



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



FACULTAT DE BELLES
ARTS DE SANT CARLES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Bellas Artes

Propuesta de intervención ecosostenible, centrada en el uso de aceites esenciales como método de limpieza antifúngico, para la conservación del reverso de un fragmento de pintura mural arrancada de la Iglesia de los Santos Juanes, Valencia afectada por ataque fúngico.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales

AUTOR/A: Dieterlen Cuervo, Aline

Tutor/a: Bosch Roig, María del Pilar

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

RESUMEN

El presente Trabajo de Final de Grado, aborda la propuesta de intervención del reverso de una obra perteneciente a la bóveda de la Iglesia de los Santos Juanes, Valencia, centrándose en la fase de eliminación del biodeterioro causado por un ataque fúngico en el reverso.

La obra consiste en un fragmento de pintura mural arrancada en los años 60 que fue posteriormente adherido a un soporte leñoso, y recolocado en la bóveda de la nave central de la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia.

En la actualidad, se está realizando una restauración integral de la Iglesia. Una de las acciones que se están realizando es la eliminación del soporte leñoso y sustitución de un soporte más adecuado. Durante el proceso de separación de la pintura mural del soporte lúneo se han encontrado ataques fúngicos puntuales tanto en el reverso de la pintura mural como en el soporte lúneo.

En primer lugar, se llevará a cabo un estudio del estado de conservación de la pieza, centrándonos en las causas originarias del biodeterioro existente. Así mismo, se planteará una propuesta del método de limpieza ecosostenible, en base al tipo de ataque fúngico, su extensión y de qué manera afecta a la obra, así como, a la bibliografía existente acerca de la acción de los aceites esenciales sobre la cepa de hongo identificada.

Finalmente, se realizará una evaluación de los resultados obtenidos, así como de los beneficios e inconvenientes que presentan estos tratamientos ecosostenibles a la hora de tratar ataques fúngicos en obras de arte; tanto desde el punto de vista conservativo, como ambiental, en favor de los objetivos de desarrollo sostenibles (ODS).

PALABRAS CLAVE: Biodeterioro fúngico, aceite esencial, eco-sostenibilidad, conservación, pintura mural, Santos Juanes.

ABSTRACT

This final degree project addresses the proposal of intervention of a work of art belonging to the vault of the church of Santos Juanes, Valencia, focusing on the phase of elimination of biodeterioration caused by a fungal attack on the reverse

The work consists of a fragment of mural painting torn out in the 60s that was later adhered to a woody support and relocated in the vault of the central nave of the church of Santos Juanes in Valencia.

In the present, an integral restoration of the church is underway. One of the actions that are being carried out is the elimination of woody support and the replacement of more suitable support. During the process of separating the mural painting from the ligneo support, specific fungal attacks have been found both on the back of the mural painting and on the ligneo support.

First, a study of the state of conservation of the piece will be carried out, focusing on the root causes of the existing biodeterioration. Likewise, a proposal of eco-sustainable cleaning method will be proposed, based on the type of fungal attack, its extension, and how it affects the work, as well as the existing literature on the action of essential oils on the identified fungal strain.

Finally, an evaluation of the results obtained will be carried out, as well as the benefits and disadvantages of these eco-sustainable treatments when treating fungal attacks in works of art; both from a conservative and environmental point of view, in favor of the sustainable development goals.

KEY WORDS: Fungal biodeterioration, essential oil, eco-sustainability, conservation, wall painting, Santos Juanes.

RESUM

El present treball de final de grau, aborda la proposta d'intervenció del revers d'una obra pertanyent a la volta de l'església dels sants joans, valència, centrant-se en la fase d'eliminació del biodeterior causat per un atac fúngic en el revers.

L'obra consisteix en un fragment de pintura mural arrancada en els anys 60 que va ser posteriorment adherit a un suport llenyós, i recol·locat en la volta de la nau central de l'església dels sants joans de valència.

En l'actualitat, s'està realitzant una restauració integral de l'església. una de les accions que s'estan realitzant és l'eliminació del suport llenyós i substitució d'un suport més adequat. durant el procés de separació de la pintura mural del suport lígnia s'han trobat atacs fúngics puntuals tant al revers de la pintura mural com al suport lígnia.

En primer lloc, es durà a terme un estudi de l'estat de conservació de la peça, centrant-nos en les causes originàries del biodeterior existent. així mateix, es plantejarà una proposta del mètode de neteja ecosostenible, en base al tipus d'atac fúngic, la seva extensió i de quina manera afecta l'obra, així com, la bibliografia existent sobre l'acció dels olis essencials sobre el cep de fong identificat.

Finalment, es realitzarà una avaluació dels resultats obtinguts, així com dels beneficis i inconvenients que presenten aquests tractaments ecosostenibles a l'hora de tractar atacs fúngics en obres d'art; tant des del punt de vista conservatiu, com ambiental, en favor dels objectius de desenvolupament sostenibles (ods).

PARAULES CLAU: deterioració fúngica, olis essencials, eco-sostenibilitat, conservació, pintura mural Sant Joan del Mercat.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mi tutora Pilar Bosch por dedicarme su tiempo, guiarme, aconsejarme y ayudarme, durante el desarrollo del trabajo. Muy agradecida pues se trata de una gran profesional.

Gracias a mi familia y amigos por apoyarme durante estos cuatro años de carrera, sin ellos no habría sido posible. Gracias a toda la gente que me llevo de la carrera, que no solo son compañeros de profesión, si no también amigos.

Tambien agradecer a Jose Madrid, por guiarme durante estos años. Por ser referente y persona a la que admiro; por demostrarme clase a clase, lo bonita que es esta profesión y transmitirme la pasión con la que vive su trabajo.

Por último, gracias al Grupo Scout Altaïr, y al escultismo por enseñarme a dejar el mundo mejor del que lo encontramos; por motivarme a querer llevar a cabo prácticas de restauración a favor del cuidado y respeto de la naturaleza y el entorno que nos rodea.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETIVOS	8
3. METODOLOGÍA	10
4. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	11
5. ESTADO DE CONSERVACIÓN	13
5.1 FACTORES DESENCADENANTES	15
5.2 TIPOLOGÍA BIOLÓGICA	17
5.3 ALTERACIONES.....	18
6. ATAQUE FÚNGICO PRESENTE EN EL REVERSO DE FRAGMENTOS DE PINTURA MURAL ARRANCADA.....	19
6.1. <i>PENICILLIUM. PENICILLIUM SOLITUM</i>.....	20
6.2. <i>PENICILIUM SOLITUM</i>	22
7. PROCESO DE RESTAURACIÓN INTEGRAL	24
9. PROPUESTA FASE DE LIMPIEZA ECOSOSTENIBLE	27
10. CONSERVACIÓN PREVENTIVA	31
11. CONCLUSIONES	32
12. BIBLIOGRAFÍA	33
13. ÍNDICE DE IMÁGENES	36
14. ANEXO I. RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030.	38

1. INTRODUCCIÓN

El tema en el que se centra el siguiente Trabajo Final de Grado, es el estudio del biodeterioro presente en el reverso de algunos de los paneles con pintura mural arrancada de la bóveda central de la Iglesia de los Santos Juanes, que corresponde con un ataque fúngico.

La Iglesia de los Santos Juanes, también conocida como “Sant Joan del Mercat”, se trata de un edificio caracterizado por las vicisitudes que ha vivido, en este caso, numerosos incendios que han sido los causantes de la diversidad de estilos arquitectónicos que porta la iglesia.

La obra mural que alberga la bóveda central del edificio es trabajo de Palomino, pintor de la corte de Acisclo. Pintada alrededor de finales del 1600, principios del 1700, sufre grandes daños tanto por los incendios provocados durante la guerra civil, como por la restauración que se llevará a cabo a partir de 1958 por los hermanos Guidol y que queda interrumpida en 1692 debido a la falta de conocimiento de la obra, así como por la falta de integridad de los procesos que se llevaron a cabo.

En 1991 se empiezan diversos proyectos de investigación con el fin de desarrollar sistemas y metodologías adecuadas para la restauración integral de la iglesia. Realizado diversos estudios con el fin de adecuar una línea de actuación, en términos de mínima intervención y respeto total a la obra de Palomino, buscando el método de mayor idoneidad, y compatible con las labores que se vienen llevando a cabo (P. Roig et al 2007).

Desde junio de 2021 la Iglesia está siendo intervenida de forma integral gracias a la financiación de la Fundación Hortensia Herrero. Intervención dirigida por la catedrática emérita de Conservación y Restauración del Patrimonio de la UPV Pilar Roig y el arquitecto Carlos Campos. En esta intervención se propone la “recuperación del ambiente”, así como “devolver la máxima coherencia posible al conjunto”, “sin tratar de ocultar las huellas significativas que la historia ha dejado” (P. Roig et al 2020).¹

El trabajo aborda el estudio del estado de conservación del reverso de uno de los paneles con pintura mural arrancada, atendiendo a las condiciones ambientales del edificio, así como los antecedentes históricos del mismo. También se ha realizado el estudio de los factores desencadenantes del ataque fúngico.

¹ ROIG PICAZO, P. (2007) Evolución de los diversos proyectos de Restauración de las pinturas murales de la bóveda de la Real Parroquia de los Santos Juanes de Valencia”. *Editorial UPV*. 103-132.

ROIG PICAZO, P., REGIDOR ROS, J.L., BOSCH ROIG, L. & MARCENAC V. (2020) Estudios previos y propuesta de intervención en las pinturas murales, esculturas y ornamentos de la Real Parroquia de los Santos Juanes de Valencia. *Archivo de arte valenciano*, ISSN 0211-5808, 101 101, 2020, págs. 161-177

Por último, se realiza, en base a los datos y bibliografía recabada acerca del uso de aceites esenciales para la eliminación de ataques fúngicos, una propuesta de la fase de limpieza a través del uso de este método sostenible.

2. OBJETIVOS

El presente trabajo plantea como objetivo principal:

- Realizar una propuesta de intervención ecosostenible basada en el uso de aceites esenciales como método de limpieza, para la conservación del reverso de un fragmento de pintura mural arrancada de la Iglesia de los Santos Juanes, Valencia afectada por ataque fúngico.

Así como unos objetivos secundarios, que han servido de guía para conseguir este objetivo principal:

- Conocer los antecedentes históricos del edificio, así como de las intervenciones realizadas sobre las pinturas murales objeto de estudio
- Estudiar el estado de conservación de la pieza, centrándonos en los factores desencadenantes del ataque fúngico encontrado.
- Estudiar la tipología de ataque fúngico presente en las piezas.
- Conocer las posibilidades de remoción y control del ataque fúngico encontrado mediante productos ecosostenibles centrados en los aceites esenciales
- Proponer unas medidas de conservación preventiva específicas para reducir las posibilidades de ataque fúngico.

Este trabajo se enmarca en los ODS. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, constituyen un total de 17 objetivos enfocados al desarrollo sostenible, reconociendo la necesidad de un enfoque que promueva el bienestar de las personas, el cuidado del planeta, y el desarrollo económico. Además de promover un desarrollo respetuoso con el medio ambiente. Estos forman parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Es, por tanto, que el desarrollo de una propuesta de limpieza ecosostenible a través del uso de aceites esenciales se encuentra relacionado con los ODS siguientes²:

- ODS 3- Salud y bienestar: El uso de aceites esenciales como sustituto de biocidas químicos, puede contribuir a la salud y bienestar, al reducir la exposición a sustancias químicas tóxicas, inscribiéndose, por tanto, en

² Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. A/RES/70/1. Aprobado por el comité general el 25/09/2015. 15-16301 (S).

la meta 3.9 cuyo fin es “reducir el número de enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, agua, y el suelo.”³

- ODS 12- Producción y consumo responsable: Al emplear aceites esenciales en el proceso de limpieza, se fomenta un enfoque sostenible en la producción y consumo. Los aceites esenciales, se obtienen de plantas y, por ende, de manera más sostenible en comparación con los productos sintéticos. La meta 12.2, pretende “lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales”⁴.
- ODS 13- Acción por el clima: El uso de biocidas químicos fomenta el cambio climático, ya que, debido a su producción, presenta un impacto de gases de efecto invernadero. El empleo de los aceites esenciales, son una alternativa a minimizar el impacto ambiental. Dado que se trata de un trabajo de carácter académico, este, se encuentra relacionado, con la meta 13.3, que tiene como objetivo, “mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto a la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y alerta temprana”.⁵
- ODS 15- Vida de ecosistemas terrestres: Los productos químicos empleados como biocidas pueden tener efectos negativos en los ecosistemas terrestres. El uso de los aceites esenciales resulta inocuo para la biodiversidad, ya que la mayoría de estos, son derivados de plantas y se pueden obtener de manera sostenible.

³ Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. A/RES/70/1. Aprobado por el comité general el 25/09/2015. 15-16301 (S).

⁴ Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. A/RES/70/1. Aprobado por el comité general el 25/09/ 2015. 15-16301 (S).

⁵ Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. A/RES/70/1. Aprobado por el comité general en 25/09/2015. 15-16301 (S).

3. METODOLOGÍA

La metodología empleada para la realización del trabajo se ha abordado de la siguiente manera:

- Revisión de fuentes bibliográficas, así como de las múltiples investigaciones llevadas a cabo acerca de la Iglesia de los Santos Juanes, así como de trabajos y casos prácticos llevados a cabo acerca del uso de EOS como métodos de limpieza antifúngica. Para ello se ha realizado la consulta de artículos y documentos académicos virtuales, así como ejemplares en las bibliotecas de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Para el desarrollo del trabajo, se ha llevado a cabo el estudio histórico del inmueble, así como de las intervenciones realizadas anteriormente. Se ha realizado, además, la revisión y puesta en valor del proceso de restauración integral que se está llevando a cabo, recopilando tanto los estudios previos realizados, como los procesos y materiales empleados.
- A continuación, se analizó el estado de conservación de un fragmento seleccionado de la obra, ahondando en cuestiones acerca del ataque fúngico presente en el reverso de las pinturas arrancadas; condicionantes de aparición, tipología biológica, y las alteraciones que el ataque provoca en estas. El estudio se ha realizado mediante, revisión bibliográfica, así como la observación a través de microscopía de muestras tomadas del reverso de los paneles, cultivadas en placas Petri. El microscopio empleado, corresponde con Leica DM750.
- Las fotografías de la muestra se han tomado con la cámara Leica MC 170 HD, a través del programa Leica Application Suite.
- Seguidamente, se ha establecido una propuesta de intervención basada en el uso de EOs con propiedades antifúngicas como método de limpieza; todo ello apoyado en artículos científicos donde quedan recogidos los resultados obtenidos en las experimentaciones prácticas empleados estos métodos.

Por último, se ha realizado la propuesta de conservación preventiva teniendo en cuenta, por un lado, las características y materiales tanto del soporte como de las piezas, y por otro los condicionantes y contaminación ambiental presente en el interior del inmueble.

4. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La Iglesia de los Santos Juanes, se encuentra en el centro de Valencia, al lado de dos de los edificios más emblemáticos de la ciudad de Valencia el Mercado Central y la Lonja. (Figura 1)

Su construcción se sitúa alrededor del 1300, tras la reconversión de una mezquita musulmana que fue destruida a causa de un incendio. Son varias las reconstrucciones que sufre a causa de este agente de deterioro. Es en 1410 cuando la iglesia adquiere el estilo gótico; a finales del siglo XVI, se construyen el altar mayor y el testero, ampliación que da lugar a la actual planta que presenta el edificio.

El estilo renacentista se hace visible en la Capilla de la Comunión, levantada a mitad del 1600 (1643-1653). Finalmente se realiza la transformación barroca entre 1639-1702.

Por su parte, la decoración de la iglesia fue iniciada por los hermanos Guilló entre 1699 y 1702, específicamente los frescos de la bóveda de la nave central y los lunetos. Labor de decoración que fue posteriormente tomada y finalizada por Antonio Palomino de Castro y Velasco, pintor y tratadista español; ilustrando, la bóveda de la nave central, el presbiterio, el luneto de la entrada de la Capilla de Comunión, y los cuadros de la aparición de San Jorge y la Asunción de la Virgen.

Centrándonos en las pinturas de la bóveda central, narran escenas extraídas del capítulo XIV del Apocalipsis. (Figura 2)

La parroquia, posee desde 1858, el título de Real Iglesia de los Santos Juanes además fue declarada Monumento Histórico Artístico en 1942.

En cuanto a las intervenciones llevadas a cabo en la iglesia; la primera labor de restauración tiene lugar en 1861, donde Luis López, restaura las pinturas que presentaban un estado de conservación poco favorable, alterando el aspecto original de las mismas, tras el proceso (Roig Picazo, P. 2007).

En 1936, un incendio provoca “la pérdida de 30% de la superficie”⁶(P. Bosch et al 2012) pictórica de la bóveda central; el fuego, provocó la separación de las distintas capas de mortero que conformaban el fresco. La superficie restante, presentaba un viraje de los tonos, así como un ennegrecimiento de la superficie debido al hollín y a las altas temperaturas que se alcanzaron durante el incendio.

El restaurador Luis Roig Alós, realiza en 1966 la intervención de las pinturas pertenecientes a la Capilla de la Comunión, obteniendo resultados favorables, sin necesidad de realizar arranques murales.



Figura 1. Exterior Iglesia de los Santos Juanes, Valencia.



Figura 2. Bóveda nave central Iglesia de los Santos Juanes

⁶ BOSCH ROIG, MDP. (2011). Caracterización del biodeterioro y desarrollo de nuevos tratamientos de limpieza aplicables a los frescos restaurados de Antonio Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia [Tesis doctoral]. Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/9920>

Es en 1958, cuando se inician los trabajos de restauración de la Capilla Central de la mano de los hermanos Guidol, restauradores catalanes que adquieren una gran relevancia en el campo de la conservación y restauración de obras de arte debido a los arranques murales que realizaban como parte del proceso de intervención.

Esta restauración se basó en el arranque de las pinturas murales. Proceso que se realizó en un total de tres fases; la primera fase, comprende entre julio de 1958 a octubre de 1960, donde se arrancaron 200m²; la segunda fase, que tiene lugar de marzo de 1961 a septiembre de 1962, arrancándose 100m²; y, por último, la tercera fase, que tuvo lugar entre junio y octubre de 1963, donde fueron arrancados 100m². (Figura 3)

Los arranques murales se llevan a cabo a través de la técnica del *Strappo*, técnica que consiste en arrancar únicamente el estrato pictórico; el proceso se realizó aplicando una capa de cola a la superficie pictórica, que posteriormente fue cubierta con telas de algodón a las que se les había eliminado previamente el apresto, y finalmente aplicando una última capa de cola.

Una vez realizado el arranque, los fragmentos fueron trasladados a Barcelona, donde fueron intervenidos, y adheridos a un soporte de madera contrachapada, teniendo en cuenta la conservación a largo plazo de la obra. El adhesivo empleado, corresponde con Glutín, de naturaleza celulósica (carboximetilcelulosa). Se aplicó caseinato cálcico para asegurar la película pictórica al soporte, así como una capa de tela de lino.

Las fases de restauración llevadas a cabo fueron la limpieza superficial de la obra, así como el estucado y reintegración cromática de la película pictórica.

La adhesión de los paneles a la bóveda de la iglesia fue a través de tacos de madera clavados a la superficie de la bóveda, y adaptando los paneles, a la morfología de esta. Los tableros se unieron mediante cera, estucando las juntas empleando masilla.

Las pinturas situadas en los pies de la iglesia no fueron intervenidas. Por otra parte, con respecto a las pinturas del presbiterio, sí fueron arrancadas, no obstante, desaparecieron en Barcelona, desconociéndose su localización actual. En 1963, se da por finalizado el proceso de restauración hasta 1991, cuando la profesora Pilar Roig a partir de los estudios de Luis Roig d'Alós, inicia una investigación con el fin de llevar a cabo la restauración integral de la Iglesia. Restauración que finalmente se está llevando a cabo en la actualidad gracias al mecenazgo de la Fundación Hortensia Herrero.



Figura 3. Ábside nave central Iglesia de los Santos Juanes.

5. ESTADO DE CONSERVACIÓN

El estado de conservación que presentaban las pinturas murales de Palomino arrancadas y recolocadas sobre soporte de madera es bastante preocupante desde hace años, debido mayoritariamente, a la restauración llevada a cabo por el equipo de Gudiol, así como, a las condiciones medioambientales del interior de la Iglesia. A pesar de que el trabajo final de grado se centre en el biodeterioro presente en el reverso de los paneles, siendo esta la patología estudiada, es importante exponer los daños que estos presentan con el fin de dar un mayor sentido, tanto a las diversas investigaciones que se han dado, como a los trabajos de conservación y restauración que se vienen haciendo.⁷ (Figura 4)

Los problemas de conservación que se hacen visibles en estas pinturas son tanto a nivel estructural como superficial, afectando a la correcta lectura de la obra. La bóveda presenta graves alteraciones en los estratos preparatorios fruto del incendio, la técnica de ejecución corresponde a tres capas, dos internas con yeso, y la última realizada con arena, cal y trazas de buril.

Los abolsamientos y desprendimientos del *Intonaco* fueron causados principalmente por el agua utilizada por los bomberos. Una vez más, las altas temperaturas alcanzadas durante el incendio afectaron a los pigmentos empleados por Palomino, no sólo dando lugar al ennegrecimiento generalizado

⁷ ROIG PICAZO, P. (2007). Evolución de los diversos proyectos de Restauración de las pinturas murales de la bóveda de la Real Parroquia de los Santos Juanes de Valencia". *Editorial UPV*. 103-132.

ROIG PICAZO, P., REGIDOR ROS, J.L., BOSCH ROIG, L. & MARCENAC V. (2020). Estudios previos y propuesta de intervención en las pinturas murales, esculturas y ornamentos de la Real Parroquia de los Santos Juanes de Valencia. *Archivo de arte valenciano*, ISSN 0211-5808, 101 101, 2020



Figura 4. Estado conservación de zona de la bóveda. (José Luis Regidor, 2006)

de la superficie, sino además, al viraje de ciertos pigmentos como es el caso de los ocre y tierras naturales, convirtiéndose en Óxido de Hierro (FeO).

Con respecto a las patologías producidas por la mala praxis de los hermanos Gudiol, los paneles presentan pérdida del poder adhesivo tanto del Glutín como del caseinato cálcico (CaO_3) en el reverso de la pintura, así como pérdida de la función de agarre de los anclajes empleados en la sujeción de los paneles a la bóveda, provocando problemas estructurales en la curvatura de las pinturas.⁸

Resultado también de esta intervención, se hace notorio, un cambio cromático, por una parte, entre los paneles, fruto de la ejecución de la intervención ex situ y en diversas fases; y por otra parte, en la pérdida de la viveza de los tonos empleados por Palomino originalmente. Además, la superficie pictórica se halla gravemente erosionada, y algunas formas, han perdido su correcta lectura.

Otras patologías a nivel estructural corresponden con el desnivel existente entre las pinturas que fueron arrancadas y recolocadas a la bóveda, y aquellas que debido a su mal estado no lo fueron. Además del agrietamiento de la masilla de unión de los paneles.

Todo lo nombrado anteriormente, y la causa por la que la intervención llevada a cabo supuso un peligro en la integridad del conjunto, es debido al no establecimiento de un protocolo de actuación adecuado, teniendo en cuenta, las características y condiciones esenciales, tanto de la obra, como del propio inmueble.

Como se ha nombrado anteriormente, la patología sobre la que se centra el estudio corresponde con el biodeterioro presente en el reverso de algunas de las pinturas murales, tratándose en este caso de un ataque fúngico de coloración verde que no alcanza la película pictórica.

El biodeterioro se trata según Hueck de “cualquier cambio indeseable en las propiedades de un material causado por la actividad física de los seres vivo”, Hueck- 1965-1068]⁹ en este caso, el biodeterioro encontrado, se trata de un ataque fúngico, donde el microorganismo ha utilizado los materiales presentes en el reverso de la pintura mural presente en los paneles como fuente energética y nutritiva; tratándose de esta manera de un biodeterioro bioquímico asimilatorio.

Los factores climáticos son los causantes de la mayor parte de las alteraciones presentes en el patrimonio artístico siendo, por ejemplo, la temperatura y la humedad un factor determinante para el metabolismo y desarrollo de los seres

⁸BOSCH ROIG, MDP. (2011). Caracterización del biodeterioro y desarrollo de nuevos tratamientos de limpieza aplicables a los frescos restaurados de Antonio Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia [Tesis doctoral]. Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/9920>.

⁹ H. J. Hueck. The Biodeterioration of Materials as a Part of Hylobiology, trad. Central laboratorium TNO. 1965. p. 7.

vivos. No obstante, en la aparición de un ataque biológico, también influyen las características intrínsecas del soporte.

A la hora de hablar de biodeterioro, es necesario tener en cuenta las leyes de Liebig y Shelford. La primera, denominada ley del mínimo, establece que el crecimiento de los microorganismos está limitado por el nutriente más escaso del sustrato. Por tanto, para asegurar el buen desarrollo de este, es necesario que los agentes externos se encuentren en cantidades óptimas para su crecimiento (mínimos requeridos). La segunda, Ley de tolerancia, establece que la supervivencia de un organismo depende del grado de satisfacción en relación con los condicionantes esenciales. El desarrollo de estos puede estar controlado por la falta o exceso de dichos condicionantes, surgiendo de esta manera, un intervalo de tolerancia.

5.1 FACTORES DESENCADENANTES

Las condiciones de aparición de un ataque de biodeterioro, vienen determinadas, por una parte, por las características intrínsecas de los soportes, así como por los condicionantes atmosféricos, donde se insertan los agentes abióticos, que actúan en conjunto, y que están directamente relacionados con el clima y la contaminación ambiental; por ende, el éxito o no, de la proliferación de un ataque de biodeterioro, depende de que las necesidades nutritivas, y los valores de tolerancia del ambiente, sean satisfactorios.¹⁰

Condicionantes ambientales críticas para el desarrollo del biodeterioro fúngico:
Agua: Los hongos precisan de ella para llevar a cabo las reacciones enzimáticas y su metabolismo. La fuente de obtención depende de cómo se encuentre, de forma intrínseca en el soporte, influyendo entonces, la higroscopicidad y porosidad de este, o bien, del ambiente. A su vez, dos factores determinantes altamente relacionados con este medio son sus valores de pH, y la presión osmótica. Con respecto a la obra, es la gran higroscopicidad del soporte de madera, y las telas de arranque, la que favorece esta retención de agua, y por tanto el desarrollo de microorganismos. Otros agentes favorecedores es la elevada humedad relativa presente tanto en la ciudad de Valencia, como en el interior de la iglesia.¹¹ (P. Bosch Roig et al 2020).

Luz: Los hongos no precisan de ella para su crecimiento, prefiriendo la no presencia de esta, es por ello por lo que los ataques fúngicos generalmente se evidencian en el reverso de las obras, pues no reciben una exposición directa de la luz.

¹⁰ POYATOS JIMÉNEZ, F. (2007). *Procesos de Biodeterioro en pinturas sobre lienzo del museo de Bellas Artes de Granada: Examen visual y gráfico*. Editorial de la Universidad de Granada. (Obra original publicada en 2007)

¹¹ BOSCH-ROIG, P., ALONSO, J.D. y SORIA, E.V., (2020). Propuesta de monitorización integral de la calidad ambiental del interior de la iglesia de los santos juanes de Valencia. *Archivo de Arte Valenciano*, vol. 101, pp. 179-192. ISSN 0211-5808.

Temperatura: Agente que influye directamente en la velocidad de crecimiento de los microorganismos, siendo la temperatura óptima de la mayoría de los hongos, valores de entre 25Cº- 35Cº (denominados mesófilos), valores que encontramos de forma muy frecuente en el interior de la iglesia¹². Las bajas temperaturas, sin embargo, reducen la velocidad de las reacciones químicas, llegando incluso a inhibir el crecimiento.

Los microorganismos presentan tres valores de temperatura limitantes para su desarrollo; la temperatura óptima, en la que la actividad metabólica es mayor, así como las temperaturas máximas y mínimas, donde estos son metabólicamente inactivos. Al igual que en los factores anteriores, la mayoría de los hongos son mesófilos, sin embargo, encontramos algunos capaces de crecer a temperaturas que oscilan entre los 0Cº y 10Cº, siendo la temperatura máxima en torno a los 15Cº (denominados Psicrófilos); así como hongos Termófilos, cuyas temperaturas óptimas para el desarrollo corresponden con los 30Cº- 50Cº.¹³

Generalmente, los hongos a temperaturas por debajo de 0Cº, generan una disminución de la actividad metabólica y la congelación del contenido acuoso del citoplasma provocando, por ende, la muerte celular.

Por su parte, son las variaciones y fluctuaciones de temperatura las que funcionan como agente de actividad, pues provocan movimientos de dilatación y contracción de las piezas, aumentando la susceptibilidad de estas a un ataque de biodeterioro.¹⁴

Condicionantes intrínsecos del soporte:

Se trata de las características del propio soporte, influyendo, por tanto, la estructura, naturaleza y composición de los materiales.

La higroscopicidad de estos supondrá, la presencia de movimientos de contracción y dilatación, responsables del estado físico de las obras, pues la existencia de grietas, y porosidad del soporte, hace posible la inserción de agentes biológicos.¹⁵

Por otra parte, la técnica de ejecución, la incompatibilidad de materiales, y la presencia o no, de materiales depositados posteriormente, fruto de

¹² BOSCH-ROIG, P., ALONSO, J.D. y SORIA, E.V., (2020). Propuesta de monitorización integral de la calidad ambiental del interior de la iglesia de los santos juanes de Valencia. *Archivo de Arte Valenciano*, vol. 101, pp. 179-192. ISSN 0211-5808.

¹³ RAMÍREZ D., NINFA, SERRANO R., JOSÉ ANTONIO, SANDOVAL T. HORACIO.(2006) . Microorganismos extremófilos. Actinomicetos halófilos en México. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas* [en línea]. [fecha de Consulta 20 de junio de 2023]. ISSN: 1870-0195. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57937307>.

¹⁴ VALENTÍN RODRIGO, N., & GARCÍA ORTEGA, R. (1999). El biodeterioro en el museo. *Arbor*, 164(645) 85–107. <https://doi.org/10.3989/arbor.1999.i645.1598>

¹⁵ VIOLETA VALGAÑÓN. (2008). Biología aplicada a la conservación y restauración, Patrimonio cultural 9. p. 83.

intervenciones anteriores, también son factores condicionantes. El biodeterioro fúngico, viene dado debido a la conjunción de los condicionantes climáticos e intrínsecos del soporte, explicados anteriormente, así como la existencia o no de una fuente energética o nutritiva, orgánica.

De nuevo, en el caso de los Santos Juanes, la porosidad del soporte, así como la higroscopicidad del tablero de madera, y las telas de arranque presentes en la obra, han fomentado la presencia del ataque fúngico. Además, los materiales empleados por los hermanos Guidol durante la intervención, como es el caso de las colas, han servido como fuente de nutrición al biodeterioro.

5.2 TIPOLOGÍA BIOLÓGICA

A la hora de estudiar el biodeterioro, resulta preciso, ahondar en la tipología biológica causante del ataque, para de este modo, comprender el comportamiento de este. Por tanto, se va a exponer la tipología correspondiente con el “Reino Fungi”.

Se tratan de microorganismos eucariotas, que precisan de un medio rico en sustancias orgánicas, que sirven como fuente de nutrición, pues no son capaces de sintetizar los compuestos inorgánicos de la misma manera que los organismos autótrofos. La fuente de energía empleada para su nutrición corresponde con reacciones de óxido-reducción, y por tanto son organismos quimio heterótrofos.

Su estructura está formada por hifas, que en su conjunto forman el micelio. La reproducción puede ser tanto asexual, mediante la formación en las hifas de los conidios, o bien sexual, a través de la dispersión de esporas. Son los cuerpos fructíferos aquellos que producen las esporas.

A la hora de realizar la clasificación biológica del reino *Fungi*, existen dos grandes grupos, por un lado, *Ascomycota*, y por otro, *Basidiomycetes*, dividiéndose estos, en clases y órdenes (Tabla 1).

En el caso de los *Ascomycota*, la reproducción puede ser tanto sexual, en la que se originan unas células en el cuerpo fructífero, llamadas ascos, estas presentan forma de bolsa, siendo la característica principal de este grupo. Los “ascos”, presentan ascosporas, que germinan y forman micelios haploides (Figura 6).

Existen tres tipos de cuerpos fructíferos, por una parte, aquel que presenta una estructura cerrada

Tabla 1- Clasificación Biológica

División	Clase	Orden
Basidiomycetes	Homobasidiomycetes	Boletales
		Agaricales
		Russulales
		Aphylophorales
		Gasterales
	Heterobasidiomycetes	
Ascomycota	Hymenoascmycetes	Pyrenomycetes
		Discomycetes
	Hemiascomycetidae	Protomycetales
		Endomycetales
		Taphrinales
	Plectomycetidae	Ascospherales
		Elaphomycetales
		Eurotiales
		Orygenales
		Microascales
	Laboulbeniomyces	Laboulbeniales: Ascas bicelulares
		Spathulosporales: Ascas unicelular
	Loculoascmycetes:	Myriangiiales
		Dothideales
Pleosporales		
Histerales		
Hemisferiales		
Otros hongos	Myxomycetes	

completamente, denominado Cleistotecial; el Peritecial, presenta características similares al nombrado anteriormente, sin embargo, es de mayor tamaño, y por último, Apotencial, en el que la estructura presenta forma de plato o copa.

La reproducción asexual, es a través de la formación de esporas por medio de las hifas, y, por tanto, no se evidencia la existencia de cuerpos de fructificación. Por su parte, el grupo de los Basidiomycetes, su reproducción, es sexual, en la que las células productoras de las basidiosporas, se denominan basidios. Estos germinan y forman micelios haploides uninucleados, que presentan un periodo de vida corto. Tras esto, se forma un micelio a través del cual, se origina el cuerpo de fructificación (Figura 5).

Cabe señalar, que existen muchas clases de hongos, que no forman cuerpos fructíferos notables, no obstante, las esporas asexuales, se encuentran dispersas por el aire y, por tanto, resultan fundamentales en los procesos de degradación de los estratos.

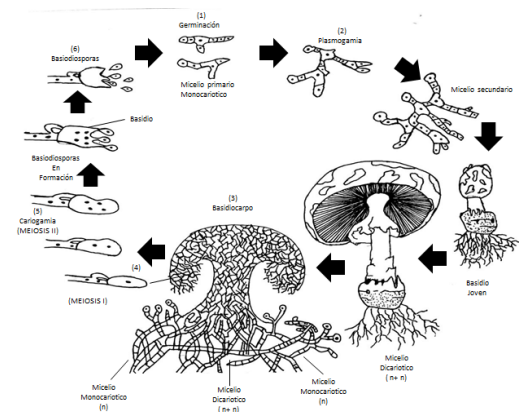


Figura 5. División Basidiomycetes.

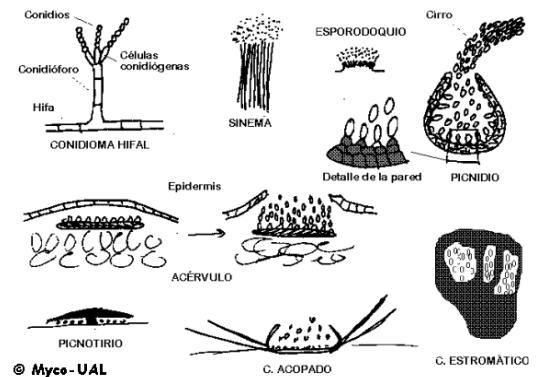


Figura 6. División Ascomycota.

5.3 ALTERACIONES

Las alteraciones causadas por un ataque fúngico pueden resultar tanto físico-mecánicas, como químicas como estético-cromáticas, generando generalmente los tres tipos de alteraciones simultáneamente y distorsionando la integridad y el aspecto de la propia obra, es el caso de los manchados o cambios de color debido a la presencia de melanina, así como la presencia de restos producto de las acciones metabólica, y, por último, la decoloración producida por un ataque de hongo cromóforo.¹⁶

Es a partir de estas alteraciones estéticas, donde se detectan la presencia de alteraciones bioquímicas, que son aquellas que vienen dadas por las interacciones químicas entre el sustrato y el hongo.

¹⁶ “Aquí el problema consiste simplemente en la presencia de un organismo vivo, o muerto, sus excrementos o productos metabólicos” [Dennis Allsopp, Kenneth J. Seal, y Christine C. Gaylarde, *Introducción al biodeterioro* (Zaragoza: Acribia, 2008), pp. 2-3.]

Por su parte, existe el biodeterioro bioquímico asimilatorio, en el que el hongo emplea el sustrato como fuente energética y nutritiva; el biodeterioro bioquímico desasimilatorio es el resultado del metabolismo del hongo, generando desechos y secreciones.¹⁷

Durante los procesos metabólicos, los organismos liberan sustancias que pueden provocar la descomposición del material, como ácidos y bases que alteran los valores de pH. Además, las enzimas juegan un papel fundamental tanto en la degradación de los materiales, como en la supervivencia de los organismos, pues son las encargadas de sintetizar moléculas grandes, en complejos más simples.

En el caso de los hongos, las hifas están estructuradas de manera eficiente para facilitar la absorción de nutrientes del sustrato. Esto viene acompañado de la liberación de enzimas hidrolíticas encargadas de descomponer macromoléculas orgánicas (proteínas, lípidos, polisacáridos, etc.) en moléculas de menor tamaño, que después son absorbidas como fuente nutritiva.

6. ATAQUE FÚNGICO PRESENTE EN EL REVERSO DE FRAGMENTOS DE PINTURA MURAL ARRANCADA

En el caso de la Iglesia de los Santos Juanes, las condiciones ambientales tanto externas como internas de la iglesia, sumado a las características y tipología del soporte, han dado lugar a la aparición del ataque fúngico en el reverso de algunos de los paneles situados en la bóveda central. (Figura 8)

En la investigación llevada a cabo por Pilar Bosch¹⁸, se estudian las condiciones ambientales externas e internas del inmueble, relacionándolas con la contaminación ambiental existente en la Ciudad de Valencia, así como, con la susceptibilidad del soporte a la aparición de un ataque fúngico.

Los resultados obtenidos determinan que las condiciones ambientales de la iglesia son favorecedoras para el crecimiento de agentes de biodeterioro, pues se observan valores elevados de temperatura y HR, además de la presencia en el aire de esporas de hongos.



Figura 8. Ataque fúngico presente en el reverso de los paneles de madera.

¹⁷ DENNIS ALLSOPP, KENNETH J. SEAL, Y CHRISTINE C. GAYLARDE. (2008). *Introducción al biodeterioro* (Zaragoza: Acribia, 2008), pp. 2-3.]

¹⁸ BOSCH ROIG, MDP. (2011) . Caracterización del biodeterioro y desarrollo de nuevos tratamientos de limpieza aplicables a los frescos restaurados de Antonio Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia [Tesis doctoral]. Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/9920>.

[“En el interior de la iglesia existen factores de riesgo para el crecimiento de agentes biodeteriorantes como son la elevada humedad relativa, y temperatura,”]¹⁹

Como se ha mencionado anteriormente, los condicionantes ambientales, juegan un papel fundamental en la aparición de un ataque de biodeterioro. En el interior de la iglesia, los rangos de temperatura y HR que se alcanzan, sumado a otros factores, como son la falta de ventilación, y la presencia de agua en el interior de los muros han provocado el desarrollo de un microclima aislado favoreciendo la proliferación de microorganismos. Es debido a esto, durante el proceso de restauración de la iglesia que se está llevando a cabo en la actualidad se realizan muestreo y cuantificación periódica de los microorganismos existentes en el aire del inmueble, no obstante, en este trabajo nos hemos centrado en los hongos presentes sobre el reverso de las pinturas arrancadas de Palomino.

El estudio expone que la iglesia presenta niveles altos de actividad fúngica, siendo los dos géneros predominantes, el *Aspergillus* y el *Penicillium*, pues ambos aparecen en el “70% de las muestras”; géneros ya descritos en bibliografía, como agentes de biodeterioro sobre bienes culturales. Estos se insertan dentro de la división Ascomycota, concretamente a la clase Eurotiomycetes; (describir eurotiomycetes).

El ataque fúngico presenta mayor incidencia en aquellas zonas que corresponden con materia orgánica, siendo estas, el tejido de algodón que sirve de unión entre los paneles de contrachapado y los frescos, así como en las pinturas originales, y aquellas restauradas por el equipo de los Gudiol. Los materiales empleados por los restauradores en los años 70, no sólo suponen incompatibles con los frescos de la iglesia en términos de conservación, sino que además, han servido como sustrato y fuente nutritiva de agentes de biodeterioro.

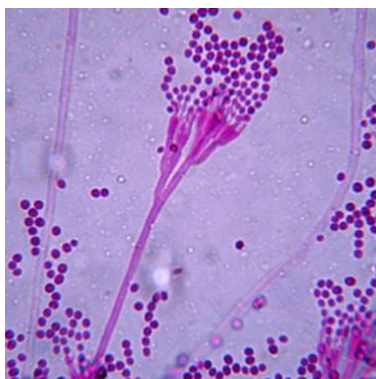


Figura 9. Tipos de conidios género *Penicillium* (esféricos).

6.1. *PENICILLIUM. PENICILLIUM SOLITUM*

El ataque fúngico que afecta al reverso de los paneles de la bóveda ha sido identificado por el equipo de investigadores del IRP que están llevando a cabo la restauración de los frescos como *Penicillium Solitum*.

El género *Penicillium*, se trata de mohos comunes desarrollados sobre diversos sustratos como pueden ser frutas, cereales, productos cárnicos y lácteos. Su característica principal es que los conidióforos tienen forma de pincel, morfología por la que se establece el nombre del género (Figura 9) “[del lat. *Penicillium*, “pincel pequeño”]²⁰.

¹⁹ BOSCH ROIG, MDP. (2011). Caracterización del biodeterioro y desarrollo de nuevos tratamientos de limpieza aplicables a los frescos restaurados de Antonio Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia [Tesis doctoral]. Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/9920>

²⁰ MARTÍNEZ BENÍTEZ, E. (2004). *Estudio de especies micotoxígenas del género Penicillium: Penicillium verrucosum Dierckx*. Universitat Autònoma de Barcelona.

Estos se estructuran formando conidios ramificados cuyo final, termina en células denominadas fiálides. Los conidióforos en su conjunto forman los verticilos, y se encuentran unidos al micelio a través de la estirpe; existen diferentes tipologías según la morfología del conidióforo, pues pueden presentar un solo verticilo, “monoverticilado”, o bien, que las ramificaciones sean poliverticadas en ramas o métulas.

Las hifas, presentan un tamaño variable de entre 2 y 3 diámetros, y septos con poro central. La pared de las fiálides es lisa, mientras que las de la estirpe y métulas, son lisas, equinuladas o rugosas.²¹

Las fiálides se hacen visibles de diversas formas, pudiendo manifestarse en forma de ánfora, o ser cilíndricas con porción apical en forma de cono.

El tamaño de las fiálides es de 15 aproximadamente, no superando las 34, la parte terminal de estas. Por su parte, los conidios son esféricos u ovoides, unicelulares, que en conjunto adquieren una coloración verde, verde azulada o gris.

Tipos de ramificación del conidióforo en *Penicillium* spp

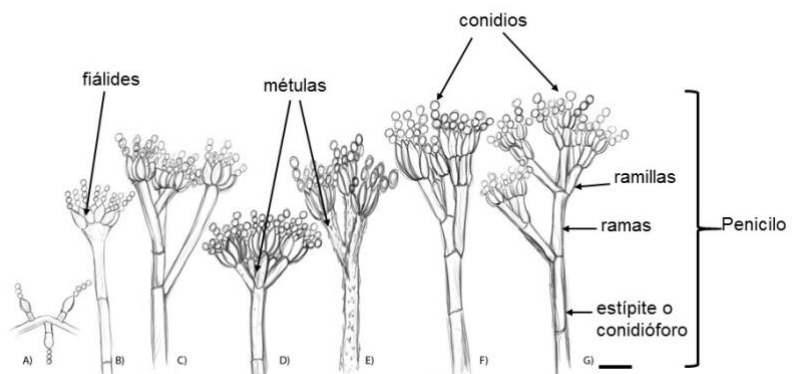


Figura 10. Micromorfología género *Penicillium*.



Figura 11. Colonia velutinoso *Penicillium*.

Los factores abióticos y bióticos para su desarrollo corresponden con humedades relativas del 85-90%, así como una actividad mínima de agua de entre 0,85- 0,90 (aw), así como unos valores de temperatura propios de los organismos mesófilos (25-35°C).

La reproducción sexual de algunas especies de *Penicillium*, se produce a través de la formación del cleistotecio, o gimnoteico; se tratan de ascomas en forma de saco, y en cuyo interior, se producen las ascosporas.

En cuanto a la clasificación de estos, el género está dividido en cuatro subgéneros, de acuerdo con la morfología de los conidióforos y a la velocidad de desarrollo y crecimiento que presentan las colonias. La división en subgéneros de los *Penicillios*, es la siguiente; el subgénero *Aspergiosis*, engloba a los *penicillios* que son monoverticilados. Aquellos que presentan tres o cuatro niveles de ramificación y un crecimiento rápido, corresponden con el subgénero *Penicillium*.

²¹ CARRILLO, L. (2003). Los Hongos de los Alimentos y Forrajes. Argentina: Universidad Nacional de Salta.

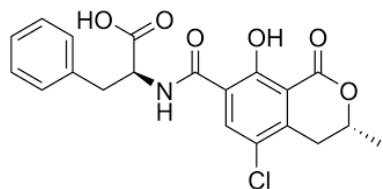


Figura 12. Estructura química Ocratoxina A.

El subgénero *Biverticillium* lo conforman aquellas especies cuyos pinceles son biverticilados, y que presentan una velocidad de crecimiento rápido. Las fiálides de dichas especies adquieren la misma longitud que sus métulas.

Por último, el subgénero *Furcatum*, donde las especies presentan pinceles biverticilados con las fiálides con forma de ánfora y de menor tamaño que las métulas.

Otros subgéneros son los telemórficos, cuya reproducción es sexual, como son los *Eupenicillium*, y *Talaromyces*; sus ascos están rodeados de hifas que se entrelazan y forman una delgada pared.²²

Por lo general, las colonias de este género son circulares si se dan las condiciones óptimas para su desarrollo, con borde sin fructificaciones, haciéndose visible el color del micelio, que generalmente es blanco, aunque puede mostrar variaciones de tonos amarillos, naranjas, púrpura.

La superficie de las colonias puede ser algodonosa, donde el micelio es esponjoso; aterciopelada, donde la textura viene dada por el crecimiento de los conidióforos forman una superficie densa y baja. Por último, con fascículos, producto de la proliferación de estirpes en un punto concreto de hifas fértiles. (Figura 11).

El género *Penicillium*, genera una serie de micotoxinas con el fin de garantizar y afianzar el desarrollo de su ambiente natural, inhibiendo la aparición de otros microorganismos en el sustrato. Ejemplos de estas toxinas pueden ser, ocratoxina A (Figura 12), ácido ciclopiazónico (Figura 13), citrina o ácido penicílico.²³ (Figura 14)

6.2. PENICILLIUM SOLITUM

El *Penicillium Solitum*, se inserta dentro de la división Ascomycota, la clase Eurotiomycetes, orden de los eurotiales, y familia Trichocomaceae.

Este puede encontrarse no solo bajo la denominación de *Penicillium Solitum*, si no que contiene diversos nombres científicos, siendo estos; *Penicillium carneolutescens*, *P. crustosum*, *P. farinosum*, *P. lanosogriseum*, *P. mali*, *P. melanochlorum*, *P. patulum*, *P. pseudocasei*, *P. psittacinum*, y *P. terrestre*.

Las colonias son aterciopeladas, de crecimiento rápido, pueden alcanzar un diámetro de 3-4, en un periodo de siete días, en unas condiciones de temperatura de 25 Cº. Presentan un color verdoso, así como tonos cremas. A nivel microscópico, los conidióforos son terverticilados de pared rugosa con métulas de 10-15 x 3,5, y de cinco a ocho fiálides por métula. Los conidios, por su parte, son de pared lisa, globosos, con un diámetro de 3,5-4.

Se inserta dentro de las especies de *Penicillium* que producen y segregan micotoxinas, en este caso, Penitrem A, y roquefortina.²⁴ La primera, se trata de

²² CARRILLO, L. (2003). Los Hongos de los Alimentos y Forrajes. Argentina: Universidad Nacional de Salta.

²³ CABAÑES, F. J., ABARCA, M. L., BRAGULAT, M. R. & CASTELLÁ, G. (2007). Especies productoras de micotoxinas. En *Micotoxinas en los Alimentos* (30-61). Madrid: Ediciones Diaz Santos.

²⁴ MARTÍNEZ BENÍTEZ, E.(2004). *Estudio de especies micotoxígenas del género Penicillium: Penicillium verrucosum Dierckx*. Universitat Autònoma de Barcelona.

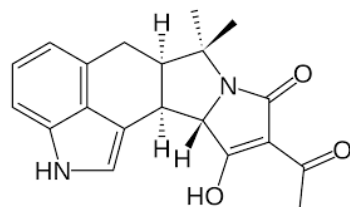


Figura 13. Estructura química Ácido ciclopiazónico.

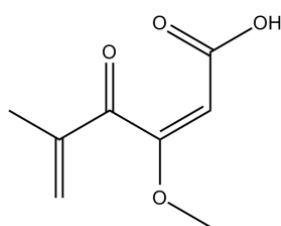


Figura 14. Estructura química ácido penicílico.

micotoxinas tremorgénicas; neurotoxina que provoca, incoordinación y temblores. Por su parte, la roquefortina, es una neurotoxina que puede producir ataques de convulsiones, así como parálisis.

En el caso de la Iglesia de los Santos Juanes, el ataque fúngico (Figura 15), ha provocado un biodeterioro bioquímico, pues ha empleado la materia orgánica presente en el reverso de los paneles como fuente de nutrición, dejando restos de su actividad metabólica. Además, no se observa la presencia de micelios en el anverso de las pinturas, dejando ver que los daños mecánicos derivados de la presencia de micelios, se ha producido únicamente en el reverso; no obstante, si hay presencia de esporas (Figura 16), por lo que a pesar de que no se hayan dado las condiciones óptimas para su desarrollo, estas podrían en un futuro iniciar su crecimiento, si no se establecen parámetros que controlen las condiciones ambientales de la Iglesia.

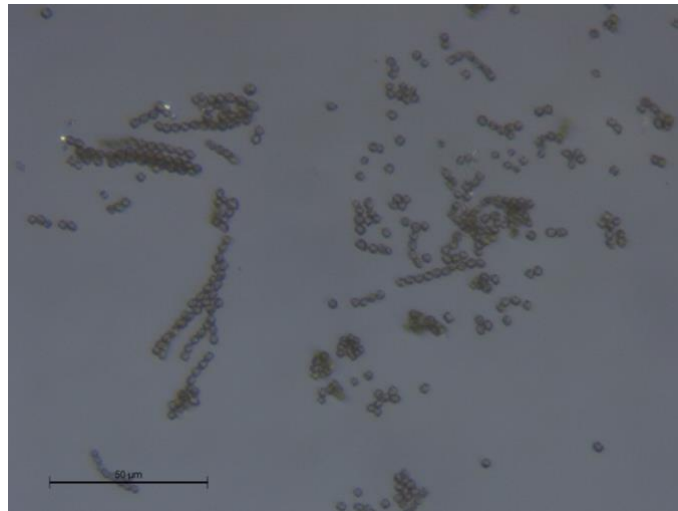


Figura 15. Microscopia Penicilium Solitum, esporas.



Figura 16. Microscopia Penicilium, formación cadenas filamentosas.

7. PROCESO DE RESTAURACIÓN INTEGRAL

Las labores de restauración integral de la Iglesia de los Santos Juanes comenzaron con unos estudios previos que fueron posibles de llevar a cabo, gracias al contrato de I+D+i firmado entre la UPV y la parroquia, el 20 de marzo de 2019. Además, dicha restauración, está siendo posible gracias a la financiación de la fundación Hortensia Herrera.

Los estudios previos nombrados con anterioridad tenían como objetivo, conocer aspectos acerca de la historicidad del inmueble, las características de los materiales empleados por Palomino, así como los agentes de deterioro que afectan a los frescos, y las patologías que pudiesen presentar. Con todo ello, se pudo establecer el estado de conservación real en el que se encontraban los paneles, así como la propuesta de intervención a realizar, velando por el máximo respeto a la obra de Palomino, y asegurando su perdurabilidad en el futuro.

Estos se llevaron a cabo, agrupándolos en distintos ámbitos de conocimiento, siendo estos, ámbito histórico-documental, correspondiente con todo aquello que hace referencia a información bibliográfica acerca del proceso de ejecución de las pinturas por parte de Palomino e intervenciones anteriores. En los estudios fisicoquímicos, se llevó a cabo la caracterización de los componentes materiales, y agentes de deterioro, mediante técnicas de exámenes no destructivos y analíticas. El estudio medioambiental, permitió establecer el microclima existente en el interior del inmueble, así como los valores de contaminación ambiental y biológica. En cuanto al ámbito gráfico-fotográfico, quedan recogidas las fotografías generales y analíticas.

Por último, se realizó un estudio de los daños, acompañado de una evaluación y seguimiento de los procesos, pudiendo establecer la extensión real de los daños que presentaba el conjunto pictórico.²⁵

A partir de los datos recabados en los estudios previos acerca de las distintas áreas, se estableció la propuesta de intervención. Cabe destacar la dificultad que resulta la intervención de la bóveda de la Iglesia de los Santos Juanes, pues se trata de un conjunto de gran complejidad que “requiere planteamientos pluridisciplinarios a través de nuevas tecnologías digitales”²⁶

La metodología a la hora de intervenir los paneles estaría sujeta a las necesidades y características materiales de cada uno de estos, no obstante, estructuradas en cinco grupos de acciones que tienen en cuenta tanto la labor

²⁵ SORIANO SANCHO, MP.; OSCA PONS, MJ.; ROIG PICAZO, MP. (2006). En torno a las pinturas murales arrancadas de la iglesia de los Santos Juanes de Valencia: estudios para la protección, separación y sustitución de su antiguo soporte. *Arché*. (1):17-24. <http://hdl.handle.net/10251/32359>

²⁶ ROIG PICAZO, P., REGIDOR ROS, J.L., BOSCH ROIG, L. & MARCENAC V. (2020). Estudios previos y propuesta de intervención en las pinturas murales, esculturas y ornamentos de la Real Parroquia de los Santos Juanes de Valencia. *Archivo de arte valenciano*, ISSN 0211-5808, 101 101, 2020

de restauración, como la conservación preventiva de los paneles. Los procesos quedarían recogidos en:

- Limpiezas
- Consolidación de estructuras y estratos de acabado
- Corrección y reintegración volumétrica de reposiciones y pérdidas escultóricas y otros estratos de acabado
- Trabajos de apoyo, seguimiento y control”²⁷

Una vez establecida la propuesta de intervención, los procesos de restauración que se han venido haciendo sobre los paneles arrancados de la bóveda de la iglesia, son en un primer lugar, el traslado de estos al taller, donde se realiza la documentación mediante fotografías, tanto con luz general, como ultravioleta, con el fin de detectar aquellas zonas que corresponden con repintes.

La fase de limpieza del anverso se ha realizado mediante pincelaría suave (Figura 18), así como a través de gomas Wishab (Figura 17); este sistema se ha empleado únicamente en aquellas zonas que lo permitieran. La eliminación de los restos de cola envejecida y endurecida utilizada en los arranques se lleva a cabo mediante el uso de los sistemas innovadores de biolimpieza (Bosch-Roig et al 2012)²⁸.

En la bóveda de los Santos Juanes sobre la superficie pictórica, encontramos costras blanco- grises, así como materia orgánica derivada de las restauraciones realizadas por el equipo de los Guidol; depósitos que se intentaron eliminar a través de técnicas fisicoquímicas, no obteniendo los resultados deseados. Es por ello por lo que Pilar Bosch, introduce el concepto de “Biolimpieza”²⁹ en la intervención de los Santos Juanes, que corresponde con el empleo de microorganismos como sistema de limpieza, en este caso se tratan de bacterias.

Se ha utilizado también, agua caliente a la que se le ha modificado el pH, así como añadido tensoactivos; mejorando la acción disolvente de esta.³⁰ En cuanto a los repintes, se han empleado diferentes disolventes en función de su tipología; aquellos a base de resinas cetónicas, han sido eliminados con disolventes de alcohol y acetona, espesados; los repintes a base de pigmentos acuosos, a través de disolventes acuosos.



Figura 17. Limpieza en seco mediante Wishab (José Luis Regidor, 2006)

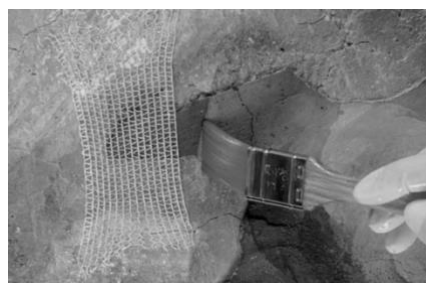


Figura 18. Proceso de limpieza (José Luis Regidor, 2006)

²⁷ ROIG PICAZO, P., REGIDOR ROS, J.L., BOSCH ROIG, L. & MARCENAC V. (2020). Estudios previos y propuesta de intervención en las pinturas murales, esculturas y ornamentos de la Real Parroquia de los Santos Juanes de Valencia. *Archivo de arte valenciano*, ISSN 0211-5808, 101 101, 2020

²⁸ ROIG, P.B., ESTELLES, R.M., REGIDOR, J.L., PICAZO, P.R., & RANALLI, G. (2012). New frontiers in the microbial bio-cleaning of artworks.

²⁹ BOSCH ROIG, MDP. (2011). Caracterización del biodeterioro y desarrollo de nuevos tratamientos de limpieza aplicables a los frescos restaurados de Antonio Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia [Tesis doctoral]. Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/9920>

³⁰ REGIDOR ROS, J.L.; PALUMBO, M.; GÓMEZ CHAPARRO, G.; CLAVEL PIÁ, I. (2006). Restauración y solución propuesta para la exposición de los fragmentos conservados en la bóveda de la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia. *Arché*. (1):45-52. <http://hdl.handle.net/10251/32363>



Figura 19. Tela algodón durante arranque mural.

Aquellas sustancias que han migrado desde el reverso han sido eliminadas a través de resinas de intercambio iónico, en el caso de oxalatos, sulfatos y restos de materia orgánica; mientras que los restos de cola de gelatina han sido eliminados con proteasas y saliva artificial.³¹

La problemática durante la fase de limpieza con respecto a los abolsamientos que presentan los frescos se subsanó mediante el uso de tiras de pequeño tamaño de papel japonés y gasas de algodón, adheridas con metilcelulosa. A la hora de plantear la protección, se requería de un adhesivo que presentara un poder de adhesión débil, pero que a su vez fuera lo suficientemente resistente como para asegurar la integridad de la obra durante su manipulación. Finalmente, se ha empleado una protección a base de papel japonés de 11gr/m², Aquazol y tela.

Una vez protegida la obra, se procede a la separación de la pintura del soporte de contrachapado; el arranque se realiza a través de acción mecánica controlada.³² (Figura 19 y 20)

Previo a la unión al nuevo soporte, y posterior a la protección, se lleva a cabo la pre-consolidación del reverso, empleando una microemulsión de Acril ME, así como se retiran tanto las telas del reverso, como el caseinato cálcico. Estos se sustituyen por una tela de poliéster adherida con Plextol B500.



Figura 20. Obra tras fase de arranque.

El nuevo soporte está formado por una doble capa de fibra de carbono que presenta núcleo alveolar de aluminio, y que es adherido entre sí mediante resina epoxídica y papel japonés (Figura 21). Este se aplica de forma directa sobre la bóveda de la Iglesia, con el fin de que se adapte a la curvatura de ésta; además, para conseguir que los fragmentos arrancados estén al mismo nivel que las pinturas que no lo fueron, se eliminó el enlucido de yeso aplicado por los Gudiol. La unión de las pinturas al nuevo soporte se realiza al vacío, interponiendo como capa de intervención, Regalrez 1125 disuelta en ligroína; el adhesivo empleado para la unión al soporte corresponde con Paraloid B72, asegurando por tanto la reversibilidad química, al presentar polaridades diferentes.

³¹ BOSCH ROIG, MDP. (2011). Caracterización del biodeterioro y desarrollo de nuevos tratamientos de limpieza aplicables a los frescos restaurados de Antonio Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia [Tesis doctoral]. Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/9920>

³² SORIANO SANCHO, MP. (2005). Los frescos de Palomino en la bóveda de la iglesia de los Santos Juanes de Valencia: estudio y aplicación de un nuevo soporte [Tesis doctoral no publicada]. Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/1825>

La última fase corresponde con el estucado y el tratamiento de lagunas, mediante la inserción de la imagen de la bóveda tratada de forma digital, y transferida a un sistema de impresión con tintas ink-jet³³ y papel gel. El papel gel, “es un material copolímero laminar, imprimible e inocuo [...], pero con extraordinaria elasticidad”³⁴; por tanto, se trata de un soporte que cumple los criterios de reversibilidad, así como el respeto a la integridad de la obra.

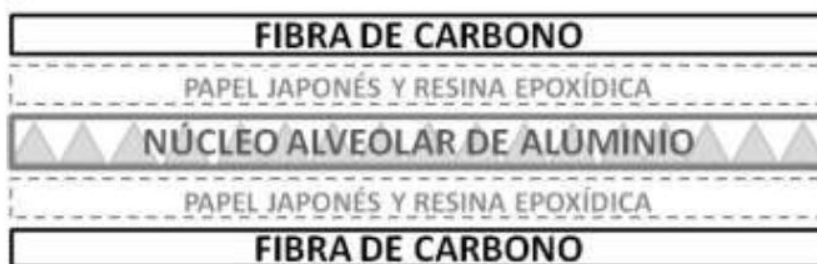


Figura 21. Esquema capa constitutivas del nuevo soporte durante las labores de restauración (Pilar Bosch, 2011).

Dado que el ataque fúngico estaba presente en el reverso del antiguo soporte en el que estaban adheridas las pinturas, y este ha sido sustituido por uno nuevo, se llevó a cabo un estudio comparativo entre ambos, para estudiar y asegurar la idoneidad del nuevo soporte, y su resistencia a futuros ataques de biodeterioro. La susceptibilidad del soporte, fue probada empleando los hongos aislados en la madera del reverso de los paneles, siendo estos *Aspergillus Fumigatus*, *Aspergillus Sidowii* y *Penicillium Commune*. Los resultados obtenidos determinan que el nuevo soporte es resistente al crecimiento fúngico, pues no se ha observado ninguna actividad fúngica sobre este a lo largo del experimento.³⁵

9. PROPUESTA FASE DE LIMPIEZA ECOSOSTENIBLE

Como se ha nombrado a lo largo del presente trabajo, el biodeterioro conlleva al detrimento de la obra de arte, provocando daños estéticos, así como

³³ REGIDOR ROS, JL.; PALUMBO, M.; GÓMEZ CHAPARRO, G.; CLAVEL PIÁ, I. (2006). Restauración y solución propuesta para la exposición de los fragmentos conservados en la bóveda de la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia. Arché. (1):45-52. <http://hdl.handle.net/10251/32363>

³⁴ REGIDOR ROS, JL.; PALUMBO, M.; GÓMEZ CHAPARRO, G.; CLAVEL PIÁ, I. (2006). Restauración y solución propuesta para la exposición de los fragmentos conservados en la bóveda de la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia. Arché. (1):45-52. <http://hdl.handle.net/10251/32363>

³⁵ BOSCH ROIG, MDP. (2011). Caracterización del biodeterioro y desarrollo de nuevos tratamientos de limpieza aplicables a los frescos restaurados de Antonio Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia [Tesis doctoral]. Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/9920>

fisicoquímicos, debido a las reacciones que provocan los hongos al desarrollarse, y realizar las funciones básicas para su supervivencia.

El tratamiento de ataques fúngicos ha venido marcado a lo largo de la historia por el empleo de sustancias químicas como son ácidos, sales de amonio cuaternario, así como componentes organometálicos. Pesticidas que son de uso industrial y que ante una exposición prolongada a los vapores que emiten, suponen un riesgo para la salud de los restauradores.

Los biocidas son mezclas que están compuestas de sustancias, cuyo fin es eliminar, ralentizar o controlar la acción de organismo que resultan nocivos; es, por tanto, que “en su diseño, se persigue su potencia y resistencia [...], lo cual les otorga grandes proporciones de peligrosidad para el hombre y el medio ambiente.”³⁶

Actualmente, el uso de biocidas se encuentra regulado por el Reglamento (UE) N.º 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de mayo de 2012, relativo a la comercialización y el uso de biocidas, por el que se regula el proceso de evaluación para el registro y autorización de biocidas.³⁷

Es por lo nombrado anteriormente, que el objetivo del trabajo, consiste en la propuesta de limpieza del ataque fúngico presente en el reverso en algunos paneles de los Santos Juanes, a través del uso de aceites esenciales, en sustitución de los métodos tradicionales, abogando por los objetivos de desarrollo sostenible, en la búsqueda del consumo responsable (ODS3); así como, acción por el clima (ODS 13) y vida de ecosistemas terrestres (ODS15), preservando por tanto la biodiversidad y el entorno medioambiental.

Así mismo, diversos trabajos muestran como los microorganismos han desarrollado una resistencia a los compuestos antifúngicos³⁸, sumado esto, a la necesidad de desarrollar métodos que emplean compuestos inocuos y no tóxicos, cuya eficacia no se ve alterada con el paso del tiempo, y que resultan no dañino a la obra, surge la propuesta del empleo de aceites esenciales con propiedades antifúngicas (EOs).

Los aceites esenciales, se tratan de compuestos volátiles, provenientes de las plantas, pues son producidos por estas como complejos metabólicos secundarios. A temperatura ambiente, presentan un estado líquido e incoloro; son solubles en líquidos o disolventes orgánicos de baja densidad. Estos están compuestos por una mezcla compleja de moléculas, principalmente, terpenos aromáticos, aunque también presentan terpenoides y compuestos alifáticos.

Los terpenos aromáticos, corresponden con hidrocarburos cíclicos que, gracias a su carácter hidrófobo, se acumulan en la bicapa lipídica; dicha acumulación,

³⁶ MARTÍN REY, S., LEE, Y. y DOMENECH CARBO, M.T., (2011). Evaluación del empleo de biocidas naturales en mezclas adhesivas de base proteica.

³⁷ [Reglamento \(UE\) nº 528/2012](#) del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de mayo de 2012, relativo a la comercialización y el uso de los biocidas.

³⁸ DAVIES, J, DAVIES, D. (2010). Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiology and molecular biology reviews*, vol. 74, no 3, p. 417-433.

provoca la alteración de la estructura, y por ende, alteración de la función de la membrana.

Los aceites esenciales actúan sobre las colonias fúngicas, regulando el metabolismo, bloqueando reacciones enzimáticas, alterando la estructura de la membrana, así como inhibiendo y ralentizando el crecimiento del ataque fúngico.

Son numerosos los estudios que se han centrado en el empleo de aceites esenciales, evaluando su actividad antimicrobiana ante ataques fúngicos en obras de arte.

En el artículo científico “*Essential Oils as Natural Biocides in Conservation of Cultural Heritage*”³⁹, se realiza un estudio preliminar acerca de la efectividad del aceite esencial proveniente del *Origanum vulgare*, y *Thymus vulgare* contra el ataque del *Aspergillus Flavus*, presente en la base de una escultura de madera. A la hora de evaluar la actividad microbiana de estos dos aceites esenciales, se llevaron a cabo ensayos in vitro por medio del método de difusión en disco de Agar.

Los resultados obtenidos, muestran la presencia de halos de inhibición del crecimiento, especialmente de *T. vulgare*. A pesar de ello, existe un gran interés por el *Origanum vulgare*, pues su actividad antifúngica ha sido estudiada en hongos como el *Penicillium sp.*, aislado de objetos de piedra y madera. Estos resultados evidencian el desarrollo de nuevos protocolos a la hora de abordar ataques fúngicos, basados en el empleo de aceites esenciales, ya sea de forma directa en los biofilms, o como complejos volátiles.

El *O. vulgare*, se trata de una planta aromática procedente de Europa, cuyo componente principal es el carvacrol, un fenol monoterpenoide que presenta propiedades anti-inflamatorias.

Por su parte, son varios los aceites esenciales que se han estudiado, como por ejemplo el Linalool; este se trata de un monoterpeno cíclico que presenta propiedades antifúngicas, pues altera la membrana celular de estas, impidiendo la formación del biofilm.⁴⁰

En el caso de los aceites esenciales *Cinnamomum Zeylanium*, *Thymus Serpyllum* y *Thymus vulgaris*, en una solución hidroalcohólica en una concentración del 1%, inhiben la germinación de esporas y el crecimiento de cepas fúngicas.

El componente principal del aceite esencial del *Cinnamomum Zeylanium*, es el eugenol, este es considerado inhibidor del crecimiento pues afecta al transporte de iones, regula la producción de proteínas, así como limita la replicación del

³⁹ PALLA, F, et al.(2020). Essential oils as natural biocides in conservation of cultural heritage. *Molecules*, vol. 25, no 3, p. 730.

⁴⁰ FEDERICA, A., BARTOLINI, M., PLISSONER, M. L., ESPOSITO, A., GALOTTA, G., RICCI, S., DAVIDDE PETRIAGG, B., PEDONE, C., DI GIOVANNI, A., PIAZZA, S., GUERRIERI, F., & ROMAGNOLI. (2020). Essential Oils as Alternative Biocides for the Preservation of Waterlogged Archaeological Wood. *Microorganisms. Applied Science, Microbial Communities in Cultural Heritage and Their Control*), vol. 25. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8122>

ADN⁴¹. Se trata además de un compuesto cuyos efectos no se ven alterados por la exposición lumínica.

Se han probado en cepas de *Penicillium*, los aceites esenciales de *Allium Sativum*, *Calamintha* y *Melaleuca Alternifolia*, comúnmente conocida como Árbol del Té. Estos fueron ensayados en tres medios de cultivos distintos. Aquel que mejor actividad antimicrobiana obtuvo fue el *Allium Sativum*.

La eficacia de un método antifúngico puede estar determinado por la concentración empleada, el tiempo de actuación, así como la susceptibilidad del hongo al compuesto empleado⁴².

En el campo de la conservación y restauración, el inconveniente principal del uso de aceites esenciales provenientes de plantas radica en la metodología de aplicación, pues en la mayoría de los casos, se provoca un contacto directo del aceite esencial con la superficie de las piezas; como puede ser la aplicación a través de pincel, mediante empacos o a través de geles.

En un estudio llevado a cabo, se estudia la posibilidad de usar los componentes volátiles de los aceites para llevar a cabo el proceso de limpieza, ya que el contacto directo de los aceites esenciales con los pigmentos podría causar daños en la obra⁴³.

A pesar de que se haya probado la eficacia de los aceites esenciales a la hora de eliminar, o controlar el ataque fúngico presente en obras de arte, cabe destacar la necesidad de establecer una metodología específica en el uso de biocidas naturales en el control del biodeterioro⁴⁴.

En el caso de los Santos Juanes, el ataque fúngico, viene dado por la cepa de *Penicillium Solitum*; por lo que se podría plantear el estudio de aquellos aceites esenciales que en la bibliografía ofrecen resultados positivos a la hora de inhibir el crecimiento de las colonias de *Penicillium sp.*, en primer lugar ensayos in vitro, y posteriormente pruebas preliminares en probetas que presentan las mismas características que los reversos de las pinturas realizadas por Palomino,

⁴¹ FEDERICA, A., BARTOLINI, M., PLISSONER, M. L., ESPOSITO, A., GALOTTA, G., RICCI, S., DAVIDDE PETRIAGG, B., PEDONE, C., DI GIOVANNI, A., PIAZZA, S., GUERRIERI, F., & ROMAGNOLI, M. (2020). Essential Oils as Alternative Biocides for the Preservation of Waterlogged Archaeological Wood. Microorganisms. *Applied Science, Microbial Communities in Cultural Heritage and Their Control*, vol. 25. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8122>

⁴² SEQUEIRA, S.; CABRITA, Eurico J.; MACEDO, Maria F. Antifungals on paper conservation: An overview. (2012). *International biodeterioration & biodegradation*, vol. 74, p. 67-86. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.07.011>

⁴³ GATTI, L.; TROIANO, F.; VACCHINI, V.; CAPPITELLI, F.; BALLOI, A. (2021). An In Vitro Evaluation of the Biocidal Effect of Oregano and Cloves' Volatile Compounds against Microorganisms Colonizing an Oil Painting—A Pioneer Study. *Appl. Sci.* 11, 78. <https://doi.org/10.3390/app11010078>

⁴⁴ SPROCATI, A R, et al. (2021). Sustainable restoration through biotechnological processes: A proof of concept. En *Microorganisms in the Deterioration and Preservation of Cultural Heritage*. Cham: Springer International Publishing, p. 235-261.

teniendo en cuenta el tipo de ataque y los condicionantes ambientales. No obstante, es necesario realizar un estudio analítico antes y después de la limpieza; que, por su parte, determine el tipo de materia orgánica presente en el reverso, así como la extensión del ataque fúngico; y tras la realización de este, evalúe su eficacia, así como la ausencia de efectos negativos o cambios colorimétricos.

10. CONSERVACIÓN PREVENTIVA

Como se viene nombrando a lo largo del presente trabajo, el ataque fúngico presente en el reverso de los paneles de la bóveda viene dado por la conjunción de condiciones atmosféricas, que resultan inadecuadas para la conservación de las pinturas que alberga la Iglesia. Es, por tanto, que resulta imprescindible, estudiar los valores ambientales que envuelven al inmueble para de esta manera, establecer aquellos parámetros que aseguren la conservación de las pinturas, y prevengan la reaparición del ataque de biodeterioro.

Los condicionantes atmosféricos estudiados como potenciadores del desarrollo fúngico, corresponden con el agua, la humedad relativa, la temperatura y la contaminación ambiental. Condicionantes que deben ser controlados, es por ello, que se propone la instalación de un sistema de monitorización de las condiciones de temperatura, humedad, luz, partículas y microorganismos en el aire, que incluya un sistema automático sensorizado, que permita la medición y almacenamiento de los datos tomados. Dicho sistema ha sido propuesto por Pilar Bosch en la *Propuesta de monitorización integral de la calidad ambiental del interior de la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia*.⁴⁵

En el caso del agua, la vigilancia del factor corresponde con el control de los niveles de humedad relativa y el contenido de agua de las pinturas, especialmente, que no se produzcan entradas de agua en el interior del inmueble.

La temperatura junto a la humedad relativa, determinan la existencia o no, de las condiciones favorables para el desarrollo fúngico, siendo una vez más, la estabilidad de ambos parámetros la premisa más importante, sumado esto a la presencia de unas condiciones de ventilación favorables. La ventilación permitió controlar ambos parámetros reduciendo la humedad relativa y la temperatura del templo. Sin embargo, la iglesia presenta una falta de ventilación generalizada; especialmente en la nave central, zona en la que no se producen movimientos de aire, ya que las corrientes derivadas por los cambios de temperatura entre el andamio y la planta baja, provoca corrientes perimetrales. Además, el inmueble carece de sistemas de ventilación, ya que únicamente disponen de ventiladores eléctricos que se encienden los días donde las temperaturas son elevadas. Se propone, por tanto, la inclusión de sistemas de ventilación en la nave central, así como la existencia de una

⁴⁵ BOSCH-ROIG, P., ALONSO, J.D. y SORIA, E.V., (2020). Propuesta de monitorización integral de la calidad ambiental del interior de la iglesia de los santos juanes de Valencia. *Archivo de Arte Valenciano*, vol. 101, pp. 179-192. ISSN 0211-5808.

ventilación cruzada mediante la apertura de ventanas que permitan la existencia de fluctuaciones de ventilación de forma controlada.

Otro factor determinante en la aparición de un ataque fúngico corresponde con la suciedad acumulada, pues los hongos emplean dichos compuestos como sustrato, por lo que se propone mejorar las condiciones de limpieza, ya que haría disminuir la susceptibilidad a que los soportes sean atacados por agentes de biodeterioro. Actualmente, con las labores de restauración, se está eliminando la suciedad presente en las ornamentaciones y superficies artísticas que forman parte del templo; reduciendo por tanto, el riesgo de aparición de un ataque fúngico. Acción de revisión y mantenimiento que deberá seguir ejecutándose una vez finalice el proceso de restauración.

El hecho de que los paneles de madera, así como las telas de arranque y los restos de adhesivo del reverso hayan sido eliminados y sustituidos por un nuevo soporte y adhesivos mucho más idóneos ya que respetan la estabilidad de las pinturas de Palomino, y muestran una importante resistencia al crecimiento fúngico, reduce mucho el riesgo de biodeterioro de las pinturas tras el proceso de restauración. Sin embargo, sigue siendo importante prevenir potenciales ataques fúngicos mediante el control periódico de las condiciones medioambientales.

Se propone, por tanto, como medidas conservativas generales contra el biodeterioro fúngico en la Iglesia de los Santos Juanes, el control medioambiental (variaciones de humedad relativa y temperatura), aumentar el régimen de ventilación en el interior del inmueble, y sistematizar los procesos de control, monitorización y de limpieza.

11. CONCLUSIONES

La propuesta de realizar la fase de limpieza ecosostenible, a través del uso de aceites esenciales, se formula a raíz del estudio de casos acerca del empleo de estos compuestos naturales para combatir ataques de biodeterioro; pudiendo concretar la eficacia de dichos tratamientos, teniendo en cuenta los resultados favorables que se han obtenido.

A través de la información recabada se consigue estudiar la Iglesia de los Santos Juanes, englobando, el contexto histórico y artístico, las intervenciones realizadas por los hermanos Guidol en, así como las labores de restauración que se vienen haciendo.

Se puede llegar a la conclusión de que la suma de la información resulta fundamental a la hora de plantear la propuesta de la fase de limpieza, teniendo en cuenta, por una parte, los factores que confluyen en la obra, como los objetivos de desarrollo sostenible, velando por prácticas de restauración que planten procesos más sostenibles, y que sean inocuos tanto para la obra, como para la salud de los restauradores y el medio ambiente.

Por último, en caso de llevar a cabo prácticas relacionadas con el presente trabajo, se desarrollaría la fase experimental, sustentada en estudios previos; estableciendo la inocuidad para la obra así como la eficacia del uso de aceites esenciales a la hora de eliminar el ataque fúngico presente en fragmentos del reverso de los paneles de la Iglesia de los Santos Juanes.

12. BIBLIOGRAFÍA

- ABDEL-MAKSOU, GOMAA, MAHMOUD ABDEL-NASSER, MAHMOUD H. SULTAN, AHMED M. EID, SAAD H. ALOTAIBI, SAAD EL-DIN HASSAN, AND AMR FOUDA.(2022). "Fungal Biodeterioration of a Historical Manuscript Dating Back to the 14th Century: An Insight into Various Fungal Strains and Their Enzymatic Activities" *Life* 12, no. 11: 1821. <https://doi.org/10.3390/life12111821>
- ALI, MAHA. (2020). "Effect of Five Essential Oils As Green Disinfectants on Selected Photographic Prints: Experimental Study". *Conservation Science in Cultural Heritage* 20 (1):79-97.
- <https://doi.org/10.6092/issn.1973-9494/12791>.
- BORREGO-ALONSO, S.(2015). Los biocidas vegetales en el control del biodeterioro o del patrimonio documental. Perspectivas e impacto. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, vol. 46, núm. 3, septiembre-diciembre, pp. 259 -269.
- BOSCH ROIG, MDP. (2011). Caracterización del biodeterioro y desarrollo de nuevos tratamientos de limpieza aplicables a los frescos restaurados de Antonio Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia [Tesis doctoral]. Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/9920>
- BOSCH-ROIG, P., ALONSO, J.D. y SORIA, E.V., (2020). Propuesta de monitorización integral de la calidad ambiental del interior de la iglesia de los santos juanes de Valencia. *Archivo de Arte Valenciano*, vol. 101, pp. 179-192. ISSN 0211-5808.
- CABAÑES, F. J., ABARCA, M. L., BRAGULAT, M. R. & CASTELLÁ, G. (2007). Especies productoras de micotoxinas. En *Micotoxinas en los Alimentos* (30-61). Madrid: Ediciones Diaz Santos.
- CARRILLO, L. (2003). *Los Hongos de los Alimentos y Forrajes*. Argentina: Universidad Nacional de Salta.

- DAVIES, J; DAVIES, D.(2010). Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiology and molecular biology reviews*, vol. 74, no 3, p. 417-433
- DE FILPO, Giovanni, et al.(2015).Gellan gum/titanium dioxide nanoparticle hybrid hydrogels for the cleaning and disinfection of parchment. *International Biodeterioration & Biodegradation*, vol. 103, p. 51-58. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.04.012>
- DENNIS ALLSOPP, KENNETH J. SEAL, Y CHRISTINE C. GAYLARDE. (2008). Introducción al biodeterioro (Zaragoza: Acribia), pp. 2-3.]
- FEDERICA, A., BARTOLINI, M., PLISSONER, M. L., ESPOSITO, A., GALOTTA, G., RICCI, S., DAVIDDE PETRIAGG, B., PEDONE, C., DI GIOVANNI, A., PIAZZA, S., GUERRIERI, F., & ROMAGNOLI.(2020). Essential Oils as Alternative Biocides for the Preservation of Waterlogged Archaeological Wood. *Microorganisms. Applied Science, Microbial Communities in Cultural Heritage and Their Control*), vol. 25.<https://doi.org/10.3390/microorganisms8122>
- GATTI, L.; TROIANO, F.; VACCHINI, V.; CAPPITELLI, F.; BALLOI, A.(2021). An In Vitro Evaluation of the Biocidal Effect of Oregano and Cloves' Volatile Compounds against Microorganisms Colonizing an Oil Painting—A Pioneer Study. *Appl. Sci.* 11, 78. <https://doi.org/10.3390/app11010078>
- H. J. Hueck.The Biodeterioration of Materials as a Part of Hylobiology, trad. Centraal laboratorium TNO, 1965, p. 7.
- MARTÍNEZ BENÍTEZ, E.(2004). Estudio de especies micotoxígenas del género *Penicillium*: *Penicillium verrucosum* Dierckx. Universitat Autònoma de Barcelon.
- MARTÍN REY, S., LEE, Y. y DOMENECH CARBO, M.T., (2011). Evaluación del empleo de biocidas naturales en mezclas adhesivas de base proteica.
- PALLA, Franco, et al.(2020). Essential oils as natural biocides in conservation of cultural heritage. *Molecules*, vol. 25, no 3, p. 730.
- PFENDLER, Stéphane, et al.(2018). Comparison of biocides, allelopathic substances and UV-C as treatments for biofilm proliferation on heritage monuments. *Journal of Cultural Heritage*, vol. 33, p. 117-124. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.03.016>
- POYATOS JIMÉNEZ, F. (2007). Procesos de Biodeterioro en pinturas sobre lienzo del museo de Bellas Artes de Granada: Examen visual y gráfico. Editorial de la Universidad de Granada. (Obra original publicada en 2007)

- RAMÍREZ D., NINFA, SERRANO R., JOSÉ ANTONIO, SANDOVAL T. HORACIO. (2006). Microorganismos extremófilos. Actinomicetos halófilos en México. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas* [en línea]. 2006, 37(3), 56-71 [fecha de Consulta 20 de junio de 2023]. ISSN: 1870-0195. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57937307>
- ROIG PICAZO, P. (2007) Evolución de los diversos proyectos de Restauración de las pinturas murales de la bóveda de la Real Parroquia de los Santos Juanes de Valencia". Editorial UPV. 103-132.
- REGIDOR ROS, J.L.; PALUMBO, M.; GÓMEZ CHAPARRO, G.; CLAVEL PIÁ, I. (2006). Restauración y solución propuesta para la exposición de los fragmentos conservados en la bóveda de la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia. *Arché*. (1):45-52. <http://hdl.handle.net/10251/32363>
- Reglamento (UE) nº 528/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de mayo de 2012, relativo a la comercialización y el uso de los biocidas.
- ROIG, P.B., ESTELLES, R.M., REGIDOR, J.L., PICAZO, P.R., & RANALLI, G. (2012). New frontiers in the microbial bio-cleaning of artworks.
- ROIG PICAZO, P., REGIDOR ROS, J.L., BOSCH ROIG, L. & MARCENAC V. (2020). Estudios previos y propuesta de intervención en las pinturas murales, esculturas y ornamentos de la Real Parroquia de los Santos Juanes de Valencia. *Archivo de arte valenciano*, ISSN 0211-5808, 101 101, 2020.
- ROTOLO, Valentina, et al. (2016). Plant extracts as green potential strategies to control the biodeterioration of cultural heritage. *International Journal of Conservation Science*.
- SEQUEIRA, S.; CABRITA, Eurico J.; MACEDO, Maria F. (2012). Antifungals on paper conservation: An overview. *International biodeterioration & biodegradation*, vol. 74, p. 67-86. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.07.011>
- SORIANO SANCHO, MP.; OSCA PONS, MJ.; ROIG PICAZO, MP. (2006). En torno a las pinturas murales arrancadas de la iglesia de los Santos Juanes de Valencia: estudios para la protección, separación y sustitución de su antiguo soporte. *Arché*. (1):17-24. <http://hdl.handle.net/10251/32359>
- SPARACELLO, S, GALLO, G, FADDETTA, T, MEGNA, B, NICOTRA, G, BRUNO, B, GIAMBRA, B, PALLA, F. (2021). "Thymus vulgaris Essential Oil and Hydro-Alcoholic Solutions to Counteract Wooden Artwork Microbial Colonization" *Applied Sciences* 11, no. 18: 8704. <https://doi.org/10.3390/app11188704>

- SPROCATI, A R. et al. (2021). Sustainable restoration through biotechnological processes: A proof of concept. En *Microorganisms in the Deterioration and Preservation of Cultural Heritage*. Cham: Springer International Publishing. p. 235-261.
- Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. A/RES/70/1. Aprobado por el comité general el 25/09/2015. 15-16301 (S). [https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/documentos/aprobacion-agenda2030.pdf]
- VALENTÍN RODRIGO, N., & GARCÍA ORTEGA, R. (1999). El biodeterioro en el museo. *Arbor*, 164(645), 85–107. <https://doi.org/10.3989/arbor.1999.i645.1598>
- VIOLETA V. (2008). *Biología aplicada a la conservación y restauración, Patrimonio cultural 9* (Madrid: Síntesis, 2008), p. 83.

13. ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Exterior Iglesia de los Santos Juanes, Valencia. Recuperado de : <https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-iglesia-de-santos-juan-espana-image70623620>
[último acceso 09/07/2023]

Figura 2. Bóveda nave central Iglesia de los Santos Juanes. Recuperado de : <https://rygdepatrimonio.wordpress.com/2014/05/30/valencia-la-boveda-de-la-iglesia-de-los-santos-juan-es-tiene-peligro-de-desprendimientos/>
[último acceso 09/07/2023]

Figura 3. Ábside nave central Iglesia de los Santos Juanes. Recuperado de: <https://www.comunitatvalenciana.com/es/valencia/valencia/monumentos/iglesia-parroquial-de-los-santos-juan-es>
[último acceso 09/07/2023]

Figura 4. Estado conservación de zona de la bóveda. (José Luis Regidor, 2006). Regidor Ros, J.L.; Palumbo, M.; Gómez Chaparro, G.; Clavel Piá, I. (2006). Restauración y solución propuesta para la exposición de los fragmentos conservados en la bóveda de la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia. *Arché*. (1):45-52. pág 47. <http://hdl.handle.net/10251/32363>

Figura 5. División Basidiomycetes. Recuperado de: Potential use of bioreactors for laccases production of basidiomycete fungi:

https://www.researchgate.net/figure/Ciclo-de-vida-de-basidiomiceto_fig1_327420213

[último acceso 11/07/2023]

Figura 6. División Ascomycota. Recuperado de: http://www.microbiota.com.ar/sites/default/files/10%20ascomicetos_0.pdf
[último acceso 08/07/2023]

Figura 8. Ataque fúngico presente en el reverso de los paneles de madera.

Figura 9. Tipos de conidios género *Penicillium* (esféricos). Recuperado de: Mohos producteres de micotoxinas https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/penicillium.html
[último acceso 08/07/2023]

Figura 10. Micromorfología género *Penicillium*. Recuperado de: Mohos producteres de micotoxinas https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/penicillium.html
[último acceso 08/07/2023]

Figura 11. Colonia velutinoso *Penicillium*. Recuperado de: Mohos producteres de micotoxinas https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/penicillium.html
[último acceso 08/07/2023]

Figura 12. Estructura química Ocratoxina A. Recuperado de: <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/ocratoxina-a/>
[último acceso 08/07/2023]

Figura 13. Estructura química Ácido ciclopiazónico. Recuperado de: <https://www.glpbio.com/sp/cyclopiazonic-acid.html>
[último acceso 08/07/2023]

Figura 14. Estructura química ácido penicílico. Recuperado de: <https://www.glpbio.com/sp/penicillic-acid.html>
[último acceso 08/07/2023]

Figura 15. Microscopia *Penicillium Solitum*, esporas.

Figura 16. Microscopia *Penicillium*, formación cadenas filamentosas.

Figura 17. Limpieza en seco mediante Wishab (José Luis Regidor, 2006) Regidor Ros, J.L.; Palumbo, M.; Gómez Chaparro, G.; Clavel Piá, I. (2006). Restauración y

solución propuesta para la exposición de los fragmentos conservados en la bóveda de la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia. Arché. (1):45-52. pág 47. <http://hdl.handle.net/10251/32363>

Figura 18. Proceso de limpieza (José Luis Regidor, 2006) Regidor Ros, JL.; Palumbo, M.; Gómez Chaparro, G.; Clavel Piá, I. (2006). Restauración y solución propuesta para la exposición de los fragmentos conservados en la bóveda de la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia. Arché. (1):45-52. pág 47. <http://hdl.handle.net/10251/32363>

Figura 19. Tela algodón durante arranque mural.

Figura 20. Obra tras fase de arranque.

Figura 21. Esquema capa constitutivas del nuevo soporte durante las labores de restauración (Pilar Roig, 2011). Bosch Roig, MDP. (2011). Caracterización del biodeterioro y desarrollo de nuevos tratamientos de limpieza aplicables a los frescos restaurados de Antonio Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia [Tesis doctoral]. Editorial Universitat Politècnica de València. Pág 166. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/9920>
Tabla 1. Recuperado de: http://www.amanitacesarea.com/guia_clasificacion_ascomycetes.html. [último acceso 08/07/2023]

14. ANEXO I. RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030.

ANEXO I. RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030

Anexo al Trabajo de Fin de Grado y Trabajo de Fin de Máster: Relación del trabajo con los
Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030.

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenible	Alto	Medio	Bajo	No procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				X
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.	X			
ODS 4. Educación de calidad.				X
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.		X		
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.			X	
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.				X
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.				X
ODS 10. Reducción de las desigualdades.				X
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.		X		
ODS 12. Producción y consumo responsables.	X			
ODS 13. Acción por el clima.	X			
ODS 14. Vida submarina.				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.	X			
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				X

Descripción de la alineación del TFG/TFM con los ODS con un grado de relación más alto.



**Anexo al Trabajo de Fin de Grado y Trabajo de Fin de Máster:
Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030.**