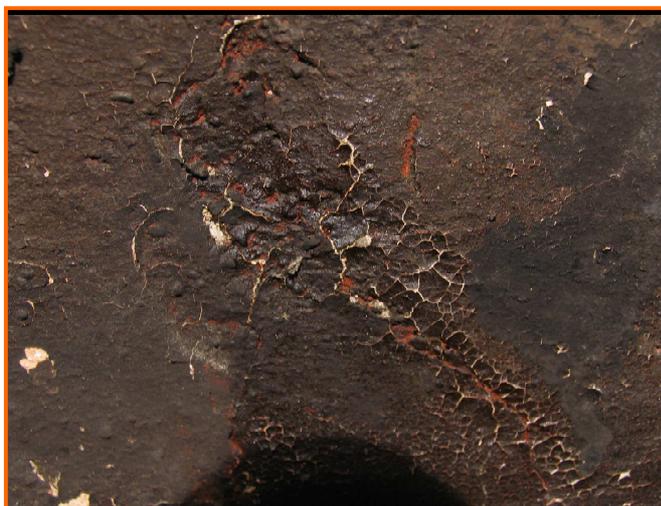


FIGURA 4. ESCAMACIONES EN LA PELÍCULA PICTÓRICA.

ALTERACIONES EXTERNAS.

HUMEDAD

La humedad es una de las principales y más importantes alteraciones que encontramos en una pintura mural debido a que las reacciones químicas se transmiten por el agua en cualquiera de sus estados. Afecta tanto a soporte, mortero como a la película pictórica.

Disuelve e introduce sales y combinada con otros agentes de deterioro como el viento y la contaminación, agrava el efecto perjudicial de estos.

MODOS DE PENETRACIÓN:

Filtración

El agua puede penetrar por grietas, canalones, juntas en el muro, desde pinturas en el exterior o por los tipos de soporte siendo más difícil de penetrar en las argamasas poco porosas. También son factores condicionantes la orientación del muro, la lluvia, la cercanía con el mar, heladas o la humedad de los propios materiales constituyentes. Ya que esta humedad puede dañar depositando sales en la superficie.

Capilaridad

Las vías de penetración pueden ser corrientes freáticas, juntas en el muro, filtraciones de aguas subterráneas (alcantarillas, desagües) y depósitos de agua próximos al muro. Como en todas las formas de penetración es muy importante la porosidad o no de los materiales y los factores que influyen en el deterioro suelen ser en este caso el tipo de aguas que se traspasen al muro por que así condicionarán el tipo de sales. Los daños se manifestarán con manchas oscuras y/o costras, eflorescencias y disgregaciones.

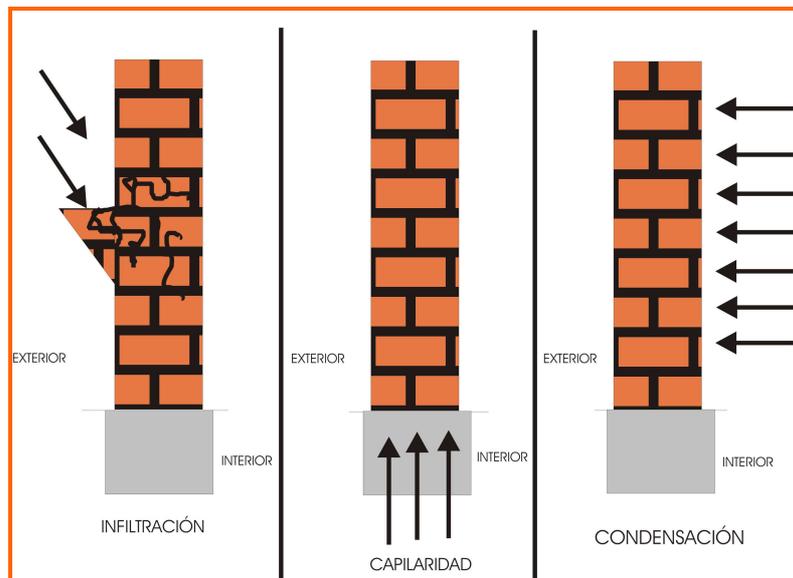


FIGURA 5. FOCOS DE ENTRADA DE LA HUMEDAD

Condensación

La humedad por condensación viene sobretodo por cambios de temperatura desde el exterior al interior de los muros. Como en todas las formas de penetración de la humedad, la porosidad de los materiales y la conductividad térmica del muro serán factores condicionantes. Estos daños se verán reflejados con veladuras blanquecinas sobre los muros, eflorescencias o deslizamientos de agua por las capas exteriores en los casos más extremos.

SALES

Las sales son uno de los principales agentes destructores de las pinturas murales ya que se encuentran tanto en soporte como en el mortero y además pueden penetrar en la obra desde el exterior (por el agua procedente de infiltración, capilaridad o condensación).

Estas sales disueltas en agua también reaccionan con ciertos pigmentos (ej. Hidróxido cálcico + metal = hidrógeno que da lugar a la formación de una sal).



FIGURA 6. DETALLE EFLORESCENCIA SALINA

TIPOS DE SALES

Sulfatos: Sodio Na_2SO_4 (muy soluble), Magnesio MgSO_4 (muy soluble), Potasio K_2SO_4 , Calcio CaSO_4 (poco soluble).

Este tipo de sales proceden al muro por capilaridad, por las sulfobacterias que viven en materias calizas y por contaminación atmosférica, lo mas frecuente: Anhídrido sulfuroso + oxígeno del aire = anhídrido sulfúrico, el cual si hay humedad se combina y forma ácido sulfúrico que ataca al carbonato cálcico convirtiéndolo en yeso.

Los daños provocados se manifiestan con veladoras en superficie y disgregaciones del material soporte

Nitratos: Sodio NaNO_3 (delicuescentes), Potasio KNO_3 , Calcio $(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)$

Este tipo de sales procede de abonos o materia orgánica descompuesta que accede al muro por capilaridad. También por la atmósfera, por la combustión de hidrocarburos + SO_4 (anhídrido sulfuroso) = Óxidos de ozono O_3 que transforma los nitratos en HNO_3 (ácido nítrico) que reacciona con CaCO_3 carbonato cálcico y crea $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ Nitrato Cálcico.

Normalmente los daños se ven reflejados en forma de cristalización, según el material produciendo eflorescencias, subeflorescencias o criptoeflorescencias.

Cloruros: Sodio NaCl (soluble), Calcio (soluble)

Este tipo de sales se da sobre todo en zonas muy cercanas al mar, puesto que el agua marina es muy rica en cloruros y por el viento, o por materiales que contengan estas sales marinas se pueden transportar al muro. Se ven los daños por la pérdida de cohesión en los morteros con la combinación con otras sales.

Carbonato cálcico: (CaCO₃)

La procedencia de estas sales está en los muros de piedra caliza, morteros que contengan cal o en técnicas pictóricas con cal. Los daños se ven en costras /carbonatación (CO₂ dióxido de carbono del ambiente + H₂O forman H₂CO₃ ácido que transforma el CaCO₃ bicarbonato de calcio, soluble, que al salir al exterior forma una pátina blanca o costras muy difíciles de eliminar).

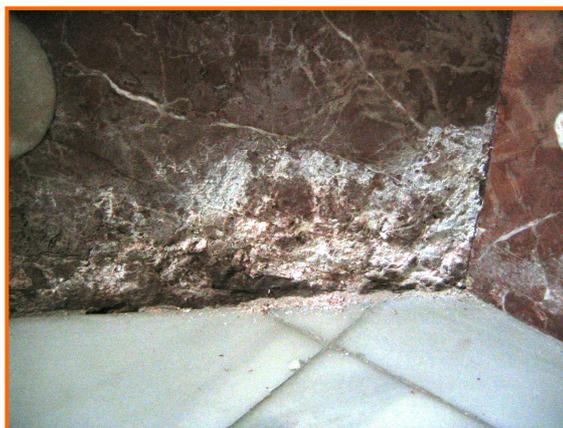


FIGURA 7. EFLORESCENCIAS SALINAS EN ZÓCALO

ALTERACIONES FÍSICAS SIN PRESENCIA DE AGUA

Luz: Natural (sol), Artificial (Lámparas de distinta longitud de onda, Velas (que contienen ácido estereáico). Provoca daños tales como el amarillamiento, desvanecimiento y oscurecimiento de los colores, aumento de la temperatura (con los daños consecuentes), El ácido estereáico de las velas produce una capa grasienta que adhiere partículas de polvo y ceniza.



FIGURA 8. RESTOS DE CERA DE VELAS

Temperatura: Por la luz, según el tipo de onda, Por incendios, Cambios climáticos (día/ noche, verano/ invierno). Acelera los deterioros químicos y biológicos (evapora el agua...), Movimientos de dilatación y contracción, Desintegración de morteros, Polvo adherido a la superficie, Variación cromática de los pigmentos.

Viento: provoca daños tales como la erosión, el transporte de sales y la aceleración de evaporación de agua.

Deposiciones superficiales: Polvo, Hollín y deyecciones que provocan oscurecimiento y costras.

Vibraciones: Tráfico (metro, coches...), Terremotos, Obras cercanas, Asentamiento del edificio. Pueden provocar desprendimientos de morteros debilitados, Grietas en soporte, morteros, película pictórica.

Humanas: Vandalismo (invaden la pintura y dificultan la lectura):Graffitis, Incisiones. Por modas de época (repintes, mutilaciones). Por religión (paños púdicos). Por higiene (encalado para desinfección). También las intervenciones de restauración inadecuadas,



FIGURAS 9 Y 10. INTERVENCIÓN DE LA MANO HUMANA. REPINTE Y POLVO SUPERFICIAL SOBRE ROCALLA

ALTERACIÓN POR CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Naturales: Partículas en suspensión en el aire, como sales. Anhídrido carbónico:

(CO_2 dióxido de carbono del ambiente + H_2O forman H_2CO_3 ácido que transforma el CaCO_3 bicarbonato de calcio, soluble, que al salir al exterior forma una pátina blanco o costras muy difíciles de eliminar. Los daños son visibles en forma de velos blanquecinos, costras, carbonatación, descohesión del mortero, depósitos superficiales.

Artificiales: Anhídrido sulfuroso (coches, combustión de carbón), Oxido de nitrógeno, Aerosoles que dañan la capa de ozono.

DEFECTOS DE MATERIALES O FALLOS TÉCNICOS

En los soportes puede ser un condicionante la diferencia de la porosidad entre los materiales, como puede ser el ladrillo y la piedra, por que su diferencia hace que la conductibilidad térmica de los mismos sea diferente también. Así podremos ver condensaciones o manchas de humedad, En los morteros, sean arcillas, yesos, cales cementos o bastardos, los daños pueden venir dados por malas aplicaciones, por mala evaporación del agua, por diferencias de grosor entre capas o por impurezas. Esto lo veremos reflejado en grietas, desprendimientos, impurezas o desintegración. Por el contrario, en la película pictórica, que se compone de pigmento, aglutinantes y en ciertos casos de aditivos, podemos decir que el deterioro vendrá por la utilización de malos pigmentos o pigmentos no adecuados, por la luz o por las proporciones entre el pigmento y el aglutinante. Por lo que veremos en superficie cambios de tonalidad, decoloraciones, descohesión de partículas y pulverulencias.

ORGANISMOS VIVOS

Los organismos vivos pueden llegar a producir importantes daños si no se controlan, ya que, debido a los distintos tipos pueden atacar a todas las partes que componen una pintura mural. Según el tipo se pueden alimentar de materia orgánica e inorgánica.

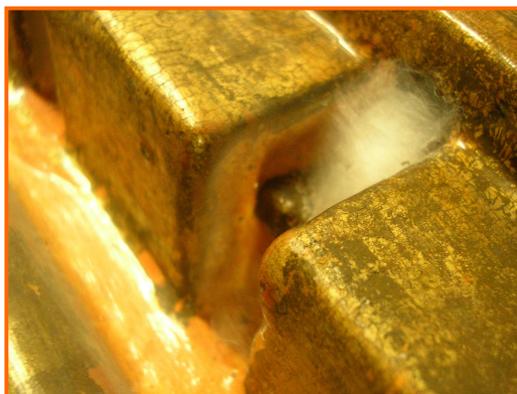


FIGURA 11. FORMACIÓN DE VELO BLANQUECINO POR MICROORGANISMOS

Bibliografía (ISO 690-2)

Diccionario de la Real Academia de la lengua Española.

Arcos Molina, Juan. Los materiales básicos de la construcción..

La obra en yeso policromado de Los Corral de Villalpando. Ministerio de Cultura. Dirección General de Bellas Artes y Archivos. Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. 1994

I Coloquio de Pintura mural Romana en España. Asociación de Pintura mural Romana en Hispania. Departamento de Prehistoria y Arqueología. Universidad de Valencia. Valencia 1992. José L. Jimenez Salvador (Ed.)

Sulle pitture murali. Riflessioni, conoscenze, interventi. Atti del convegno di studi. Bressanone 12-15 luglio 2005. Ed. Arcadia Ricerche.

HANSEN, E.F.;LOWINGER, R.; SADOFF, E. "Consolidation of porous paint in a vapor-saturated atmosphere: a technique for minimizing changes in the appearance of powdering, matte paint" En *Journal of the American Institute for Conservation*. Vol.32 No.1 (1993) Pp.1-14

Plinio Segundo, Cayo. Historia Natural. Tomo IIa. Visor libros, 1998.

Cenini, Cennino. El libro del arte. Editorial AKAL, 1988.

Vitruvio, Marco Lucio. Los diez libros de arquitectura. Traducción directa del latín, prólogo y notas por Agustín Blánquez. Profesor de la Universidad de Barcelona. Obras maestras.

De Villanueva, Juan. Arte de albañilería. Artes del tiempo y el espacio. Edición preparada por Ángel Luis Fernández Muñoz. Editora nacional.

Macarrón Miguel, Ana M^a. Historia de la conservación y restauración. Desde la antigüedad hasta finales del siglo XIX.

Macarrón Miguel, Ana M^a. González Mozo, Ana. La conservación y restauración en el Siglo XX.

La Consolidación de Pinturas Murales al Temple. Fijación de Películas Pictóricas Pulverulentas. Estudio y Comparación de Materiales y Aplicación.

Muñoz Viñas, Salvador. Vivancos Ramón, M^a Victoria. Osca Pons, Julia. González M. Alonso, Enriqueta. La conservación y restauración de obras de arte. Universidad Politécnica de Valencia. Centro de Ingeniería Económica.

Medina Flórez, Victor Jesús. Manzano Moreno, Eloísa. Técnica y metodología en la restauración de pinturas murales nazaríes. Estudio comparado de cuatro Zócalos en Granada. Granada 1995.

Gonzalez-Varas, Ignacio. Conservación de bienes culturales. Teoría, historia, principios y normas.

Calvo, Ana. Conservación Restauración. Materiales, Técnicas y procedimientos. De la A a la Z.

Mccloud, Kevin. Las técnicas de pintura en la decoración. Blume.

Profesor Doerner, Max. Los materiales de la pintura y su empleo en el arte.

Mayer, Augusto L. Historia de la pintura española.

Gasparoli, Paolo. La conservazione dei dipinti murali. Affreschi, dipinti a secco, graffiti. Prescrizioni per esecuzione, controlli, collaudo. Ed. Alinea. 1999.

Ferrer Morales, Ascensión. La pintura mural. Su soporte, conservación, restauración y las técnicas modernas. Universidad de Sevilla, 1998.

Garate Rojas, I. "Artes de los yesos. Yaserías y estucos". Instituto Español de arquitectura. Madrid. 1999.

Del Pino, César. Pintura mural. Conservación y restauración. Madrid 2004.

Técnicas de consolidación en pintura mural. Actas del seminario Internacional sobre la Consolidación de Pinturas murales celebrado en Aguilar de Campoo (Palencia) del 19 al 21 de Agosto de 1998. Fundación de Santa María la Real. Centro de estudios del Románico.

Tratamientos y metodologías de conservación de pinturas murales. Actas del seminario sobre restauración de pinturas murales, Aguilar del Campoo (Palencia), 20-22 de julio de 2005.

La Consolidación de Pinturas Murales al Temple. Fijación de Películas Pictóricas Pulverulentas. Estudio y Comparación de Materiales y Aplicación.

XVIII Congreso Internacional Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Libro de Actas.
18th International Meeting on Heritage Conservation. Granada, 9- 11 de Noviembre de 2011.

Mora, Paolo e Laura. Philippot, Paul. La conservazione delle Pitture Murali. Ed. Compositori.2001.

Botticelli, Guido. Metodología di restauro delle pitture murali..

Fernández de Piérola, Inés. Esteban, Isabel. Adhesivos y pinturas. Universidad nacional de educación a distancia, Madrid, 1999.

Relación de páginas Web

<http://www.ugr.es/~agcasco/personal/restauracion/teoria/TEMA04.htm>

www.ge-iic.com/files/2congresoGE/Intervencion_urgencia_casa_musulmana.pdf

www.textoscientificos.com

www.yesosproinsa.com

<http://ceramica.wikia.com/wiki/Aljez>

<http://www.alhambra-patronato.es/ria/bitstream/handle/10514/14026/EL%20YESO.pdf?sequence=1>

AGRADECIMIENTOS

Llegados a este punto y final, en la breve investigación que se ha llevado a cabo, y que da lugar a la obtención del Título en los estudios de Postgrado en Conservación y Restauración, quiero agradecer en primer lugar a Julia Osca Pons su dedicación y exigencia así como su colaboración y entendimiento para realizar este estudio. Gracias a su formación y a sus clases desde Proyectos II, ha sabido transmitirme la importancia de los procesos de consolidación en las obras de Pintura Mural.

De manera especial y con mi más sentido agradecimiento a Pablo y Xan, mis compañeros del taller, de aventuras y sueños. Sus capacidades de invención, resolución y paciencia me han acompañado en esta travesía con humor y simpatía entendiendo todos mis despliegues de material, muestras y aparatos.

Incondicionalmente a mis padres, han volcado una confianza ciega y positiva hacia mis capacidades y me han animado en el crecimiento de mi formación.

Por su puesto a todas ellas, Alba, Lige, Gracia, Carla, Raquel, Audde, por aguantar mis prisas, desesperaciones y descuidos y ayudarme con una sonrisa, el desayuno y vuestros ánimos.

La Consolidación de Pinturas Murales al Temple. Fijación de Películas Pictóricas Pulverulentas. Estudio y Comparación de Materiales y Aplicación.