

# Estudio comparativo de dos obras pictóricas cronológicamente distantes

Grado en Conservación y Restauración de  
Bienes Culturales  
Facultad de Bellas Artes

Alumno: Verónica A. Sívoli Ramos

Tutores académicos  
Mariano J. Pérez Sánchez  
Pablo C. Torres Luis

Septiembre 2019



*A mis tutores, quienes se mostraron disponibles en todo momento y cuyos conocimientos me compartieron a lo largo de este proceso.*

## Resumen

El presente informe recoge el análisis físico químico de dos obras de pintura de caballete que se encuentran en las dependencias de la Iglesia de Nuestra Señora del Pilar de Santa Cruz de Tenerife, enmarcadas en periodos artísticos distintos (siglos XVIII y XX), con la intención de establecer una comparativa de los materiales utilizados en cada época y la técnica de ejecución de cada una de estas obras, relacionando estos aspectos a su actual estado de conservación.

## Abstract

This report includes the physicochemical analysis of two easel paintings that are located in the annex building of the Iglesia de Nuestra Señora del Pilar de Santa Cruz de Tenerife, framed in different artistic periods (XVIII and XX century), with the intention of establishing a comparison of the materials used in each era and the execution technique of each of these artworks, relating these aspects to their current state of conservation.

Agradecimientos

Mariano J. Pérez Sánchez

Pablo Torres Luis

Leticia Perera

Servicio de Apoyo a la Investigación de la ULL SEGAI

Servicio de análisis ARTLAB. Andrés Sánchez Ledesma

Servicio de Análisis de obras de Arte SADOA

Parroquia de Ntra. Señora del Pilar

Biblioteca Pública del Estado de Santa Cruz de Tenerife

Diego López Trujillo

Guillermo Pérez B.

Fernanda Guitián Garre

Mis padres

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN .....   | 1  |
| TEMPORALIZACIÓN.....   | 2  |
| CAPÍTULO I. CONTEXTO HISTÓRICO .....   | 3  |
| 1.1 Antecedentes históricos .....  | 3  |
| 1.1.1 Antecedentes de la arquitectura en canarias.....                             | 3  |
| 1.1.2 Orígenes y construcción de la Iglesia de Nuestra Señora del Pilar .....      | 5  |
| 1.2 La casa parroquial .....   | 9  |
| 1.3. Datos generales de las obras .....  | 12 |
| 1.3.1 RETRATO DE SAN ANTONIO MARÍA CLARET .....                                    | 12 |
| 1.3.2 APARICION DE LA VIRGEN DEL PILAR A SANTIAGO .....                            | 18 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....   | 23 |
| 2.1 ESTUDIOS GENERALES .....   | 23 |
| 2.1.1 Examen organoléptico .....   | 23 |
| 2.1.2 Estudio fotográfico .....  | 23 |
| 2.1.3 Colorimetría .....   | 29 |
| 2.1.4 Medidas de pH .....  | 30 |
| 2.1.5 Medidas de las condiciones ambientales .....                                 | 30 |
| 2.1.6 Estado de conservación de las obras .....                                    | 31 |
| 2.2 ESTUDIOS ESPECÍFICOS .....   | 31 |
| 2.2.1 Análisis físico-químico de los materiales .....                              | 31 |
| 2.2.2 Extracción y preparación de muestras de material filmógeno superficial ..... | 32 |
| 2.2.3 Extracción y preparación de muestras de material del lienzo .....            | 32 |
| 2.2.4 Extracción y preparación de micromuestras de la capa pictórica.....          | 33 |
| 2.2.5 Análisis de las micromuestras de la capa pictórica .....                     | 37 |
| 2.2.6 Análisis de las fibras bajo microscopía digital y microscopía MOLP .....     | 41 |
| 2.2.7 Análisis de las muestras de la capa de protección/ barniz.....               | 41 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS .....   | 45 |
| 3.1 ESTUDIOS GENERALES .....   | 45 |
| 3.1.1. Resultados del examen fotográfico .....                                     | 45 |
| 3.1.2 Colorimetría .....   | 51 |
| 3.1.3 Acidez .....   | 53 |
| 3.2 ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS .....                                      | 54 |
| 3.2.1 Retrato de S. Antonio María Claret .....                                     | 55 |
| 3.2.2. Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago.....                            | 60 |

|  |     |
|--|-----|
| 3.3 ESTUDIOS ESPECIFICOS. RESULTADOS DEL ESTUDIO FISICOQUIMICO DE LAS OBRAS .....  | 65  |
| 3.3.1 Caracterización de las fibras .....  | 65  |
| 3.3.2 Resultados del análisis de las micromuestras de la capa pictórica .....  | 67  |
| 3.3.3 Identificación de pigmentos a través de técnicas colorimétricas de apoyo. ....   | 75  |
| 3.3.4 Estudio del barniz/ capa de protección .....   | 79  |
| 3.4 RESULTADOS DEL REGISTRO PERIODICO DE LAS CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES .....  | 81  |
| 3.4.1 Emplazamiento actual de las obras (2011- actualidad). ....   | 81  |
| 3.4.2 Resultados del estudio de las condiciones del espacio donde se encontraban depositadas anteriormente (1994-2011).....                | 85  |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN.....  | 87  |
| 4.1.1 Soporte .....  | 87  |
| 4.1.2 Preparación.....   | 87  |
| 4.1.3 Capa pictórica.....  | 87  |
| 4.1.4 Barniz/ capa de protección .....   | 90  |
| 4.2 Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago.....   | 90  |
| 4.2.1 Soporte .....  | 90  |
| 4.2.2 Capa de preparación .....  | 90  |
| 4.2.3 Capa pictórica.....  | 90  |
| 4.2.4 Barniz/ capa de protección .....   | 93  |
| 4.3.1 Emplazamiento actual de las obras (2011- actualidad). ....   | 93  |
| 4.3.2 Condiciones del espacio donde se encontraban depositadas anteriormente (1994-2011) .....   | 94  |
| 5.CONCLUSIONES .....   | 95  |
| Retrato de S. Antonio María Claret .....   | 95  |
| Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago.....   | 96  |
| Conclusiones globales del estado de conservación .....   | 97  |
| 6.BIBLIOGRAFÍA.....  | 98  |
| 7. DIRECTORIO FOTOGRÁFICO .....  | 100 |
| ANEXO A. TABLAS CON LOS RESULTADOS DE LA COMPOSICION ELEMENTAL DE LAS MICROMUESTRAS .....  | 101 |
| Anexo B. Resultados de las muestras de barniz analizadas con espectrometría FTIR y cromatografía de gases con espectrómetro de masas. .... | 130 |
| Anexo C. Mediciones de los parámetros medioambientales que rodean las obras .....  | 134 |

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación se basa, como su nombre lo indica, en la comparación de dos obras de cronología distante en función de sus materiales constituyentes por medio del uso de técnicas de análisis físico químicos, llevados a cabo con el propósito de establecer diferencias en la técnica de ejecución y la durabilidad de estos materiales en el tiempo, basándonos en los recursos de los que disponemos y considerando las limitaciones que ello conlleva.

Las obras han sido elegidas en función de su temporalidad, enmarcándose dentro de dos períodos artísticos claramente diferenciados. Los factores tomados en cuenta han sido la técnica pictórica empleada, su cronología, y unas condiciones de exposición o almacenamiento equiparables.

El trabajo se encuentra dividido en cinco capítulos: en el primero se recogen los antecedentes históricos de la Iglesia de Nuestra Señora del Pilar y toda la información relativa a las obras, su contextualización, iconografía e historia material. El segundo está dedicado a la metodología. En este se describen detalladamente los procedimientos llevados a cabo para la recolección de datos y análisis fisicoquímicos de los materiales constituyentes de las obras. En el tercer capítulo se muestran, de forma esquematizada, los resultados correspondientes a cada análisis realizado, información posteriormente interpretada en el apartado siguiente a este, dedicado a la discusión. Por último, se recogen las cláusulas de mayor relevancia para el estudio dentro de las conclusiones finales.

Las obras seleccionadas fueron el “Retrato de S. Antonio María Claret, de principios de siglo XX cuyo autor es el pintor Manuel López Ruiz, y la “Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago”, del último cuarto del siglo XVIII y de artista desconocido, encargadas por la Iglesia de Nuestra Señora del Pilar de Santa Cruz de Tenerife y lugar donde se han encontrado siempre.

### Objetivos generales

Relacionar estado de conservación de ambas piezas con la elección de sus materiales constituyentes y las diferencias de la técnica empleada.

### Objetivos específicos

Estudio general de las obras mediante registro fotográfico con iluminación visible, ultravioleta e infrarroja; pruebas de colorimetría, grado de acidez de la superficie de la capa pictórica, así como la medición del porcentaje de temperatura y humedad contenida en las paredes donde se encuentran emplazadas.

Seguimiento de las condiciones medioambientales del entorno de ambas piezas, en su localización actual y en las previas accesibles.

Estudio específico mediante la toma de muestras de material de las fibras que conforman el soporte, la capa de pintura y la capa de protección, para su posterior estudio con técnicas de microscopía MOLP SEM/EDX, y de espectroscopia FTIR y CG-EM correspondientes a la naturaleza del material analizado.



## TEMPORALIZACIÓN

Estimación del porcentaje total del tiempo dedicado a cada una de las cuestiones que se señalan a continuación, dentro de un espacio de tiempo que abarca desde principios del mes de marzo hasta el mes de septiembre.

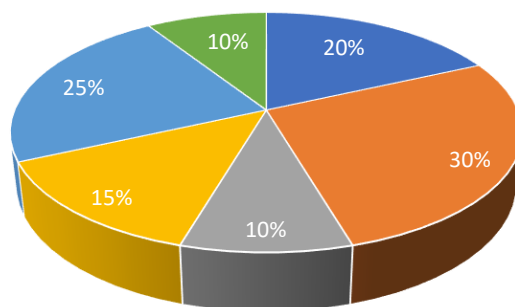
Primera fase: Documentación y recopilación de datos

Segunda fase: Estudio general (fotografías in situ) y extracción de muestras

Tercera fase: Preparativa de muestras.

Cuarta fase: Interpretación de los resultados.

Quinta fase: Conclusiones y cierre de la investigación.



- Búsqueda documental
- Extracción y preparación de muestras
- Estudio fotográfico
- Estudio físico-químico de las muestras
- Interpretación de los resultados
- Conclusiones y cierre de la investigación

## CAPÍTULO I. CONTEXTO HISTÓRICO

### 1.1 Antecedentes históricos

#### Panorama socioeconómico de Santa Cruz de Tenerife en el siglo XVIII

El siglo XVIII supuso para Canarias el momento de mayor crecimiento económico y social, en comparación con épocas precedentes. Su privilegiada situación geográfica, que sirvió de puente para el intercambio comercial entre Europa y América, hizo del archipiélago un punto de intersección de nacionalidades que se tradujo en un elevamiento del bagaje cultural de los habitantes de las esferas sociales más privilegiadas.

La economía de las islas se basó por mucho tiempo en el monocultivo y el autoconsumo, comercializando con productos como la caña de azúcar, en la primera mitad del siglo XVI, y el vino (s. XVI-XVIII) que se exportaban a Europa. Este periodo de esplendor no fue generalizado, ya que gran parte de la población se encontraba sumergida en la pobreza. Las islas orientales y el Hierro presentaron mayores dificultades de subsistencia. Lanzarote y Fuerteventura estuvieron condicionadas por la aridez del suelo y los periodos de sequía. El carácter colonial de las islas hizo de esta una economía dependiente e incapaz de autoabastecerse (Martín Rodríguez,1978).

La imposibilidad de satisfacer la creciente demanda europea, sumado a los elevados costes de producción que no pudieron hacer frente a los precios de la competencia, derivaron en una crisis del sector vinícola que tuvo lugar a principios del siglo XVIII, lo que obligó a diversificar el cultivo.

Por otro lado, el aumento del número de inmigrantes favoreció el desarrollo de la actividad comercial, con productos que se importaban de Europa. En Tenerife los puntos de mayor actividad económica se desarrollan en torno a los puertos. Tras la destrucción del Puerto de Garachico en 1770 las ciudades del puerto de Santa Cruz y el Puerto de la Cruz cobraron gran importancia, desplazando a la Laguna como principal centro urbano. Las condiciones geográficas y climáticas hacen que la riqueza del suelo se concentre en el norte de la isla, por lo que las construcciones más ostentosas se encuentran en esta zona, en torno a los núcleos sociales pudientes, familias de terratenientes a quienes la Corona cedió terrenos con la finalidad de poblar el archipiélago en los primeros años de la conquista (Martín Rodríguez,1978, p. 25,26).

La arquitectura tradicional canaria nace por medio de la adaptación de influencias estilísticas introducidas en siglo XVI por parte de los conquistadores españoles, provenientes de diversas regiones de la península, con tradiciones arquitectónicas diversas, quienes en un primer momento quisieron reproducir sus sistemas constructivos en las islas, a lo que posteriormente se fueron sumando portugueses y genoveses.

#### 1.1.1 Antecedentes de la arquitectura en canarias

La accidentada topografía del terreno, en combinación con la condición de insularidad, la escasez de materiales para la construcción, las condiciones climáticas particulares y la forma de vida de sus habitantes fueron los condicionantes que forjaron la concepción de un estilo arquitectónico unificado.

Muros de mampostería, trabajos en cantería, balcones de madera que sobresalen de las paredes, ventanas de guillotina, patios y balcones internos, arquerías adinteladas, corredores, techos de

cubierta plana, son los elementos que caracterizan a grandes rasgos la mayoría de las construcciones propiamente canarias. Se trata de una arquitectura sencilla y utilitaria, con un fuerte componente tradicionalista, cuya esencia se ha mantenido inmutable con el paso de los siglos.

La arquitectura tuvo su momento de esplendor en el siglo XVIII, época de expansión y reformas, por lo que el estilo de las ciudades canarias es muy dieciochesco. Las formas cultas se manifiestan solo en las islas de Tenerife, Gran Canaria y la Palma. El resto de islas presentan un desarrollo más pausado.

Las islas orientales comportaron un menor desarrollo arquitectónico debido a sus condicionantes geográficos e históricos: el carácter árido del suelo y los períodos de sequía comprometieron la diversidad agrícola, la escasez de materia prima para la construcción como la madera y las influencias estilísticas introducidas por los pueblos bárbaros que invadieron Lanzarote y Fuerteventura derivaron en una arquitectura más empobrecida.

Las primeras manifestaciones arquitectónicas halladas en tiempos de conquista revelan muros de tierra apisonada y techos de paja. Las formas de vida eran eminentemente aborígenes. Con el tiempo se prohibió el uso de la palma y otros materiales inflamables para la construcción de los techos.

La madera paso a ser la materia prima por excelencia de la arquitectura canaria. Su relativa abundancia compensa la escasez de otros materiales de construcción. De entre los tipos de madera disponibles en las islas destaca la llamada madera de tea, que se extrae del pino canario envejecido. En este estado es muy resinosa y posee unas características de dureza y durabilidad que hacen de la tea la madera más utilizada. Esta se da naturalmente en los bosques de Tenerife, Gran Canaria, La Palma y El Hierro, y posteriormente se introduce en La Gomera. Lanzarote y Fuerteventura carecen de este recurso, viéndose obligadas a importar de otras islas. Las tablas se hacían a medida por los fragüeros. También existían medidas estandarizadas y reguladas por el cabildo para su comercialización.

La piedra no fue un material extensamente utilizado para la construcción. Los motivos residen en dificultades para su extracción y transporte, que encarecían el material, por lo que su aparición queda reducida al centro de las fachadas, las basas de las columnas de los soportes y en las esquinas de las paredes que marcan los límites de la construcción. Pocos ejemplos hay de edificaciones

La cal escaseaba en las islas occidentales, por lo que siempre existió la necesidad de importar desde otras islas o incluso desde Portugal. Los precios fluctúan debido a la escasez del producto y la creciente demanda, haciéndola un material considerablemente costoso. Esta se utilizaba, más que para la realización de morteros, para enjalbregar las paredes, en parte para compensar la sencillez y escaso decorado del exterior.

El uso de la teja se fue popularizando a raíz de los numerosos incendios ocasionados por el carácter inflamable de los antiguos techos, generalmente de paja o palma, por lo que se importaron modelos de teja de la península y estilos árabes.

El ladrillo no se emplea. Todo el ladrillo utilizado se importaba de países de Europa, ya que los pocos que se fabricaron en las islas eran de malísima calidad, que solían desintegrarse al colocarlos. Se utilizó mayormente para cubrir los suelos (Martín Rodríguez, 1978, p. 59-63).

### 1.1.2 Orígenes y construcción de la Iglesia de Nuestra Señora del Pilar

Tiene su origen en la Santa Cruz próspera de mitad del siglo XVIII, por medio de la intención del párroco D. José Guillén de rendir culto a la patrona de Aragón en tierras canarias, dedicándosele un templo que el mismo fundó y financió mediante las rentas de numerosas propiedades ubicadas en las cercanías. Destinó para ello unos solares de los que era propietario, ubicados en el límite del barrio del Toscal, que bendijo su tío el entonces Obispo de las islas, D. Juan Francisco Guillén, el 2 de febrero de 1750, para dar inicio a su construcción 2 años más tarde.

Para ello contrató Guillén al alarife Juan Antonio García de Ledesma como director de la obra, quien además de realizar la demarcación del terreno y los planos, fue junto con un grupo de obreros, artífice de la cimentación y levantamiento de muros, arcos y puertas, ocupando un papel protagonista en la edificación del templo hasta culminados los trabajos en 1755, mismo año de su fallecimiento (Tarquis Rodríguez, 1973, p.240)

La construcción es bastante simple: planta de cruz latina, de una sola nave, elevados muros de mampuesto y techumbre a cuatro aguas, dos capillas contiguas al altar mayor. Los arcos de las puertas son de medio punto y con columnas de orden toscano. Los batientes de las puertas presentan relieves con diseños geométricos propios de la época. En la fachada, un nicho de cantería gris albergaba una pequeña talla de la Virgen del Pilar que posteriormente fue vendida y sustituida por la actual imagen de piedra en la última mitad del siglo XX. Las labores de cantería, reducidas a los arcos de la puerta principal y detalles en la fachada, se complementan con el enjalbegado de las paredes, que aporta sencillez y elegancia al conjunto.



*Fig. 1* fachada del exterior de la iglesia



*Fig. 2* Fotografía en la que puede verse el coro de Francisco Coronado

En el interior se pueden observar techos de artesonado, trabajados con vigas de madera del país, obra de Francisco Tomás Coronado en conjunto con Miguel Coronado y Antonio de País, carpinteros contratados por Guillén y procedentes de distintas localidades de la isla, que pasaron a ocupar casas propiedad de Guillén hasta finalizados los trabajos. Entre estos destaca Francisco Coronado, autor del coro, de estilo rococó y realizado en 1768, tres años después de la inauguración del templo (Tarquis Rodríguez, 1973, p.244)

El elemento de mayor importancia ornamental quizás sea el retablo del altar mayor, una obra monumental realizada en madera de pino y roble sin estofar, de dimensiones atípicas en la región: mide 15 metros de alto por ocho de ancho, es de estilo barroco y autor desconocido, tratándose del primer retablo rococó de canarias.

A juzgar por el acabado de sus tallas, toscas y con clavos al descubierto, se sabe que fue concebido para su posterior dorado, y que, por motivos desconocidos esto nunca se llevó a cabo. En cambio, optaron por policromar los tondos del cuerpo superior, dorar las molduras de la hornacina principal y decorar las hornacinas laterales. El nicho principal alberga la imagen de la Virgen sobre el pilar traída por José Guillén desde Zaragoza, cuyo periodo de realización se desconoce, ya que podría tratarse de una reliquia familiar del propio Guillén. Por otro lado, las hornacinas laterales, de menor tamaño, alojan las tallas de San Jerónimo y San Bernardo, este último reemplazado a finales del s. XIX por una talla policromada de S. Antonio María Claret.

En el segundo cuerpo se hallan tres tondos tallados y policromados, dispuestos uno al lado del otro. El medallón central representa a Santiago Apóstol en su etapa de peregrino jacobeo, rodeado de sus discípulos a orillas del río Ebro. Los personajes se encuentran en posición orante y con la cabeza inclinada hacia arriba, en dirección a la pintura del techo de la capilla mayor, un óleo que describe a la Virgen rodeada de unos ángeles que portan el Pilar, completando el discurso iconográfico que describe la escena de la Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago, y que no puede ser interpretada sin la lectura de ambas partes. Por otro lado, las tallas contiguas representan a San Valero y San Braulio, santos zaragozanos.

Documentos advierten la presencia de dos retablos dorados en el cañón de la iglesia que se conservaron hasta finales del siglo XIX y otros dos en la capilla de la Epístola, uno que albergaba una imagen de la Virgen de Finibusterre por donación de una fiel en 1798 y el retablo que el artista Miguel Arroyo Villalba le proporcionó a su célebre imagen de la Virgen de las Angustias. Ni la imagen de la Virgen de Finibusterre ni los retablos de la capilla de la Epístola se encuentran ya en la iglesia. (Tarquis Rodríguez, 1968, p. 117)

El templo fue adquiriendo popularidad entre los vecinos y en 1793 contaba con las rentas de 35 casas en Santa Cruz, dos huertas y un horno de cal. Populares fueron las donaciones de las misas del alba. Las fiestas de la Virgen del Pilar, que se venían celebrando desde 1774, eran de gran relevancia social. Los fieles se congregaban en la plaza en frente de la iglesia, que no había sido concebida para albergar a tantas personas. Las mujeres que atendían la celebración iban generalmente con la cara tapada pidiendo la feria.

En el año 1797 el templo eleva su categoría de ermita y pasa a ser declarado ayuda de parroquia de la iglesia de Nuestra Señora de la Concepción hasta 1848, cuando pasa a poseer el título de ayuda de parroquia la actual iglesia de San Francisco, por encontrarse en una zona más céntrica, lo que, al cesar sus funciones, cierra sus puertas. (Tarquis Rodríguez, 1973, p. 249)

No obstante, a pesar de ello, el Pilar sigue percibiendo rentas procedentes de una huerta contigua y dos casas terreras de la calle de la consolación.

En 1835 tiene lugar la desamortización de Mendizábal, una medida para acabar con la deuda pública que consistió en la subasta de los bienes y tierras propiedad de la iglesia y órdenes religiosas adquiridos por el gobierno mediante expropiación forzosa. Esto provocó la supresión de las rentas de la iglesia del Pilar, que pudo mantenerse a base de donaciones.

Tras treinta años cerrado, el templo abre nuevamente sus puertas, esta vez en calidad de parroquia castrense. 17 años después se suprimen todas las parroquias castrenses, quedando abierta al público como lugar de culto, sin atribuciones ni servicios parroquiales.

Finalmente, en 1896 el obispo Rey Redondo otorga la posesión del templo a los Padres del Inmaculado Corazón de María, quienes dirigen la iglesia en la actualidad.

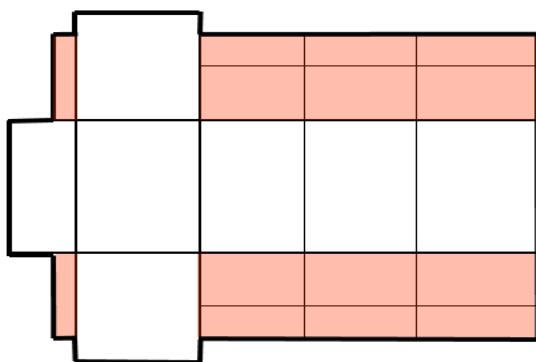
Los bienes cedidos a la iglesia provenientes de conventos y parroquias desamortizadas fueron sustituidos en las reformas de principios del siglo XX, en 1909, por otros más acorde al gusto de la época: se incorporan retablos góticos, neogóticos y neo renacentistas, mientras que las paredes

del presbiterio fueron decoradas con imitaciones de sillares de mármol. Entre estas modificaciones se encuentran la colocación del piso de mosaico en 1908 y un arreglo en la parte baja del coro. El órgano que se encuentra actualmente es de 1903.

El cuadro de San Antonio María y Claret fue encargado al célebre pintor Miguel López Ruiz a principios del siglo XX por los hermanos de la congregación, llamados también claretianos. En él se puede ver representada la figura de María Claret, quien es fundador de la orden.

En la primera década del siglo XX el templo sufre unas modificaciones, entre las cuales se encuentra la colocación del piso de mosaico en 1908 y un arreglo en la parte baja del coro. El órgano que se encuentra actualmente es de 1903. Los retablos adquiridos después de la desamortización de Mendizábal fueron retirados en el año 1909, siendo estos reemplazados por otros seis, de una estética más acorde al gusto de la época (neogótico y neo renacentista)

En 1960 tienen lugar una serie de reformas de ampliación. En estas fueron agregadas dos naves laterales, a modo de deambulatorio, para facilitar el tránsito de la gente durante las celebraciones, y se abrió el espacio de la parte alta, a modo de tribunas, para maximizar el aforo. Tanto los confesionarios como la vidriera- vía crucis son de esta época. Las obras fueron dirigidas por el arquitecto Rumeu de Armas a quien es atribuido el sagrario expositor, una caja rectangular con bajorrelieves en madera y pan de plata. En esta intervención se pinta por encima el retablo del presbiterio para unificar su estética a la del actual sagrario y se tapan las pinturas de las paredes laterales del altar. El resto de los retablos fueron extraídos definitivamente. En el espacio que estos ocupaban dentro de las capillas laterales fueron colocadas unas mesas de altar modernas, que van adosadas al nuevo revestimiento de piedra de la pared. En la parte alta se encuentra una cornisa a lo largo de la cual iban dispuestas algunas de las imágenes. Estos altares no tuvieron mucho uso ya que solo un año después, tras concluirse el Concilio Vaticano II, se anula la práctica de oficiar misa en los altares laterales del templo.



*Fig. 3* plano de la planta de la iglesia. Las zonas de color representan las ampliaciones realizadas en las reformas de los años 60.



*Fig.4* interior de la iglesia en la actualidad.

La antigua sacristía, ubicada en la parte posterior del retablo del altar mayor y a la cual se accedía mediante las puertas ubicadas en el banco fue suprimida, y con ella el camarín de la Virgen, que ahora se extrae desde la habitación de la planta superior. Esta sacristía contaba con dos plantas: la planta superior tenía acceso directo a la hornacina principal del retablo, facilitando el traslado de la virgen. La actual casa parroquial, edificio contiguo a la iglesia, cuenta con un patio central, de planta rectangular, en torno al cual se encuentran las distintas dependencias del edificio.

En 1963 se desvincula jurídicamente de la iglesia de San Francisco al ser declarada parroquia por decreto del 14 de mayo de 1963 del obispo Luis Franco Cascón. (Tarquis Rodríguez, 1968, p.249).

Actualmente el aspecto del templo dista de cómo fue en sus orígenes. Su interior conjuga elementos antiguos y modernos, producto de las numerosas reformas y cambios de titularidad que ha sufrido a lo largo de su historia. Las capillas presentan un decorado sencillo, con dos o tres imágenes de culto, un Corazón de Jesús y un Corazón de María en la capilla del Evangelio, una Virgen del Carmen, todas estas provenientes de talleres valencianos, y la Virgen de las Angustias de Miguel Arroyo en la capilla de la Epístola.



*Fig.5* aspecto del retablo mayor desde 1960 tras su 'unificación estética' con el sagrario.

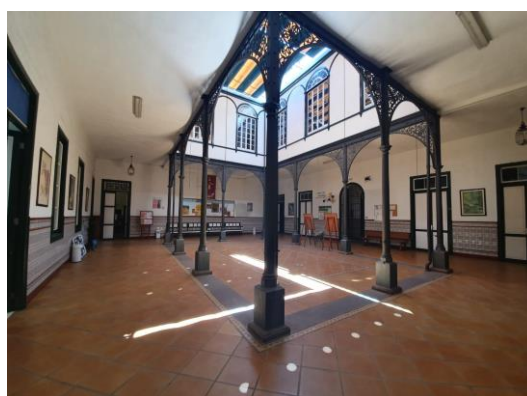
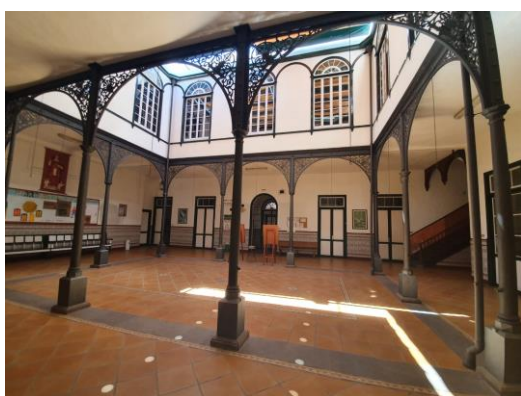


*Fig.6* Talle central del cuerpo superior donde se muestra a Santiago Apóstol y sus discípulos mirando en dirección a la Virgen

Las obras de las que nos hemos servido para realizar el estudio se encuentran dentro de una de las habitaciones laterales de la planta baja. Ambas son óleo sobre lienzo, 'La aparición de la Virgen del Pilar a Santiago' de finales del siglo XVIII y de autor desconocido, en el que además se encuentra representado a D. José Guillén, donante del templo, en un primer plano, mientras que la otra es un retrato de cuerpo entero de S. Antonio María Claret, fundador de los hermanos del inmaculado corazón de María, de principios del siglo XX, del pintor Manuel López Ruiz. Ambas estuvieron colocadas originalmente en las paredes laterales del Altar Mayor: la más antigua sobre la placa que reza el nombre del fundador de la iglesia, D. José Guillén, y el López Ruiz sobre la placa que conmemora al padre fundador de la orden que se encuentra regentando la iglesia actualmente, S. Antonio María Claret, el mismo representado en el cuadro. Las obras fueron extraídas de su emplazamiento al momento de las últimas reformas estructurales y estéticas que sufrió la iglesia, en la década de los 60. Su importancia se extiende más allá de su valor artístico: las pinturas representan los inicios y la situación actual del templo: "La aparición de la Virgen del Pilar a Santiago" refleja el motivo de la fundación de la iglesia, un espacio dedicado a la advocación de la Virgen del Pilar, mientras que el retrato de S. Antonio María Claret representa a los hermanos del Sagrado Corazón de María, quienes siguen respetando y celebrando la intencionalidad original del templo.

## 1.2 La casa parroquial

Lugar de residencia de los sacerdotes y hermanos de la congregación del Sagrado Corazón de María desde su llegada a la iglesia del Pilar en el año 1896. Edificio de dos plantas con patio central de planta rectangular, rodeado de arcos metálicos de medio punto, y con galerías que hacen de corredores para acceder a las habitaciones. El patio estaba plantado y presentaba elementos ornamentales, hasta que problemas de humedad hicieron que se optara por retirar las plantas para colocar azulejos. Antiguamente este edificio contaba con un mayor número de residentes que llevaban una vida de claustro, por lo que se encontraba cerrado al público. Hoy en día se utilizan algunas de sus dependencias donde se realizan diversas actividades parroquiales que involucran a la comunidad.



*Fig. 7 y 8. Fotografías del interior de la planta baja de la casa parroquial.*

La habitación que alberga las obras se encuentra en la planta baja de este anexo, del lado derecho del patio, al cual es posible acceder mediante la puerta que da para el aparcamiento privado del recinto, o bien por la puerta trasera de la sacristía. Es de planta rectangular, con unas dimensiones totales de 13,72 x 5,22m. Cuenta con dos puertas en la pared que da hacia el patio, y una tercera en la pared perpendicular de lado izquierdo, que da acceso a una habitación donde se depositan bienes muebles de carácter litúrgico. En total hay siete ventanas, todas de guillotina, de las cuales cinco se distribuyen a lo largo de la pared que da hacia el exterior. La ventaja de este tipo de ventanas es que permiten regular la entrada de luz abriendo convenientemente las puertas de madera. Del lado más externo se encuentran unos barrotes metálicos que protegen el cristal. Las puertas presentan unos tragaluces en la parte superior a modo de ventana que están tapados con cartulinas, por lo que no existe entrada de luz por parte de las puertas. Cuando la habitación no se encuentra en uso tanto las ventanas como las puertas se dejan cerradas.

Las obras se encuentran en lo alto de la pared que da hacia el aparcamiento, separadas entre sí por una de las ventanas. Gracias a que están ubicadas en esta pared y no del lado contrario, la luz que incide desde las ventanas no incide directamente sobre ellas.





Fig. 9 y 10. Fotografías del interior de la sala que alberga las obras donde se puede ver su emplazamiento actual.

La sala cuenta con una gran cantidad de sillas y mobiliario que suele desplazarse a conveniencia para la realización de las actividades. Existe también un proyector en la parte superior del umbral de la puerta de acceso, que proyecta la imagen sobre la pared del lado izquierdo. La habitación consta de iluminación artificial, tres lámparas de luz halógena blanca. Hay tres interruptores en toda la sala, que cuenta además con cuatro ventiladores, dispuestos todos en la pared que da al patio. Los interruptores a lo largo de la pared con cara al patio interno sirven para encender las luces artificiales de fluorescente blanco y los ventiladores. Existe además un proyector, ubicado por encima de la primera puerta de lado derecho.

El plano que se encuentra a continuación es un modelo a escala de la habitación que alberga las obras. Las dimensiones tanto de las puertas y ventanas como las distancias entre ellas corresponden a las reales. Este se ha hecho con la intención de facilitar la comprensión de los elementos que rodean las obras y su distribución.

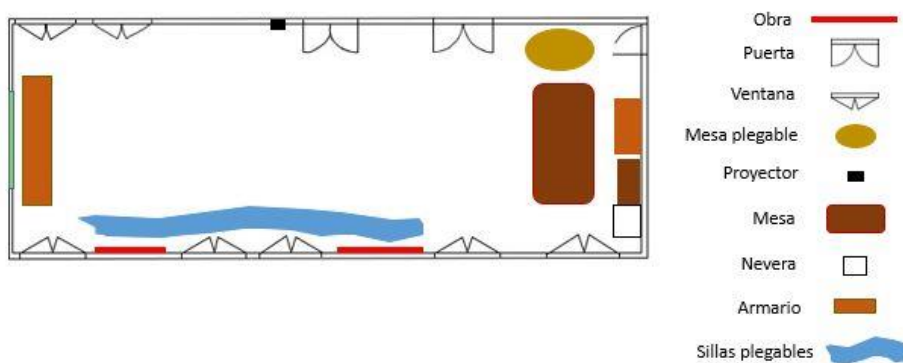


Fig. 11 plano de la habitación con los distintos objetos que allí se encuentran

La habitación se utiliza para impartir la catequesis los sábados, aunque el Sacristán ha informado que suele utilizarse con regularidad prácticamente todas las tardes. Si bien las condiciones de la sala no son las peores, el hecho de que se encuentre tan transitada representa un peligro a la integridad física de las obras, que ya presentan golpes y roturas que pueden ser agravadas por simple contacto físico.

Según el sacristán de la iglesia, estas obras llevan en esa habitación aproximadamente ocho años, donde fueron colocadas por orden del actual párroco, quien ha mostrado interés en salvaguardar el patrimonio de la institución, y que anterior a esto se encontraban apilados en una de las tribunas de la parte alta de las naves laterales de la iglesia que llevan usándose como almacenes desde hace décadas.

### 1.3. Datos generales de las obras

#### 1.3.1 RETRATO DE SAN ANTONIO MARÍA CLARET



*Fig. 12 fotografía general de la obra*

Título: San Antonio María Claret

Autor: Manuel López Ruiz (Cádiz, 1872 – Santa Cruz de Tenerife, 1960)

Fecha: primer cuarto del siglo XX

Técnica: Óleo sobre lienzo, 140 x 110 cm

Ubicación: Iglesia de Nuestra Señora del Pilar, Santa Cruz de Tenerife

López Ruíz, pintor gaditano, comenzó su carrera artística como caricaturista de la revista santacruzera “Gente nueva”, para la que realizó trabajos rápidos y viñetas bajo el nombre de “el afilador”, complementando sus ingresos con la docencia que impartía en la escuela de artes y oficios de la capital tinerfeña. A pesar de su amplia popularidad entre las esferas cultas de la época, poco se ha escrito sobre él. De estilo costumbrista, practica el *plein air*, modalidad muy en boga a mediados del XIX: sus obras se centran en los paisajes de las islas, principalmente las marinas, temática en la que se basa el grueso de su producción. Al contrario de muchos artistas de este siglo, su pintura no constituye una crítica social ni política: su objetivo es poner en valor lo propio y exaltar la belleza de lo sencillo. (Allen Hernández y Castro Borrego, 2010, p.55)

La obra es un retrato de cuerpo completo de San Antonio María Claret (1807-1870), encargado por miembros de la congregación de los Misioneros Hijos del Inmaculado Corazón de María cuando estos ya dirigían la iglesia del Pilar (a partir de 1896).

San Antonio María Claret nace en 1807 en Sallent de Llobregat, Barcelona, en el seno de una familia de pequeños fabricantes textiles, oficio que aprendió desde temprana edad. Su vida estuvo marcada por las fuertes tensiones políticas y sociales de la época: un año después de su nacimiento, en 1808, España es ocupada por tropas francesas, cuya presión dio lugar a la Abdicación del rey Carlos IV a José Bonaparte, hermano de Napoleón. La guerra comportó un clima de inseguridad para toda la población, ya que fueron los propios campesinos y exmilitares los que se sumaron a la batalla. El conflicto tiene su fin en 1812 con la retirada de las tropas enemigas y la posterior firma del Tratado de Valencay con el que Napoleón reconoce a Felipe VII como legítimo rey.

Desde niño ya manifestó un llamado a la vida clerical, por lo que a los doce años empezó a recibir clases de latín, hasta que el pronto cierre de la escuela lo obligó a dejarlo para seguir ayudando en el negocio familiar. Experiencias personales con Dios y su creciente devoción por la Virgen María confirmaron su voluntad de hacerse sacerdote y dedicar su vida al evangelio.

A los 22 años, en 1829, entra al seminario de Vic para formarse como sacerdote y es ordenado por el Obispo antes de terminar sus estudios. Permanece en Sallent otros cuatro años para acabar sus estudios mientras atiende la parroquia. Para este entonces el país se encontraba en medio de un conflicto interno que se inició en 1833 con la llegada al trono de Isabel II, hija de Felipe VII, quien aprobó la pragmática sanción para que su hija le sucediera. Esto desató un gran revuelo entre la población, que quedó dividida entre liberales y carlistas. Estos últimos defendían a Carlos V, hermano de Felipe VII, como heredero legítimo al trono. La primera guerra tuvo una duración de 7 años.

Claret llega a Roma en 1840 con la intención de iniciarse en un intenso periodo de evangelización. Allí le recomiendan que pase a formar parte de la compañía de Jesús, donde estuvo cuatro meses hasta que una dolencia en la pierna le obliga a volver a España, donde empieza a predicar en los pueblos cercanos a su residencia. Rápidamente fue ganándose el corazón de la gente: sus predicaciones llenaban plazas enteras.

Al estallar de la segunda guerra carlista en 1848 fue trasladado a Canarias para que continuase con su labor evangelizadora, donde pasó por Gran Canaria, Lanzarote y Tenerife. Un año más tarde vuelve a Cataluña y funda, junto a otros 5 sacerdotes, la congregación de los hermanos del sagrado corazón de María. Ese mismo año es nombrado arzobispo de Santiago de Cuba, por lo que es trasladado nuevamente, donde permanece seis años. En 1855 funda la Congregación de las religiosas de María Inmaculada.

En su paso por Cuba funda instituciones y colegios religiosos dedicados al servicio de la comunidad. En 1857 Isabel II lo elige como su confesor personal, por lo que debe dejar Cuba para asentarse en Madrid.

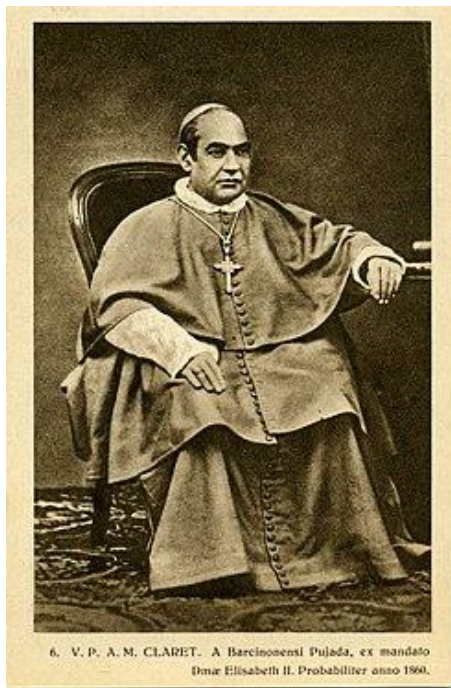
Ahí continúa una intensiva labor apostólica, cuando no se encontraba ejerciendo sus funciones ministeriales. En 1858 funda la academia de San Miguel, una obra de carácter seglar que tenía por objetivo fomentar la educación en artes y ciencias desde una visión cristiana. Así mismo aprovecha sus viajes con los monarcas para confesar y predicar en las ciudades, así como para visitar cárceles. Su vida estuvo marcada por un fuerte espíritu servicial, y a pesar de su cercanía con la monarquía mantuvo un estilo de vida humilde y austero.

En 1859 es nombrado por la reina Isabel II protector de la iglesia, del hospital Montserrat y presidente del Real Monasterio del Escorial. Para este entonces Claret ya era una figura pública, y su cercanía con la corona lo hizo blanco de muchas críticas y difamaciones por parte de los antimonárquicos a pesar de que siempre se mantuvo al margen de la política.

La revolución septembrina (1868) comporta la salida forzosa del trono a la reina Isabel II y su con ella su confesor, buscando inicialmente refugio en la ciudad de Pau para luego asentarse definitivamente en Francia, donde Claret pasará sus últimos días como confesor de la reina hasta su muerte en 1869. Fue beatificado en 1934 y canonizado el 7 de mayo de 1950 por el papa Pío XII (Misioneros Claretianos. *Biografía de San Antonio María Claret*).

En la obra podemos ver a S. Antonio María Claret vistiendo la indumentaria propia de obispos y arzobispos: un hábito coral de color violeta, con su correspondiente roquete blanco, sotana, muceta y solideo, también de color violeta y cruz pectoral. Se encuentra sentado en una silla roja de la que solo se puede ver parte del respaldar.

La posición del cuerpo es frontal, con la mirada hacia delante y rostro severo, apoyando la mano derecha sobre una mesa de la que solo se ve una esquina, mientras que su mano izquierda reposa sobre su rodilla izquierda. Las siguiente es una fotografía de Antonio María Claret encontrada en la web.



*Fig. 13* Fotografía atribuida a ‘Pujadas’, realizada en Barcelona del año 1860. Esta fue sacada con un calotipo, el primer modelo de cámara fotográfica que utilizó películas de nitrato de plata y sulfuro gálico. Fueron introducidas en España en 1844, aunque se empezaron a emplear a partir de 1849.

En la fotografía se ve a Antonio M. Claret sentado sobre una silla en lo que parece ser la dependencia de un inmueble de la alta sociedad. Tiene fecha en 1860, época en la que ejercía como confesor personal de la reina Isabel II de España y por lo tanto frecuentaba el palacio real. Los recuadros señalan las coincidencias entre la fotografía y la obra. Esta última ha sido invertida ya que al realizar el boceto mediante proyección la imagen resulta reflejada. Si bien la postura del cuerpo es bastante similar en ambas imágenes, con la mano derecha apoyada sobre el regazo y la mano izquierda pendiendo del filo de la mesa, la posición no es exactamente la misma: los dedos representados en el lienzo se encuentran flexionados y dan sensación de tensión, mientras que en la fotografía las manos aparecen más relajadas, con una caída más natural, aunque estas diferencias podrían estar relacionados con la técnica y la destreza del artista. Así mismo, la posición de la cabeza es totalmente diferente: en la fotografía se encuentra de lado con la mirada girada hacia la izquierda y el mentón hacia abajo mientras que en el cuadro la mirada es frontal y tiene el mentón elevado. Una diferencia importante se encuentra en los detalles del cuello y las mangas de la prenda blanca que lleva debajo de la sotana, que en la fotografía aparecen lisos mientras que en el cuadro presentan detalles de una textura muy acusada, que bien pudo ser un añadido del artista. El anillo que lleva en el dedo anular de la mano derecha ha sido colocado en la mano izquierda en la obra, a diferencia de como aparece en la fotografía, de modo que al resultar invertida la imagen este aparezca en la misma mano en la que va colocado.

Tras comparar la imagen de referencia del cuadro con una serie reducida de fotografías donde se muestra a Antonio María Claret de frente se observan ciertas similitudes con la siguiente imagen.

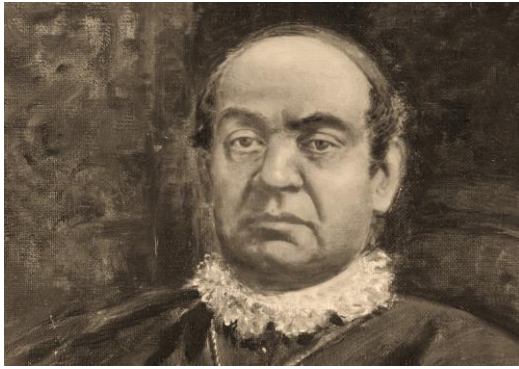


Fig. 14 detalle del rostro de S. Antonio María Claret alterado digitalmente para asemejar los colores de la fotografía y facilitar la comparación. Fig. 15 retrato fotográfico de S. Antonio María Claret hallada en la web

Con ello surge la interrogante de si López Ruiz realizó el boceto a mano alzada o si la imagen fue proyectada sobre el soporte, como hizo con el cuerpo.

En el caso de haber sido proyectada la imagen hubiese resultado invertida, como se muestra a continuación:



Fig. 16 Fotografía retrato de S. Antonio María Claret invertida



El tratamiento de la pintura varía en función del efecto que el artista quiere dar al elemento representado. Las gruesas y puntuales pinceladas del violeta del traje en contraposición con el minucioso y limpio trabajo del rostro, así como los empastes del anillo y las joyas de la cruz y las transparencias del fondo, forman parte del lenguaje de la obra y como el artista utiliza estos recursos para concentrar la mirada del espectador en los elementos de interés. Para ello el artista no solo se sirve de la pintura, sino también del aparejo y el propio soporte, siendo este último elemento consustancial de la pintura, cuyas características físicas de trama abierta sirven para la obtención de diversas calidades visuales que se complementan con el discurso pictórico.



*Fig. 17* Fragmento de la cruz pectoral que porta el santo



*Fig. 18* Detalle del fondo de la composición, donde se puede ver el soporte sin imprimación.

En una de las dependencias de la parte alta de la casa parroquial se halla otra obra del mismo autor: un óleo de mayores dimensiones que representa el pasaje bíblico “dejad que los niños vengan a mí”, donde se muestra a Jesús rodeado de niños en medio de un paisaje lleno, en una posible alusión al Paraíso. Su cronología se enmarca dentro de la misma época de realización del retrato de S. Antonio M<sup>a</sup> Claret.

En ella se observa un predominio de los colores complementarios con un extendido uso del azul para las vestimentas de los personajes. Las carnaciones aparecen planas, con una reducida variación cromática. Las transiciones son muy acusadas, se observa un uso intencionado de los colores complementarios. Utiliza colores poco cubrientes, por lo que visualmente tiene el aspecto de una acuarela, obteniendo así una sensación de iluminación proveniente del fondo. Se observan pinceladas largas y diluidas para las zonas que abarcan el fondo y las figuras representadas, mientras que las pinceladas de los árboles aparecen cortas y más cargadas, aportando una mayor sensación de volumen y profundidad.



*Fig. 19* Fotografía de la obra “Dejad que los niños vengan a Mí” de Manuel López Ruiz. Ubicada en la casa parroquial de la Iglesia de Nuestra Señora del Pilar.



### 1.3.2 APARICION DE LA VIRGEN DEL PILAR A SANTIAGO



Fig.20 Fotografía general de la obra "Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago"

Título: Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago

Autor: Anónimo

Fecha: Segunda mitad del siglo XVIII

Técnica: Óleo sobre lienzo, 146,5 x 102 cm

Ubicación: Iglesia de Nuestra Señora del Pilar, Santa Cruz de Tenerife.

La obra representa el momento en el que la Virgen María se aparece al apóstol Santiago, portando un pilar de jaspe alrededor del cual pide que se le construya una capilla, que pasaría a ser el primer templo mariano de la cristiandad.

La aparición tuvo lugar en la antigua villa romana de Cesaraugusta, actual ciudad de Zaragoza, donde el apóstol Santiago se encontraba evangelizando. Habiendo convertido a varios en la fe en su paso por Asturias, el 2 de enero del año 40, cuando se encontraba reunido con sus discípulos en a orillas del río Ebro, “oyó voces de ángeles que cantaban Ave María, gratia plena y vio aparecer a la Virgen Madre de Cristo, de pie sobre un pilar de mármol”. Se trata de la primera y única aparición de la Virgen María en carne mortal, cuando vivía en Éfeso junto al apóstol San Juan. (Arquidiócesis de Buenos Aires. Historia de la Virgen del Pilar. Argentina)

La imagen de la virgen, una talla gótica de 1435, con una altura de 36cm y sin policromar, se encuentra en la basílica-catedral de Ntra. Señora del Pilar de Zaragoza, en el sitio donde tuvo lugar su aparición. El pilar de jaspe sobre el que reposa la virgen es el mismo que esta le dio al apóstol, y se encuentra protegido por una carcasa de plata repujada, con un pequeño orificio que permite ser tocado por los miles de fieles y peregrinos que cada año visitan el templo.

La obra representa la aparición de la Virgen a Santiago tal como ha sido descrita anteriormente, abriéndose paso entre las nubes, con querubines flotando sobre ellas. Viste un manto y una túnica color marrón, siendo el manto de un tono un poco más claro. Lleva al niño Jesús en el brazo derecho y está posada sobre la columna, también en tonos marrones. Las proporciones y atributos físicos y cromáticos parecen imitar la talla que se encuentra en la iglesia. A simple vista parece más pequeña que el resto de las figuras. En un plano intermedio tenemos la figura de Santiago apóstol, de rodillas ante la virgen. Su cuerpo parece estar de frente con una ligera inclinación hacia la izquierda, y se pueden ver tres cuartos de su cara. Tiene la cabeza en alto, mirando hacia la Virgen, con la mano izquierda en el pecho y la derecha sujetando un bordón sin calabaza. A Santiago el Mayor se le representa portando la indumentaria propia de los caminantes de la antigüedad, una túnica corta, un manto y una esclavina con la venera, emblema del peregrino jacobeo. El sombrero yace en el suelo, este también lleva la concha y dos insignias a los lados de espadas cruzadas. El color de la túnica y la esclavina del santo son azules, siendo esta última de un color más oscuro, y el manto es de color rojo. Al fondo se observa un paisaje montañoso con árboles y un río, que hace referencia al río Ebro, a orillas del cual tiene lugar la aparición de la Virgen del Pilar.

En el primer plano aparece la figura del donante, el presbítero D. José Guillén, natural de Aragón y con residencia en Tenerife, fundador de la ermita de Ntra. Señora del Pilar de Sta. Cruz. Viste una sotana negra y un cuello romano y se encuentra en posición orante. Esto confirma el hecho de que la obra ha sido encargada y ha siempre formado parte del patrimonio de este templo.

Los elementos se distribuyen alrededor de la figura de la Virgen sobre el Pilar. Los ángeles que se encuentran a los lados derecho e izquierdo han sido colocados, de forma intencionada, a la misma altura que la cabeza del apóstol. Estos, en conjunto con la Virgen forman una cruz latina, símbolo de la cristiandad. Los ángeles sobre las nubes pasan a un segundo plano.

Esta composición forma parte de la iconografía popular de la Virgen del Pilar, que es representada en el momento de su aparición a Santiago Apóstol, normalmente en conjunto con sus discípulos en la actual ciudad de Zaragoza, tal como se describe en la historia. En esta pintura se introduce el personaje de Guillén, tributo a su labor por la promoción de esta advocación y su devoción por la Virgen del Pilar.



Fig. 21 (izq.) Grabado del s. XVIII que describe la escena de la aparición de la Virgen del Pilar, conservado en el museo de Zaragoza. Fig.22 (der.) fotografía general de la obra donde se señala la presencia de José Guillén en la composición.

La pintura dieciochesca canaria se encuentra fuertemente condicionada por los referentes artísticos importados del exterior. El barroco canario conjuga elementos flamencos, ibéricos y del barroco hispanoamericano, resultando en formas arcaizantes ya superadas en los epicentros mundiales del arte.

Tras investigar la producción artística de distintos pintores activos en el periodo de realización de esta obra, no ha sido posible atribuirla a ningún autor en particular. No se tiene registro de la fecha exacta de su adquisición, pero lo más probable es que sea posterior a la realización del templo, después de 1755, considerando que este se comienza a decorar una década más tarde, por lo que la hemos situado en el último cuarto del siglo XVIII. En la obra aparece la figura de José Guillén, fundador y donante de la iglesia del Pilar, que había fallecido en 1855, apenas terminadas las labores de mampostería. Con esto se confirma el hecho de que esta obra no fuese encargada por el mismo Guillén, sino por los responsables de la administración del templo como homenaje al fundador, para ser colocada sobre una placa que reza su nombre, ubicada una de las paredes laterales del altar mayor.

Tras observar detenidamente la obra, se advierte una acusada influencia estilística del pintor Cristóbal Hernández de Quintana (1651-1725), máximo exponente de la pintura del XVII en Canarias, al que se sumaron numerosos seguidores.

En las siguientes fotografías se señalan algunas de las similitudes halladas entre la producción artística de Quintana y la obra en cuestión. Para ello se ha jugado con el contraste y el brillo de los fragmentos de la pintura de la Aparición de la Virgen a Santiago, debido a que su tonalidad se encuentra opacada por el envejecimiento de la capa superficial.



*Fig. 23 (izq.)* Fragmento de la obra “Inmaculada concepción”. Cristóbal Hernández de Quintana (s. XVII). Óleo sobre lienzo. Catedral de Santa Ana, y *Fig. 24 (der.)* fragmento de la parte baja del manto de la obra de la Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago. (s. XVIII)



Fig. 25 y 26 Izq. (de arriba abajo). Fragmento de la obra “San Joaquín, Santa Ana y la Virgen” y “Sueño de San José” de Cristóbal Hernández de Quintana. Del lado derecho (arriba) Fig. 27 Detalle de uno de los querubines, más abajo, Fig. 28 Detalle de un ángel en cuerpo completo, ambos de la obra de la Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago s. XVIII

La obra de la Virgen del Pilar muestra cierto hieratismo de las formas con respecto a las de Quintana. Se pueden apreciar analogías en la forma en cómo trabajan los pliegues de las vestiduras, así como la tonalidad del color empleado. Los rostros de los ángeles muestran numerosos parecidos: mejillas carnosas, párpados pesados, nariz y frente anchas, bocas pequeñas y rizos castaños.

En la obra se puede observar un predominio de los azules del fondo y de la túnica del apóstol, tonos ocres en el marrón del suelo, el Pilar y los ropajes de la Virgen. Los paños de los ángeles son de color rojo al igual que el manto del apóstol Santiago. En total hay 21 querubines, de los cuales solo 3 están representados de cuerpo entero, mientras que el resto solo asoma la cabeza entre las nubes. La carnación del donante es ligeramente más oscura que la del resto de figuras, ya que la palidez de los personajes se relaciona con su condición divina. El blanco representa pureza, por lo que la Virgen y los santos presentan una carnación más clara con respecto a la figura del donante.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Descripción detallada de cada uno de los procedimientos llevados a cabo para la recolección de la información necesaria para el estudio.

### 2.1 ESTUDIOS GENERALES

Abarca el estado de conservación de las obras tras un primer estudio de sus características visuales y morfológicas, apoyado en los recursos fotográficos empleados, exámenes in situ de pH y colorimetría, y la toma periódica de medidas de las condiciones ambientales que las rodean.

#### 2.1.1 Examen organoléptico

Diagnóstico preliminar realizado de forma visual y que busca reconocer de forma general los materiales y la técnica empleada por el artista, así como las modificaciones sufridas por la pieza (añadidos, sustracciones, retoques) y daños que presenta. La información recolectada por el examen organoléptico permite realizar un primer informe de estado de conservación de las obras, y se complementa con el resto de documentación recabada con instrumentación específica para un diagnóstico más preciso.

#### 2.1.2 Estudio fotográfico

Para la recogida de información documental se realizó un registro de imágenes con distintos recursos fotográficos ampliamente utilizados en el campo de la conservación-restauración de bienes culturales. En la siguiente tabla se recogen el tipo de técnica empleada, así como el equipo fotográfico y la iluminación específica para cada estudio.

Tabla 1. Técnicas fotográficas empleadas

| <i>Tipo de fotografía</i> | <i>Equipo</i>  | <i>Iluminación</i>                                  |
|---------------------------|--|---|
| Generales                 | FujiFilm XT1-IR objetivo 18-35mm                             | Focos de luz halógena 500W JM-50 220-440V 50Hz-60Hz |
| Detalles                  | Canon 1200D objetivo 18-55mm                                 | Luz natural presente proveniente de las ventanas    |
| Rasantes                  | Canon 1200D objetivo 18-55mm                                 | LED blanca  |
| Microfotografías in situ  | Microscopio digital USB de la marca Discovery modelo VMS-004 | Luz LED incorporada al microscopio.                 |
| Reflectografía UV         | Canon 1200D objetivo 18-55mm                                 | PHILIPS TL-D 36W BLB 230V                           |
| Reflectografía IR         | FujiFilm XT1-IR objetivo 18-35mm                             | Focos de luz halógena 500W JM-50 220-440V 50Hz-60Hz |

### 2.1.2.1 Fotografías con luz visible

Permiten ver las obras tal como se presentan a simple vista. Las fotografías generales son un recurso indispensable para el estudio visual y compositivo de la obra, la identificación de la técnica pictórica utilizada por el artista, el estudio cromático de las tonalidades que la conforman y sirve como referencia para la contrastar la información obtenida con otros medios fotográficos con longitudes de onda distintas al visible.

Estas fueron tomadas con una cámara réflex Canon 1200D con un objetivo 18-55mm y una Nikon 7100 con un objetivo 50mm. La iluminación utilizada fue la luz natural que entraba en la habitación, intentando que esta se repartiera de la forma más uniforme posible. Se registraron fotografías generales y de detalles. También se utilizaron las tomas generales proporcionadas por el Servicio de Documentación de Obras de Arte (SADOA), quienes emplearon dos focos de luz halógena amarilla dispuestos a cada lado con un ángulo de 45 grados en dirección al objeto fotografiado. Estas últimas fueron tratadas con el programa Adobe Photoshop para corregir el balance de blancos.



*Fig. 29* Fotografía original sacada con focos de luz halógena amarilla. Obra: Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago



*Fig. 30* Fotografía general de la obra “Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago” tras ajustar el balance de blancos

### 2.1.2.2 Fotografías con microscopio digital

Recurso empleado para la observación y registro de imágenes aumentadas cuya resolución no puede ser alcanzada con un objetivo convencional. Se utilizó un microscopio digital USB de la marca Discovery modelo VMS-004 con un software de captura de imágenes en tiempo real desde el ordenador. Estas fueron tomadas apoyando el microscopio directamente sobre las áreas de interés, sin ejercer presión sobre la superficie. Las imágenes presentan una tonalidad azulada

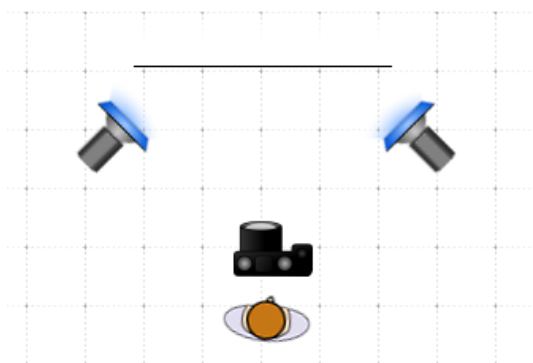
debido al recurso de iluminación LED del microscopio, por lo que posteriormente fueron tratadas con el programa Adobe Photoshop para ajustar el balance de blancos.

### 2.1.2.3 Fotografías con luz rasante

Esta permite ver claramente las irregularidades, texturas, abultamientos, deformaciones rajadas y cualquier anomalía superficial que no es apreciable con una fuente de iluminación frontal. La fuente de iluminación es posicionada con un ángulo comprendido entre 0 y 30 grados y debe ser lo suficientemente potente para conseguir una distribución uniforme de la luz. (Calvo,2002). Se realizaron varias tomas tanto generales como de detalles para identificar y clasificar el tipo de daños que presenta cada obra.

### 2.1.2.4 Fotografías con reflexión UV

Uno de los recursos analíticos más recurrentes debido a la importancia de la información extraída es la toma de fotografías con luz ultravioleta. Se utilizan Tubos de descarga de luz negra. La energía emitida por las longitudes de onda del ultravioleta excita las moléculas de los materiales irradiados, que para volver a su estado fundamental liberan fotones de mayor longitud de onda, que están ya en el intervalo del visible. A este fenómeno se le conoce como fluorescencia y no es característico de todos los materiales. Es aplicable al estudio de obras de arte para identificar intervenciones posteriores, presencia de barnices, colas y resinas, además de ayudar en los procesos de limpieza para asegurarse de la remoción parcial o total de un material.



*Fig. 31* Esquema del montaje fotográfico utilizado para la toma de fotografías UV

El equipo utilizado fueron dos focos de iluminación ultravioleta de la marca PHILIPS TL-D 36W BLB 230V y una cámara réflex CANON 1200D. Los tubos debieron ser trasladados desde la facultad de Bellas Artes a las dependencias de la iglesia por motivos preventivos, ya que las obras se encuentran en un estado de fragilidad que dificulta la labor logística de un posible transporte.

Al momento de realizar las fotografías existía el inconveniente de la entrada de luz a la habitación por medio de un tragaluz que no pudo ser tapado del todo, por lo que la imagen resultante combina iluminación UV y visible. Se intentó corregir este problema mediante herramientas de edición de imagen, aumentando el contraste de las fotografías y modificando ligeramente la temperatura del color a una con un tono más azulado, ajustes realizados con la herramienta de Camera RAW del programa Adobe Photoshop.



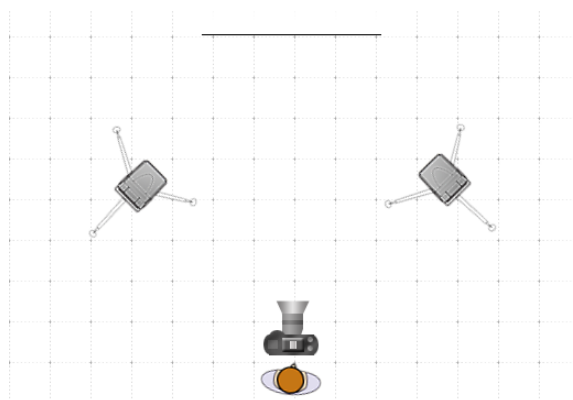
### 2.1.2.5 Fotografías con reflexión IR

Las técnicas de reflectografía de Infrarrojos permiten visualizar las capas subyacentes al estrato pictórico, donde se encuentra el dibujo preparatorio, así mismo como las diferencias entre los estratos componentes de la obra, que suelen contener algún tipo de material relativamente absorbente/reflectante a la zona del IR próximo al visible. Se obtienen por medio de un equipo fotográfico con sensor multiespectral sensible a emisiones en el IR medio y cercano, al que va colocado un filtro que elimina las señales de las longitudes de onda correspondientes al visible. Se utilizan lámparas que emiten calor, como las incandescentes o monocromáticas de sodio.

Las fotografías IR fueron realizadas por el Servicio de Documentación de Obras de Arte de la Universidad de La Laguna (SADOA), quienes emplearon una cámara multiespectral de la marca FujiFilm modelo XT1-IR con una sensibilidad de 380-1000nm, y un objetivo de apertura 18-35mm al que fue incorporado un filtro de la marca BEADER modelo UV/IR-Cut/L 2", y dos focos de luz halógena 500W JM-50 220-440V 50Hz-60Hz dispuestos a cada lado del objeto fotografiado en un ángulo de 45° como se muestra en la siguiente fotografía.



*Fig. 32* Fotografía del montaje fotográfico utilizado para la toma de fotografías IR y Generales VIS



*Fig. 33* Esquema ilustrativo del montaje fotográfico utilizado para la toma de fotografías IR y generales VIS



*Fig. 34* Toma general de la obra “Retrato de S. Antonio María Claret con reflectografía



*Fig. 35* Toma general de la obra “Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago” con reflectografía IR

Se recurrió también a un recurso digital llamado técnica del falso color, que consiste en la superposición de la toma general con luz visible e infrarrojos para detectar coincidencias de color y facilitar la identificación de los fenómenos de interés.



*Fig. 36* Fragmento VIS de la mano derecha de la obra de López Ruiz



*Fig. 37* Fragmento IR de la mano derecha de la obra de López Ruiz



*Fig. 38* Fragmento de la mano derecha de la obra de López Ruiz con la técnica del falso color

### 2.1.3 Colorimetría

Estudio de los colores y distintas tonalidades que conforman las obras con el objetivo de establecer, de forma aproximada, las diferencias tonales entre la mezcla de pigmentos obtenidos mediante el estudio composicional de las micromuestras (realizados con el microscopio SEM-EDX) y las características visuales del color actual afectadas por el envejecimiento natural de los materiales y otras alteraciones que alteran la percepción cromática.

Se comenzó tomando medidas colorimétricas con un colorímetro, instrumento que consta de un sensor que capta las longitudes de onda reflejadas por un objeto en el visible y las decodifica en el espacio de color CIELab. Al obtenerse numerosos errores de lectura se optó por realizar el muestreo de color directamente desde el programa Adobe Photoshop, desde un ordenador cuya pantalla se encuentra correctamente calibrada. Esta información fue recolectada mediante tablas que reflejan los valores RGB y CIELab junto a la tonalidad correspondiente a estos valores.

El espacio de color CIELab se basa en un cuerpo tridimensional que contiene todas las combinaciones de colores sensibles al ojo humano. El parámetro L atiende a la iluminación, donde el valor mínimo -60 es el negro y el valor máximo +60 es el blanco, el valor a\* corresponde a cantidad de verde frente al rojo donde los valores más próximos a a+ indican la cantidad de rojo y a- el verde, mientras que los valores del parámetro b indican la cantidad de amarillo (b+) frente al azul (b-) respectivamente. El sistema RGB se basa en la combinación de los colores primarios rojo, verde y azul desde el 0 al 255 donde el 0 es el negro.

Las fotografías elegidas para el muestreo fueron las correspondientes a las tomas generales proporcionadas por el SADOA, debido a su alta resolución. Estas debieron ser tratadas previamente con herramientas de edición de imagen del programa Adobe Photoshop para ajustar el balance de blancos eliminando la tonalidad amarillenta de los focos utilizados para las tomas. El muestreo fue realizado con el mismo programa, con la herramienta de selección de color, que aporta información cuantitativa de las coordenadas exactas de cada tonalidad elegida en los espacios de color RGB y CIELab. Estos datos fueron recopilados y transformados en las distintas

tonalidades correspondientes a las coordenadas dadas, mediante programas de acceso libre en internet y el Microsoft Word.

#### 2.1.4 Medidas de pH

El pH indica el grado de acidez o alcalinidad de una sustancia. La acidez viene dada por la concentración de iones  $H^+$  presentes en una disolución, mientras que la basicidad es determinada por la concentración de iones  $OH^-$ . Este parámetro debe su importancia debido a que determinados pH facilitan ciertas reacciones químicas, además de servir como indicador del grado de deterioro en el que se puede encontrar un material cuando se conoce su valor de pH en buen estado de conservación.

El pH fue medido con un indicador de papel tornasol neutro, que cambia de color en función del grado de la acidez o alcalinidad del medio. La prueba fue repetida más de una ocasión para asegurarnos de la veracidad de estos valores.



Fig. 39 Tiras de pH utilizadas

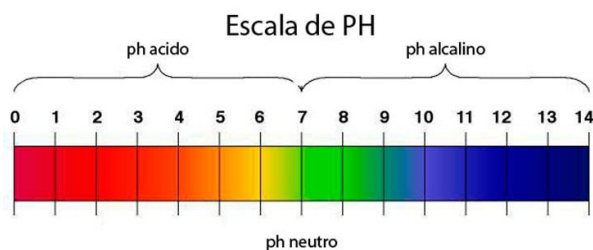


Fig. 40 Escala de pH

#### 2.1.5 Medidas de las condiciones ambientales

Se realizó un estudio de los parámetros medioambientales que rodean las obras que pueden ser desencadenantes de procesos de deterioro (temperatura, humedad, iluminación, partículas de polvo, radiación UV, presencia de COV's), haciendo un contraste con la información disponible en el portal de la AEMET (Agencia Estatal de meteorología) y expresando estos valores en tablas y gráficas (véase anexo C).

Las mediciones fueron tomadas periódicamente una vez al mes durante seis meses (febrero-agosto), exceptuando el mes de abril; un espacio de tiempo que abarca distintas estaciones del año donde las condiciones meteorológicas y ambientales varían desde días nublados a los más calurosos del año (junio- agosto), que es donde más comprometidas se puede ver la seguridad de las obras en términos de efectos medioambientales.

También se realizaron mediciones en el espacio donde estas estuvieron depositadas durante décadas previo a su traslado a la habitación en donde se encuentran actualmente.

Los equipos utilizados para ello fueron los siguientes:

Tabla 2. Mediciones y equipos utilizados

| <i>Parámetro</i>                     | <i>Equipo</i>                    |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| Temperatura y humedad relativa       | Estación meteorológica Auriol    |
| Iluminancia                          | Luxómetro GM61                   |
| Humedad contenida en los materiales  | Intelligent moisture meter OM918 |
| Termómetro de infrarrojos            | SainSonic Infrared thermometer   |
| Cantidad de partículas en suspensión | TEMTOP detector                  |
| Medidor de radiación UV              | UVAB                             |



Fig. 41 Conjunto de medidores utilizados para el estudio de condiciones medioambientales.

### 2.1.6 Estado de conservación de las obras

Tras recolectar toda la información relativa al estudio general (examen organoléptico, estudio fotográfico, grado de acidez/alcalinidad y registro de las condiciones medioambientales de la habitación), se realizó un diagnóstico extendido del estado de deterioro de las obras, tomando en cuenta los aspectos mencionados anteriormente.

## 2.2 ESTUDIOS ESPECÍFICOS

Abarca los procedimientos llevados a cabo para el análisis de los materiales constituyentes de la capa pictórica de cada una de las obras.

### 2.2.1 Análisis físico-químico de los materiales

Si bien un restaurador experimentado es capaz de reconocer muchos de los materiales que conforman la obra en función de sus características visuales antes y después de sufrir un proceso de deterioro o envejecimiento, en muchas ocasiones existe una serie de materiales se encuentran ocultos en las capas subyacentes de la superficie de la capa pictórica y que revelan información vital que de no considerarse podría comprometer la calidad de la intervención y la veracidad de la información que se tiene de la obra, por esa razón es necesario realizar un estudio de micro

observación y determinación de composición de la capa pictórica y la capa de protección de cada una de las pinturas.

Para el análisis de los materiales que constituyen las obras se sacaron tres tipos de muestras:

- a. muestras de material filmógeno superficial, correspondiente al barniz o capa de protección, para su posterior análisis con espectroscopia FTIR y cromatografía de gases con espectrómetro de masas CG-EM.
- b. micromuestras estratigráficas, extraídas del material de la capa pictórica, para ser analizadas bajo microscopio óptico MOLP y SEM-EDX para la identificación de las microestructuras de los estratos y la determinación de la composición elemental de los componentes de los mismos.
- c. micromuestras de los distintos hilos (trama y urdimbre) que conforman el soporte textil de las obras, para su identificación bajo observación microscópica MOLP

### 2.2.2 Extracción y preparación de muestras de material filmógeno superficial

Se extrajeron dos muestras de cada obra frotando un hisopo humedecido en etanol sobre una pequeña área de la superficie de la obra, removiendo sólo el material filmógeno más superficial. Inmediatamente se introdujeron en cápsulas identificadas para su posterior preparación. Estas fueron utilizadas tanto para los estudios realizados con espectrometría FTIR/ATR como para los de cromatografía de gases- espectrometría de masas CG-EM.

Las muestras fueron preparadas cortando los hisopos por la mitad e introduciéndolos en diales con medio ml de acetona. Posteriormente fueron sometidas a ultrasonidos durante un tiempo aproximado de media hora, dejándolos reposar durante una noche. La mitad de las disoluciones se utilizaron para el estudio con espectrometría FTIR y la otra mitad para el estudio con cromatografía de gases y espectrómetro de masas. CG-EM

Debido a las diferencias en la preparativa de las muestras para su uso en los distintos métodos analíticos utilizados, estos procedimientos se encuentran especificados en los apartados correspondientes a las técnicas de FTIR y CG-EM.

### 2.2.3 Extracción y preparación de muestras de material del lienzo

Las muestras fueron sacadas del perímetro del reverso de la obra, de hilos que se encuentran sueltos. Se extrajeron hilos tanto de la trama como de la urdimbre, para determinar si se trata de una mezcla de fibras.

Del retrato de J. María Claret se extrajo dos muestras, llamadas 1 A y 1 B correspondientes a la trama y a la urdimbre respectivamente.

De la obra de la aparición de la Virgen del Pilar a Santiago se sacaron tres muestras, dos correspondientes a la trama y a la urdimbre del reentelado (1 A y 1 B), y una que contiene ambas direcciones del lienzo original (1 O).

Con un bisturí se separan los hilos individualmente y con ayuda de unas pinzas se coloca un pequeño número de hilos, separados convenientemente, sobre un porta muestras de cristal previamente identificado. El medio utilizado para estos ensayos fue el agua destilada, dosificada con una pipeta, y se coloca un cubreobjetos.

#### 2.2.4 Extracción y preparación de micromuestras de la capa pictórica

Para minimizar el impacto del muestreo, estas son extraídas de zonas poco visibles, como pueden ser las esquinas o los bordes del perímetro, lagunas, roturas o material disgregado. No obstante, hay casos en los que es necesario extraerlas de zonas sanas de la obra, buscando además cierto grado de pureza del pigmento, es decir, que no se encuentre combinado con otros colores. Existen ciertos pigmentos de especial interés analítico, que aportan información relevante para la datación de la obra (ej. Los azules y rojos).

Fueron extraídas un total de 14 muestras de las cuales 5 pertenecen a la obra de López Ruiz “Retrato de S. Antonio María Claret” y las otras 9 a la obra de la Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago, identificadas individualmente con la etiqueta “V” y el número correspondiente. La diferencia de número se debe a que la primera obra no presenta una riqueza cromática tan grande en comparación con la obra más antigua. Al mismo tiempo, no fue posible extraer micromuestras de la zona de la tez, zona de especial interés para el estudio, debido a su excelente estado de conservación, por lo que, por motivos de prevención, no se realizó ninguna incisión.

Las fotografías que se muestran a continuación señalan la ubicación de las zonas donde han sido extraídas las micromuestras que contienen material pictórico, señaladas con números, y las zonas de extracción de las muestras para su estudio con espectroscopia FTIR y cromatografía de gases, señaladas con una “C” y su número correspondiente.



*Retrato de S. Antonio María Claret. s. XX*

|    |  |
|----|--|
| V1 | Zona de oscuridad del manto, de tonalidad morado negruzco, en la zona media de la parte baja de la vestimenta. |
| V2 | Carnación rojiza de la parte baja dedo anular de la mano izquierda   |
| V3 | Rojo tostado del suelo, de la esquina inferior derecha   |
| V4 | Fondo azul verdoso, esquina superior derecha   |
| V5 | Rojo de la cortina del fondo a altura de los ojos  |



*Fig. 43* Fotografía general de la obra donde se señalan las zonas de extracción de las muestras.

*Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago s. XVIII*

|     |  |
|-----|--|
| V6  | Rojo de la túnica de Santiago  |
| V7  | Azul oscuro de la túnica de Santiago                                     |
| V8  | Manto ocre de la Virgen  |
| V9  | Carnación de la pierna de un querubín del lado derecho de la composición |
| V10 | Azul claro del fondo   |
| V11 | Carnación del rostro del donante   |
| V12 | Verde del fondo  |
| V13 | Azul claro de la túnica de Santiago                                      |
| V14 | Fondo oscuro   |

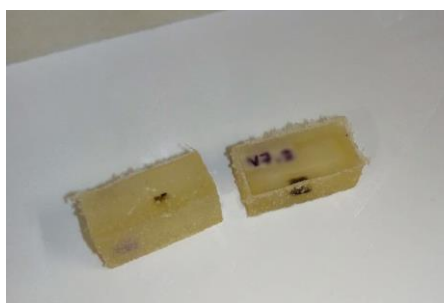
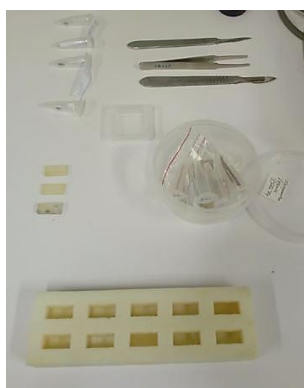


*Fig. 44* Fotografía general de la obra donde se señalan las zonas de extracción de las muestras.

Las muestras se obtienen realizando pequeñas incisiones con un bisturí. Se debe cuidar que el material extraído contenga todos los estratos que conforman la obra (soporte, capa de imprimación y capa pictórica) a este corte se le llama estratigrafía o corte transversal. Estas deben ir correctamente almacenadas e identificadas mediante etiquetas. A diferencia de otros tipos de muestra, requiere un tipo de preparación especial para poder visualizar todos los estratos en un mismo plano.

Para ello ha encapsulado la muestra en una resina de metacrilato de dos componentes, con unas propiedades de dureza y transparencia que permiten manipular y visualizar la muestra fácilmente a través del material.

El material utilizado para la preparación de la probeta es la resina de la casa Technovit modelo 4004, que consta de un componente en polvo y otro líquido. El líquido actúa como catalizador y desencadena la polimerización del producto. Según las indicaciones, estos pueden ser utilizados en proporciones 1:1 y hasta 3:1 de polvo-líquido. Primero, se añade el componente en polvo hasta la mitad del molde de silicona. El molde consta de una serie de cavidades de dimensiones 2x1 cm que dan forma al bloque de resina. A continuación, se dosifica el catalizador con un cuentagotas en las proporciones ya mencionadas y se deja durante 10-15 minutos. Una vez gelificada, se extrae la pastilla antes de colocar la muestra para realizar un primer pulido.



*Fig. 45 (izq.)* materiales para la preparación de las micromuestras para su observación. *Fig. 46* Inclusión de las micromuestras en resina polimérica

Es necesario observar la muestra bajo un microscopio estereoscópico antes de su preparación para familiarizarse con sus características visuales y así identificar mejor sus estructuras en la fotografía MOLP, además de posicionarla correctamente en la probeta.

Si bien el proceso de pulido no es extremadamente necesario sino hasta el final de la preparación de la cápsula con la muestra incrustada, conviene dejar la superficie lo más plana posible para asegurar que la muestra quede posicionada correctamente. Este se realiza mediante desbastado con papeles de un gramaje de P280, P360, P4000, e incluso más fino (P8000-P12000).

Lo ideal es que el tamaño de la muestra no exceda los pocos milímetros. Esta se coloca sobre la resina con la capa pictórica hacia abajo y se centra en la parte inferior de la probeta. Se inserta una etiqueta en una de las esquinas superiores para facilitar su reconocimiento. A continuación, se repite el proceso de preparado de la resina, cubriendo la micromuestra con ambos productos sólido y líquido y dejando consolidar la parte superior de la probeta. Pasados 15 minutos, se extrae la probeta en la que queda incluida la muestra y se desbasta (lija) cuidadosamente hasta verla en superficie. Un buen pulido facilita el paso de la luz desde el microscopio hacia la muestra y una buena imagen con el MOLP.



Fig. 47 Proceso de desbastado de la superficie de las probetas



Fig. 48 aspecto de las probetas antes y después del proceso de pulido

## 2.2.5 Análisis de las micromuestras de la capa pictórica

### 2.2.5.1 Lupa estereoscópica

Previo a la preparación de las probetas las muestras son observadas bajo la lupa estereoscópica para conseguir partículas de tamaño y forma más adecuados y optimizar la visibilidad de los estratos. Esta primera observación permite una visión tridimensional de las micromuestras para un mejor entendimiento de la configuración de sus estructuras internas.

### 2.2.5.2 Fotografías con el microscopio óptico MOLP

El microscopio óptico es un instrumento que permite visualizar una imagen de reducidas dimensiones con un aumento de hasta  $10^3x$  y con un límite de resolución mínimo de  $0,1 \mu m$ , (unas mil veces mayor que el límite de resolución del ojo humano) a través de un sistema de lentes de aumento (Taft & Mayer, 2001).

Este utiliza la luz visible como fuente de iluminación, fotones con un rango en el orden de los 400 a los 750 nanómetros. La luz es direccionada a través de un sistema de lentes ópticos convexos.

En el MOLP existen dos lentes polarizadoras: una que polariza la luz procedente de la lámpara de filamento incandescente en un solo plano y la dirige a la muestra y una lente analizadora que sirve de detector/colocador de la imagen que aparece en el ocular.

La observación al microscopio óptico permite una visualización pormenorizada del número y grosor de las capas de pintura, distintas manos de aplicación, presencia de gránulos y sus dimensiones, identificación del número de estratos, repintes o intervenciones posteriores, identificación de materiales isótropos y anisótropos, estructuras cristalinas, así como la visualización de las estructuras internas que conforman las fibras del material del lienzo.

El instrumento utilizado es el microscopio marca Olympus modelo BH2 con adaptador de cámara U-PMTUV y equipo fotográfico canon 1100D, conectado a un portátil de la marca ACER. El software de registro de las imágenes es el que viene incorporado a la cámara.

La muestra es preparada y colocada sobre un portaobjetos y observada a través de los oculares, que tienen un aumento de 10x, y en combinación con el aumento del objetivo seleccionado (que van de 5x a 150x), forman la imagen resultante.

Se extrae el objetivo de la cámara y se coloca el cuerpo sobre el adaptador del microscopio. Esta va conectada a un ordenador mediante un cable USB. El ordenador debe contar con el software específico de captura de imagen de la cámara. Al encender la cámara se abre una pestaña que indica la modalidad de disparo remoto. Se selecciona la opción de visualizar la imagen en la pantalla. Una vez examinada la muestra bajo el microscopio MOLP, se tira del pasador para que la imagen pueda ser vista en la pantalla. El programa consta de unos controles que se ajustan manualmente para optimizar la calidad de la fotografía. Tras visualizar la imagen en el microscopio, se ajusta el enfoque desde el software. Tanto el microscopio como el panel de herramientas permiten regular la entrada de luz.



Fig. 42 (Izq.) y 43 (der.) Fotografías del montaje utilizado para la preparación y el estudio de las micromuestras con microscopía MOLP

### 2.2.5.3 Pruebas de tinción.

También denominados ensayos a la gota, son una serie de pruebas que se realizan para identificar la naturaleza de los componentes presentes en la micromuestra. Si el material se ha teñido del color del reactivo esto quiere decir que ha reaccionado y por lo tanto confirma la presencia de un tipo de material. Se realizaron pruebas con el reactivo de fuchsina ácida para la individuación de proteínas y el negro Sudán B para la identificación de material lipídico. Para ello se deja caer una gota de reactivo sobre la micromuestra ya preparada y se deja actuar 15 minutos antes de retirarlo cuidadosamente con etanol. La muestra es pulida con una lija muy fina para eliminar la película coloreada de la resina y es observada en el microscopio de luz polarizada. Una vez realizada las pruebas y registrado las fotografías de uno de los reactivos se pasa al siguiente. Ambos reactivos no pueden ser utilizados de forma simultánea.


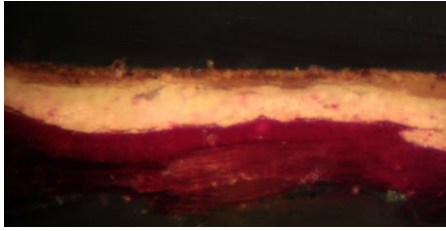
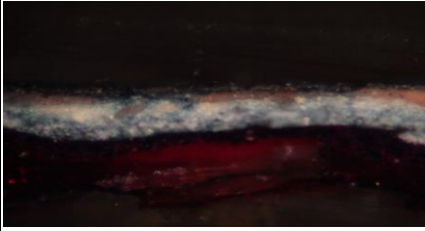
|  |   |
|--|---|
|   | V3. Micromuestra extraída de la obra “Retrato de S. Antonio María Claret” de Manuel López Ruiz<br><br>Zona: carnación del dedo anular de la mano izquierda.<br>Tonalidad: rojiza<br>Nº de estratos identificables:3 |
|   |   |
| Prueba de tinción realizada con la fucshina ácida que evidencia la presencia de material proteico en el estrato más subyacente de la obra (soporte textil) | Prueba de tinción realizada con el reactivo Sudán B que evidencia la presencia de material lipídico en el estrato intermedio (preparación) y superficial (estrato pictórico).                                       |

Fig. 49 Serie de fotografías obtenidas tras la observación con el microscopio MOLP

Este método puede no ser muy eficiente cuando los estratos presentan una coloración oscura, como es el caso de la imprimación coloreada del cuadro de la aparición de la Virgen a Santiago, dificultando la interpretación de los resultados.

#### 2.2.5.4 Microscopio electrónico de barrido con microsonda de energías dispersivas de rayos X SEM/EDX

Estas técnicas permiten el estudio micro estructural de la secuencia de los estratos de las micromuestras preparadas y la determinación de la composición elemental de los componentes (pigmentos y cargas) inorgánicos de los estratos de las muestras.

El modelo de microscopio utilizado fue el ZEISS EVO 15 con resolución de 2 nm con micro analizador de energías dispersivas de rayos X (EDX) de la marca Oxford X-MAX de 50 mm<sup>2</sup>, localizado en el Servicio de Microscopía Electrónica del SEGAI-ULL.

Este microscopio se sirve de un haz de partículas altamente energéticas (electrones), con una longitud de onda que va de 200 a 500nm y que realiza un escaneo de la muestra en los ejes x e y para la obtención de una imagen de alta resolución, con un aumento máximo de 10<sup>5</sup>x, 100 veces mayor al aumento que se obtiene con un microscopio óptico convencional (Matteini y Moles, 2002). Las imágenes obtenidas son imágenes producidas por electrones secundarios emitidos por los materiales componentes de las localizaciones de la muestra que son escaneadas (micro observadas).

El instrumento consta de una columna, una cámara, un monitor y un sistema de almacenamiento de imágenes. Al interior de la columna, los electrones son generados y acelerados en el cañón por una diferencia de potencial de 20kev y direccionados mediante campos opto-electromagnéticos al condensador, que reduce el diámetro del haz para obtener una mejor resolución. Estos son manipulados por las bobinas deflectoras de modo que realicen un barrido sobre la muestra, situada

en la base de la columna. En el interior de la columna existe un vacío, ya que la entrada de aire podría causar interferencias en la trayectoria de los electrones (Gómez, 2005).

Las superficies de las muestras fueron recubiertas con una capa delgada de grafito para asegurar la conducción de la corriente eléctrica desde la superficie a la base del porta muestras.

Cuando la superficie de la muestra es irradiada con el haz de electrones, esta emite una serie de señales que proveen información sobre sus características visuales y topográficas y permiten la caracterización de los elementos que la contienen.

Las señales que se obtienen en un microscopio SEM EDX analizables son las siguientes:

**Electrones secundarios:** Los electrones acelerados provenientes de la fuente contienen una energía de 20 KeV, suficientemente alta para arrancar los electrones de los átomos más pesados que se encuentran presentes en los orbitales más próximos al núcleo (mayor energía de ligadura).

Los electrones secundarios se producen cuando un electrón es expulsado desde el átomo que conforma la muestra cuando esta ha sido irradiada por el haz de electrones. Estos electrones experimentan una disminución de energía cuando son expulsados del átomo, quedándose en la superficie próxima a este. Es ahí donde son recogidos por el colector y analizados. Generan una imagen aumentada en escala de grises y en dos dimensiones de la muestra.

No todas las interacciones se dan directamente con los electrones de la capa K, el electrón expulsado puede provenir de cualquier otro orbital más externo. La diferencia de energía generada por la transición de un electrón de un orbital más externo a uno más interno no tiene la suficiente intensidad para generar una señal dentro del espectro EDX, por lo que las señales recogidas suelen ser de transiciones K-L, L-K, de electrones provenientes de la capa K.

**Electrones retrodispersados:** Producto de la colisión de un electrón proveniente de la fuente de electrones con un átomo de la muestra, que experimenta una desviación en su trayectoria original cuando las fuerzas de repulsión del núcleo lo expulsan fuera del átomo. Son los responsables de la topografía de la imagen (Taft & Mayer, 2001).

**Rayos X:** La expulsión de un electrón de un orbital interno hacia afuera del átomo (electrones secundarios), genera una vacante electrónica que ejerce fuerzas de atracción sobre los electrones de orbitales superiores. Un electrón que pasa a ocupar esta vacante pierde energía para realizar la transición. Esta energía es liberada por el átomo en forma de rayo X. La energía de los rayos X generados por estas transiciones son característicos de cada elemento, y pueden ser analizados cualitativamente con el analizador EDX.

Tabla 3. Esquema del funcionamiento del SEM-EDX

|                             |                             |  |
|-----------------------------|-----------------------------|--|
| Caracterización morfológica | Electrones secundarios      | Generación de una primera imagen contrastada en dos dimensiones                                  |
|                             | Electrones retrodispersados | Topografía característica de la muestra  |
| Análisis composicional      | Rayos X                     | Información cualitativa y cuantitativa de los elementos presentes en los espectros seleccionados |

(Matteini y Moles, 2002)

#### 2.2.5.5 Estudios colorimétricos de apoyo

Así mismo fue posible identificar algunos de los pigmentos de las zonas de color que no pudieron ser extraídas para su análisis, mediante combinación digital de las coordenadas RGB de los pigmentos identificados en las micromuestras y su posterior comparación las tonalidades obtenidas con el estudio colorimétrico.

Se realizó un segundo muestreo digital de las distintas tonalidades de la zona de interés para comprobar la presencia de ciertos pigmentos mediante una estimación de distintas combinaciones a partir de las coordenadas RGB de dos pigmentos en proporción 50:50, obtenidas con un software de mezcla de colores (PineTools). El color resultante fue combinado con porcentajes gradualmente ascendentes de blanco con una herramienta del mismo programa para la obtención de un gradiente de 100 colores en el espacio Hex. La tabla resultante refleja las distintas combinaciones de una mezcla inicial de partes iguales de dos pigmentos aclaradas progresivamente. Posterior a ello, se realizó una comparación visual de las distintas tonalidades obtenidas en la tabla y aquellas extraídas por el programa de procesamiento de imágenes. Se seleccionaron las más parecidas visualmente y se convierten al espacio de color RGB para la obtención de un segundo gradiente en combinación con el negro, que muestra una serie de colores menos saturados y gradualmente oscurecidos.

#### 2.2.6 Análisis de las fibras bajo microscopía digital y microscopía MOLP

Las fibras fueron analizadas una primera vez mediante observación directa con el microscopio USB Discovery modelo VMS-004 con un aumento de 40X y una segunda vez bajo el microscopio MOLP Olympus modelo BH2, con su correspondiente registro fotográfico, para su posterior identificación.

#### 2.2.7 Análisis de las muestras de la capa de protección/ barniz

##### 2.2.7.1 Espectroscopia de infrarrojos FTIR

La espectroscopia IR utiliza radiación de la zona del IR medio para excitar las moléculas de la muestra, provocando vibraciones en los enlaces interatómicos que pueden ser cuantificados y transformados en una señal que queda plasmada en un espectro donde se muestra una serie de picos característicos a grupos funcionales y enlaces correspondientes a determinadas moléculas.

Esta técnica se utiliza principalmente para la caracterización de muestras de naturaleza orgánica (enlaces entre moléculas C-H-N-O) presentes en aglutinantes, adhesivos y barnices.

El estudio fue realizado en el laboratorio de química del departamento de restauración por el museo del Thyssen de Madrid, donde se empleó un Espectrómetro FTIR modelo NICOLET Thermo SCIENTIFIC con un accesorio complementario de reflexión atenuada ATR.



#### 2.2.7.2 Preparativa de las muestras

Con una pipeta se extraen unas pocas gotas de la disolución contenida en el dial y se depositan en forma de gotas sobre la ventana de accesorio ATR del espectrómetro, y se seca aumentando la temperatura mediante el uso de un secador común. Tras volatilización del disolvente, la muestra queda depositada sobre la ventana en estado sólido. Se repite el proceso hasta obtener una película semi opaca. Se cierra el compartimento y se registra el espectro correspondiente, realizando de 100 a 200 barridos sobre la muestra con un intervalo de números de onda en el IR medio (400-4000). Previamente a ello se ha registrado una muestra en blanco, guardándose dentro del software del espectrómetro, para ser sustraído de los espectros FTIR de cada una de las muestras. Esta muestra en blanco recoge las interferencias halladas dentro de la cámara FTIR que pueden comportar alteraciones en la posición de los picos y generar solapamientos, dificultando su lectura.

El espectro resultante es una gráfica donde se recogen las señales emitidas por las vibraciones de los enlaces de las moléculas presentes en la muestra cuando esta es irradiada por el haz IR. En el eje de las abscisas se muestra el número de onda ( $\text{cm}^{-1}$ ) de la radiación IR utilizada, mientras que el eje de las ordenadas mide la intensidad de la señal de los picos en porcentaje de transmitancia.

Para identificar correctamente la naturaleza de una sustancia en un espectro IR se debe prestar atención a la morfología de los picos, su intensidad y su posición en el espectro. Determinados tipos de enlace absorben o transmiten energía en el IR a determinados números de onda. Los espectros obtenidos con este estudio se presentan en forma de transmitancia.

En el anexo B se recogen los espectros obtenidos tras el estudio del material del estrato de barniz de las obras, con sus correspondientes tablas interpretativas.

#### 2.2.7.3 Cromatografía de gases con espectrometría de masas CG-EM

La cromatografía de gases y la espectrometría de masas son dos técnicas independientes que se utilizan en conjunto para el estudio de materiales orgánicos complejos. El cromatógrafo separa los componentes de la muestra por efecto de movilidad diferencial mediante temperatura controlada mientras que el espectrómetro ioniza los analitos para ser identificados en función de su relación masa/carga. Esta técnica permite el reconocimiento los diferentes tipos de barnices (procedentes de resinas naturales, aceites y ceras, por lo que su uso se encuentra muy extendido en el campo de la restauración.

#### 2.2.7.4 Preparativa de las muestras

Se introdujo el hisopo en un vial con 500  $\mu\text{L}$  de acetona pura, añadidos con una micropipeta. A continuación, se sometió el dial a un baño de ultrasonidos, dejándolo durante quince minutos. La energía mecánica ejercida por el instrumento es transmitida al interior del tubo, mezclando los componentes de la disolución.

Posteriormente se extrajo parte del contenido en disolución con una micropipeta de volumen variable con capacidad de 200  $\mu\text{L}$ , y se introdujo en un vial para cromatografía, que consta de un inserto en un interior con capacidad de 150  $\mu\text{L}$

El disolvente es sustraído de la disolución mediante calentamiento progresivo del contenido del vial cuando este es colocado en una placa de calefacción con una temperatura en ascenso hasta alcanzar los 50 grados



Fig.50 baño de ultrasonidos



Fig.51 Placa de calefacción.

Tras eliminar los restos de disolvente se obtuvo el soluto correspondiente al material de la muestra. Posterior a ello fueron inyectados 20  $\mu$ L de Meth PREP II, un reactivo de derivatización que esterifica la muestra, haciéndola más volátil.

Para facilitar el proceso de mezclado de ambos componentes, se repitió el proceso de ultrasonidos con un posterior centrifugado, y una vez mezclado se dejó unos minutos en la placa de calefacción, para acelerar la reacción.

El cromatógrafo se sirve de una fase estacionaria y una fase móvil para la separación de los componentes de la muestra. La fase móvil consta de un tubo capilar metálico, también llamado columna cromatográfica, de 3-50 m de largo y 20-0.25 mm de diámetro, dispuesta en forma helicoidal dentro de un horno y por la que fluye la fase móvil, un gas inerte (normalmente hidrógeno, helio, nitrógeno o argón) que arrastra la muestra con un flujo y una presión constantes. (Gómez, 2005)

La muestra es inyectada en el cromatógrafo y sometida a una temperatura progresivamente ascendiente desde los 100 hasta los 300 grados centígrados. Una vez en estado gaseoso, se combina con el gas de la fase móvil previamente calentado en una cámara de mezclado al vacío. De aquí pasa a la columna cromatográfica cuyo interior se encuentra recubierto de un polímero de elevado punto de ebullición. Las moléculas que componen la mezcla son separadas mediante afinidad a la fase estacionaria, quedando adheridos al interior del tubo capilar. Los analitos salen de la columna con velocidades diferentes arrastrados por el gas portador.

Los componentes separados en el cromatógrafo sufren un proceso progresivo de fragmentación al ser sometidos a un tratamiento de impacto electrónico. Cada uno de estos fragmentos corresponde a un valor masa/ carga diferencial, moviéndose en el campo electromagnético de los componentes estructurales del espectrómetro de masas hasta alcanzar su estado final al salir del mismo, y llegando a un dispositivo de detección específico.

En la cámara del espectrómetro de masas, la velocidad de movimiento de la partícula depende del campo electromagnético aplicado y de su relación carga/masa. Debido a que tanto el campo y las cargas mantienen un valor constante, la velocidad con la que los iones cumplen la trayectoria depende directamente de su masa.

Al finalizar el proceso se obtiene el cromatograma de gases en el que se describe una secuencia de picos para diferentes valores de tiempos de retención (medido en minutos), representado en el eje de las abscisas, y alturas/áreas de desarrollo de la magnitud de abundancia en el eje de las ordenadas.

Una vez obtenido el registro completo de GC, se dispuso del análisis de los datos de espectrometría de masas. Así, clicando sobre cada uno de los picos se obtuvo el espectro de masas correspondiente al espectro responsable de dicho pico, así como de sus características básicas y la asignación de las especies químicas que coinciden con estas propiedades por medio de la comparación de los datos experimentales con los datos de una amplia colección de compuestos disponible en una base de datos.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

Este capítulo recoge los resultados de los estudios experimentales (Macro y micro) realizados sobre las obras.

### 3.1 ESTUDIOS GENERALES

#### 3.1.1. Resultados del examen fotográfico

##### 3.1.1.1 Fotografías con luz visible

Abarcan las tomas generales en condiciones de iluminación normales, fotografías con luz rasante y microfotografías con el microscopio digital. Al realizar tomas con distintas condiciones de iluminación y aumentos de lente se maximiza la cantidad y la calidad de la información recogida. Las fotografías generales son un referente para la descripción de los atributos de la pintura y una descripción pormenorizada de sus características. Al incrementar los aumentos, es posible visualizar las mismas estructuras con un mayor grado de detalle. Las tomas con el microscopio digital permitieron la comprensión del origen de las distintas alteraciones en función de sus características visuales aumentadas.

*Retrato de S. Antonio María Claret*



Fig. 52 sucesión de fotografías ampliadas de un daño localizado de la obra.

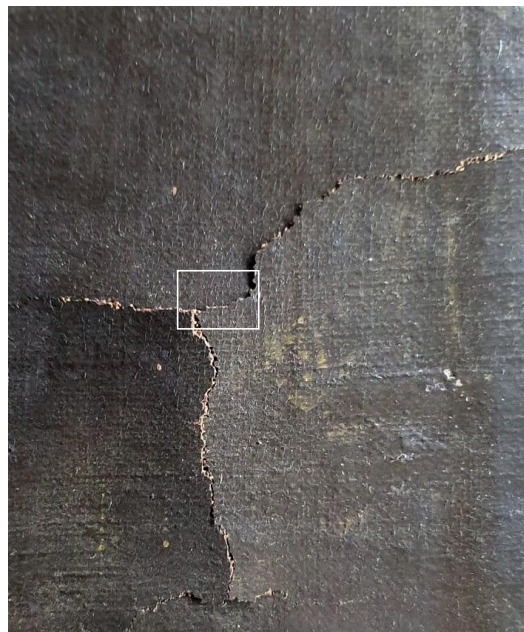


Fig.53 (arriba) Detalle de un daño del soporte que ha comportado el desprendimiento de la capa pictórica.  
Fig. 54(abajo) Microfotografía x40 de una zona del mismo daño, señalada con un recuadro en la fig. anterior, donde se puede observar la configuración del tejido.

*Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago*



*Fig.55* Sucesión de fotografías ampliadas de un daño localizado de la obra.



*Fig. 56 (arriba)* Detalle de una rotura en el soporte que se extiende hasta la capa pictórica.

*Fig. 57 (abajo)* Fotografía x40 de una zona del mismo daño, señalada con un recuadro en la fig. anterior, donde se puede observar la profundidad de la grieta y el nivel de brillo de la capa de protección.

### 3.1.1.2 Fotografías con luz ultravioleta

Complementan la información obtenida con las fotografías con iluminación visible. Estas permiten una mejor la comprensión de la técnica empleada por el artista.

#### *Retrato de S. Antonio María Claret*

Las fotografías con reflexión UV del retrato de López Ruiz advierten la presencia de un paisaje en la esquina superior derecha de la composición. Al mirar esta fotografía con luz visible es posible detectar diferencias de color y aplicación, apareciendo más denso y con una tonalidad distinta al resto del fondo. Es probable que el soporte utilizado para esta obra haya sido reutilizado por el artista de una pintura que apenas empezaba cuando aceptó el encargo de este retrato, o bien lo tenía almacenado y no tenía intención de continuar esta pintura ya que se trataba de una prueba.



*Fig.57* fotografía general de la obra con reflectografía ultravioleta.

*Fig. 58* (arriba) fotografía con luz visible de la esquina superior derecha de la obra

*Fig.59* (abajo) fragmento UV de la zona de interés.

### *Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago*

Una gran mancha oscura del lado derecho de la zona central de la obra revela que el árbol que forma parte del fondo en el cuadro de La Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago es un añadido posterior. A pesar de que se han identificado numerosos repintes bajo luz visible, estos no son identificable con la reflexión ultravioleta, ya que se encuentran por debajo de la capa de barniz. Esto señala el hecho de que la obra ha sido re-barnizada, por lo que no se descarta la presencia de material sintético.



*Fig.60* fotografía UV de la zona central derecha del cuadro donde se observa la presencia del repinte

*Fig.61* fragmento VIS de la zona donde se localiza el repinte.

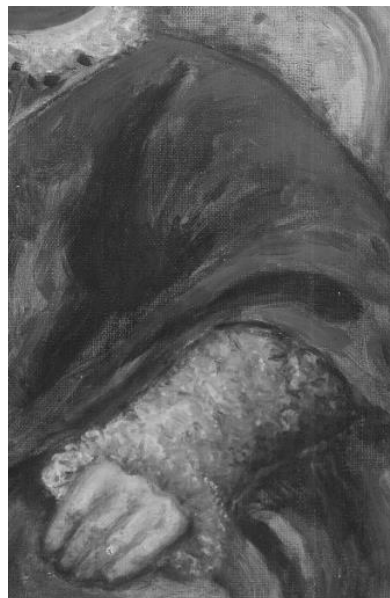
### 3.1.1.3 Fotografías con reflectografía IR

Estas no aportaron información concluyente sobre la técnica de ejecución del dibujo preparatorio, aunque si fue posible observar con mayor claridad las diferencias de aplicación de la pintura.

#### *Retrato de S. Antonio María Claret*



*Fig. 62* detalle del rostro de S. Antonio M. Claret con reflectancia IR.



*Fig. 63* Fragmento de una zona con gran concentración de un pigmento conteniente C

#### *Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago*

También fue posible identificar la extensión del repinte del manto del apóstol Santiago, menos evidente en la fotografía con luz visible, donde se observa una mancha oscura donde apenas se distingue una diferencia tonal del azul oscuro, por la utilización de un pigmento azul distinto y que no ha sido ajustado al original.



*Fig. 64* fragmento de la parte superior de la túnica de Santiago con iluminación visible.



*Fig. 65* fragmento de la parte superior de la túnica de Santiago con reflectografía IR



Las siguientes fotografías muestran la zona baja del manto donde también se observa una intervención, una mancha de pintura que se extiende por encima de la capa pictórica.



Fig. 66 fragmento de la parte inferior de la túnica de Santiago con iluminación visible.

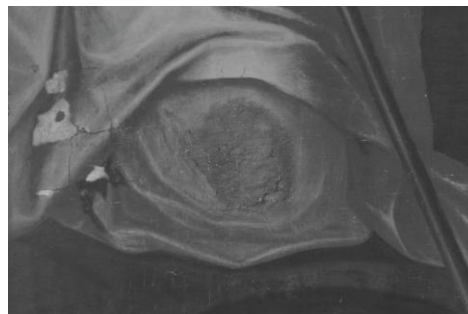


Fig. 67 fragmento de la parte inferior de la túnica de Santiago con reflectancia IR.

Las fotografías IR por su parte advierten un cambio en el boceto original, realizado por el propio artista cuando se encontraba pintando la obra, en la vestimenta del donante (figura del primer plano al lado derecho), con la intención de armonizar el conjunto dando una mayor sensación de proporción. Es de considerar que esta técnica solo admite visualizar ciertos tipos de materiales, por lo que no siempre es posible identificar el dibujo preparatorio si este no ha sido realizado con carbono, por lo que probablemente el artista se haya servido de otro tipo de herramienta para el dibujo como la sepia, la hematites, o bien la propia pintura. En este caso en particular la complejidad del dibujo precisa de un estudio compositivo previo, por lo que se descarta que este haya sido realizado con pinceladas directas sobre el lienzo.

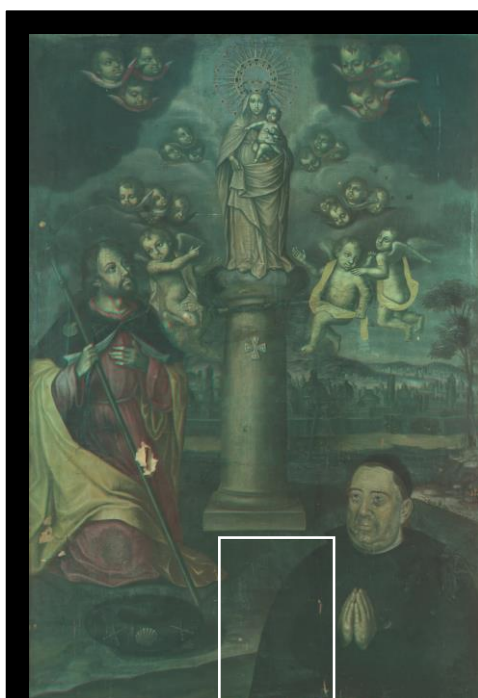


Fig. 68 fotografía general de la obra con la técnica del falso color.



Fig. 69 fragmento de la zona donde se ha detectado el arrepentimiento.

### 3.1.2 Colorimetría

Tras trasladar los valores extraídos de los programas de procesamiento de imágenes a espacios de color RGB y Lab\*, se obtuvieron los atributos visuales de la sucesión cromática de las distintas tonalidades que conforman las obras en su estado de conservación actual.

#### Retrato de S. Antonio María Claret



Fig. 70 Fragmento extraído del programa Adobe Photoshop donde se muestra el proceso de extracción de muestras colorimétricas a partir de la fotografía.

Tabla 5. Estudio colorimétrico de la obra del siglo XX

| Muestra | R   | G   | B   | L*     | a      | b       | Color |
|---------|-----|-----|-----|--------|--------|---------|-------|
| 1       | 81  | 90  | 114 | 38,334 | 2,523  | -14,793 |       |
| 2       | 123 | 130 | 143 | 54,195 | 0,225  | -7,875  |       |
| 3       | 162 | 142 | 108 | 59,988 | 2,281  | 20,892  |       |
| 4       | 131 | 111 | 93  | 48,240 | 4,926  | 12,945  |       |
| 5       | 159 | 129 | 98  | 56,040 | 7,049  | 21,156  |       |
| 6       | 142 | 116 | 86  | 50,585 | 5,757  | 20,404  |       |
| 7       | 188 | 178 | 165 | 73,055 | 1,3145 | 7,908   |       |
| 8       | 54  | 52  | 61  | 22,221 | 3,038  | -5,318  |       |
| 9       | 97  | 101 | 123 | 42,705 | 1,521  | -13,561 |       |
| 10      | 76  | 73  | 97  | 32,178 | 6,988  | -13,603 |       |
| 11      | 128 | 83  | 74  | 40,031 | 17,618 | 12,991  |       |
| 12      | 118 | 81  | 77  | 38,326 | 14,934 | 8,578   |       |
| 13      | 142 | 87  | 79  | 42,960 | 21,789 | 14,246  |       |
| 14      | 133 | 134 | 107 | 55,173 | -5,223 | 14,452  |       |
| 15      | 120 | 101 | 72  | 43,898 | 3,136  | 19,251  |       |
| 16      | 168 | 134 | 89  | 58,128 | 7,027  | 29,091  |       |
| 17      | 207 | 201 | 187 | 81,085 | -0,336 | 7,723   |       |
| 18      | 76  | 77  | 104 | 33,655 | 6,299  | -15,768 |       |
| 19      | 106 | 98  | 125 | 43,182 | 9,044  | -13,929 |       |
| 20      | 73  | 64  | 86  | 35,173 | -4,452 | -2,175  |       |

|    |     |     |     |        |        |        |  |
|----|-----|-----|-----|--------|--------|--------|--|
| 21 | 192 | 168 | 141 | 70,270 | 4,544  | 17,166 |  |
| 22 | 190 | 165 | 132 | 69,128 | 4,151  | 20,489 |  |
| 23 | 137 | 115 | 111 | 50,366 | 7,903  | 5,405  |  |
| 24 | 203 | 191 | 174 | 77,883 | 1,363  | 10,082 |  |
| 25 | 179 | 158 | 126 | 66,169 | 2,773  | 19,569 |  |
| 26 | 111 | 107 | 103 | 45,461 | 0,772  | 2,786  |  |
| 27 | 127 | 120 | 116 | 50,927 | 1,918  | 3,144  |  |
| 28 | 49  | 45  | 53  | 18,817 | 1,366  | 1,938  |  |
| 29 | 101 | 85  | 105 | 38,346 | 10,622 | -9,041 |  |

*Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago*



Fig. 71 Fragmento extraído del programa Adobe Photoshop donde se muestra el proceso de extracción de muestras colorimétricas a partir de la fotografía.

Tabla 6. Estudio colorimétrico de la obra del siglo XVIII

| Muestra | R   | G  | B  | L*     | a      | b      | Color |
|---------|-----|----|----|--------|--------|--------|-------|
| 1       | 89  | 76 | 59 | 33,153 | 2,528  | 12,133 |       |
| 2       | 42  | 43 | 45 | 17,504 | 0,047  | -1,455 |       |
| 3       | 87  | 54 | 37 | 26,151 | 12,680 | 16,738 |       |
| 4       | 73  | 66 | 58 | 28,428 | 1,417  | 5,950  |       |
| 5       | 151 | 92 | 50 | 44,890 | 20,162 | 33,822 |       |
| 6       | 103 | 70 | 39 | 32,723 | 10,467 | 24,139 |       |
| 7       | 115 | 91 | 65 | 40,424 | 5,979  | 18,709 |       |
| 8       | 106 | 66 | 41 | 32,080 | 14,517 | 22,254 |       |
| 9       | 38  | 33 | 30 | 13,190 | 1,719  | 2,893  |       |
| 10      | 59  | 42 | 32 | 18,757 | 6,285  | 9,614  |       |
| 11      | 138 | 59 | 42 | 35,396 | 32,480 | 26,814 |       |
| 12      | 51  | 50 | 46 | 20,759 | -0,449 | 2,698  |       |
| 13      | 25  | 28 | 33 | 10,160 | 0,017  | -3,911 |       |
| 14      | 87  | 61 | 48 | 28,319 | 9,511  | 12,522 |       |
| 15      | 155 | 97 | 57 | 46,728 | 19,544 | 32,272 |       |
| 16      | 133 | 78 | 47 | 38,968 | 20,089 | 27,941 |       |
| 17      | 56  | 56 | 54 | 23,456 | -0,449 | 1,244  |       |
| 18      | 137 | 90 | 60 | 42,698 | 15,914 | 25,111 |       |
| 19      | 67  | 42 | 35 | 19,925 | 10,635 | 9,330  |       |
| 20      | 77  | 63 | 54 | 27,842 | 4,462  | 7,790  |       |

|    |     |    |    |        |        |        |  |
|----|-----|----|----|--------|--------|--------|--|
| 21 | 92  | 65 | 44 | 30,004 | 8,849  | 17,401 |  |
| 22 | 32  | 32 | 40 | 12,565 | 2,155  | -5,361 |  |
| 23 | 55  | 44 | 40 | 19,084 | 4,276  | 4,485  |  |
| 24 | 122 | 67 | 37 | 33,119 | 16,369 | 26,079 |  |
| 25 | 84  | 56 | 42 | 26,391 | 10,536 | 13,752 |  |
| 26 | 91  | 74 | 58 | 32,760 | 4,541  | 12,259 |  |
| 27 | 28  | 27 | 32 | 10,069 | 1,801  | -3,272 |  |
| 28 | 66  | 43 | 37 | 20,122 | 9,764  | 8,209  |  |
| 29 | 40  | 34 | 34 | 13,889 | 2,839  | 1,040  |  |
| 30 | 117 | 63 | 37 | 32,854 | 21,032 | 25,951 |  |
| 31 | 103 | 64 | 35 | 31,047 | 13,840 | 24,496 |  |
| 32 | 63  | 49 | 40 | 21,603 | 4,754  | 8,149  |  |
| 33 | 86  | 55 | 35 | 26,251 | 11,363 | 18,106 |  |
| 34 | 44  | 38 | 40 | 15,875 | 3,236  | -0,300 |  |
| 35 | 50  | 46 | 55 | 19,671 | 3,941  | -5,086 |  |
| 36 | 107 | 84 | 66 | 37,589 | 6,748  | 14,154 |  |
| 37 | 131 | 59 | 44 | 34,262 | 29,777 | 23,968 |  |
| 38 | 141 | 85 | 52 | 41,856 | 19,932 | 28,803 |  |
| 39 | 46  | 49 | 58 | 20,373 | 1,036  | -6,129 |  |

### 3.1.3 Acidez

Los niveles de pH obtenidos tras realizar los ensayos pertinentes apuntan un valor entre 4,5 y 5 para cada obra, por lo que se tiene una superficie de carácter ligeramente ácido.



Fig.72 resultados de la medición del nivel de pH

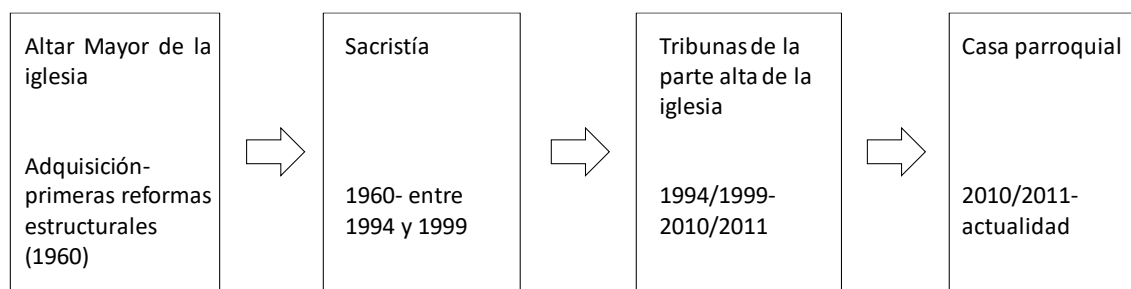
| <i>Obra</i>                      | <i>pH</i> |
|----------------------------------|-----------|
| S. Antonio M. Claret             | 4,5       |
| Aparición de la Virgen del Pilar | 4,5       |

Tabla 5.

### 3.2 ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

El estado de conservación de una pintura depende en parte de los materiales utilizados por el artista y la compatibilidad de las técnicas empleadas. Los materiales tienen un proceso natural de envejecimiento que conduce a alteraciones inherentes a su naturaleza, como lo es el amarillamiento de las películas de barniz o de algunos aceites secantes, la oxidación de las fibras naturales, etc. No obstante, existen factores externos capaces de acelerar o desencadenar procesos de degradación, así como provocarlos de forma directa.

Es de considerar que las obras han sufrido varios desplazamientos a lo largo de su vida útil, por lo que los daños que presentan no deben atribuirse únicamente a las condiciones de la habitación donde se albergan actualmente. Tras consultar con los responsables de la iglesia, ha sido posible determinar su trayectoria dentro del recinto desde el momento de su adquisición, así como establecer una relación directa entre las condiciones a las que estuvieron expuestas anteriormente y el estado de conservación que presentan a día de hoy.



### 3.2.1 Retrato de S. Antonio María Claret

#### 3.2.1.1 Soporte

##### Bastidor

De madera de pino y fabricación industrial. Presencia de suciedad acumulada y marcas de humedad.

##### Lienzo

El entramado del tejido contiene polvo atrapado y en superficie. Los cúmulos de polvo absorben la humedad y las partículas gaseosas presentes en el ambiente, que mediante contacto directo son absorbidos a su vez por el soporte. El destensado es debido a factores naturales de pérdida de elasticidad del material y los efectos de la gravedad sobre la verticalidad del objeto.

La fibra presenta un estado de oxidación generalizada, a excepción de la zona donde se encuentra ubicada la tez, producto de la diferencia de pH por la formación de una reserva alcalina, que permea la oxidación. El hierro de las tachuelas que sujeta el lienzo al bastidor se encuentra corroído, contribuyendo al proceso de oxidación de la tela. Se trata de un proceso natural de envejecimiento de la celulosa, que se ve afectado por las condiciones de humedad, temperatura, exposición a la luz y presencia de vapores ácidos en el ambiente.



*Fig.73 detalle del reverso del soporte.*

En el reverso se puede apreciar una gran marca de humedad que se extiende verticalmente a lo largo del lienzo, producto que una correntía puntual de agua proveniente de la pared que puede provocar la absorción de sales en el tejido y comprometer la estabilidad físico-química de los materiales de naturaleza higroscópica.

Se observan dos roturas de considerables dimensiones, una de forma circular y otra que se extiende a modo de desgarro, ubicados en la parte baja a la altura de la falda de la sotana, como se señala en el mapa de daños. Estas roturas son producto de los efectos del almacenamiento prolongado, en combinación con un estado de fragilidad de la fibra que la hace propensa a rasgaduras. En la parte trasera del cuadro se aprecia cómo han intentado cerrar el agujero de forma provisional con cinta plástica transparente. Los componentes presentes en el adhesivo no son aptos para la conservación del material y su oxidación puede comportar un aceleramiento en el proceso de deterioro.



Fig.74 fotografía general del reverso de la obra



Fig.75 y 76 desgarros del soporte contenidos con cinta adhesiva

### 3.2.1.2 Capa de preparación

La técnica de aplicación del estrato preparatorio comporta problemas de adhesión localizados, en las zonas donde la pintura se encuentra aplicada directamente sobre el lienzo. Un exceso de grosor de capa implica la aparición de tensiones que producen agrietamientos.

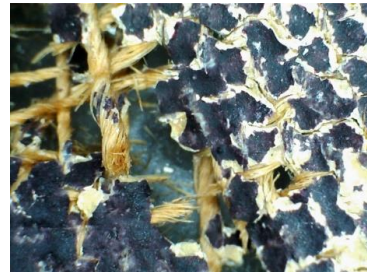


Fig.77 y 78 detalle de los agrietamientos de la capa de preparación presentes en la zona limítrofe del rostro, producto de una diferencia de grosor de capa con respecto a la zona circundante, y que se extienden hasta la capa pictórica.

Problemas de cohesión entre la capa pictórica y la imprimación, por posible exceso de humedad que ha disminuido el poder adherente del aglutinante.

### 3.2.1.3 Capa pictórica

Desprendimientos localizados producto de las roturas del lienzo y abrasiones superficiales.



*Fig. 81* micro fotografía 40x de una zona de la fig. 82, señalada con un recuadro en la imagen anterior

*Fig. 79 y 80* desgarros de origen mecánico que se extienden hasta la capa pictórica, provocando el desprendimiento de partículas de pintura

Marcas de agua ocasionadas por una correntía que ha dejado un registro en forma de chorro, que se extiende longitudinalmente desde la parte más alta a la más baja del lienzo del lado derecho.

Diferencias de brillo atribuidas a la presencia de suciedad superficial o polvo.

### 3.2.1.4 Barniz/ capa de protección

A simple vista no se observa la presencia de barniz o capa de protección. La capa pictórica se encuentra en un estado de porosidad que facilita la absorción de la humedad y los contaminantes contenidos en el ambiente.

### 3.2.1.5 Marco

La obra consta de un marco de inferior calidad con alma de madera y decorado en pasta, que en sus inicios estuvo dorado. Presenta roturas en ambas esquinas inferiores, producto de ataques xilófagos ahora inactivos que debilitaron el interior de la madera, dejando una estructura laminar y quebradiza en el exterior. Los listones presentan abrasiones y ralladuras.





Fig.83 Agujeros en la madera por presencia de carcoma



Fig.84 (arriba) roturas en el marco por debilitamiento de la estructura interna de la madera, provocados por un ataque de tipo biótico. Fig. 85 (abajo) acumulación de excrementos de insectos xilófagos que se encontraban en el interior del marco.

### 3.2.1.6 Clasificación de los daños localizados

Tabla 7. Clasificación de los daños

| ORIGEN         | TIPO  | CAUSAS   | UBICACIÓN                             |
|----------------|---|--|---------------------------------------|
| MECANICO       | Desgarros, roturas, craqueladuras, desprendimientos | Mal manejo, almacenamiento prolongado.           | Parte baja de la superficie pictórica |
| MEDIOAMBIENTAL | Desprendimientos                                    | Exceso de humedad relativa                       | Generalizada                          |
| QUIMICO        | Fibras quebradizas y de color pardo.                | Oxidación por envejecimiento natural de la fibra | Soporte                               |
| BIOTICO        | Orificios y galerías internas                       | Ataque de insectos xilófagos (termitas)          | Marco                                 |

### 3.2.1.7 Mapa de daños



Tabla 8. Leyenda del mapa de daños

| Color | Daño                                  |
|-------|---------------------------------------|
| Black | Correntía de agua                     |
| Red   | Desprendimientos de la capa pictórica |
| Blue  | Rotura del soporte                    |
| Green | Pasmado de la pintura                 |

Fig. 86 Mapa de daños de la obra

### 3.2.2. Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago

#### 3.2.2.1 Soporte

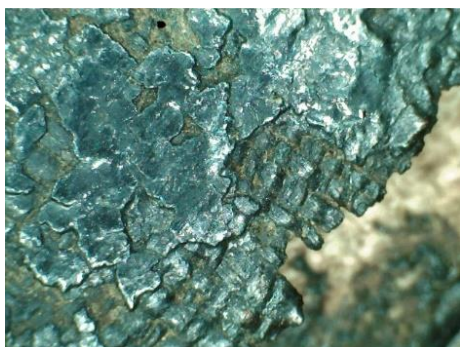
##### Bastidor

Presencia de alas de termita en uno de los listones verticales. Acumulaciones de polvo en los travesaños que pueden atrapar la humedad, propiciando las condiciones idóneas para la aparición de microorganismos y agentes bióticos. Apariencia de pasmado o eflorcencias en la madera, producto de la humedad.

Los clavos de hierro que sujetan el lienzo al bastidor se encuentran deteriorados: el metal una vez oxidado aumenta de volumen y se vuelve pulverulento, por lo que es propenso a generar fisuras al interior de la madera.

##### Reentelado

El soporte ha sido reforzado mediante un entelado cuya tela presenta un mayor grosor que la original. Se advierte una falta de adherencia al soporte, producto del envejecimiento de la cola empleada para este procedimiento. El borde de la parte baja se encuentra despegado totalmente del lienzo original, generando una abertura para agentes contaminantes como el polvo y los vapores ácidos contenidos en la atmósfera, que pueden depositarse en su interior y entrar en contacto con el resto de materiales.



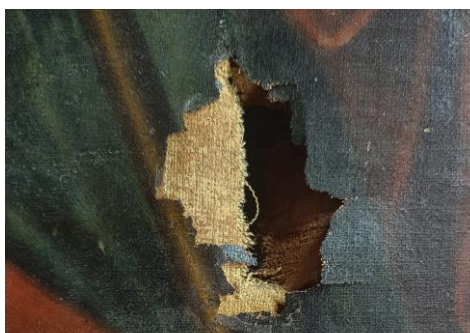
*Fig.87* Microfotografía 40x de la parte baja de la obra, en la zona que se indica en la fig. 83



*Fig.88* detalle del desprendimiento del lienzo original del reentelado

##### Lienzo

Marcas de humedad en el reverso, acumulaciones de polvo en el entramado del tejido y en las separaciones con el marco. Estado avanzado de oxidación. Algunos daños de origen mecánico han comportado roturas y desgarros que se extienden hasta el entelado.



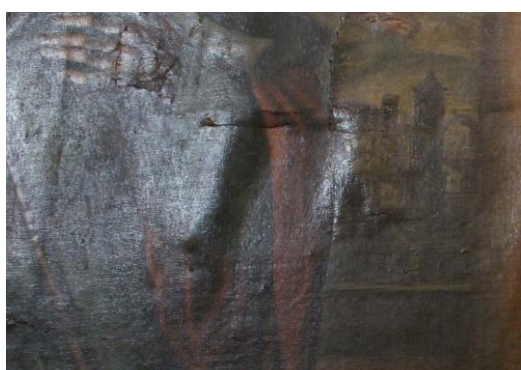
*Fig.89* Detalle de una rotura del soporte, ubicado en la parte baja de la túnica de Santiago Apóstol.

### 3.2.2.2 Capa de preparación

Esta se encuentra aplicada de forma uniforme a lo largo de todo el soporte. Es de color pardo y espesor considerable. Se encuentra fuertemente adherida al soporte y la capa pictórica en una masa inelástica de gran dureza, producto de su avanzado estado de envejecimiento.

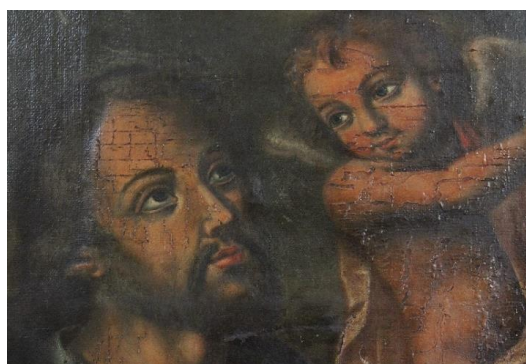
### 3.2.2.3 Capa pictórica

La intervención del soporte juega un papel fundamental en el estado de deterioro de la capa pictórica. Las tensiones internas, producto de la incompatibilidad de movimientos de expansión y merma del lienzo original y el reentelado, han generado una serie de ampollas que se extienden a lo largo de toda la superficie. Debido a la rigidez de la capa de pintura, que se encuentra aglomerada junto el resto de estratos de la obra, muchas de las ampollas han cedido a estas tensiones, resultando en roturas y subsecuentes desprendimientos, dejando a la vista el lienzo del entelado.

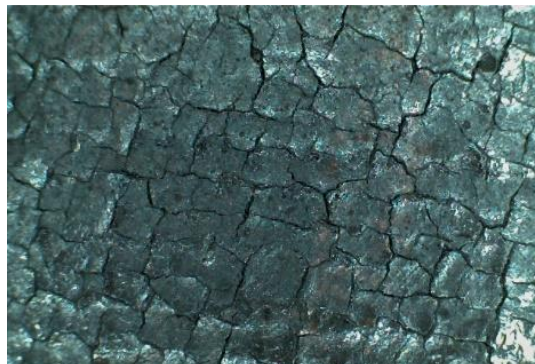


*Fig.90 Y 91* Ampollas ubicadas en la zona central y baja de la obra.

La obra presenta grietas de contracción temprana que aparecen tras el proceso de secado de algunos aceites. El envejecimiento comporta la aparición de rajadas de edad, que surgen de las tensiones provocadas por la oscilación de movimiento de los materiales, generando fisuras de mayor tamaño. Las craqueladuras de la zona del rostro del personaje de Santiago Apóstol se desarrollan en forma de rejilla, producto de los movimientos del soporte.

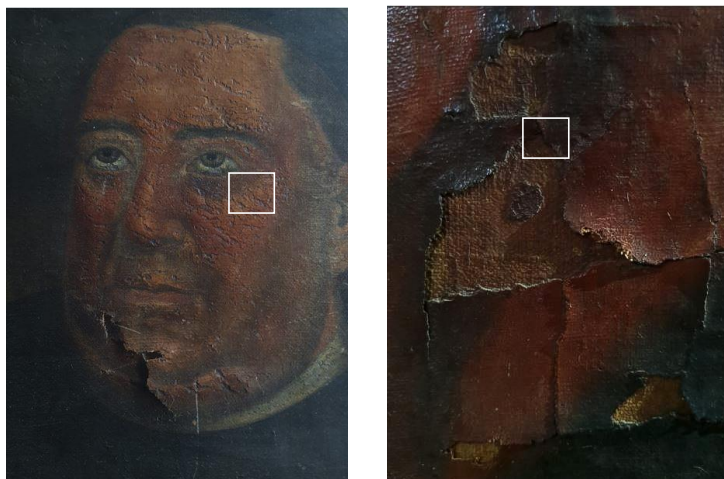


*Fig. 92* Craqueladuras en forma de rejilla que se manifiestan en la carnación del rostro de Santiago Apóstol.

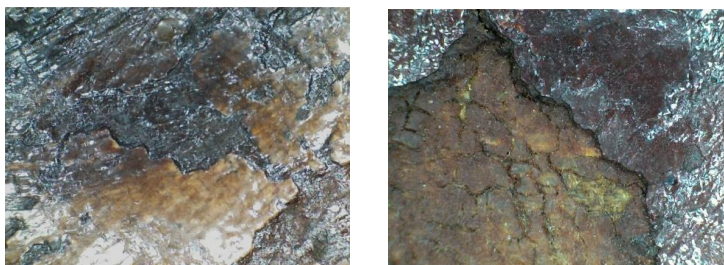


*Fig.93* microfotografía 40X de las grietas de contracción temprana presentes en el fondo

Las siguientes fotografías muestran desprendimientos de capa originados por una merma en el poder adhesivo de las colas en conjunto con una acumulación de tensiones internas.



*Fig.94 y 95* fragmentos de daños de la capa pictórica



*Fig.96 Y 97* Microfotografías 40X de las zonas señaladas en las figuras anteriores

La coloración roja del soporte se debe a una serie de repintes y retoques realizados con la intención de disimular las faltas cromáticas. Algunos de estos fueron aplicados por encima de la pintura original. No se tiene constancia del momento de esta intervención.

Algunos desprendimientos se presentan en forma de escamas de menor densidad.



*Fig.96* desprendimiento



*Fig.97* microfotografía 40X de la zona señalada en la figura anterior

Por otro lado, cabe señalar la presencia de abrasiones superficiales provocadas por contacto con un material punzante que ha sido arrastrado sobre la superficie llevándose consigo el barniz. Producto de un almacenamiento o manipulación inadecuados.

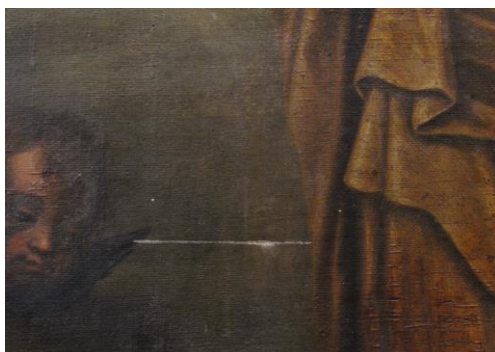


Fig. 98 abrasión por efecto de un objeto punzante.

#### 3.2.2.4 Capa de barniz/ protección

El barniz presenta un estado de oxidación que altera la calidad cromática de la obra, en conjunto con la suciedad que se encuentra fijada a la superficie, ambas patologías provocadas por la naturaleza resinosa del material.

#### 3.2.2.5 Marco

No se conservan restos de policromía, que en sus inicios estuvo adornada con motivos florales, aunque la madera se encuentra en buen estado.

#### 3.2.2.6 Clasificación de los daños localizados

Tabla 9. Clasificación de los daños.

| ORIGEN         | TIPO   | CAUSAS  | UBICACIÓN   |
|----------------|--|---|---|
| MECANICO       | Desgarros, roturas, ampollas, desprendimientos         | Acumulación de tensiones, mal manejo de la obra, almacenamiento prolongado. | Daños que van de la capa pictórica a la capan más subyacente. |
| MEDIOAMBIENTAL | Desprendimientos Ampollas                              | Exceso de la humedad relativa ambiental                                     | Afecta todos los estratos                                     |
| QUIMICO        | Oxidación del tejido<br>Oxidación de la capa de barniz | Envejecimiento natural de los materiales                                    | Soporte   |
| BIOTICO        | Vestigios de un ataque de insectos xilófagos           |   | Bastidor  |



### 3.3 ESTUDIOS ESPECIFICOS. RESULTADOS DEL ESTUDIO FISICOQUIMICO DE LAS OBRAS

A continuación, se recogen los resultados de los análisis nivel micro, analizando los contenidos y características de la capa pictórica basados en estudios de microscopía en el visible MOLP y microscopía electrónica y análisis de la composición elemental EDX.

#### 3.3.1 Caracterización de las fibras

Tras estudiar las fotografías registradas con la observación al microscopio óptico de luz polarizada y compararlas con las imágenes de los recursos consultados, se ha podido identificar el origen y el tipo de fibra que conforma el soporte textil de cada una de las obras.



Fig. 102 Detalle de la trama del lienzo original de la obra de la Aparición de la Virgen del Pilar, obtenido con el microscopio digital a 40x.



Fig.103 Fotografía de una muestra la urdimbre del tejido original de la obra "Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago.

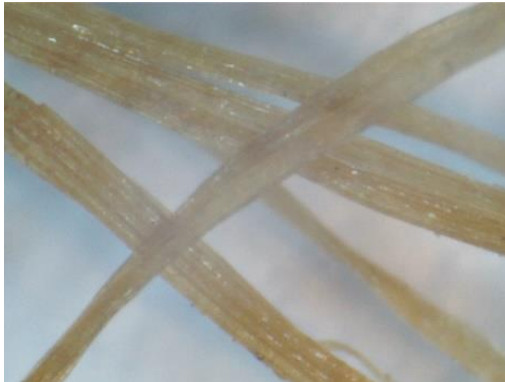
La siguiente tabla describe la identificación del tipo de fibra que conforma cada obra, el tipo de torsión del hilo y el ligamento del tejido, seguido de las fotografías realizadas con el microscopio óptico con luz polarizada de cada muestra.

Tabla 11. Caracterización de las fibras

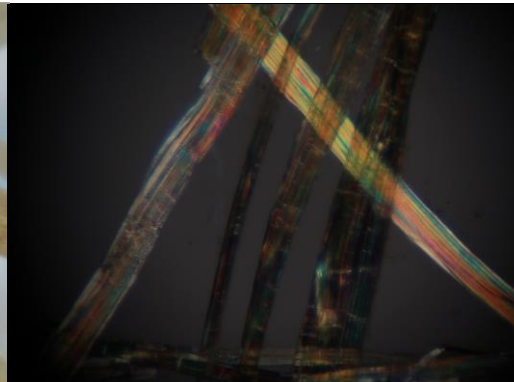
| <i>Obra</i>                                 | <i>Origen</i> | <i>Tipo</i> | <i>Torsión</i> | <i>Ligamento</i> | <i>Trama</i> |
|---|---------------|-------------|----------------|------------------|--------------|
| Retrato de S. Antonio María Claret          | Vegetal       | Yute        | Z              | Tafetán          | Abierta      |
| Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago | Vegetal       | Lino        | Z              | Tafetán          | Cerrada      |



*Retrato de S. Antonio María Claret*



*Fig. 104* Fotografía 400x de la muestra 2 A obtenida con el microscopio digital.



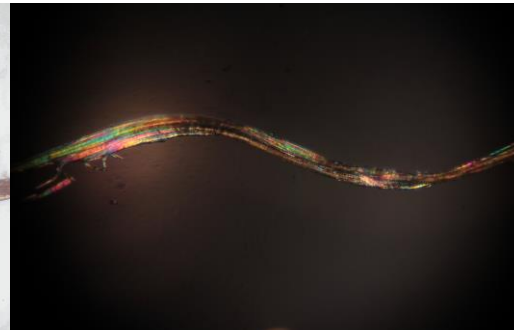
*Fig. 105* Fotografía IC10 de la muestra 2 B obtenida con el microscopio óptico MOLP

*Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago*

fibra original



*Fig. 106* Fotografía IC10 de la muestra 1 B obtenida con el microscopio óptico MOLP

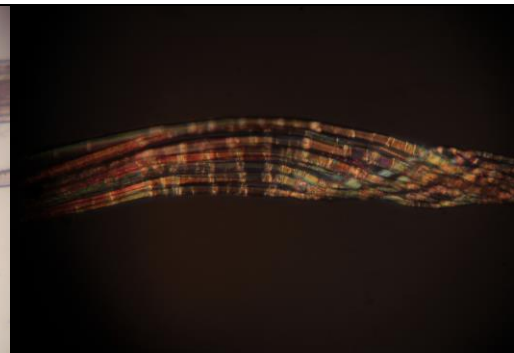


*Fig. 107* Fotografía IC10 de la muestra 1 B obtenida con el microscopio óptico MOLP

Fibra del reentelado



*Fig. 108* Fotografía IC10 de la muestra R B obtenida con el microscopio óptico MOLP



*Fig. 109* Fotografía IC10 de la muestra R B obtenida con el microscopio óptico MOLP

### 3.3.2 Resultados del análisis de las micromuestras de la capa pictórica

A partir de las observaciones llevadas a cabo con el microscopio MOLP y SEM ha sido posible identificar el número y las características visuales de los estratos (color, morfología, espesor y granulometría) que conforman cada muestra y determinar cualitativamente los materiales constituyentes de cada una mediante el estudio realizado con la espectroscopia de dispersión de rayos X (EDX) , pudiendo atribuir las características visuales de color a la presencia de los pigmentos y cargas detectados.

La información fue organizada con la intención de facilitar la comprensión de los resultados, por lo que se presenta a modo de fichas individuales, correspondientes a cada micromuestra, agrupadas en función de la obra a la que pertenecen, indicando la zona donde se ha extraído y un pequeño comentario descriptivo.

En cada ficha se muestra el nombre identificativo de la micromuestra, con su respectiva fotografía MOLP, cuyos estratos se han identificados por números, en orden ascendente, desde la capa más subyacente a la más superficial. Junto a esta fotografía se encuentra la imagen SEM de la misma micromuestra.

A continuación, se muestra una tabla donde se encuentra reflejada toda la información relativa al análisis cualitativo de las características visuales como de los materiales identificados.

En la primera columna se encuentra el número de estratos presentes en la micromuestra identificables en la fotografía MOLP, seguido del espesor de capa, expresado en micras y medido con el instrumento de medición a escala incorporado en el visor del microscopio. En la columna siguiente se muestra el color del estrato analizado, extraído con el recurso de muestreo de color del programa Adobe Photoshop, obteniendo los datos cuantitativos en espacio de color RGB y decodificándolos con el Word. La columna contigua está dedicada a los compuestos identificados (cargas, pigmentos y materiales de permeación) tras analizar las tablas correspondientes a cada espectro. Por último, se encuentra un breve comentario u observación que expresa el papel que juega el estrato dentro de la micromuestra (soporte, imprimación, capa de pintura, etc.)

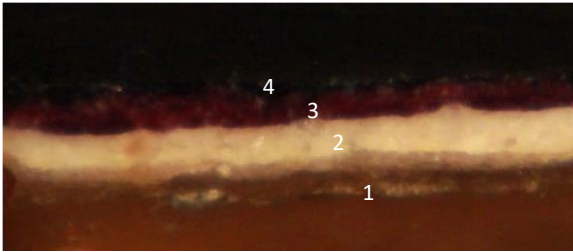
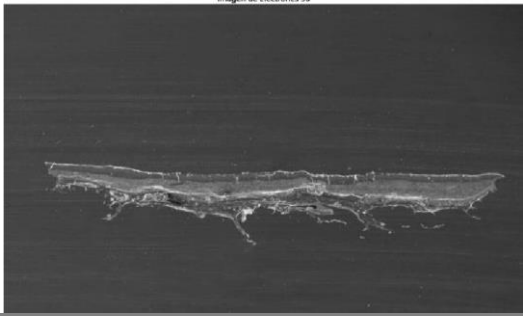

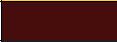

Las siguientes son dos de las fichas que contienen los resultados de estos análisis, extraídas del anexo A, donde se encuentra el estudio completo de toda la información relativa a las micromuestras.

las imágenes tomadas con el microscopio MOLP (izquierda) y SEM (derecha) del corte transversal de la micromuestra “V1” extraída de la obra “Retrato de S. Antonio María Claret, donde es posible observar claramente la división de los estratos que conforman la pintura, seguido de la tabla con los resultados.

Los resultados obtenidos del estudio de las muestras estratigráficas de los materiales que conforman la capa pictórica se encuentran ampliados dentro del anexo (x).

Retrato de S. Antonio María Claret

Tabla 12. Ejemplo de las tablas de presentación de los resultados del estudio SEM-EDX de la micromuestra VI

| V1. MORADO OSCURO DE LA PARTE BAJA DEL MANTO   |   |                       | FOTOGRAFÍA SEM-EDX DE LA MICROMUESTRA  |                        |
|--|---|-----------------------|--|------------------------|
|  <p>Fotografía IC10 de la sección trasversal de la muestra obtenida con el microscopio MOLP</p> |   |                       |  |                        |
| Nº de capa   | Color   | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición  | Observaciones          |
| 1  | -   |                       | Fibra orgánica, Blanco de bario, yeso  | Composición del lienzo |
| 2  |    | 11                    | Dolomita, Blanco de plomo  | Capa de preparación    |
| 3  |   | 3                     | Siena, blanco de cinc  | Capa de pintura 1      |
| 4  |  | 0.25                  | Azul ultramar sintético, yeso  | Capa de pintura 2      |

Espectro 1- Composición del lienzo

| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Si   | P    | S     | Cl   | K    | Ca   | Zn   | Ba   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 67.32 | 2.09 | 0.71 | 0.54 | 0.74 | 12.29 | 2.55 | 0.68 | 0.85 | 3.77 | 5.70 | 2.77 | 100.00 |

Espectro 2- Capa de preparación

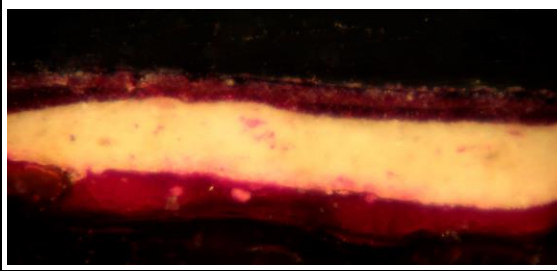
| Elemento  | O     | Mg   | Ca    | Pb    | Total: |
|-----------|-------|------|-------|-------|--------|
| % atómico | 67.73 | 2.20 | 17.52 | 12.54 | 100.00 |

Espectro 3- Capa de pintura 1

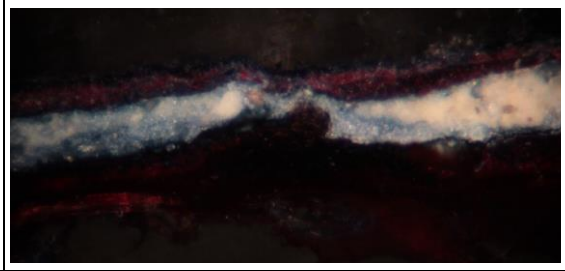
| Elemento  | O     | Na    | Mg   | Al   | Si   | S    | Cl   | K    | Ca   | Fe   | Zn    | Pb   | Total: |
|-----------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|--------|
| % atómico | 52.78 | 11.74 | 1.81 | 2.00 | 1.06 | 0.41 | 0.94 | 0.43 | 1.42 | 0.52 | 26.65 | 0.25 | 100.00 |

Espectro 4- Capa de pintura 2

| Elemento  | O     | Na    | Mg   | Al   | Si   | S    | Cl   | K    | Ca   | Fe   | Zn    | Total: |
|-----------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| % atómico | 47.68 | 13.69 | 0.98 | 0.77 | 2.38 | 0.41 | 1.78 | 0.40 | 0.50 | 0.27 | 31.14 | 100.00 |



Fotografía de la micromuestra V1 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fuchsina ácida



Fotografía de la micromuestra V1 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo Negro Sudán B

| <i>Estrato</i>           | <i>Presencia de material proteico</i> | <i>Presencia de material lipídico</i> |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Soporte</i>           | Sí                                    |                                       |
| <i>Preparación</i>       |                                       | Sí                                    |
| <i>Capa de pintura 1</i> | Sí                                    |                                       |
| <i>Capa de pintura 2</i> |                                       | Sí                                    |

La siguiente tabla recopila los pigmentos y cargas identificados tras el análisis de la composición elemental de las micromuestras en función de la coloración del estrato señalado.

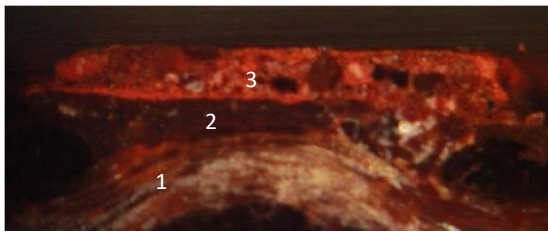
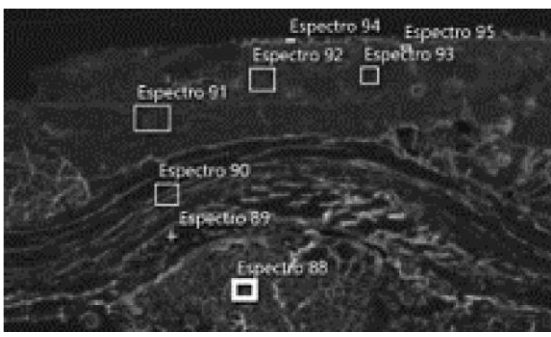
*Retrato de S. Antonio María Claret. Manuel López Ruiz. s. XX*

Tabla 13. Resultados del estudio composicional de las micromuestras

| <i>Pigmentos y cargas identificados</i> |  |  |
|---|--|--|
| <i>Color</i>                            | <i>Pigmentos</i>   | <i>Cargas</i>                                |
| Blanco                                  | <i>blanco de plomo</i><br>$Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$             | <i>Dolomita</i> $CaCO_3 \cdot MgCO_3$        |
|   | <i>litopón</i> $ZnS + BaSO_4$                              | <i>Yeso</i> $CaSO_4 \cdot 2H_2O$             |
|   | <i>Blanco de cinc</i> $ZnO$                                | <i>carbonato de bario</i> $BaCO_3$           |
|   |  | <i>calcita</i> $CaCO_3$                      |
|   |  | <i>talco</i> $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot 2H_2O$ |
| Azul                                    | <i>ultramar sintético</i> $Na_{6-10}Al_6Si_6O_{24}S_{2-4}$ |  |
|   | <i>azul de Prusia</i> $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$                   |  |
| Amarillo                                | <i>amarillo de cadmio</i> $CdS$                            |  |
| Rojo                                    | <i>minio</i> $Pb_3O_4$                                     |  |
| Marrón                                  | <i>siena</i> $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ + arcilla                |  |
|   | <i>siena tostada</i> $Fe_2O_3$ + arcilla                   |  |
|   | <i>sombra tostada</i> $Fe_2O_3$ + $MnO_2$ + arcilla        |  |
| Negro                                   | <i>negro de huesos</i> carbono + $Ca_3(PO_4)_2$            |  |

## Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago

Tabla 14. Ejemplo de las tablas de presentación de los resultados del estudio SEM-EDX de la micromuestra V6

| V6. ROJO DE LA TÚNICA DE SANTIAGO   | FOTOGRAFIA SEM-EDX DE LA MICROMUESTRA  |
|---|--|
|  <p>Fotografía IC5 de la sección trasversal de la muestra obtenida con el microscopio MOLP</p> |  |

| Nº de capa | Color | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición  | Observaciones       |
|------------|-------|-----------------------|--|---------------------|
| 1          | -     | 20                    | Presencia de silicatos. Composición orgánica.  | Soporte             |
| 2          |       | 10                    | Bermellón, siena, blanco de plomo, blanco de titanio, yeso   | Capa de preparación |
| 3          |       | 13                    | Minio, hematites, amarillo de plomo y amarillo de cromo. Vestigios de blanco de titanio. Cloruro de sodio superficial. | Capa de pintura     |

### Espectro 1- Estrato preparatorio

| Elemento  | O     | Al   | Si   | Cl   | K    | Ca   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 96.31 | 0.43 | 0.53 | 1.07 | 0.32 | 1.34 | 100.00 |

### Espectro 2- Composición de la fibra

| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Si   | Cl   | K    | Ca   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 93.61 | 1.98 | 0.63 | 0.41 | 2.30 | 0.43 | 0.64 | 100.00 |

### Espectro 3- Estrato preparatorio

| Elemento  | O     | Si   | Cl   | Ca   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 95.80 | 0.50 | 1.02 | 2.27 | 0.41 | 100.00 |

### Espectro 4- Estrato preparatorio

| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si    | S    | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Hg   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 63.16 | 0.70 | 0.43 | 8.60 | 15.25 | 2.46 | 1.15 | 1.21 | 0.83 | 3.23 | 1.76 | 1.20 | 100.00 |

### Espectro 5- Estrato pictórico (1/3)

| Elemento  | O     | Na   | Al   | Si    | S    | K    | Ca   | Fe   | As   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 64.49 | 2.00 | 3.31 | 14.84 | 0.76 | 0.47 | 7.79 | 5.33 | 0.12 | 0.88 | 100.00 |

### Espectro 6- Estrato pictórico (2/3)

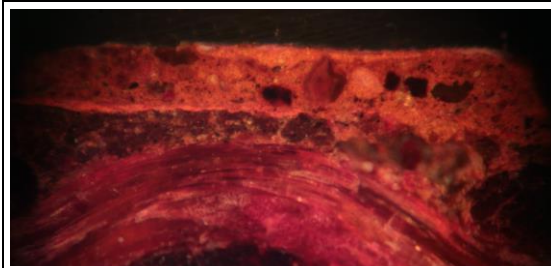
| Elemento  | O     | Na   | Cl   | Ca   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 89.89 | 1.48 | 1.96 | 0.88 | 5.80 | 100.00 |

Espectro 7- Estrato pictórico (3/3)

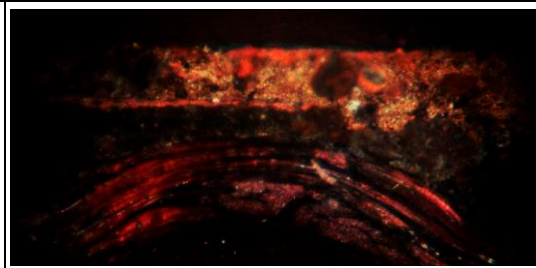
|           |       |      |      |      |      |       |        |
|-----------|-------|------|------|------|------|-------|--------|
| Elemento  | O     | Si   | Ca   | Cr   | Fe   | Pb    | Total: |
| % atómico | 62.00 | 1.52 | 0.73 | 9.07 | 2.87 | 23.81 | 100.00 |

Espectro 8- Capa de barniz

|           |       |      |      |       |       |      |      |      |      |      |        |
|-----------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|--------|
| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Al    | Si    | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb   | Total: |
| % atómico | 60.67 | 0.28 | 0.96 | 12.63 | 20.04 | 1.40 | 0.30 | 0.41 | 3.03 | 0.26 | 100.00 |



Fotografía de la micromuestra V6 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fuchsina ácida



Fotografía de la micromuestra V6 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo Negro Sudán B

| <i>Estrato</i>         | <i>Presencia de material proteico</i> | <i>Presencia de material lipídico</i> |
|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Soporte</i>         | Sí                                    |                                       |
| <i>Preparación</i>     | Sí                                    | Sí                                    |
| <i>Capa de pintura</i> | Sí                                    |                                       |

Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago. s. XVIII

Tabla 15. Resultados del estudio composicional de las micromuestras

| <i>Pigmentos y cargas identificados</i> |   |  |
|---|---|--|
| <i>Color</i>                            | <i>Pigmentos</i>  | <i>Cargas</i>  |
| Blanco                                  | <i>Blanco de titanio</i> $\text{TiO}_2$   | <i>Dolomita</i> $\text{MgCO}_3$ , $\text{CaCO}_3$                                      |
|   | <i>Blanco de plomo</i><br>$\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$   | <i>Caolinita</i> $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ |
|   |   | <i>Talco</i> $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$                |
|   |   | <i>Yeso</i> $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                                  |
|   |   | <i>Calcita</i> $\text{CaCO}_3$   |
|   |   | <i>Sílice</i> $\text{SiO}_2$   |
| Rojo                                    | <i>Bermellón</i> $\text{HgS}$   |  |
|   | <i>Minio</i> $\text{Pb}_3\text{O}_4$  |  |
|   | <i>Hematites</i> $\text{Fe}_2\text{O}_3$  |  |
| Marrón                                  | <i>Siena</i> $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ + arcilla   |  |
| Azul                                    | <i>Azul de Prusia</i> $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$   |  |
|   | <i>Azul ultramar</i> $3\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{Na}_2\text{S}$ |  |
| Amarillo                                | <i>Amarillo de plomo</i> $\text{Pb}_2\text{SnO}_4$ ó $\text{PbSn}_2\text{Si}_2\text{O}_7$                               |  |
|   | <i>Amarillo de cromo</i> $\text{PbCrO}_4$   |  |
|   | <i>Ocre</i> $\text{Fe}(\text{OH})_3$  |  |



### 3.3.2.1 Limitaciones de la técnica SEM-EDX

Dificultades de cuantificación de la concentración elemental en la que se observan solapamientos de picos muy agrupados en los espectros EDX, como los del Zn y el Na, debido a la similitud de energía de emisión en la torsión  $L\alpha$  del Zn con la energía emitida por la banda  $L\alpha$  del sodio, que se diferencian en 0.1-0.3 KeV (Zn  $L\alpha$ : 1.0118, Na  $K\alpha$ : 1.0410)

Asignación del papel de los elementos detectados en los estratos

No todos los elementos detectados se encuentran combinados con otros formando compuestos. Algunos iones y moléculas que se encuentran en la atmósfera son permeados en la superficie de la pintura y pueden penetrar en los estratos subyacentes mediante capilaridad. El cloruro que se encuentra en la atmósfera es permeado por la humedad en la superficie de las obras. Cuando su concentración se encuentra por debajo del 0,6% se lo ha señalado como “cloruro de permeación”, mientras que si el porcentaje de concentración excede esta cifra se le denomina “cloruro de almacenamiento”.

El sodio, al igual que el magnesio y el potasio, se encuentra combinado con los materiales arcillosos, actuando como contra catión del Aluminio y el silicio. Cuando el sodio se encuentra en una concentración superior a la normal, podría decirse que se encuentra formando parte de una sal sódica de un aglutinante de carácter orgánico presente en el estrato.

El plomo puede encontrarse en forma de tetraóxido de plomo (minio), o carbonato básico de plomo (blanco de plomo), ambos pigmentos ampliamente utilizados en la antigüedad. Cuando un espectro presenta un alto porcentaje de plomo (12-24%) se puede confirmar la presencia de blanco de plomo, ya que este era usado en grandes cantidades para aclarar los colores o como soporte de algunos pigmentos azules como el azul de Prusia y el ultramar. Para atribuir la presencia de plomo a un pigmento u otro, es necesario observar las características visuales del color de la capa de la que se ha extraído el espectro. Si su coloración es roja, claramente existe la presencia de minio.

### 3.3.3 Identificación de pigmentos a través de técnicas colorimétricas de apoyo.

Retrato de S. Antonio M. Claret

Para el rostro de López Ruiz se tomaron como referencia los resultados obtenidos con el estudio SEM-EDX de la micromuestra V3, perteneciente a la carnación del dedo anular de la mano izquierda de S. Antonio María Claret.

Se utilizó una herramienta de mezclado de color de los espacios RGB del amarillo de cadmio y el siena natural, combinados en partes iguales, como se muestra a continuación:

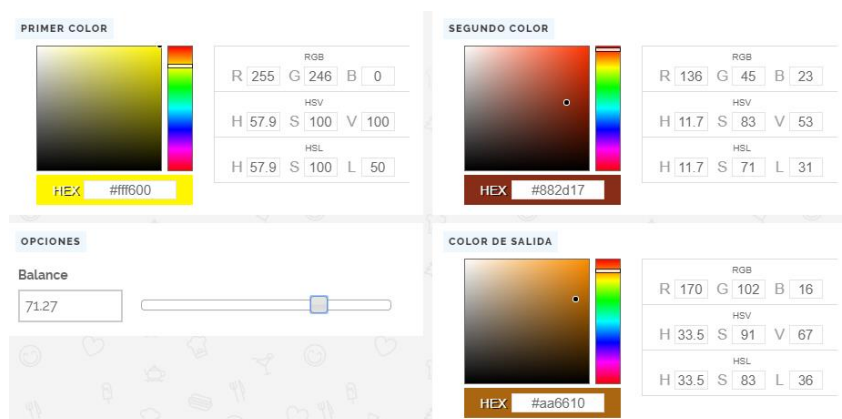


Fig. 110 ejemplo del funcionamiento de la herramienta de mezclado de color

El color resultante fue aclarado progresivamente con una herramienta de gradiente de color, para el que se obtuvieron 100 tonalidades de este color en combinación con el blanco.

|         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| #c3910b | #c4930f | #c59514 | #c69719 | #c7991e |
| #c99c23 | #ca9e28 | #cba02d | #cc9232 | #ce9537 |
| #cfa73c | #d0a941 | #d1ab46 | #d2ae4b | #d4b050 |
| #d5b255 | #d6b45a | #d7b75f | #d8b964 | #dabb69 |
| #dbbd6e | #dcc073 | #ddc278 | #dfc47d | #e0c682 |
| #e1c987 | #e2cb8c | #e4cd91 | #e5cf96 | #e6d29b |
| #e7d4a0 | #e8d6a5 | #ead8aa | #ebdbaf | #ecddb4 |
| #eddfb9 | #efe1be | #foe4c3 | #f1e8c8 | #f2e8cd |
| #f3ead2 | #f5edd7 | #f6efdc | #f7f1e1 | #f8f3e6 |
| #faf6eb | #fbf8fo | #fcfaf5 | #fdfcfa | #ffffe  |

Fig. 111 Gradiente de color obtenido tras una primera mezcla de amarillo de cadmio y siena 50:50 en combinación con el blanco.

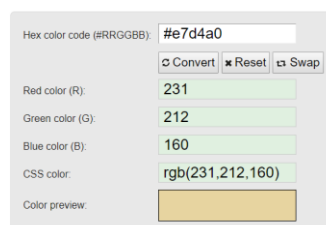
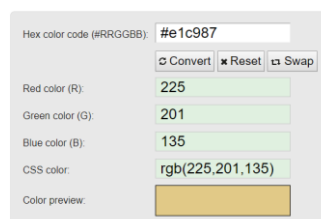


Fig. 112 y 113 Tras una selección de los tonos más próximos al color real de la obra, el valor obtenido en espacio de color Hex es convertido en RGB.

Se seleccionaron dos tonalidades intermedias y se realizaron un segundo y tercer gradientes de cada uno de estos colores, combinados gradualmente con el negro. Los matices de la mezcla de color obtenidos en ambas tablas coinciden significativamente con los colores resultantes del muestreo realizado digitalmente sobre la imagen, confirmando la presencia de estos pigmentos en la carnación del rostro.

|         |         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| #f0987  | #fcc780 | #fac585 | #f8ca84 | #f0ca83 | #f4c182 | #f20f81 |
| #f0be80 | #eabc7f | #ecbb7e | #eab97d | #e8b87d | #e6b67c | #e4b470 |
| #e2b37a | #e0b179 | #deb078 | #d8ae77 | #d9ad70 | #d7ab75 | #d5aa74 |
| #d3a873 | #d1a773 | #cf9572 | #c8a371 | #c8a270 | #c9a0f  | #c79f0e |
| #c99d0d | #c99c0c | #c19a80 | #bf990a | #b09570 | #b09569 | #b89b08 |
| #b59567 | #b49300 | #b08f05 | #a08e64 | #a08c03 | #a08b62 | #a08b01 |
| #a88800 | #a0886f | #a4866f | #a2839e | #a0819d | #9e809c | #9c7e9b |
| #9a7d6a | #977d69 | #957ae8 | #9378c7 | #91776b | #8f7655 | #8d7466 |
| #817254 | #807063 | #876f52 | #856d63 | #836c9d | #816a4f | #7f694e |
| #7d074d | #7b064c | #79044b | #77024b | #74014a | #720149 | #700e48 |
| #6e9c47 | #6c9b46 | #6a9945 | #689744 | #669543 | #649342 | #629141 |
| #609141 | #5e9040 | #5c8f3f | #5a8d3e | #588b3d | #56893c | #54873b |
| #51473a | #4f4639 | #4d4438 | #4b4237 | #494136 | #473f36 | #453d35 |
| #433c34 | #413a33 | #3f3932 | #3d3731 | #3b3530 | #39332f | #37312e |
| #35312d | #33302d |         |         |         |         |         |

Fig. 114 (arriba) gradiente (1) de una de las tonalidades seleccionadas en combinación con el negro

|         |         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| #e7d4a0 | #e6d29e | #e5d09d | #e4c9fc | #dcd09b | #ddcb9a | #dccb9a |
| #d8c897 | #d8c696 | #d8c595 | #d4c394 | #d3c193 | #d1c092 | #cfc090 |
| #cdbc8f | #cbbb8e | #c9b98d | #c8b78c | #c6b68b | #c4b489 | #c2b288 |
| #c0b187 | #c0af86 | #bdad85 | #b8ac84 | #b6aa82 | #b7a881 | #b5a680 |
| #b4a57f | #b2a37e | #b0a27d | #a8a07c | #a69e7a | #a59d79 | #a39b78 |
| #a79a77 | #a59876 | #a39675 | #a19473 | #a09372 | #9e9171 | #9c8f70 |
| #9a8e6f | #988c6e | #978b6c | #95896b | #93876a | #918569 | #8f8468 |
| #8d8267 | #8c8165 | #8a7f64 | #887d63 | #877c62 | #847a61 | #837860 |
| #81756e | #7f736d | #7d716c | #7b696a | #796769 | #786568 | #766367 |
| #74636b | #72616a | #705f69 | #6f5e68 | #6d5c67 | #6b5a66 | #695865 |
| #67506e | #654e6d | #634c6c | #61426b | #5f406a | #5e3f69 | #5c3d68 |
| #5b3e64 | #593c63 | #573a62 | #553861 | #533660 | #51345f | #4f325e |
| #4e2860 | #4c265f | #4a245e | #48225d | #46205c | #441e5b | #421c5a |
| #411856 | #3f1655 | #3d1454 | #3b1253 | #391052 | #370e51 | #350c50 |
| #34024e | #32004d |         |         |         |         |         |

Fig. 115 (arriba) gradiente (2) de una de las tonalidades seleccionadas en combinación con el negro.

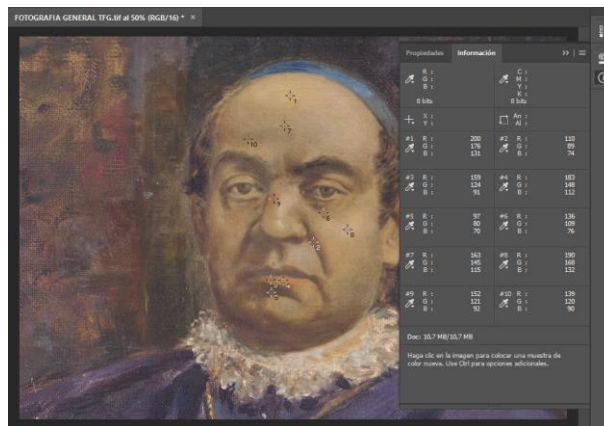


Fig. 116 (arriba.) zona de extracción de muestras colorimétricas y Fig. 117 (abajo) tonalidades obtenidas de la zona de extracción.

Un estudio similar fue realizado para identificar los pigmentos contenidos en las zonas de coloración verde, de los que no se pudo extraer una micromuestra.

Se tomaron como referencia las coordenadas de los espacios RGB del amarillo de cadmio y el azul ultramar obtenidos en las micromuestras analizadas con espectroscopia EDX.

La siguiente tabla muestra los colores extraídos con el muestreo digital de las distintas tonalidades de verde del anillo y la cruz pectoral.

|         |          |         |          |          |          |         |
|---------|----------|---------|----------|----------|----------|---------|
| #849c4d | #89b7e   | #809c40 | #879c42  | #889e44  | #8af4b   | #8ba048 |
| #8c114a | #8d24c   | #8f34e  | #90449   | #91a52   | #92b54   | #94a75f |
| #95e89b | #9d99a   | #97ba9c | #99ba9e  | #9aac00  | #9baed52 | #9cae54 |
| #9eaf56 | #9fbc08a | #a0c05a | #a1b26c  | #a3bc0bd | #a4c05f  | #a5c271 |
| #a5b573 | #a8b775  | #a9b877 | #aeb979  | #abba7b  | #acbb7d  | #aebc7f |
| #afbcb1 | #b0be83  | #b1bf85 | #b3c087  | #b4c189  | #b5c28b  | #b6c38d |
| #b8ca8f | #b9c591  | #bacc93 | #bdc795  | #bdc897  | #bec999  | #bfc99b |
| #c0cb9d | #c2cd9e  | #c3ce9f | #c4cf9a2 | #c5d094  | #c7d196  | #c8d298 |
| #c9d39a | #cad49c  | #ccde9e | #cdd59b  | #ced79c  | #cfd89e  | #d0d99f |
| #d2db9b | #d3dc9c  | #d4dd9d | #d5de9e  | #d6df9f  | #d8e09f  | #d9e19f |
| #dae19f | #dce29f  | #dde39f | #dee49f  | #dfef9f  | #e1ef9f  | #e2ef9f |
| #e3ef9f | #e4ef9f  | #e5ef9f | #e6ef9f  | #e7ef9f  | #e8ef9f  | #e9ef9f |
| #ecef9f | #edf09f  | #eef09f | #eff09f  | #f0f09f  | #f1f09f  | #f2f09f |
| #f3f09f | #f4f09f  | #f5f09f | #f6f09f  | #f7f09f  | #f8f09f  | #f9f09f |
| #fdf09f | #fff09f  | #fff09f | #fff09f  | #fff09f  | #fff09f  | #fff09f |

Fig.118 (arriba) gradiente de color obtenido tras una primera mezcla de amarillo de cadmio y azul ultramar 50:50 en combinación con el blanco.

|         |         |         |          |         |         |         |
|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|
| #a1b02e | #9fae2d | #9daac0 | #9caac0c | #9a80c  | #98a72b | #97a52b |
| #95a32a | #93a12a | #92a029 | #909e29  | #8f9c28 | #8d9a28 | #8c9b27 |
| #8ae727 | #889527 | #869326 | #859126  | #839025 | #828e25 | #808c24 |
| #7e8a24 | #7d8823 | #7c8623 | #7b8422  | #7a8222 | #798021 | #788021 |
| #778e20 | #772c20 | #770720 | #6e781f  | #6e771f | #6d751e | #6d731e |
| #68711d | #65701d | #646e1c | #636c1c  | #616a1b | #60681b | #5e671a |
| #5c651a | #5b631a | #5a6119 | #596019  | #585e18 | #575c18 | #565a17 |
| #545b17 | #535917 | #525716 | #515516  | #505315 | #4f5114 | #4e4914 |
| #464c13 | #444813 | #424613 | #414412  | #3f4212 | #3e4011 | #3c4111 |
| #393f10 | #383e10 | #373d0f | #363b0f  | #35390e | #34370e | #33350d |
| #2f330d | #2e310d | #2d300c | #2c2e0c  | #2b2c0b | #2a2a0b | #29280a |
| #27270a | #262509 | #252309 | #242108  | #231f08 | #221e07 | #211c07 |
| #181a08 | #171808 | #161706 | #151505  | #141305 | #131104 | #120f04 |
| #0d0e03 | #0c0c03 | #0b0a02 | #0a0802  | #090701 | #080501 | #070300 |
| #010100 | #000000 |         |          |         |         |         |

Fig.119 (arriba) gradiente de color obtenido tras una primera mezcla de amarillo de cadmio y azul ultramar 50:50 en combinación con el negro.

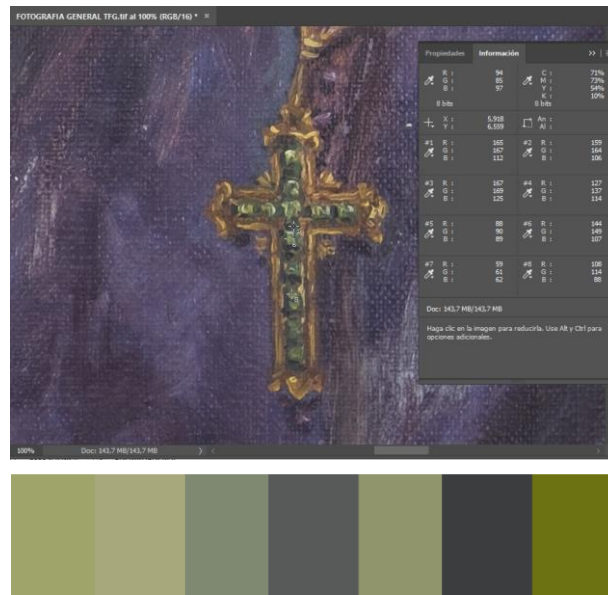


Fig.120 (arriba.) zona de extracción de muestras colorimétricas y Fig.121 (abajo) tonalidades obtenidas de la zona de extracción.

Por otro lado, las tonalidades oscuras presentan una coloración violeta, muy parecida a la del manto, por lo que se ha realizado una tercera prueba para determinar si el artista hizo uso de estos mismos colores para marcar las sombras de la cruz. Basándonos en los resultados composicionales de la micromuestra V1 que contiene material correspondiente al violeta del manto, se utilizaron los pigmentos hallados en esta micromuestra para una última mezcla. Estos son el azul ultramar y el siena, que se encuentran combinados de forma gradual en la siguiente tabla, que contiene 100 colores.

|         |         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| #88ed17 | #88ed18 | #852d19 | #842d1a | #822d1b | #812d1c | #802e1d |
| #772e1e | #7d2e1f | #7c2e20 | #7b2e21 | #7a2f22 | #782f23 | #772f24 |
| #702f25 | #742f26 | #732f27 | #723028 | #713029 | #6f302a | #6e302b |
| #6d302c | #6c312d | #6a312e | #69312f | #683130 | #663131 | #653132 |
| #643233 | #633234 | #613235 | #603236 | #5f3237 | #5d3338 | #5c3339 |
| #5b333a | #5a333b | #58333c | #57333d | #56343e | #55343f | #533440 |
| #523441 | #513442 | #503543 | #4e3544 | #4d3545 | #4c3546 | #4a3547 |
| #483548 | #483549 | #47354a | #46354b | #44354c | #43354d | #42374e |
| #40374f | #3f3750 | #3e3751 | #3c3752 | #3b3753 | #3a3754 | #393755 |
| #373856 | #363857 | #353858 | #333859 | #32385a | #31385b | #30385c |
| #2e395d | #2d395e | #2c395f | #2b3960 | #293961 | #283962 | #273963 |
| #263964 | #243965 | #233966 | #223967 | #203968 | #1f3969 | #1e396a |
| #1d396b | #1b396c | #1a396d | #19396e | #17396f | #163970 | #153971 |
| #143972 | #123973 | #113974 | #103975 | #0f3976 | #0d3977 | #0c3978 |
| #0b3979 | #0a397a |         |         |         |         |         |

Fig.122 (arriba) gradiente de color obtenido tras una primera mezcla de siena y azul ultramar 50:50.

Hex color code (#RRGGBB):

Red color (R):

Green color (G):

Blue color (B):

CSS color:

Color preview:

Hex color code (#RRGGBB):

Red color (R):

Green color (G):

Blue color (B):

CSS color:

Color preview:

Hex color code (#RRGGBB):

Red color (R):

Green color (G):

Blue color (B):

CSS color:

Color preview:

Fig.123 y 124 Tras una selección de los tonos más próximos al color real de la obra, el valor obtenido en espacio de color Hex es convertido en RGB.

### 3.3.4 Estudio del barniz/ capa de protección

A continuación, se exponen los resultados del estudio de la capa de protección o barniz basados en técnicas de espectroscopía FTIR-ATR y cromatografía de gases con espectrometría de masas CG-EM, realizados sobre las disoluciones de las muestras extraídas con hisopos de ambas obras.

#### 3.3.4.1 Espectroscopia FTIR

Se utilizó un Software de reconocimiento de sustancias patrones para asignación de compuestos mediante similitud de la frecuencia e intensidad de los picos y anchura de bandas espectrales. Las tablas composicionales correspondientes a estos espectros pueden ser consultadas en el anexo B

#### 3.3.4.2 Cromatografía de gases

Se ha utilizado un módulo de operación previamente optimizado para obtener los cromatogramas que se muestran, aplicándoles un programa preliminar de calculo que permite sustraer la línea base del registro y observar los picos correspondientes a los distintos tiempos de retención y áreas relativas porcentuales, que permiten realizar algunos cálculos referentes a la presencia de ácidos grasos en configuración de aceites, de acuerdo con los conocidos valores de los cocientes Az/P (azelaico / palmítico) y P/ St (palmítico/ esteárico) para cada uno de los cromatogramas registrados. Además, se ha buscado la identificación de las sustancias detectadas por cada pico a los correspondientes tiempos de retención por medio del programa propio del sistema CGM utilizado y con ayuda de la conexión de una base de datos NIST, permitiendo la identificación de los compuestos responsables a cada uno de los picos observados.

A continuación, se muestra un ejemplo de espectro FTIR y un cromatograma de la muestra C1 del Retrato de S. Antonio María Claret, con sus correspondientes tablas interpretativas.

Debido a la extensión de este estudio, este apartado se encuentra ampliado en el Anexo B.

Espectro FTIR-ATR de la muestra C1

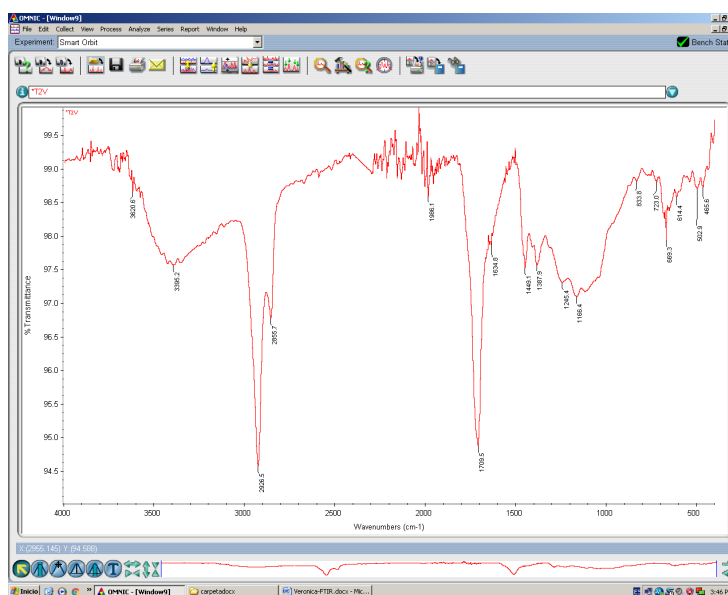


Fig. 126 Espectro FTIR de una de las muestras correspondientes a la obra de S. Antonio M. Claret

Tabla 16. Asignación de picos del espectro FTIR de la muestra C1

| Región IR ( $\text{cm}^{-1}$ ) | Vibraciones ( $\text{cm}^{-1}$ ) | Asignación  |  |
|--------------------------------|----------------------------------|---|--|
| 3700-3000                      | 3620                             | (-OH)   | Humedad presente en la muestra.        |
|                                | 3395                             | (-OH)   | Característico de ácidos carboxílicos  |
| 3000-2800                      | 2926                             | >C-H<br>I   | Grupos CH de metilenos                 |
|                                | 2855                             | >C-H<br>I   | Grupos CH de metilos                   |
| 1800-1500                      | 1709                             | (> C=O)   | Grupos carbonilo de ácidos o ésteres   |
|                                | 1634                             | (> C=O)   | Grupos carbonilo de un ion carboxilato |
|                                | 1245                             | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \end{array}$ | Acetatos, ésteres de ácidos elevados.  |
| 1200-650                       | 1166                             |   | Ésteres.                               |

### Cromatograma de la muestra C1

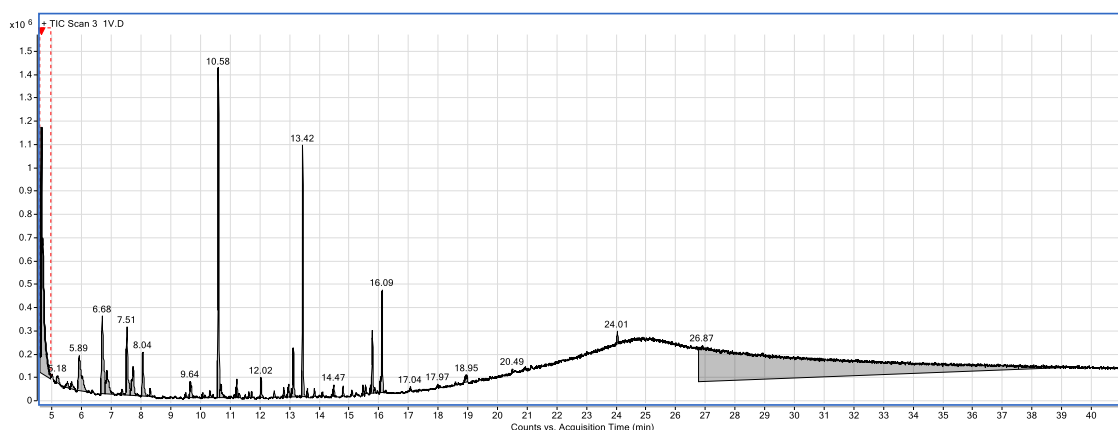


Fig. 126 (arriba). Cromatograma de una de las muestras de la obra de S. Antonio M. Claret

Tabla 17. Asignación de picos del cromatograma de la muestra C1

| TR (minutos) | Compuesto                              | Observaciones                                     |
|--------------|--|---|
| 7.51         | Ester dimetílico del ácido tereftálico | Ácido graso característico de barnices sintéticos |
| 8.04         | Ácido azelaico                         | Ácido graso característico de los aceites         |
| 10.58        | Ácido mirístico                        | Ácido graso característico de los aceites         |
| 13.42        | Ácido palmítico                        | Ácido graso acompañante de las ceras              |
| 16.09        | Ácido esteárico                        | Ácido graso acompañante de las ceras              |

La interpretación de las tablas composicionales FTIR-ATR y CG-EM se encuentra incluida en el capítulo de discusión, dentro del apartado de Barniz/capa de protección correspondiente a cada una de las obras.

### 3.4 RESULTADOS DEL REGISTRO PERIODICO DE LAS CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

#### 3.4.1 Emplazamiento actual de las obras (2011- actualidad).

Tras finalizar las mediciones periódicas de los parámetros ambientales de la sala con los medidores especificados en el apartado de metodología (ref.), los datos recopilados fueron tratados con el programa Excel para ser convertidos en gráficas.



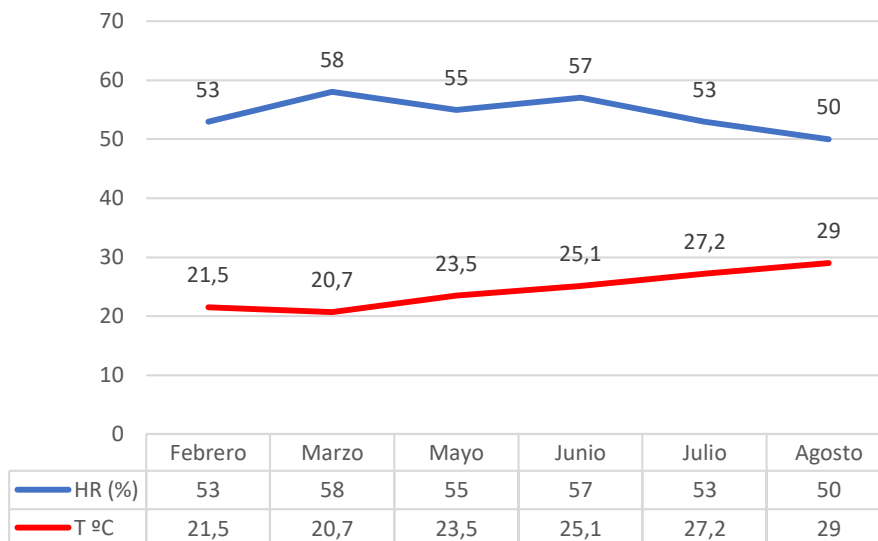
*Fig. 127* Fotografía del emplazamiento actual de las obras y su situación respecto a los focos de iluminación natural

#### 3.4.1.1 Temperatura y humedad relativa

Los parámetros establecidos para la conservación de patrimonio pueden variar en función de la bibliografía consultada. Según el Ministerio de Cultura, los valores de humedad relativa deben encontrarse dentro del 30 y 70%, mientras que los de temperatura no deben superar los 27°C, aunque podría entenderse que esta amplia franja abarca todo tipo de bienes culturales, incluyendo los no-higroscópicos. Otras fuentes señalan que la HR ideal se encuentra entre 50 y 55% para pinturas al óleo, mientras que la temperatura no debe exceder los 20°C.

La siguiente es una gráfica que expresa los valores de temperatura (expresada en grados Celsius) y humedad relativa (expresado en porcentaje) del ambiente, detectados con la estación meteorológica Auriol, en los meses de febrero, marzo, junio, julio y agosto del año en curso. Estos valores atienden a las condiciones normales en el interior de la sala.





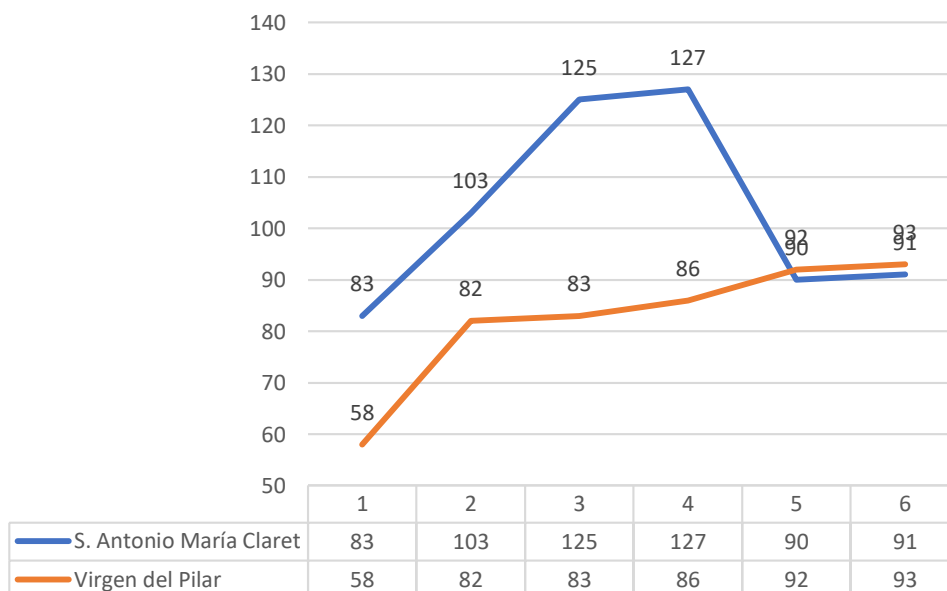
Grafica 1.

### 3.4.1.2 Iluminación

Uno de los principales factores desencadenantes de procesos de deterioro, ya que cataliza reacciones químicas que son irreversibles. Sus efectos son acumulativos, por lo que se ha de tomar en cuenta la exposición a determinados niveles de iluminación durante un período concreto. El límite que puede recibir una obra sensible a la luz es de 0.05 Mlx/año, estableciendo el intervalo de seguridad entre los 50 y 100lx para los materiales sensibles y entre 150-200lx para materiales moderadamente sensibles a la luz.

La siguiente gráfica muestra una comparación de la cantidad de iluminación, medida en luxes, recibida por cada obra en un período de seis meses en las condiciones normales (máximas) de iluminación.

Iluminancia recibida con las ventanas abiertas.



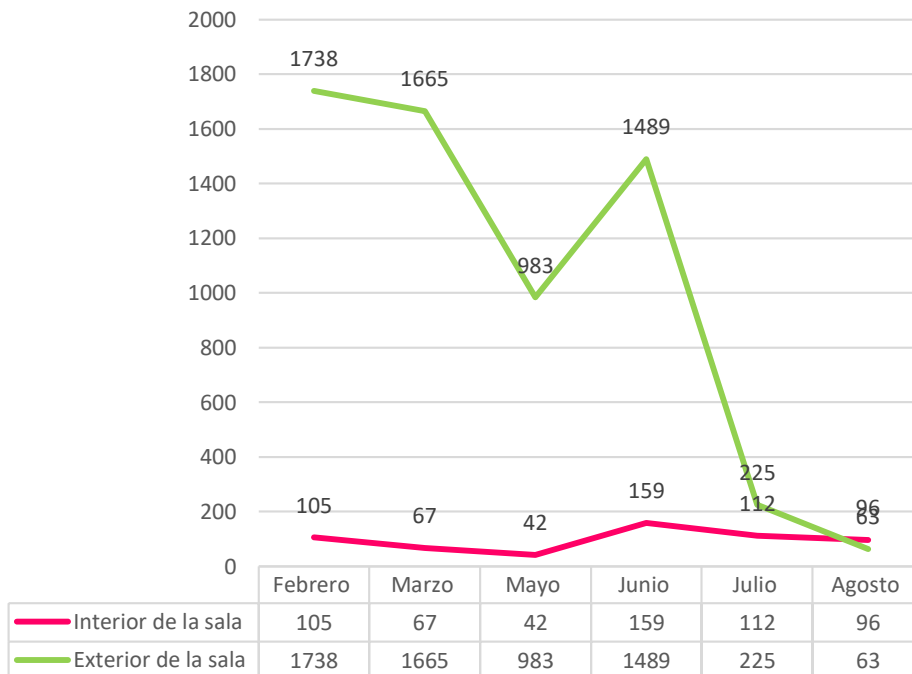
Grafica 2.

La luz natural procedente de las ventanas no incide directamente sobre las obras, ya que estas se encuentran emplazadas en la misma pared. La media de la cantidad de iluminación recibida por una obra registrada durante el periodo de toma de medidas en las condiciones de máxima incidencia de luz natural (ventanas abiertas) es de 146lx para el retrato de S. Antonio María Claret y de 125lx para la obra de la Virgen del Pilar. Otro elemento que deja pasar la luz natural es la puerta de acceso, que conecta con el patio interno de la casa parroquial. El patio es cubierto con una lona que protege del sol más intenso durante los meses de verano, generando una sombra que aísla los rayos solares, comportando una reducción de la intensidad lumínica y un descenso en la temperatura interior, por lo que los niveles de iluminación y temperatura no suben significativamente, aunque puede que esta última sobrepase los límites de peligrosidad para este tipo de artefacto.

Se realizaron mediciones con la puerta abierta y las ventanas cerradas, obteniendo una media de 41lx para la obra de S. Antonio María Claret y 17,5lx para la obra de la Virgen del Pilar. Por último, se ha podido comprobar que la luz blanca artificial de la sala no emite radiación UV ni IR, y la intensidad lumínica no supera los 110lx

La siguiente gráfica es una comparación de los niveles de iluminación dentro y fuera de la habitación (por fuera del umbral de la puerta de acceso), en el que puede observarse una disminución de la intensidad lumínica con una media de 930lx con respecto al exterior (patio interno).

Niveles de iluminación en el interior y el exterior del edificio



Grafica 3.

A partir del mes de junio se tiene una caída significativa en los valores de iluminación incidentes en el patio, producto de la instalación de un toldo que cubre el interior del recinto que se encuentra expuesto a los rayos solares.

#### 3.4.1.3 Exposición

Tras realizar el cálculo de la media de exposición anual en condiciones de máxima iluminación constante durante el total de número de horas media de sol anual se tienen unos niveles de exposición para ambas obras de 0,026 Mlx/año.

El resto de tablas y gráficos pueden ser consultados en el apartado C.

#### 3.4.1.4 Contaminantes

Debido a un error de calibración del aparato medidor de la cantidad de partículas en suspensión, algunos registros fueron desestimados.

La siguiente tabla expresa el total de partículas (incluidas las de tamaño 2.5 y 10 expresado en nº de partículas por litro) obtenidas con el medidor de calidad del aire TEMTOP, que a su vez realiza una valoración de los niveles de seguridad en función de los datos registrados, expresados en 'bueno', 'moderado' o 'no saludable para grupos altamente sensibles'.

### Total de partículas dentro del recinto que alberga las obras.

Tabla 18

| <i>PM</i>                  | <i>Mayo</i> | <i>Junio</i> | <i>Julio</i> | <i>Agosto</i> |
|----------------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| 2.5                        | 12.4        | 10.7         | 16.1         | 13.5          |
| 10                         | 17.3        | 15           | 21.5         | 18.6          |
| Número total de partículas | -           | -            | 94770        | -             |

Cabe destacar que una medición del número de partículas en el exterior realizado el mes de julio advierte un descenso significativo del número de partículas en el exterior con respecto al interior, con una reducción del 28,4%

### Niveles de formaldehído y compuestos orgánicos volátiles presentes en la habitación

Tabla 19

| Contaminantes | Junio                  |             | Julio                  |                                       | Agosto                 |             |
|---------------|------------------------|-------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------|-------------|
| HCHO          | 0,04 mg/m <sup>3</sup> | <i>Safe</i> | 0,08 mg/m <sup>3</sup> | <i>Unhealthy for sensitive groups</i> | 0.05 mg/m <sup>3</sup> | <i>Safe</i> |
| TVOC          | 0,16 mg/m <sup>3</sup> | <i>Safe</i> | 0.30mg/m <sup>3</sup>  | <i>Moderate</i>                       | 0,20 mg/m              | <i>Safe</i> |

### 3.4.2 Resultados del estudio de las condiciones del espacio donde se encontraban depositadas anteriormente (1994-2011)

Se trata de una de las tribunas de la parte alta de la iglesia, construidas en las reformas de ampliación que tuvieron lugar en 1960 y que en su momento se fueron utilizadas para dar cabida a la afluencia de personas que asistían a las celebraciones, y que llevan más de 20 años utilizándose como almacén.

La estancia se encuentra saturada de mobiliario litúrgico colocado en el suelo o dentro de cajas, entre los que se encuentran casullas, un gran número de candelabros metálicos, los mantos ceremoniales de la imagen de la Virgen del Pilar, crucifijos, parte de la baranda que separaba el presbiterio del cuerpo central antes de las reformas del Concilio Vaticano II (1962), entre otra cantidad de elementos que se usan puntualmente o se han dejado de utilizar.

La falta de ventilación de este espacio permite que la humedad se condense, afectando la madera de los bastidores, el tejido del soporte, las colas animales y de naturaleza proteica y los aceites secantes. Los objetos que permanecen depositados a largo plazo en este tipo de condiciones corren el riesgo de sufrir daños de origen mecánico y biológico.

La siguiente tabla expresa los resultados obtenidos tras la realización de una serie de mediciones de tipo medioambiental que tuvieron lugar el mes de agosto.

|   | Emplazamiento anterior |      | Emplazamiento actual |
|---|------------------------|------|----------------------|
| <i>Temperatura (°C)</i>                     | 28                     |      | 29                   |
| <i>Humedad relativa ambiental (%)</i>       | 53                     |      | 50                   |
| <i>Humedad contenida en las paredes (%)</i> | 16,5                   |      | 26,5                 |
| <i>Calidad ambiental del aire</i>           | PM 2.5                 | 10.8 | 13.5                 |
|   | PM 10                  | 14.5 | 18.6                 |
|   | TVOC                   | 0.04 | 0.20                 |
|   | HCHO                   | 0.15 | 0.05                 |

No se realizaron mediciones de la iluminación de este espacio considerando que el tiempo de exposición es muy reducido, debido a que casi nunca se utiliza. No obstante, se advierte la presencia de un foco de luz halógena amarilla que emite calor.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

Tras recopilar los resultados obtenidos mediante los procedimientos de análisis llevados a cabo para el estudio integral de las obras, ha sido posible establecer una relación directa entre la técnica de ejecución del artista y los materiales empleados.

### 4.1 Retrato de S. Antonio M. Claret.

#### 4.1.1 Soporte

Es de carácter industrial, de trama abierta y ligamento de tafetán, siendo este último el más común para soportes de pintura sobre tela. La oxidación y falta de resistencia mecánica se deben al empleo del yute, una fibra basta ampliamente utilizada en la tela de los sacos y cuyo contenido en lignina supera el 15%. Las fotografías registradas con reflectografía UV manifiestan la presencia de pinceladas correspondientes a otra pintura apenas empezada, revelando que el artista se sirvió de un lienzo del que ya disponía. Las pruebas de tinción indican la presencia de material proteico correspondiente a una cola animal utilizada para su imprimación.

#### 4.1.2 Preparación

Tras calcular la media de los grosores obtenidos mediante observación directa de las micromuestras estudiadas bajo el microscopio MOLP, se establece que el grosor medio del estrato es de 10,20 micras. Es de color blanco y está constituido por los siguientes materiales, ordenados de forma descendiente por su concentración:

Cargas: Carbonato de bario, yeso, calcita, dolomita, talco.

Pigmentos: Blanco de plomo, litopón, blanco de cinc.

La presencia del blanco de plomo no es indicativa de la cronología de la obra, ya que para su ejecución este ya se encontraba prohibido. Es probable que a pesar de su prohibición este siguiera disponible en el mercado, o bien pudiera tratarse de un material que el artista tenía almacenado desde hace tiempo.

El artista juega con el grosor y la extensión de la preparación para la obtención de diversas texturas y calidades ópticas. Mientras el fondo y los elementos circundantes de la figura aparecen poco definidos, la tez presenta unas facciones más trabajadas, debido a una diferencia de aplicación de la capa de aparejo que minimiza la impronta del soporte y permite pintar con un mayor grado de detalle.

Las pruebas de tinción manifiestan la presencia de un aglutinante de doble naturaleza lípido-proteica, propia del huevo que se emplea para la pintura al temple tradicional.

#### 4.1.3 Capa pictórica

La siguiente tabla abarca la paleta de colores utilizada por López Ruiz tras el análisis de las micromuestras con espectroscopia SEM-EDX, basadas en las coordenadas RGB de cada uno de los pigmentos.

Tabla 20. Atributos visuales de los pigmentos empleados por el artista

|   |   |
|---|---|
| Azul ultramar sintético                   | R:10, G:63, B:122                       |
| Azul de Prusia                            | R:0, G:61, B:93                         |
| Amarillo de Cadmio                        | R:255, G:246, B:0                       |
| Siena                                     | R:136, G:45, B:23                       |
| Siena tostada                             | R:142, G:55, B:56                       |
| Sombra natural                            | R:99, G:81, B:61                        |
| Bermellón                                 | R:230, G:46, B:0                        |
| Minio                                     | R:254, G:59, B:1                        |
| Óxido de hierro (III)                     | Rojo. No se dispone de esta información |
| Blanco de plomo, litopón, blanco de zinc. |   |
| Negro de huesos                           |   |

No se detectó presencia de pigmentos o colorantes violetas, por lo que el color del manto es dado por las mezclas entre los colores primarios que conforman la paleta. Como puede verse en las fotografías, el juego de luces y sombras es obtenido mediante un modelado directo de la pintura sobre el lienzo. El artista controla la opacidad de las pinceladas para aportar profundidad o ligereza a los elementos, sirviéndose del blanco del fondo para obtener efectos de iluminación. El manto presenta un color base morado-rojizo de cierta transparencia que se encuentra extendido uniformemente dentro de los límites de la figura del cuerpo. Este color fue obtenido por el artista mediante la combinación del azul ultramar y una mayor proporción de siena natural. El resto de variaciones tonales de este mismo color es dado por distintas combinaciones de los mismos pigmentos. Las zonas oscuras que describen los pliegues tienen un mayor porcentaje de azul. Las luces las obtiene aclarando el con blanco de plomo.

La forma del barrido de la pincelada y la saturación de algunos colores evidencia que el artista no sólo los mezcla en la paleta, sino también sobre el lienzo.



Fig. 128. Detalle de brazo derecho donde se observa la impronta de las pinceladas.



Fig. 129 fragmento del lado derecho a la altura del hombro donde se pueden apreciar puntuales toques de color con un mayor grado de saturación con el que se obtiene un interesante juego de luces.



Fig. 130 fragmento de la parte baja de la sotana cuya tonalidad es ligeramente más rojiza que la de la parte superior.

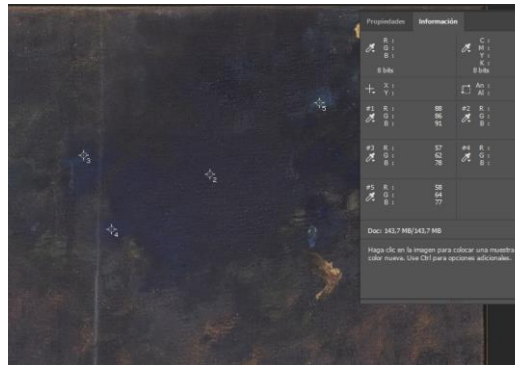


Fig.131 Fragmento del fondo de la esquina superior derecha en la que se aprecia una gran mancha de color azul cuyo tratamiento difiere del resto del fondo.



Fig.132 fotografía 40x de la superficie de la obra donde se muestra una pincelada gruesa con una marcada impronta.

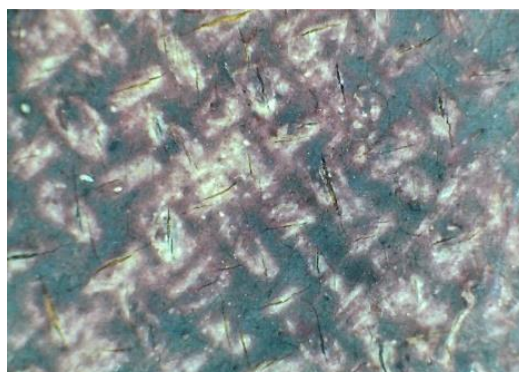


Fig.133 fotografía 40x de la superficie de la obra donde se muestra una aplicación transparente de la pintura que deja entrever el soporte.

El rostro ha sido trabajado de forma diferente: La progresión tonal es más sutil y las pinceladas más finas. Se sirve del amarillo de cadmio, el siena y el blanco de plomo, para las carnaciones, aunque probablemente empleara un pigmento negro para la obtención de tonos medios y sombras, el azul ultramar y el bermellón para la obtención de calidades cromáticas diferenciadas, ya que algunas sombras tienden al verde, mientras que los labios y el puente de la nariz y las mejillas presentan un tono más rojizo.



Fig.134 detalle del rostro de S. Antonio María Claret.



#### 4.1.4 Barniz/ capa de protección

Los cromatogramas obtenidos señalan la presencia de ceras que se corresponden con una delgada película de protección (TR: 18.95, 20.49 y 21.01), que se encuentra desaparecida casi en su totalidad debido al estado de deterioro que presenta la pieza.

Los ácidos grasos que se presentan en configuración de aceite en función de la relación de sus cocientes Az/P , P/St provienen del material de la capa pictórica.

### 4.2 Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago

#### 4.2.1 Soporte

Lienzo de fibra de lino, con ligamento de tafetán y trama cerrada. Los hilos presentan una densidad irregular debido al carácter artesanal de su fabricación. Presencia de una segunda tela de la misma fibra y mayor grosor, añadida durante una intervención de restauración para fortalecer el soporte original, que se encuentra en un estado avanzado de fragilidad. Esta se encuentra imprimada con una cola de naturaleza proteica.

#### 4.2.2 Capa de preparación

El estrato preparatorio presenta un color parduzco debido a la presencia de pigmentos térreos y rojizos como el siena y el minio. Presenta un grosor medio de 41,7 micras, ha sido extendida de forma uniforme en todo el soporte.

Los materiales que componen este estrato son los siguientes:

Cargas: calcita, yeso, talco, dolomita.

Pigmentos: Siena, minio, blanco de plomo, blanco de titanio.

La presencia de una ínfima cantidad de blanco de titanio se debe a una intervención cromática sobre la capa pictórica.

Tras analizar los resultados de las pruebas de tinción, se tiene que el aglutinante es de naturaleza lipófila, señalando la presencia de un temple. Las imprimaciones coloreadas son más delicadas y propensas al deterioro debido a la sensibilidad de los pigmentos que dan el color. No obstante, su estado de conservación es bueno, ya que a pesar de su envejecimiento no se observan desprendimientos por falta de adherencia.

#### 4.2.3 Capa pictórica

En la siguiente tabla se muestran los colores de la paleta utilizada por el artista en función del espacio de color RGB de cada uno de los pigmentos identificados con el análisis de las micromuestras con espectroscopia EDX

Tabla 21. Atributos visuales de los pigmentos empleados por el artista

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Azul ultramar natural              |   |
| Azul ultramar sintético            | R:10, G:63, B:122                       |
| Azul de Prusia                     | R:0, G:61, B:93                         |
| Amarillo de cromo                  | R:255, G:204, B:15                      |
| Amarillo de plomo- estaño          | R:255, G: 255, B: 38                    |
| Siena                              | R:136, G:45, B:23                       |
| Sombra natural                     | R:99, G:81, B:61                        |
| Ocre                               | R:204, G:109, B:34                      |
| Bermellón                          | R:230, G:46, B: 0                       |
| Minio                              | R:254, G:59, B:1                        |
| Óxido de hierro (III)              | Rojo. No se dispone de esta información |
| Blanco de plomo, blanco de titanio |   |

Tras comparar las tablas de composición elemental obtenidas con el estudio de las estratigrafías con el microscopio SEM-EDX y los estudios de las características visuales del color de las distintas tonalidades halladas en la obra se establece que el predominio de la calidad cromática de la pintura viene dado por los pigmentos minerales de naturaleza arcillosa, entre los que se encuentran el siena, las sombras natural y tostada y el ocre. Así mismo, se ha podido determinar la presencia de pigmentos cuya fecha de aparición en el mercado es posterior a la época de realización de la obra (amarillo de cromo, azul ultramar sintético y blanco de titanio), confirmando existencia de ulteriores intervenciones.

Por otro lado, al observar las fotografías MOLP registradas tras los ensayos de reactivo a la gota, se pudo determinar la presencia de un tipo de aglutinante proteico en los estratos correspondientes a la capa pictórica más subyacente, revelando el empleo de una técnica mixta que combina pintura al temple y pintura al óleo, en un sistema constructivo guiado por la regla básica del *graso sobre magro*.

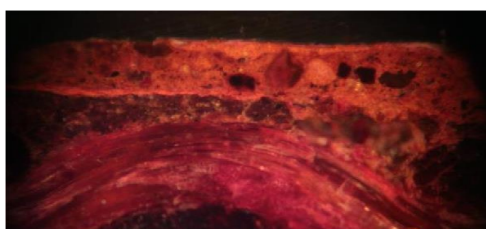


Fig. 135 Fotografía MOLP de la micromuestra V6 tras la prueba de tinción con la fuchsina ácida

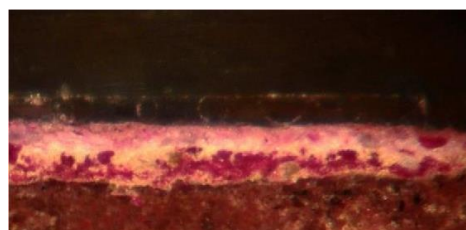


Fig. 136 Fotografía MOLP de la micromuestra V11 tras la prueba de tinción con la fuchsina ácida

En las fotografías también es posible observar como la pintura se encuentra aplicada mediante una superposición de finas capas aclaradas progresivamente con blanco de plomo, un procedimiento propio de las obras de antes del s. XX, que atienden a criterios académicos.

Abajo se muestra la fotografía MOLP del corte transversal de la micromuestra V9, que corresponde a la carnación de la pierna de uno de los querubines que visten paños rojos. En ella se puede apreciar las distintas manos de pintura para la obtención de un color determinado. La fig. 136 (abajo) es un esquema ilustrativo del aspecto de esta misma micromuestra bajo la lupa estereoscópica antes de ser preparada para su estudio. En ella se puede distinguir claramente las fibras que conforman el soporte, amalgamadas con una pasta de color oscuro correspondiente a

la capa de preparación, seguido de un fino estrato de color rosado y lo que parece una capa gruesa de pintura.

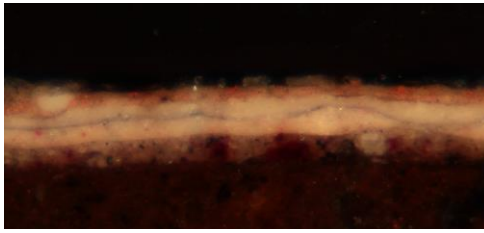


Fig. 137 Fotografía MOLP de la micromuestra V9 tras la prueba de tinción con la fuchsina ácida y el Negro Sudán B

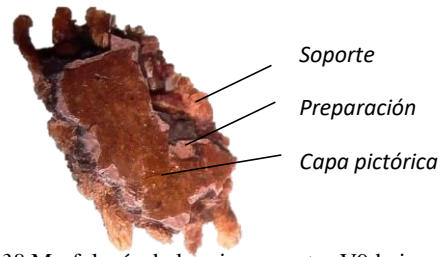


Fig. 138 Morfología de la micromuestra V9 bajo la lupa estereoscópica antes de ser preparada para su estudio.

Cabe considerar que los colores actuales se encuentran alterados debido al estado de deterioro de la película de barniz, que genera productos de descomposición coloreados que modifican la percepción cromática de la pintura, lo que hace que esta tenga una tonalidad amarillenta, afectando además la saturación de los pigmentos. El estudio colorimétrico de las distintas variaciones tonales del manto rojo de Santiago Apóstol permite visualizar la aclaración progresiva del color e ilustrar el proceso de modelado de la forma mediante la superposición de colores que van del más oscuro al más claro.

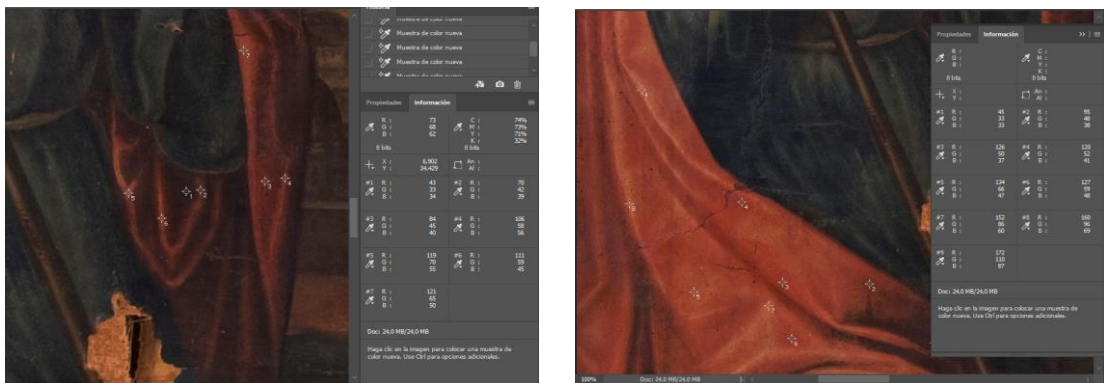


Fig. 139 Estudio colorimétrico de la sucesión tonal de la capa de Santiago Apóstol

la micromuestra extraída de la zona del manto rojo advierte la presencia de Minio, hematites, amarillo de plomo-estaño y amarillo de cromo, siendo este último un pigmento de fabricación posterior. Lo más probable es que el rojo denominado hematites se corresponda, junto al amarillo de cromo, a un retoque realizado en un intento de restaurar los desprendimientos de capa producto de las roturas del soporte. Por otro lado, el minio forma parte de los pigmentos más utilizados de la pintura de caballete clásica, en conjunto con el junto al azul de Prusia, el azul ultramar natural,

las tierras naturales y el blanco de plomo, que fueron sustituidos de forma progresiva (a excepción del azul ultramar y las tierras) debido a su toxicidad.

#### 4.2.4 Barniz/ capa de protección

Tras analizar los compuestos correspondientes a los picos característicos de las sustancias de interés (véase anexo B), se advierte la presencia de ácidos grasos sin configuración de aceite (TR 7.50, 10.58, 14.47)

Estos ácidos grasos podrían estar acompañando ceras que a su vez se encuentran combinadas con resinas de polímeros de un barniz sintético, para cuya identificación sería necesario someter la muestra a un proceso de pirolisis previo a su separación con cromatografía de gases, procedimiento del que no dispone el servicio de cromatografía de gases del SEGAI.

Este hecho se corresponde con las observaciones del estudio de las fotografías UV, donde se puede ver al barniz como una película opaca que recubre la totalidad de la obra, enmascarando parte de los repintes y retoques presentes en la capa pictórica, revelando ser parte de una intervención posterior, contemporánea a esta última restauración, cuyos criterios no fueron aplicados de forma correcta.

### 4.3 CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

#### 4.3.1 Emplazamiento actual de las obras (2011- actualidad).

##### 4.3.1.1 Humedad relativa y temperatura

Los meses de verano comportan un aumento de una media de 5,2 grados con respecto a los meses precedentes de los que se tiene registro, situando estos valores por encima de los apropiados para su conservación. En cambio, la HR no sobrepasa el 58%, encontrándose en el límite de los valores aceptables. Ambas magnitudes comportan una reducción significativa con respecto a los valores de T y HR del exterior.

La temperatura de la superficie de las obras es inferior a la temperatura presente en el interior de la sala, situándose con una media de 20.05 grados centígrados.

##### 4.3.1.2 Iluminación

Tras examinar las tres gráficas obtenidas con las distintas condiciones de iluminación de la sala, se tiene que los valores se encuentran dentro del parámetro de seguridad recomendado para bienes de este tipo (150-200lx). No obstante, si se toma en cuenta el carácter acumulativo de los efectos de la iluminación sobre los objetos, se sabe que las obras no están exentas de presentar daños por exposición lumínica a largo plazo.

#### 4.3.1.3 Contaminantes

Los resultados revelan unos niveles seguros de contaminantes dentro de la sala, a pesar del uso frecuente de productos de limpieza y la presencia de mesas y armarios cuyos materiales pueden contener colas que emitan productos de descomposición.

La habitación se encuentra constantemente ventilada debido a la afluencia diaria de personas. Asimismo, esta es limpiada periódicamente, por lo menos dos veces por semana, reduciendo el riesgo de grandes acumulaciones de polvo.

La presencia de mobiliario que satura el espacio y que se encuentra en constante movimiento puede representar un peligro de deterioro por causas mecánicas, ya que las obras se encuentran en un estado de fragilidad en el que cualquier golpe puede generar desprendimientos de capa o desgarros del soporte.

#### 4.3.2 Condiciones del espacio donde se encontraban depositadas anteriormente (1994-2011)

Cabe considerar que los resultados obtenidos no pueden ser contrastados con los valores medios registrados en la sala donde se encuentran actualmente las obras, ya que estas mediciones no fueron tomadas el mismo día. No obstante, se tiene que tanto la temperatura como la humedad relativa se encuentran dentro de los parámetros aceptables para su conservación. La disposición de los objetos que satura el espacio representan un peligro para la seguridad estructural de las obras, que se encontraban apoyadas sobre una de las paredes, junto a los demás elementos. Esto provocó la aparición de daños de origen mecánico debido a las pobres condiciones de almacenamiento, que se vieron agravados por el estado de envejecimiento natural e infligido de los materiales.

## 5.CONCLUSIONES

### Retrato de S. Antonio María Claret

- Esta obra fue encargada por la Congregación de los Hermanos del Inmaculado Corazón de María en la primera mitad del siglo XX al pintor gaditano Manuel López Ruiz.
- En ella se representa al patrono y fundador de dicha congregación, San Antonio María Claret, vistiendo su indumentaria de arzobispo correspondiente a la época en la que ejercía de confesor de Isabel II (1857)
- Es un retrato de cuerpo completo, basado en dos fotografías distintas. La técnica de ejecución de dibujo combina la proyección directa de una de las fotografías halladas para el cuerpo, y boceto de la zona del rostro fue realizado a mano alzada a partir de otra fotografía, también identificada, con la intención de mantener la frontalidad del retrato.
- El lienzo es de fibra de yute, de aspecto basto y trama abierta. El empleo de esta fibra ha comportado una oxidación prematura del soporte. Posteriormente se descubrió que este soporte había sido aprovechado de otra pintura que apenas empezaba.
- La capa de preparación es de color blanco y se encuentra extendida de forma irregular: la zona del rostro presenta un grosor excesivo con respecto al resto del lienzo, mientras que algunas zonas del fondo de la composición se encuentran desprovistas de este estrato.
- Esta forma de aplicación fue realizada de forma intencional por el artista para obtener una superficie más plana y así lograr un rostro más detallado, así como para obtener calidades visuales diferenciadas en la zona del fondo, empleando el soporte como elemento consustancial de la pintura.
- El exceso de aparejo de la zona del rostro se hace visible en el reverso del lienzo, donde es posible identificar una mancha blancuzca que se corresponde con la zona donde se encuentra ubicado. Este color es debido a una excesiva densidad de material de carga, conteniente sulfato cálcico, que actúa de reserva alcalina, permeando el área de la oxidación generalizada que presenta el tejido.
- El autor emplea un método de ejecución rápido, basado en pinceladas gruesas y puntuales. Los colores interactúan directamente en el soporte, o bien son mezclados en la paleta antes de ser aplicados. Se trata de una técnica más personal e impulsiva, características comunes a las corrientes artísticas del momento.
- A pesar del predominio de los colores secundarios en la obra, estos son obtenidos mediante combinación de pigmentos de color primario en distintas proporciones: el morado del manto se configura a partir de la mezcla del azul ultramar sintético y el siena, así como los verdes del anillo y la cruz pectoral son una mezcla del amarillo de cadmio y el azul ultramar o azul de Prusia.
- Entre los pigmentos empleados por López Ruiz se encuentran el blanco de plomo y el minio, que para el momento de la realización de esta obra ya se encontraban en desuso, por lo que podría tratarse de un material con que el artista contaba en su taller.
- La obra se encuentra recubierta con un fino encerado, que ha desaparecido casi por completo, dejando la capa pictórica al descubierto.

-El proceso de deterioro de esta pieza se ha visto acelerado tanto por la calidad de los materiales elegidos (en el caso del soporte y la capa de protección), como por la forma de emplearlos (aplicación de la capa de preparación).

#### Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago

-Encargada a finales del siglo XVIII por los antiguos administradores de la Iglesia de Nuestra Señora del Pilar tras la defunción de su fundador, D. José Guillén.

-En ella se representa la escena de la Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago, con la Virgen al centro de la composición, rodeada de ángeles y la figura de Santiago Apóstol a sus pies. Su iconografía se corresponde a su etapa de peregrino Jacobeo. En un primer plano, aparece retratado José Guillén, vestido con capa y sotana, como homenaje a su labor por este templo y la advocación de la Virgen del Pilar en Canarias. La escena se encuentra enmarcada en la ciudad de Zaragoza.

-No fue posible atribuir esta obra a un autor en concreto, aunque se advierte una marcada influencia estilística del pintor Cristóbal Hernández de Quintana, cuyas formas fueron imitadas ampliamente por los artistas del XVIII en Canarias.

-El lienzo es de fibra de lino y trama cerrada, con un marcado carácter artesanal. El soporte se encuentra intervenido con un reentelado de la misma fibra.

-La capa de preparación es gruesa y de color pardo, obtenido principalmente por el uso del siena. Esta se encuentra extendida de manera uniforme a lo largo de todo el soporte.

-La película pictórica se configura mediante la superposición de delgadas capas de pintura, con aclaramiento progresivo mediante el uso del blanco de plomo.

-Algunos de los estratos más subyacentes de la capa pictórica poseen las características fisicoquímicas de un temple, mientras que las capas más superficiales están conformadas por pigmentos aglutinados con aceites secantes (óleo).

-Se advierte un predominio del uso de pigmentos arcillosos (térreos) en la paleta. También se identificaron azules de Prusia y ultramar (tanto natural como sintético), minio, amarillo de plomo-estaño, litopón y el blanco de plomo.

-Se identificaron pigmentos cuya aparición en el mercado es posterior a la época de realización de la obra (blanco de titanio, amarillo de cromo, blanco de zinc), correspondiente a repintes y retoques de una intervención.

-La obra se encuentra recubierta por una gruesa capa de barniz que presenta un estado de oxidación avanzado. Esta película contiene al menos dos aplicaciones diferenciadas: una primera aplicación, correspondiente al momento de realización de la obra, y que encuentra alterado por el envejecimiento natural de sus componentes, y un segundo barniz, más superficial, aplicado tras la intervención de la capa pictórica, y que es de origen sintético.

-El proceso de deterioro de esta obra se ha visto agravada no tanto por los materiales ni la técnica empleada (con excepción de los materiales que presentan signos de envejecimiento intrínsecos a su naturaleza) sino por una mala praxis de intervenciones posteriores que han acarreado la aparición de problemas de adhesión y posterior desprendimiento de estratos.

## Conclusiones globales del estado de conservación

-El estado de deterioro de ambas obras se encuentra íntimamente ligado a la situación de abandono en la que se encuentran, habiendo sido desplazadas tres veces hasta encontrarse en su ubicación actual. La mayoría de los daños que presentan las piezas son debidos a causas de origen mecánico, producto de un almacenamiento prolongado.

-Es de considerar que previo a su actual ubicación estuvieron depositadas en un espacio que se encuentra en desuso desde hace décadas, un lugar desprovisto de iluminación y en el que no se realizaban limpiezas ni revisiones periódicas, por lo que no han recibido un trato adecuado durante aproximadamente 50 años.

-Si bien los parámetros medioambientales de la habitación donde se encuentran actualmente no son desfavorables, el tránsito constante de personas en esta dependencia la hace un lugar inseguro para su conservación, considerando el estado de fragilidad que presentan, propensas a ulteriores desprendimientos de capa y desgarros del soporte.

-Lo más apropiado sería que fuesen devueltas al sitio para el cual fueron concebidas, ubicado en la parte alta de las paredes laterales del altar mayor, sobre las placas que indican el nombre de S. Antonio María Claret, fundador de la Congregación de los Hermanos del Sagrado Corazón de María, y el nombre del fundador de la Iglesia de Nuestra Señora del Pilar de Santa Cruz de Tenerife, D. José Guillén , para así devolverles su funcionalidad, asegurando un control de los parámetros de HR , T e iluminación adecuados para su conservación.

## Limitaciones y recomendaciones sobre las técnicas de estudio.

Las limitaciones sistémicas encontradas en los resultados analizados de los materiales de las capas de preparación, de pintura y de protección deben ser superadas con la introducción de nuevas técnicas de estudios de las probetas de micromuestras que no causen fenómenos con daños a los contenidos de estas capas. Se trabaja en su introducción en este tipo de estudios. La solución está en la combinación de la información obtenida con nuestras técnicas actuales con la procedente de alguna otra nueva (de efectos no-destructivos a nivel molecular) que lleve a información concluyente sobre la composición de la capa pictórica.



## 6.BIBLIOGRAFÍA

- A.P.P.S.C Archivo Parroquia del Pilar Santa Cruz de Tenerife

- Obras:

Allen Hernández, J; Castro Borrego, F. (2010) *La modernidad y las vanguardias en Canarias (1900-1939)* p.55

Bosch Reig, F.; Yusa Marco, DJ. (2015). *Análisis químico, instrumental, ultravioleta-visible e infrarrojo aplicado al patrimonio cultural. Un enfoque práctico*. Editorial Universitat Politècnica de València.

Calvo, A (2002). *Conservación y restauración de pinturas sobre lienzo*. Barcelona. Ediciones del Serbal.

Ciornarescu, A. (1977). *Historia de Santa Cruz de Tenerife II (1494- 1803)*. Santa Cruz de Tenerife. Fundación CajaCanarias. 279, 280

Ciornarescu, A (1979). *Historia de Santa Cruz de Tenerife IV (1803-1977)*. Santa Cruz de Tenerife. Fundación CajaCanarias. 170-172

Cola Benítez, L. (2013). *Itinerario histórico de Santa Cruz de Santiago*. Tenerife. Organismo autónomo de cultura. p. 30

Del Carmen, M. (2007). *Robayna. Gumersindo y Teodoro Robayna. España. Viceconsejería de Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias*.

Gómez, M. L. (2005). *La Restauración: Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. España. Editorial Cátedra.

Herráez, J.A.; Durán, D.; y García Martínez, E. (2018). *Fundamentos de Conservación Preventiva*. España. Ministerio de Cultura y Deporte. Recuperado de: <http://www.culturaydeporte.gob.es/planes-nacionales/dam/jcr:7de1dd75-89e6-412a-92dd-73478c8b22c4/cp-fundamentos-2018b.pdf>

Matteini, M.; Moles, A. (2002). *La química en la restauración*. España. Editorial Nerea.

Martín Rodríguez, F.G. (1978). *Arquitectura doméstica canaria*. Aula de cultura de Tenerife. Litografía Romero.

Misioneros Claretianos. *Biografía de San Antonio María Claret*. Recuperado de: <http://www.claret.org/fundadores/san-antonio-maria-claret/?lang=es>

Nicolaus, K. (1999). *Manual de Restauración de Cuadros*. Alemania. Könemann.

Rodríguez González, M. (1986). *La Pintura en Canarias durante el Siglo XVIII*. Las Palmas de Gran Canaria. Ediciones Cabildo Insular de Gran Canaria.

Rodríguez Morales, Carlos (2003). *Quintana: Cristóbal Hernández de Quintana*. España. Gobierno de Canarias.

San Andrés Moya, M.; De la Viña Ferrer, S. (2004). *Fundamentos de física y química par la conservación y restauración*. España. Editorial Síntesis.

Taft, W. S.; Mayer, James W. (2001). *The science of paintings*. Nueva York. Springer.

Taquís Rodríguez, P. (1973). *Retazos históricos. Santa Cruz de Tenerife. Siglos XV al XIX*. Santa Cruz de Tenerife. 239-250

Tarquís Rodríguez, P. (1968). *Riqueza Artística de los Templos de Tenerife, su historia y Fiestas*. Santa Cruz de Tenerife. 115 -187

Arquidiócesis de Buenos Aires. Historia de la Virgen del Pilar. Argentina. Recuperado de: <http://www.basilicadelpilar.org.ar/index.php/la-parroquia/item/83-historia-de-la-virgen-del-pilar>.

## 7. DIRECTORIO FOTOGRÁFICO

Fig.1

[https://commons.wikimedia.org/wiki/Iglesia\\_de\\_Nuestra\\_Se%C3%B1ora\\_del\\_Pilar\\_\(Santa\\_Cruz\\_de\\_Tenerife\)](https://commons.wikimedia.org/wiki/Iglesia_de_Nuestra_Se%C3%B1ora_del_Pilar_(Santa_Cruz_de_Tenerife))

Fig.2

[https://commons.wikimedia.org/wiki/Iglesia\\_de\\_Nuestra\\_Se%C3%B1ora\\_del\\_Pilar\\_\(Santa\\_Cruz\\_de\\_Tenerife\)](https://commons.wikimedia.org/wiki/Iglesia_de_Nuestra_Se%C3%B1ora_del_Pilar_(Santa_Cruz_de_Tenerife))

Fig.4

[https://www.tripadvisor.es/LocationPhotoDirectLink-g187482-d6105377-i175776700-Parroquia\\_de\\_Nuestra\\_Senora\\_del\\_Pilar-Santa\\_Cruz\\_de\\_Tenerife\\_Tenerife\\_Ca.html](https://www.tripadvisor.es/LocationPhotoDirectLink-g187482-d6105377-i175776700-Parroquia_de_Nuestra_Senora_del_Pilar-Santa_Cruz_de_Tenerife_Tenerife_Ca.html)

Fig.5

[.https://es.wikipedia.org/wiki/Parroquia\\_de\\_la\\_Virgen\\_del\\_Pilar\\_\(El\\_Toscal\)#/media/Archivo:Nuestra\\_Se%C3%B1ora\\_del\\_Pilar\\_01.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Parroquia_de_la_Virgen_del_Pilar_(El_Toscal)#/media/Archivo:Nuestra_Se%C3%B1ora_del_Pilar_01.jpg)

Fig.6 Leticia Perera

Fig.13

[https://es.wikipedia.org/wiki/Antonio\\_Mar%C3%ADa\\_Claret#/media/Archivo:Fotos\\_Claret599.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Antonio_Mar%C3%ADa_Claret#/media/Archivo:Fotos_Claret599.jpg)

Fig.16

<https://cabalerosdelavirgen.org/santos/san-antonio-maria-claret/>

Fig.23

Rodríguez Morales, Carlos (2003). Quintana: Cristóbal Hernández de Quintana. España. Gobierno de Canarias. p 63

Fig.25

Rodríguez Morales, Carlos (2003). Quintana: Cristóbal Hernández de Quintana. España. Gobierno de Canarias. p 48

Fig.26

Rodríguez Morales, Carlos (2003). Quintana: Cristóbal Hernández de Quintana. España. Gobierno de Canarias. p 34

Fig. 29,34-35,43-44,60-69

Servicio de Análisis de obras de Arte SADOA

Fig.39

<https://www.amazon.es/Whatman-1219-g59pk-2613-991-Indicador-14-pH/dp/B00C4AC7FA>

Fig.40

<https://www.experimentoscientificos.es/ph/escala-del-ph/>

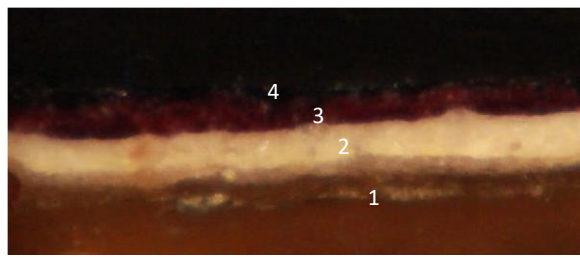
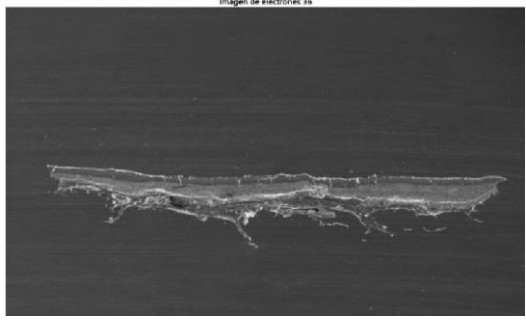



## ANEXO A. TABLAS CON LOS RESULTADOS DE LA COMPOSICION ELEMENTAL DE LAS MICROMUESTRAS

Identificación de las micromuestras

A.1 Retrato de S. Antonio María Claret. s XX

|    |  |
|----|--|
| V1 | Zona de oscuridad del manto, de tonalidad morado negruzco, en la zona media de la parte baja de la vestimenta. |
| V2 | Carnación rojiza de la parte baja dedo anular de la mano izquierda   |
| V3 | Rojo tostado del suelo, de la esquina inferior derecha   |
| V4 | Fondo azul verdoso, esquina superior derecha   |
| V5 | Rojo de la cortina del fondo a altura de los ojos  |



| V1. MORADO OSCURO DE LA PARTE BAJA DEL MANTO  |   |                       | FOTOGRAFÍA SEM-EDX DE LA MICROMUESTRA  |                        |
|---|---|-----------------------|--|------------------------|
|        |   |                       |  |                        |
| Fotografía IC10 de la sección trasversal de la muestra obtenida con el microscopio MOLP |   |                       |  |                        |
| Nº de capa  | Color   | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición  | Observaciones          |
| 1   | -   |                       | Fibra orgánica, Blanco de bario, yeso  | Composición del lienzo |
| 2   |  | 11                    | Dolomita, Blanco de plomo  | Capa de preparación    |
| 3   |  | 3                     | Siena, blanco de cinc  | Capa de pintura 1      |
| 4   |  | 0.25                  | Azul ultramar sintético, yeso  | Capa de pintura 2      |

#### Espectro 1- Composición del lienzo

| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Si   | P    | S     | Cl   | K    | Ca   | Zn   | Ba   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 67.32 | 2.09 | 0.71 | 0.54 | 0.74 | 12.29 | 2.55 | 0.68 | 0.85 | 3.77 | 5.70 | 2.77 | 100.00 |

#### Espectro 2- Capa de preparación

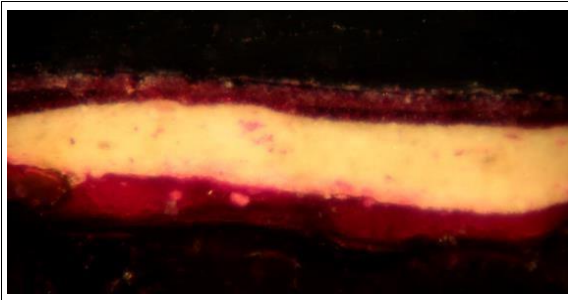
| Elemento  | O     | Mg   | Ca    | Pb    | Total: |
|-----------|-------|------|-------|-------|--------|
| % atómico | 67.73 | 2.20 | 17.52 | 12.54 | 100.00 |

#### Espectro 3- Capa de pintura 1

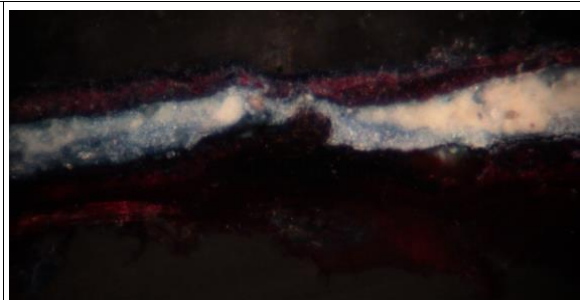
| Elemento  | O     | Na    | Mg   | Al   | Si   | S    | Cl   | K    | Ca   | Fe   | Zn    | Pb   | Total: |
|-----------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|--------|
| % atómico | 52.78 | 11.74 | 1.81 | 2.00 | 1.06 | 0.41 | 0.94 | 0.43 | 1.42 | 0.52 | 26.65 | 0.25 | 100.00 |

#### Espectro 4- Capa de pintura 2

| Elemento  | O     | Na    | Mg   | Al   | Si   | S    | Cl   | K    | Ca   | Fe   | Zn    | Total: |
|-----------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| % atómico | 47.68 | 13.69 | 0.98 | 0.77 | 2.38 | 0.41 | 1.78 | 0.40 | 3.50 | 0.27 | 31.14 | 100.00 |

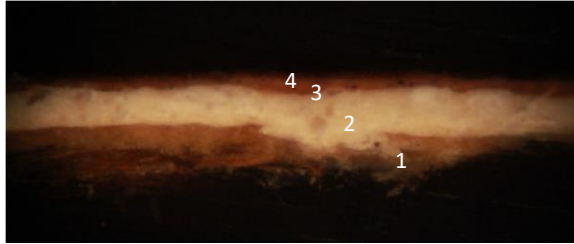
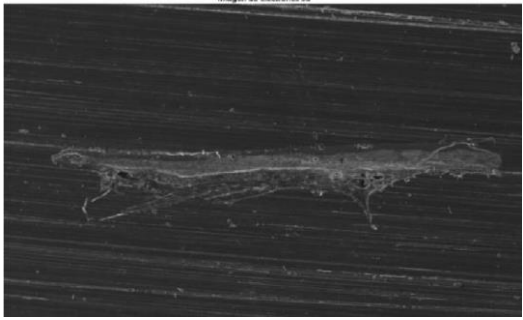




Fotografía de la micromuestra V1 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fuchsina ácida



Fotografía de la micromuestra V1 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo Negro Sudán B

| <i>Estrato</i>           | <i>Presencia de material proteico</i> | <i>Presencia de material lipídico</i> |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Soporte</i>           | Sí                                    |                                       |
| <i>Preparación</i>       |                                       | Sí                                    |
| <i>Capa de pintura 1</i> | Sí                                    |                                       |
| <i>Capa de pintura 2</i> |                                       | Sí                                    |

| V2. CARNACIÓN ROJIZA DEL DEDO DE LA MANO IZQ.  | FOTOGRAFÍA SEM-EDX DE LA MICROMUESTRA  |
|--|--|
|  <p>Fotografía IC10 de la sección trasversal de la muestra obtenida con el microscopio MOLP</p> |  |

| Nº de capa | Color  | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición  | Observaciones           |
|------------|--|-----------------------|--|-------------------------|
| 1          | -  | 7-10                  | Litopón, blanco de plomo, cloruro de almacenamiento. | Fibra vegetal (soporte) |
| 2          |   | 4-9                   | Blanco de plomo, litopón, dolomita.                  | Capa de preparación     |
| 3-4        |  | 2                     | Blanco de cinc, amarillo de cadmio, sombra tostada   | Capa de pintura         |

#### Espectro 1- Capa de soporte

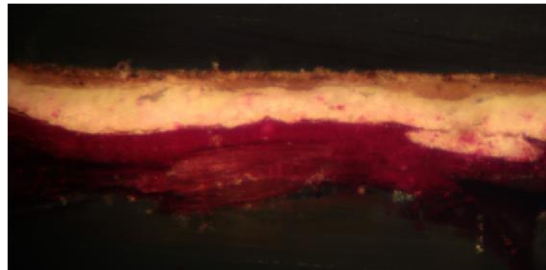
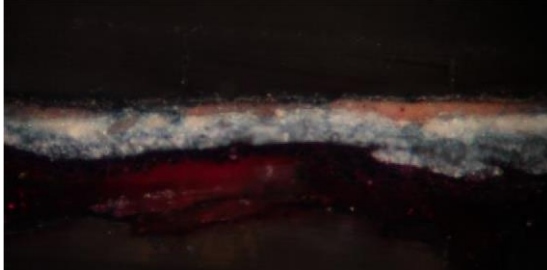
| Elemento  | O     | Na   | S     | Cl   | Ca   | Zn   | Ba   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 64.52 | 2.21 | 14.04 | 2.95 | 0.96 | 5.41 | 7.32 | 2.59 | 100.00 |

#### Espectro 2- Capa de preparación

| Elemento  | O     | Mg   | S    | Ca    | Zn   | Ba   | Pb    | Total: |
|-----------|-------|------|------|-------|------|------|-------|--------|
| % atómico | 70.37 | 1.07 | 5.07 | 12.66 | 0.29 | 0.30 | 10.24 | 100.00 |

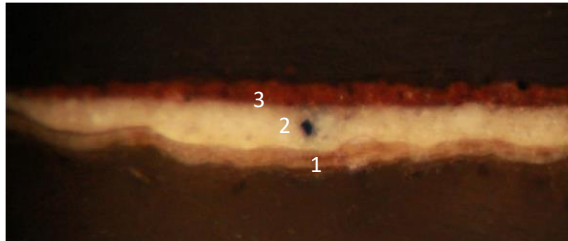
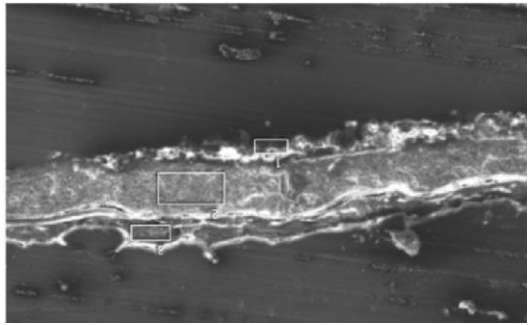
#### Espectro 3- Capa de pintura

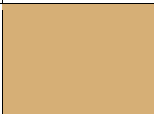

| Elemento  | O     | Na    | Al   | Si   | S    | Cl   | Ca   | Mn   | Fe   | Zn    | Cd   | Total: |
|-----------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|--------|
| % atómico | 46.04 | 10.47 | 1.70 | 3.12 | 2.38 | 1.83 | 0.45 | 0.30 | 2.99 | 27.95 | 2.77 | 100.00 |

|  |  |
|--|--|
|   |    |
| <p>Fotografía de la micromuestra V2 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fuchsina ácida</p> | <p>Fotografía de la micromuestra V2 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo Negro Sudán B</p> |

| <i>Estrato</i>           | <i>Presencia de material proteico</i> | <i>Presencia de material lipídico</i> |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Soporte</i>           | Sí                                    |                                       |
| <i>Preparación</i>       |                                       | Sí                                    |
| <i>Capa de pintura 1</i> | Sí                                    |                                       |
| <i>Capa de pintura 2</i> |                                       | Sí                                    |



| V3. ROJO DE LA ESQUINA INFERIOR DER. DEL SUELO   | FOTOGRAFIA SEM-EDX DE LA MICROMUESTRA  |
|--|--|
|  <p>Fotografía IC10 de la sección trasversal de la muestra obtenida con el microscopio MOLP</p> |  |

| Nº de capa | Color   | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición   | Observaciones                           |
|------------|---|-----------------------|---|---|
| 1          | -   | 2-3                   | Siena, sombra tostada (m .b .p), blanco de plomo, yeso, blanco de cinc (m .b .p), cloruro de permeación | Fibra vegetal con restos de imprimación |
| 2          |   | 3-5                   | Blanco de plomo, whiterita (m .b .p), talco (b .p),   | Capa de preparación                     |
| 3          |  | 2-3                   | Minio, litopón, whiterita, yeso, talco (m b. p), sal sódica del aglutinante.                            | Capa de pintura                         |

#### Espectro 1- Soporte

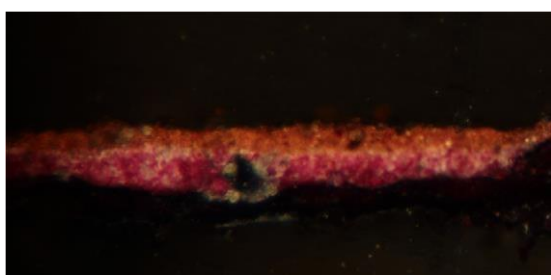
| Element  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si    | S    | Cl   | K    | Ca   | Mn   | Fe   | Zn   | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Atomic % | 65.71 | 1.01 | 1.51 | 6.40 | 10.81 | 0.86 | 0.38 | 0.63 | 1.29 | 0.21 | 8.47 | 0.77 | 1.95 | 100.00 |

#### Espectro 2- Capa de preparación

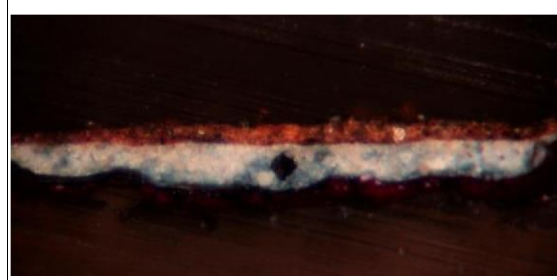
| Element  | O     | Mg   | Si   | Ca    | Ba   | Pb    | Total: |
|----------|-------|------|------|-------|------|-------|--------|
| Atomic % | 70.81 | 2.05 | 2.06 | 12.36 | 0.48 | 12.24 | 100.00 |

#### Espectro 3- Capa de pintura

| Element  | O     | Na   | Mg   | Si   | S     | Cl   | K    | Ca   | Zn   | Ba   | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Atomic % | 64.47 | 1.45 | 0.67 | 1.49 | 15.13 | 1.64 | 0.36 | 1.25 | 4.19 | 6.17 | 3.17 | 100.00 |

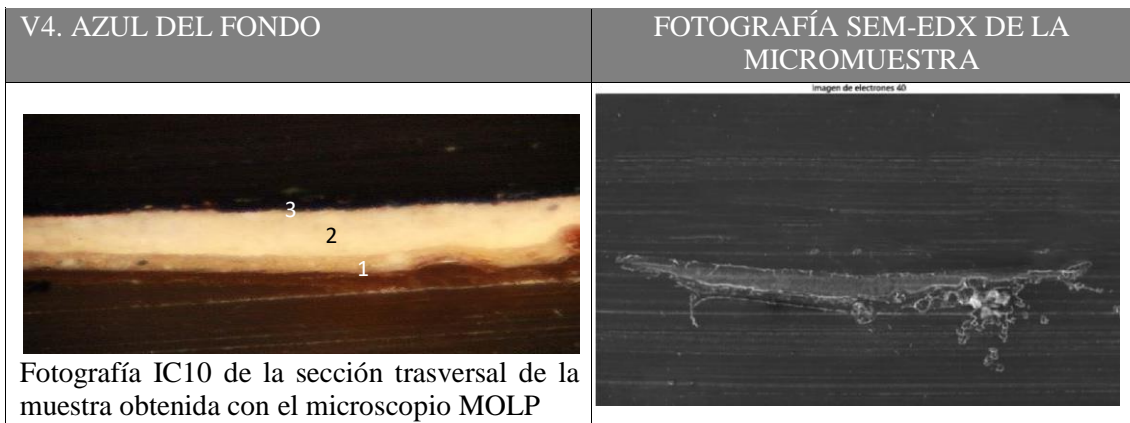




Fotografía de la micromuestra V3 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fuchsina ácida



Fotografía de la micromuestra V3 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo Negro Sudán B

| <i>Estrato</i>         | <i>Presencia de material proteico</i> | <i>Presencia de material lipídico</i> |
|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Soporte</i>         | Sí                                    |                                       |
| <i>Preparación</i>     | Sí                                    | Sí                                    |
| <i>Capa de pintura</i> | -                                     | -                                     |



| Numero de capa | Color   | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición  | Observaciones       |
|----------------|---|-----------------------|--|---------------------|
| 1              | -   |                       | Blanco de cinc, blanco de plomo.                                     | Soporte             |
| 2              |  | 3-8                   | Blanco de plomo, carbonato de bario, dolomita                        | Capa de preparación |
| 3              |  | 2                     | Azul de Prusia, amarillo de cadmio, blanco de plomo, blanco de cinc. | Capa pictórica      |

#### Espectro 1- Soporte

| Elemento  | O     | Si   | P    | S    | Cl   | K    | Ca   | Zn   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 86.65 | 0.59 | 0.53 | 3.05 | 5.58 | 0.52 | 0.57 | 1.29 | 1.22 | 100.00 |

#### Espectro 2- Soporte con restos de imprimación

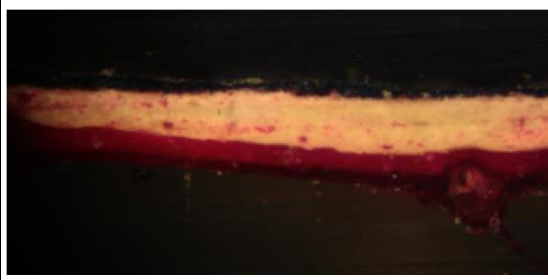
| Elemento  | O     | Na   | Si   | P    | S     | Cl   | K    | Ca   | Zn   | Ba   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 59.42 | 2.18 | 1.74 | 0.59 | 16.52 | 1.46 | 0.44 | 0.76 | 5.34 | 8.22 | 3.31 | 100.00 |

#### Espectro 3- Capa de preparación

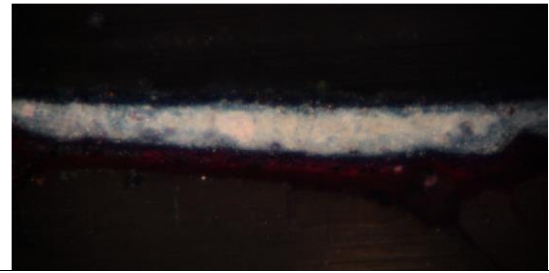
| Elemento  | O     | Mg   | Ca    | Ba   | Pb    | Total: |
|-----------|-------|------|-------|------|-------|--------|
| % atómico | 70.37 | 1.15 | 12.77 | 0.99 | 14.73 | 100.00 |

#### Espectro 4- Capa de pintura

| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si   | P    | S    | Cl   | K    | Ca   | Fe   | Zn   | Cd   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 64.32 | 2.99 | 6.08 | 1.19 | 0.86 | 0.22 | 4.20 | 2.44 | 1.57 | 0.93 | 4.43 | 5.14 | 1.73 | 3.91 | 100.00 |

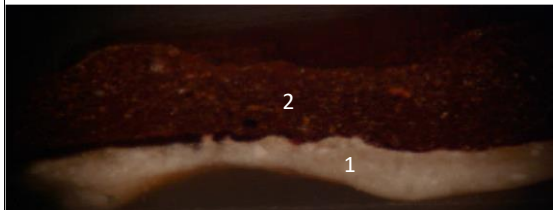
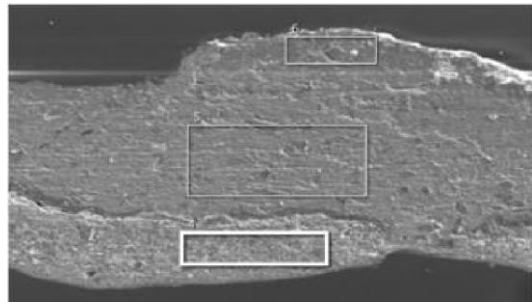


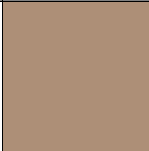
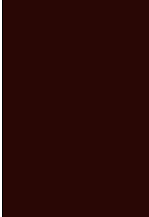
Fotografía de la micromuestra V4 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fucsina ácida



Fotografía de la micromuestra V4 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo Negro Sudán B

| <i>Estrato</i>           | <i>Presencia de material proteico</i> | <i>Presencia de material lipídico</i> |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Soporte</i>           | Sí                                    |                                       |
| <i>Preparación</i>       |                                       | Sí                                    |
| <i>Capa de pintura 1</i> |                                       | Sí                                    |

| V5. ROJO DE LA CORTINA DEL FONDO   | DESCRIPCION DE LA MUESTRA  |
|--|--|
|  <p>Fotografía IC10 de la sección trasversal de la muestra obtenida con el microscopio MOLP</p> |  |

| Nº de capa | Color  | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición   | Observaciones       |
|------------|--|-----------------------|---|---------------------|
| 1          |   | 18-21                 | Blanco de plomo, calcita, dolomita, silicatos, sal sódica del aglutinante, cloruro de permeación                              | Capa de preparación |
| 2          |  | 38                    | Siena tostada, minio (m. b. p), sombra tostada (m .b .p), blanco de titanio (m .b .p), negro de huesos, cloruro de permeación | Capa de pintura     |

#### Espectro 1- Estrato preparatorio

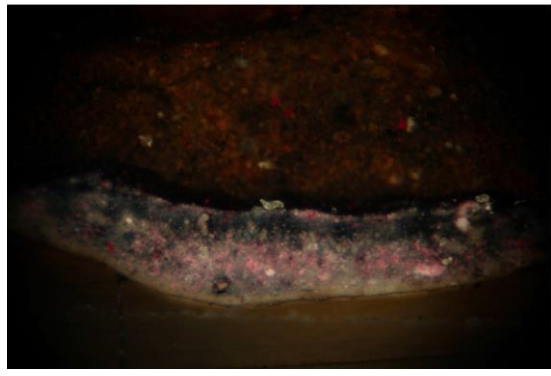
| Element  | O     | Na   | Mg   | Si   | K    | Ca    | Ti   | Ba   | Pb    | Total: |
|----------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|--------|
| Atomic % | 72.51 | 0.97 | 2.00 | 0.91 | 0.48 | 10.11 | 0.35 | 0.30 | 12.37 | 100.00 |

#### Espectro 2- Estrato pictórico (1/2)

| Element  | O     | Al   | Si    | P    | Cl   | K    | Ca   | Ti   | Mn   | Fe    | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|--------|
| Atomic % | 59.30 | 2.45 | 12.90 | 0.36 | 0.43 | 0.39 | 0.41 | 0.21 | 0.29 | 22.81 | 0.45 | 100.00 |

#### Espectro 3- Estrato pictórico (2/2)

| Element  | O     | Al   | Si    | P    | S    | Cl   | K    | Ca   | Ti   | Fe    | Total: |
|----------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| Atomic % | 56.56 | 1.92 | 18.42 | 0.38 | 0.28 | 0.37 | 0.51 | 0.57 | 0.21 | 20.78 | 100.00 |



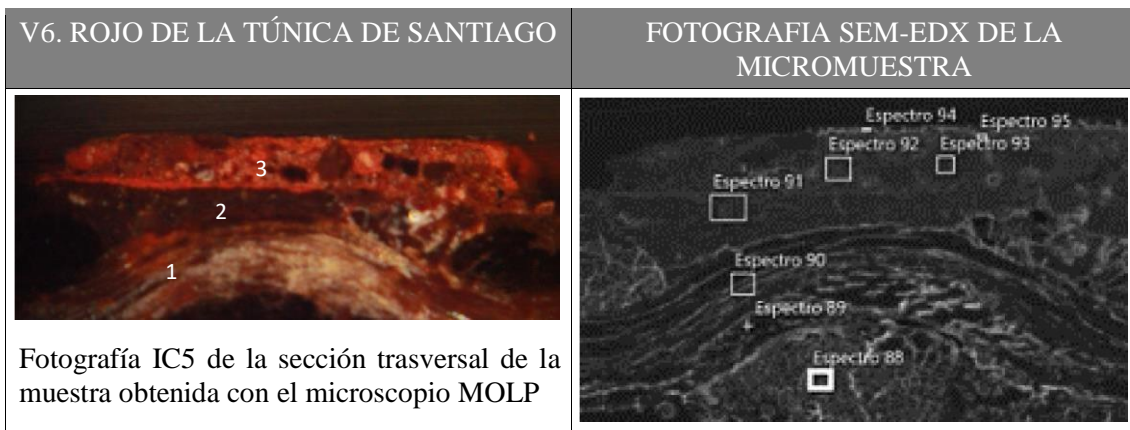
Fotografía de la micromuestra V5 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fuchsina ácida y Negro Sudán B



| <i>Estrato</i>           | <i>Presencia de material proteico</i> | <i>Presencia de material lipídico</i> |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Preparación</i>       | Sí                                    | Sí                                    |
| <i>Capa de pintura 1</i> | -                                     | -                                     |

A.2 Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago apóstol. S.XVIII

|     |  |
|-----|--|
| V6  | Rojo de la túnica de Santiago  |
| V7  | Azul oscuro de la túnica de Santiago                                     |
| V8  | Manto ocre de la Virgen  |
| V9  | Carnación de la pierna de un querubín del lado derecho de la composición |
| V10 | Azul claro del fondo   |
| V11 | Carnación del rostro del donante   |
| V12 | Verde del fondo  |
| V13 | Azul claro de la túnica de Santiago                                      |
| V14 | Fondo oscuro   |





| Nº de capa | Color  | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición  | Observaciones       |
|------------|--|-----------------------|--|---------------------|
| 1          | -  | 20                    | Presencia de silicatos. Composición orgánica.  | Soporte             |
| 2          |   | 10                    | Bermellón, siena, blanco de plomo, blanco de titanio, yeso   | Capa de preparación |
| 3          |  | 13                    | Minio, hematites, amarillo de plomo y amarillo de cromo. Vestigios de blanco de titanio. Cloruro de sodio superficial. | Capa de pintura     |

#### Espectro 1- Estrato preparatorio

| Elemento  | O     | Al   | Si   | Cl   | K    | Ca   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 96.31 | 0.43 | 0.53 | 1.07 | 0.32 | 1.34 | 100.00 |

#### Espectro 2- Composición de la fibra

| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Si   | Cl   | K    | Ca   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 93.61 | 1.98 | 0.63 | 0.41 | 2.30 | 0.43 | 0.64 | 100.00 |

#### Espectro 3- Estrato preparatorio

| Elemento  | O     | Si   | Cl   | Ca   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 95.80 | 0.50 | 1.02 | 2.27 | 0.41 | 100.00 |

#### Espectro 4- Estrato preparatorio

| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si    | S    | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Hg   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 63.16 | 0.70 | 0.43 | 8.60 | 15.25 | 2.46 | 1.15 | 1.21 | 0.83 | 3.23 | 1.76 | 1.20 | 100.00 |

#### Espectro 5- Estrato pictórico (1/3)

| Elemento | O | Na | Al | Si | S | K | Ca | Fe | As | Pb | Total: |
|----------|---|----|----|----|---|---|----|----|----|----|--------|
|          |   |    |    |    |   |   |    |    |    |    |        |



|           |       |      |      |       |      |      |      |      |      |      |        |
|-----------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 64.49 | 2.00 | 3.31 | 14.84 | 0.76 | 0.47 | 7.79 | 5.33 | 0.12 | 0.88 | 100.00 |
|-----------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|

Espectro 6- Estrato pictórico (2/3)

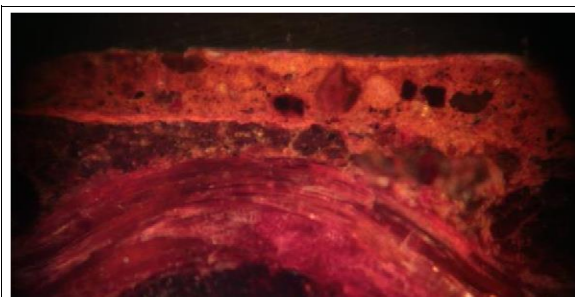
|           |       |      |      |      |      |        |
|-----------|-------|------|------|------|------|--------|
| Elemento  | O     | Na   | Cl   | Ca   | Pb   | Total: |
| % atómico | 89.89 | 1.48 | 1.96 | 0.88 | 5.80 | 100.00 |

Espectro 7- Estrato pictórico (3/3)

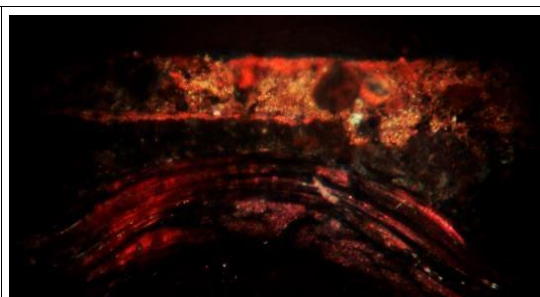
|           |       |      |      |      |      |       |        |
|-----------|-------|------|------|------|------|-------|--------|
| Elemento  | O     | Si   | Ca   | Cr   | Fe   | Pb    | Total: |
| % atómico | 62.00 | 1.52 | 0.73 | 9.07 | 2.87 | 23.81 | 100.00 |

Espectro 8- Capa de barniz

|           |       |      |      |       |       |      |      |      |      |      |        |
|-----------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|--------|
| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Al    | Si    | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb   | Total: |
| % atómico | 60.67 | 0.28 | 0.96 | 12.63 | 20.04 | 1.40 | 0.30 | 0.41 | 3.03 | 0.26 | 100.00 |

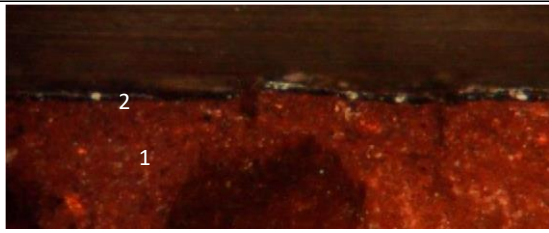
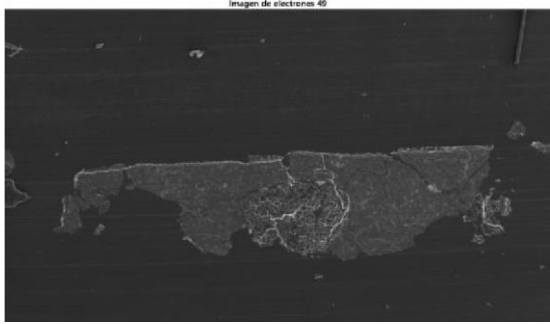




Fotografía de la micromuestra V6 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fuchsina ácida



Fotografía de la micromuestra V6 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo Negro Sudán B

| <i>Estrato</i>         | <i>Presencia de material proteico</i> | <i>Presencia de material lipídico</i> |
|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Soporte</i>         | Sí                                    |                                       |
| <i>Preparación</i>     | Sí                                    | Sí                                    |
| <i>Capa de pintura</i> | Sí                                    |                                       |

| V7. AZUL DE LA TÚNICA DE SANTIAGO   | FOTOGRAFIA SEM-EDX DE LA MICROMUESTRA  |
|---|--|
|  <p>Fotografía IC5 de la sección trasversal de la muestra obtenida con el microscopio MOLP</p> |  |

| Nº de capa | Color   | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición  | Observaciones       |
|------------|---|-----------------------|--|---------------------|
| 1          |  | 48                    | Siena, blanco de titanio, minio, blanco de plomo.  | Capa de preparación |
| 2          |  | 1-2                   | Azul ultramar, azul de Prusia, blanco de plomo, óxido de hierro, dolomita. Cloruro de almacenamiento | Capa de pintura     |

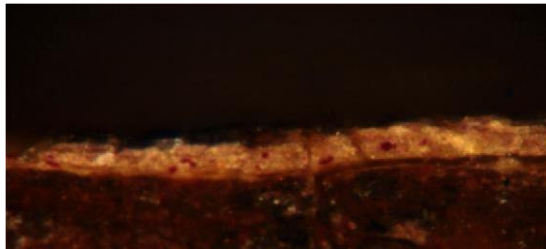
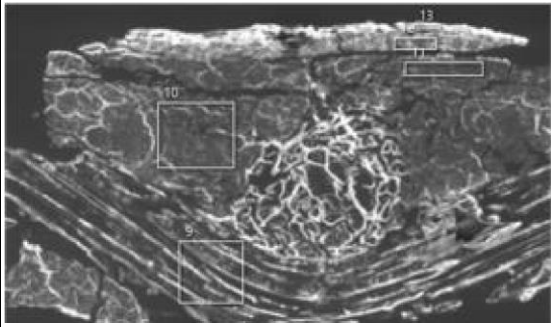
#### Estrato 1- Capa de preparación

| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si    | Cl   | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 62.66 | 0.32 | 0.63 | 3.18 | 20.11 | 0.14 | 0.87 | 0.45 | 1.18 | 3.86 | 0.60 | 100.00 |

#### Estrato 2- Capa de pintura

| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si   | S    | Cl   | Ca   | Fe   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 69.91 | 1.61 | 1.04 | 1.16 | 3.61 | 2.88 | 2.77 | 3.40 | 0.66 | 6.97 | 100.00 |

*Los resultados de las pruebas de tinción realizadas resultan ilegibles debido a las características visuales de la muestra.*

| V8. MANTO OCRE DE LA VIRGEN  | FOTOGRAFÍA SEM-EDX DE LA MICROMUESTRA  |
|--|--|
|  <p>Fotografía IC5 de la sección transversal de la muestra obtenida con el microscopio MOLP</p> |  |

| Nº de capa | Color | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición   | Observaciones              |
|------------|-------|-----------------------|---|----------------------------|
| 1          | -     |                       | Siena, calcita, cloruro de permeación, arcilla, minio (m .b .p)   | Fibra orgánica del soporte |
| 2          |       | 50                    | Siena, blanco de titanio (b .p), dolomita (b .p), sal sódica del aglutinante, minio (m .b .p)                     | Capa de preparación        |
| 3          |       | 1,5                   | Siena, minio, blanco de titanio, dolomita en (b .p), sodio de una sal del aglutinante.                            | Imprimación                |
| 5          |       | 3                     | Calcita, siena, blanco de plomo, cloruro de permeación, sal sódica de un aglutinante.                             | Capa de pintura            |
| 6          |       | 1,5                   | Siena, blanco de titanio (m. b. p), dolomita (b. p), fluoruro de permeación, sal sódica de un compuesto orgánica. | Repinte/ retoque           |

#### Espectro 1- Fibra orgánica del soporte

| Element  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si    | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|--------|
| Atomic % | 64.81 | 0.58 | 1.13 | 8.62 | 18.56 | 0.81 | 0.40 | 1.01 | 3.61 | 0.47 | 100.00 |

#### Espectro 2- Capa de preparación

| Element  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si    | Cl   | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Atomic % | 65.66 | 0.76 | 0.51 | 9.12 | 15.26 | 0.15 | 1.06 | 0.47 | 1.66 | 4.12 | 1.25 | 100.00 |

### Espectro 3- Imprimación

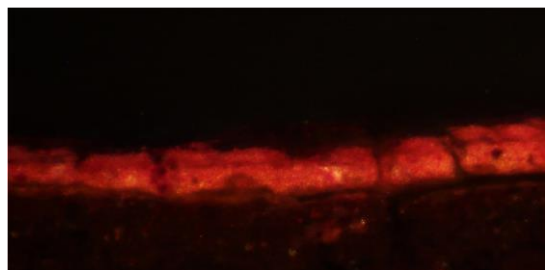
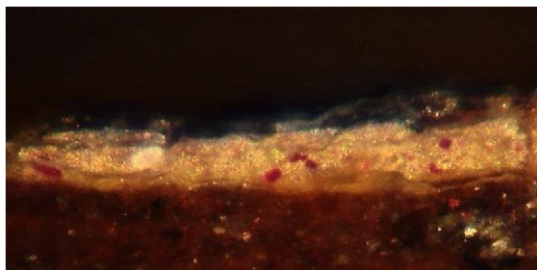
| Element  | O     | Al   | Si    | K    | Ca   | Fe   | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|-------|------|------|------|------|--------|
| Atomic % | 64.81 | 4.02 | 17.69 | 0.57 | 0.19 | 6.19 | 6.53 | 100.00 |

### Espectro 4- Capa de pintura

| Element  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si   | Cl   | Ca    | Fe   | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|--------|
| Atomic % | 75.91 | 0.50 | 0.37 | 1.07 | 2.64 | 0.68 | 11.65 | 0.89 | 6.29 | 100.00 |

### Espectro 5- Repinte/retoque

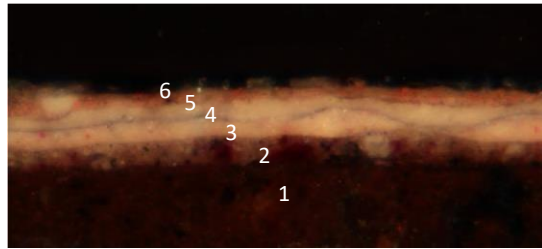
| Element  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si    | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|--------|
| Atomic % | 64.81 | 0.58 | 1.13 | 8.62 | 18.56 | 0.81 | 0.40 | 1.01 | 3.61 | 0.47 | 100.00 |

|  |   |
|--|---|
|    |    |
| Fotografía de la micromuestra V8 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fucsina ácida | Fotografía de la micromuestra V8 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo Negro Sudán B |

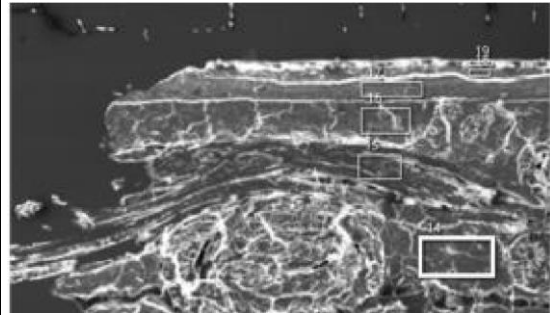
| <i>Estrato</i>         | <i>Presencia de material proteico</i> | <i>Presencia de material lipídico</i> |
|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Soporte</i>         | Sí                                    |                                       |
| <i>Preparación</i>     |                                       | Sí                                    |
| <i>Capa de pintura</i> | -                                     | -                                     |

V9. CARNACIÓN DE LA PIERNA DE UN QUERUBÍN

FOTOGRAFÍA SEM-EDX DE LA MICROMUESTRA



Fotografía IC5 de la sección transversal de la muestra obtenida con el microscopio MOLP



| <i>Nº de capa</i> | <i>Color</i> | <i>Espesor <math>\mu\text{m}</math></i> | <i>Composición</i>   | <i>Observaciones</i>  |
|-------------------|--------------|---|--|---|
| 1                 | -            | 58                                      | Lienzo con materiales permeados. Siena, dolomita (m. b. p), minio (m. b. p), blanco de titanio (b. p), cloruro de permeación, sodio de una sal sódica. | Fibra de naturaleza vegetal que forma parte del lienzo ( <i>espectros 1 y 2</i> ) |
| 2                 |              | 3                                       | Siena, blanco de plomo, minio, calcita.  | Estrato preparatorio ( <i>espectro 3</i> )  |
| 3                 |              | 4                                       | Blanco de plomo, ocre, calcita, silicato de potasio.   | Imprimación ( <i>espectro 4</i> )   |
| 4                 |              | 1,5                                     | Siena (b .p), minio, blanco de titanio (b .p), cloruro de acumulación, sal sódica de un aglutinante orgánico   | Capa de pintura 1 ( <i>espectro 5</i> )   |
| 5                 |              | 1                                       | Blanco de plomo, calcita, siena (b .p), blanco de titanio (m. b. p), sal sódica de un aglutinante orgánico   | Capa de pintura 2 ( <i>espectro 6</i> )   |

Espectro 1- fibra del soporte

| Element  | O     | Na   | Al   | Si   | Cl   | K    | Ca   | Fe   | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Atomic % | 93.49 | 1.52 | 0.45 | 0.81 | 1.23 | 0.71 | 1.11 | 0.30 | 0.38 | 100.00 |

Espectro 2- estrato preparatorio

| Element  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si    | Cl   | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Atomic % | 64.32 | 0.79 | 0.45 | 9.19 | 18.10 | 0.19 | 1.24 | 0.51 | 1.09 | 3.45 | 0.66 | 100.00 |

Espectro 3- imprimación coloreada

| Element  | O     | Al   | Si   | Ca   | Fe   | Pb    | Total: |
|----------|-------|------|------|------|------|-------|--------|
| Atomic % | 72.89 | 1.21 | 2.20 | 2.58 | 1.06 | 20.07 | 100.00 |

Espectro 4- capa de pintura 1

| Element  | O     | Na   | Si   | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb    | Total: |
|----------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| Atomic % | 66.33 | 1.29 | 1.62 | 0.93 | 5.10 | 0.58 | 0.96 | 23.19 | 100.00 |

Espectro 5- capa de pintura 2

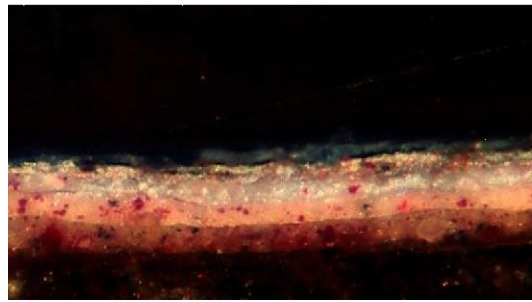
| Element  | O     | Na   | Si   | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb    | Total: |
|----------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| Atomic % | 66.33 | 1.29 | 1.62 | 0.93 | 5.10 | 0.58 | 0.96 | 23.19 | 100.00 |

Espectro 6- capa de pintura 3

| Element  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si   | Cl   | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Atomic % | 79.08 | 1.82 | 0.39 | 0.36 | 9.73 | 1.75 | 0.87 | 1.66 | 0.82 | 0.34 | 3.20 | 100.00 |

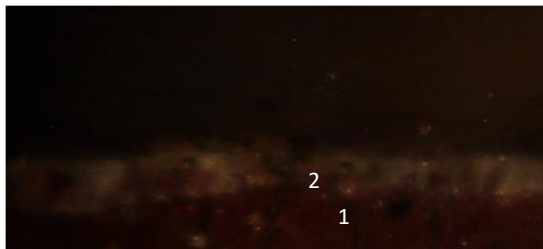
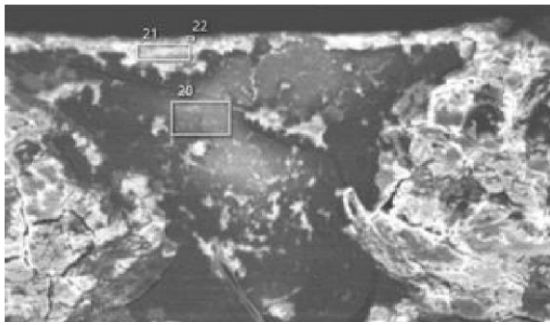


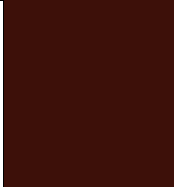
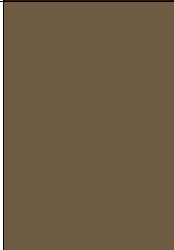
Fotografía de la micromuestra V9 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fuchsina ácida



Fotografía de la micromuestra V9 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo Negro Sudán B

| <i>Estrato</i>           | <i>Presencia de material proteico</i> | <i>Presencia de material lipídico</i> |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Soporte</i>           | -                                     | -                                     |
| <i>Imprimación</i>       | Sí                                    | Sí                                    |
| <i>Capa de pintura 1</i> | Sí                                    |                                       |
| <i>Capa de pintura 2</i> | -                                     | -                                     |
| <i>Capa de pintura 3</i> | -                                     | -                                     |
| <i>Barniz</i>            |                                       | Sí                                    |

| V10. AZUL CLARO DEL FONDO   | FOTOGRAFÍA SEM-EDX DE LA MICROMUESTRA  |
|---|--|
|  <p>Fotografía IC5 de la sección trasversal de la muestra obtenida con el microscopio MOLP</p> |  |

| Nº de capa | Color  | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición  | Observaciones        |
|------------|--|-----------------------|--|----------------------|
| 1          |   | 50                    | Siena, dolomita (m. b. p), blanco de titanio (b. p), blanco de plomo (m. b. p), sal sódica de aglutinante orgánica.              | Estrato preparatorio |
| 2          |  | 3                     | Yeso, blanco de plomo, azul de Prusia, lapislázuli, calcita, blanco de titanio (m. b. p), cloruro de permeación. Siena (m .b .p) | Capa de pintura      |

#### Espectro 1- estrato preparatorio

| Element  | O     | Na   | Mg   | Al    | Si    | Cl   | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Atomic % | 61.49 | 0.92 | 0.53 | 10.30 | 19.82 | 0.18 | 1.10 | 3.53 | 1.08 | 3.44 | 0.59 | 100.00 |

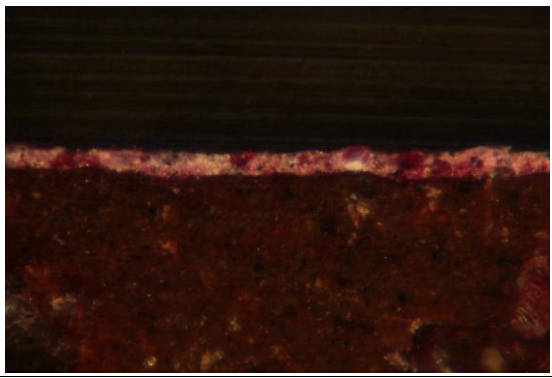
#### Espectro 2- estrato pictórico (1/2)

| Element  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si    | S    | Cl   | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Atomic % | 63.85 | 0.63 | 0.30 | 1.73 | 12.35 | 6.09 | 0.65 | 0.78 | 6.64 | 0.57 | 2.68 | 3.74 | 100.00 |

#### Espectro 3- estrato pictórico (2/2)

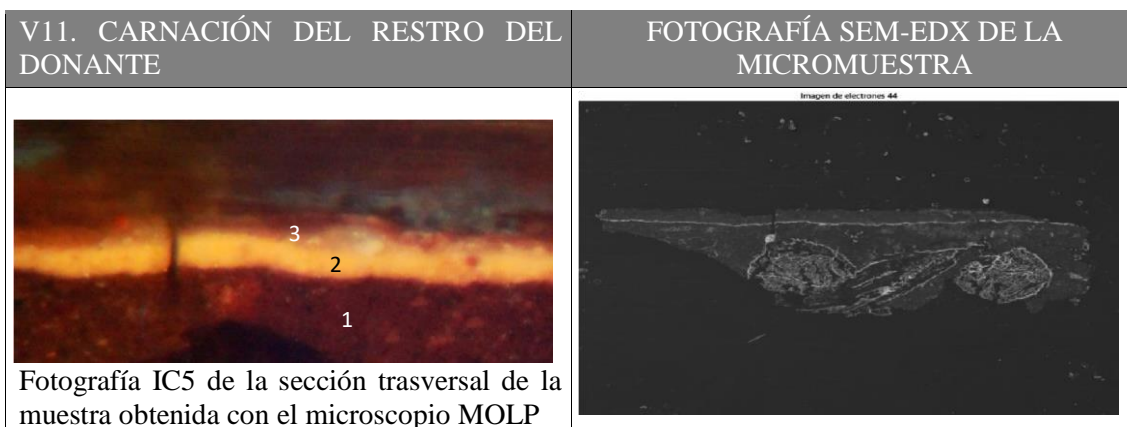
| Element  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si    | S    | Cl   | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Atomic % | 63.85 | 0.63 | 0.30 | 1.73 | 12.35 | 6.09 | 0.65 | 0.78 | 6.64 | 0.57 | 2.68 | 3.74 | 100.00 |








Fotografía de la micromuestra V10 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fuchsina ácida y Negro Sudán B

| <i>Estrato</i>         | <i>Presencia de material proteico</i> | <i>Presencia de material lipídico</i> |
|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Soporte</i>         | -                                     | -                                     |
| <i>Capa de pintura</i> | Sí                                    |                                       |



| Nº de capa | Color   | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición                        | Observaciones     |
|------------|---|-----------------------|------------------------------------|-------------------|
| 1          |  | 50                    | Blanco de titanio, siena, minio    | c. de preparación |
| 2          |  | 3,5                   | Siena, minio, calcita              | c. de pintura     |
| 3          |  | 1,9                   | Siena, blanco de titanio, dolomita | Repinte/ retoque  |

#### Espectro 1- estrato preparatorio

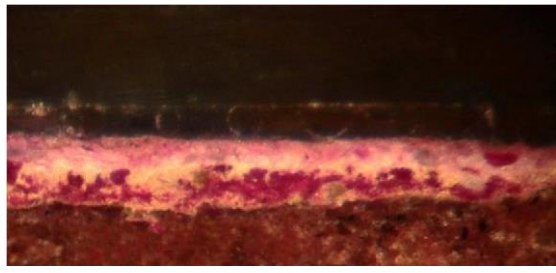
| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Al    | Si    | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 60.01 | 0.58 | 0.65 | 11.93 | 19.01 | 1.09 | 0.69 | 1.14 | 4.35 | 0.56 | 100.00 |

#### Espectro 2- estrato pictórico

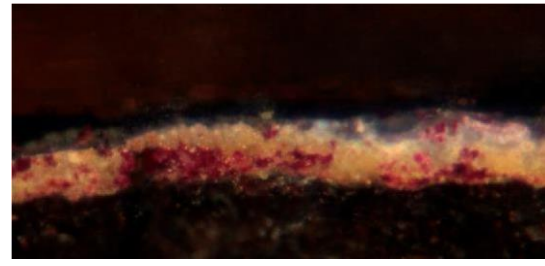
| Elemento  | O     | Al   | Si   | K    | Ca   | Fe   | Pb    | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| % atómico | 55.13 | 3.93 | 7.81 | 0.76 | 1.02 | 4.01 | 27.33 | 100.00 |

#### Espectro 3- retoque/repinte

| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Si   | Cl   | K    | Ca   | Fe   | Pb    | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| % atómico | 62.81 | 1.89 | 0.97 | 1.95 | 2.82 | 1.28 | 5.84 | 0.56 | 21.88 | 100.00 |

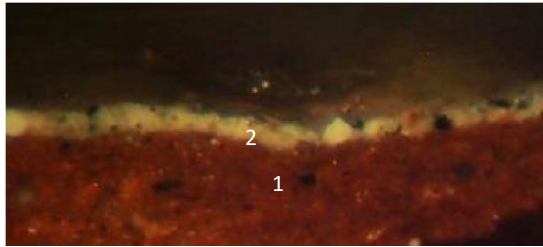
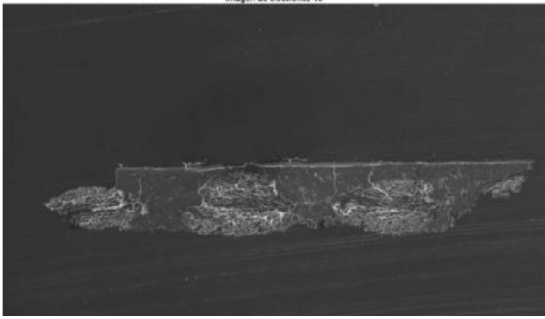




Fotografía de la micromuestra V11 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fuchsina ácida



Fotografía de la micromuestra V11 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo Negro Sudán B

| <i>Estrato</i>         | <i>Presencia de material proteico</i> | <i>Presencia de material lipídico</i> |
|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Soporte</i>         | Sí                                    |                                       |
| <i>Preparación</i>     |                                       | Sí                                    |
| <i>Capa de pintura</i> | -                                     | -                                     |
| <i>Capa de barniz</i>  |                                       | Sí                                    |

| V12. VERDE DEL FONDO   | FOTOGRAFÍA SEM-EDX DE LA MICROMUESTRA  |
|--|--|
|  <p>Fotografía IC5 de la sección transversal de la muestra obtenida con el microscopio MOLP</p> |  |

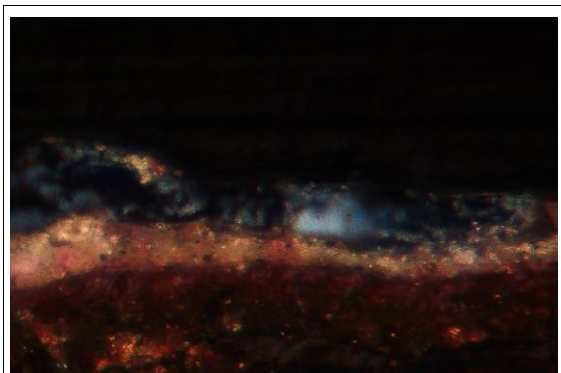
| Nº de capa | Color   | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición  | Observaciones       |
|------------|---|-----------------------|--|---------------------|
| 1          |  | 42                    | Siena, blanco de titanio, calcita, minio.          | Capa de preparación |
| 2          |  | 3                     | Caolinita, azul de Prusia, minio, blanco de plomo. | Capa pictórica      |

#### Espectro 1- estrato preparatorio

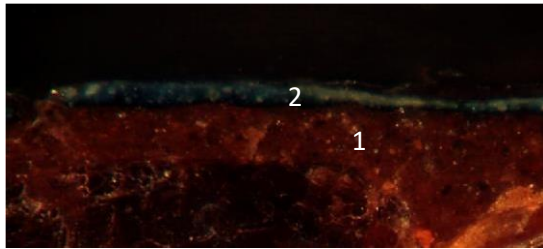
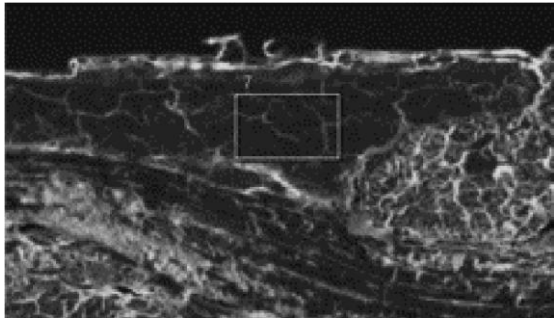
| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si    | Cl   | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 59.58 | 0.56 | 0.53 | 9.71 | 20.46 | 0.20 | 1.12 | 0.61 | 1.76 | 4.33 | 1.14 | 100.00 |



#### Espectro 2- capa de pintura

| Elemento  | O     | Al   | Si   | Fe   | Pb    | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|-------|--------|
| % atómico | 68.51 | 1.37 | 6.83 | 2.13 | 21.16 | 100.00 |



Fotografía de la micromuestra V12 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fuchsina ácida y Negro Sudán B

| V13. AZUL CLARO DE LA CAPA DE SANTIAGO   | DESCRIPCION DE LA MICROMUESTRA   |
|--|--|
|  <p>Fotografía IC5 de la sección transversal de la muestra obtenida con el microscopio MOLP</p> |  |

| Nº de capa | Color   | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición  | Observaciones        |
|------------|---|-----------------------|--|----------------------|
| 1          |  | 48                    | Siena, blanco de titanio, calcita (m. b. p), cloruro de permeación, sal sódica de aglutinante, minio | Estrato preparatorio |
| 2          |  | 2                     | Blanco de plomo, azul de Prusia, calcita   | Capa de pintura      |

#### Espectro 1- estrato preparatorio

| Element  | O     | Na   | Al   | Si   | K    | Ca   | Ti   | Fe   | Pb    | Total: |
|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| Atomic % | 69.58 | 1.23 | 1.61 | 3.71 | 0.85 | 0.82 | 0.80 | 0.75 | 20.65 | 100.00 |


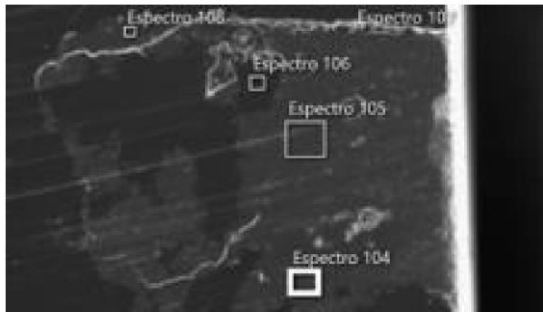
#### Espectro 2- capa de pintura



| Element  | O     | Al   | Si   | Cl   | K    | Ca   | Fe   | Pb   | Total: |
|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Atomic % | 96.51 | 0.36 | 1.04 | 0.34 | 0.23 | 0.98 | 0.29 | 0.26 | 100.00 |



Fotografía de la micromuestra V13 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fuchsina ácida y Negro Sudán B

| <i>Estrato</i>         | <i>Presencia de material proteico</i> | <i>Presencia de material lipídico</i> |
|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Soporte</i>         | <b>Sí</b>                             |                                       |
| <i>Preparación</i>     |                                       | <b>Sí</b>                             |
| <i>Capa de pintura</i> | -                                     | <b>Sí</b>                             |
| <i>Capa de barniz</i>  |                                       | <b>Sí</b>                             |

| V14. FONDO OSCURO  | FOTOGRAFÍA SEM-EDX DE LA MICROMUESTRA  |
|--|--|
|  <p>Fotografía IC5 de la sección transversal de la muestra obtenida con el microscopio MOLP</p> |  |

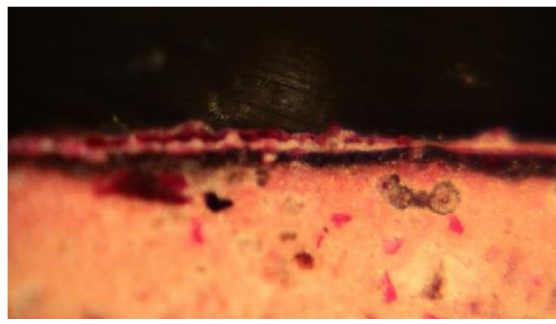
| Nº de capa | Color   | Espesor $\mu\text{m}$ | Composición            | Observaciones        |
|------------|---|-----------------------|------------------------|----------------------|
| 1          |  | 73                    | Calcita, minio, talco  | Estrato preparatorio |
| 2          |  | 3-4                   | Calcita, sílice, minio | c. pictórica         |

#### Espectro 1- estrato preparatorio

| Elemento  | O     | Mg   | Si   | Cl   | Ca    | Fe   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|-------|------|------|--------|
| % atómico | 70.31 | 0.28 | 0.46 | 0.11 | 28.09 | 0.17 | 0.58 | 100.00 |

#### Espectro 2- capa de pintura

| Elemento  | O     | Na   | Mg   | Al   | Si   | Cl   | K    | Ca   | Pb   | Total: |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| % atómico | 89.85 | 3.41 | 0.61 | 0.47 | 0.57 | 1.29 | 0.80 | 1.34 | 1.65 | 100.00 |



Fotografía de la micromuestra V14 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo de fuchsina ácida



Fotografía de la micromuestra V14 con el microscopio MOLP tras realizar las pruebas de tinción con el reactivo Negro Sudán B

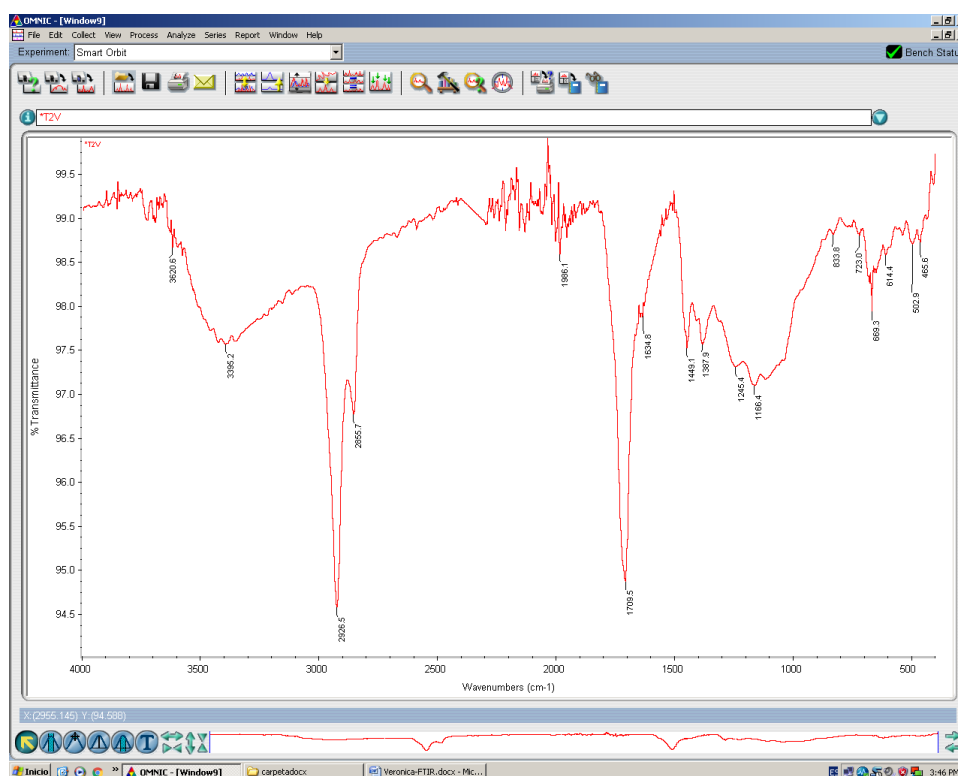
| <i>Estrato</i>         | <i>Presencia de material proteico</i> | <i>Presencia de material lipídico</i> |
|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Soporte</i>         | -                                     |                                       |
| <i>Preparación</i>     | Sí                                    | Sí                                    |
| <i>Capa de pintura</i> | -                                     | Sí                                    |
| <i>Capa de barniz</i>  | Sí                                    | Sí                                    |



## Anexo B. Resultados de las muestras de barniz analizadas con espectrometría FTIR y cromatografía de gases con espectrómetro de masas.

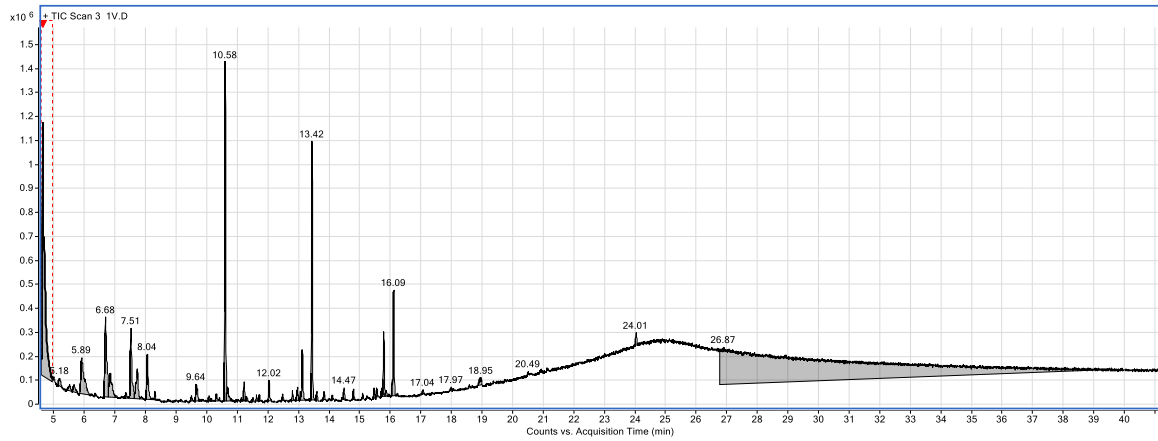
En este anexo se muestran de forma extendida los espectros FTIR y los cromatogramas obtenidos tras el análisis de las muestras de material de barniz de cada una de las obras, con su correspondiente tabla de composición molecular.

Espectro FTIR de la Muestra C1, correspondiente al Retrato de San Antonio María Claret



| Región IR (cm <sup>-1</sup> ) | Vibraciones (cm <sup>-1</sup> ) | Asignación  |  |
|-------------------------------|---------------------------------|---|--|
| 3700-3000                     | 3620                            | (-OH)   | Humedad presente en la muestra.        |
|                               | 3395                            | (-OH)   | Característico de ácidos carboxílicos  |
| 3000-2800                     | 2926                            | >C-H<br>I   | Grupos CH de metilenos                 |
|                               | 2855                            | >C-H<br>I   | Grupos CH de metilos                   |
| 1800-1500                     | 1709                            | (> C=O)   | Grupos carbonilo de ácidos o ésteres   |
|                               | 1634                            | (> C=O)   | Grupos carbonilo de un ión carboxilato |
|                               | 1245                            | $\begin{matrix} \text{O} \\ \diagup \\ \text{=C-} \end{matrix}$ | Acetatos, ésteres de ácidos elevados.  |
| 1200-650                      | 1166                            |   | Ésteres.                               |

Cromatograma de la muestra C1 correspondiente al Retrato de S. Antonio María Claret

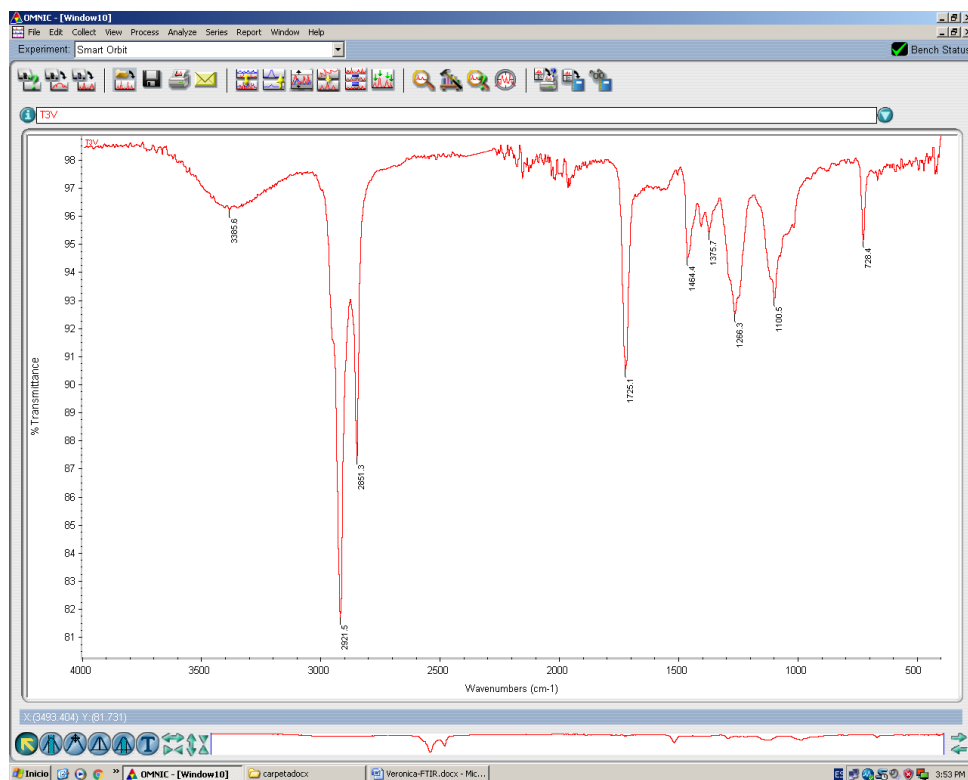


| TR (minutos) | Compuesto                              | Observaciones                                     |
|--------------|--|---|
| 7.51         | Ester dimetílico del ácido tereftálico | Ácido graso característico de barnices sintéticos |
| 8.04         | Ácido azelaico                         | Ácido graso característico de los aceites         |
| 10.58        | Ácido mirístico                        | Ácido graso característico de los aceites         |
| 13.42        | Ácido palmítico                        | Ácido graso acompañante de las ceras              |
| 16.09        | Ácido esteárico                        | Ácido graso acompañante de las ceras              |



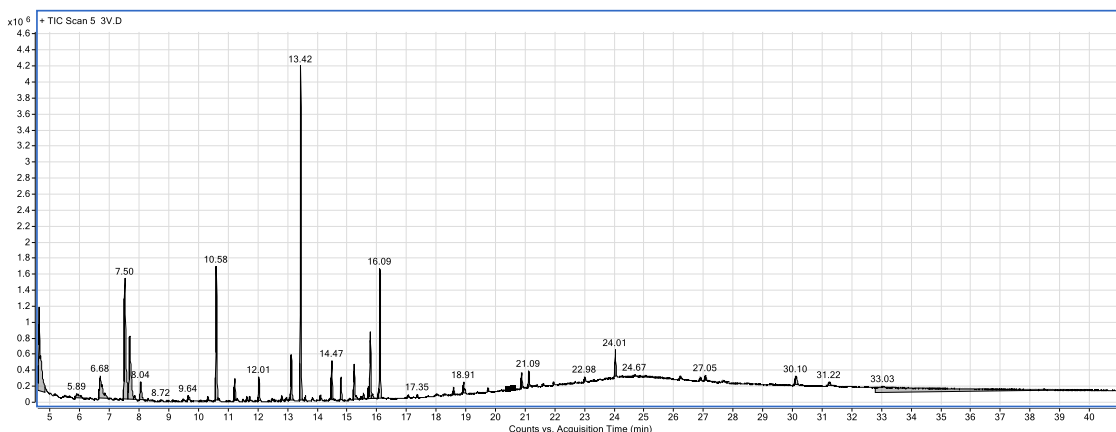
Espectro de masas de uno de los picos identificados

Espectro FTIR de la muestra 3C correspondiente a la “Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago”

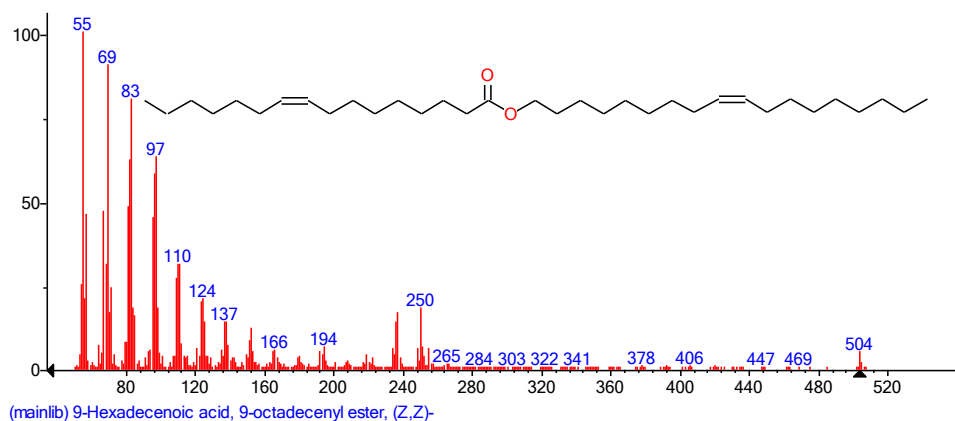


| Región IR (cm <sup>-1</sup> ) | Vibraciones (cm <sup>-1</sup> ) | Asignación   |  |
|-------------------------------|---------------------------------|--|--|
| 3700-3000                     | 3385                            | (-OH)  | Grupo OH propio de los Ácidos carboxílicos y humedad presente en la muestra. |
| 3000-2800                     | 2921<br>2851                    | >C-H<br>I  | Parafinas (-CH <sub>3</sub> , -CH <sub>2</sub> , )                           |
| 1800-1500                     | 1725                            | (> C=O)  | Grupos carbonilo de ácidos o ésteres/ cetonas                                |
| 1500-1200                     | 1464                            | -CH <sub>2</sub> -;-CH <sub>3</sub> -  | Pueden confundirse con bandas del esqueleto hidrocarbonado                   |
|                               | 1375                            | -CH <sub>3</sub> (-(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> - y -(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> doblete) |  |
|                               | 1266                            | -O-  |  |
| 1200-650                      | 1100                            | -O-  | Pueden confundirse con bandas del esqueleto hidrocarbonado                   |
|                               | 728                             | -(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> -   | Compuesto alifático  |

Cromatograma de la muestra C3 correspondiente a la “Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago”



| TR (minutos) | Compuesto                                 | Observaciones                                       |
|--------------|---|---|
| 7.50         | Ester dimetílico del ácido tereftálico    | Ácido graso característico de barnices sintéticos   |
| 10.58        | Ácido mirístico                           | Ácido graso característico de los aceites           |
| 14.47        | Oleyl Alcohol, methyl ether               | Ácido graso característico de los aceites           |
| 13.42        | Ácido palmítico                           | Ácido graso característico de los aceites           |
| 15.7         | Trans- 13- octadecenoico éste metílico    | Ácido graso característico de las ceras             |
| 16.09        | Acido esteárico                           | Ácido graso característico de los aceites           |
| 18.57        | Escualeno                                 | Cera de material de pescado                         |
| 21.09        | 9-Hexadecenoic acid, 9-octadecenyl ester, | Compuesto de una cera de 34 carbonos                |
| 24.01        | Escualeno                                 | Éster de un ácido graso característico de las ceras |



Espectro de masas de uno de los picos identificados

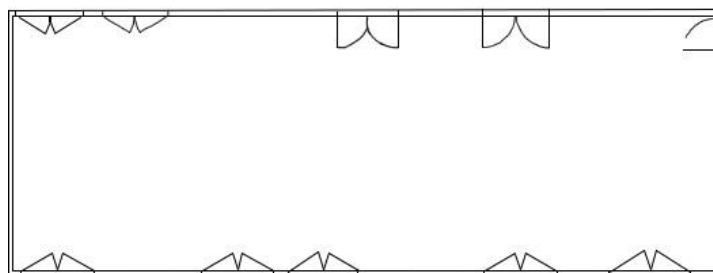
## Anexo C. Mediciones de los parámetros medioambientales que rodean las obras

Este anexo recopila los datos recogidos con los distintos medidores específicos para cada fenómeno, en forma de tablas graficadas. estas mediciones fueron tomadas una vez al mes (con excepción del mes de abril), durante cinco meses: febrero, marzo, junio, julio, agosto, con el fin de saber si los cambios estacionarios comportan fluctuaciones que se salen de los parámetros de seguridad establecidos para la conservación de obras de este tipo.

La siguiente tabla contiene las condiciones que fueron medidas y el equipo utilizado correspondiente a cada una.

| Parámetro                         | Equipo                           |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| Illuminancia                      | Luxómetro GM61                   |
| Humedad relativa                  | Intelligent moisture meter MO918 |
| Calidad del aire                  | TEMTOP detector                  |
| Temperatura                       | SamSonic Infrared thermometer    |
| Humedad y temperatura ambientales | Estación metereológica Auriol    |
| Incidencia de rayos UV            | UVAB                             |

A continuación, se muestra un plano de la sala donde se refleja la ubicación de las obras con respecto a las distintas fuentes de iluminación y elementos que condicionan los resultados.



*Fotografía del emplazamiento actual de las obras y su situación respecto a los focos de iluminación natural*

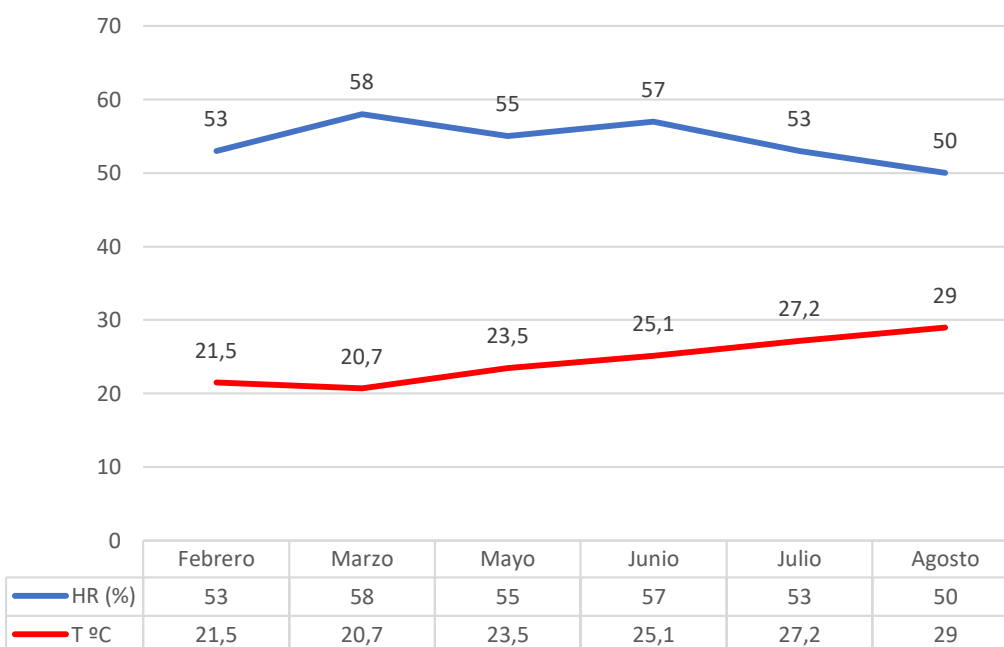
## Emplazamiento actual de las obras

Medidas de las condiciones medioambientales de la habitación donde se encuentran las obras actualmente.

### Humedad y temperatura ambientales- Estación meteorológica Auriol

|        | <i>Febrero</i> | <i>Marzo</i> | <i>Mayo</i> | <i>Junio</i> | <i>Julio</i> | <i>Agosto</i> |
|--------|----------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| HR (%) | 53             | 58           | 55          | 57           | 53           | 50            |
| T °C   | 21,5           | 22,5         | 23,5        | 25,1         | 27,2         | 29            |

#### a. Temperatura y humedad relativas del interior de la sala



Los valores de temperatura presentan un comportamiento ascendente con un aumento gradual de dos puntos de media a partir del mes de mayo. Existe una correlación entre estos valores y los de humedad ambientales, observándose que un descenso en la temperatura comporta un aumento de la humedad relativa y viceversa. El pico de T se sitúa en el mes de agosto con 29 grados mientras que la máxima de HR registrada dentro de este período tuvo lugar en el mes de marzo, con un 58%.

La siguiente tabla recoge los datos de T y HR extraídos de la web de la Agencia de Meteorología Estatal, que corresponden a la media anual del período comprendido entre 1981 y 2010 de la ciudad de Santa Cruz de Tenerife. Considerando que las temperaturas de los últimos años se encuentran en constante aumento, se han tomado los datos de la media de la T máxima de cada mes, recogiendo estos valores en una gráfica que incluye los datos de la situación interior (sala), expresados en la tabla anterior, y aquellos disponibles en la plataforma digital de la AEMET como referencia de los valores de T y HR del exterior del edificio (ciudad de Santa Cruz de Tenerife).

| Mes        | T    | TM   | Tm   | R   | H  | DR   | DN  | DT  | DF  | DH  | DD   | I    |
|------------|------|------|------|-----|----|------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Enero      | 18.2 | 21.0 | 15.4 | 32  | 64 | 4.2  | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 3.4  | 178  |
| Febrero    | 18.3 | 21.2 | 15.3 | 35  | 65 | 3.8  | 0.0 | 0.4 | 0.1 | 0.0 | 4.7  | 186  |
| Marzo      | 19.0 | 22.1 | 15.9 | 38  | 62 | 3.8  | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 5.3  | 221  |
| Abril      | 19.7 |      | 16.5 | 12  |    | 2.4  | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 4.3  | 237  |
| Mayo       | 21.0 | 24.1 | 17.8 | 4   | 61 | 0.9  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.7  | 282  |
| Junio      | 22.9 | 26.2 | 19.5 | 1   | 61 | 0.2  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 306  |
| Julio      | 25.0 | 28.7 | 21.2 | 0   | 58 | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.8 | 337  |
| Agosto     | 25.5 | 29.0 | 21.9 | 2   | 60 | 0.3  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 17.8 | 319  |
| Septiembre | 24.9 | 28.1 | 21.7 | 7   | 64 | 0.9  | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 7.8  | 253  |
| Octubre    | 23.4 | 26.3 | 20.3 | 19  | 66 | 3.1  | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 4.5  | 222  |
| Noviembre  | 21.3 | 24.1 | 18.4 | 34  | 65 | 4.7  | 0.0 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 3.1  | 178  |
| Diciembre  | 19.4 | 22.1 | 16.6 | 43  | 66 | 5.4  | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 3.0  | 168  |
| Año        | 21.5 | 24.6 | 18.4 | 226 | 63 | 29.7 | 0.0 | 2.2 | 0.3 | 0.0 | 92.0 | 2913 |

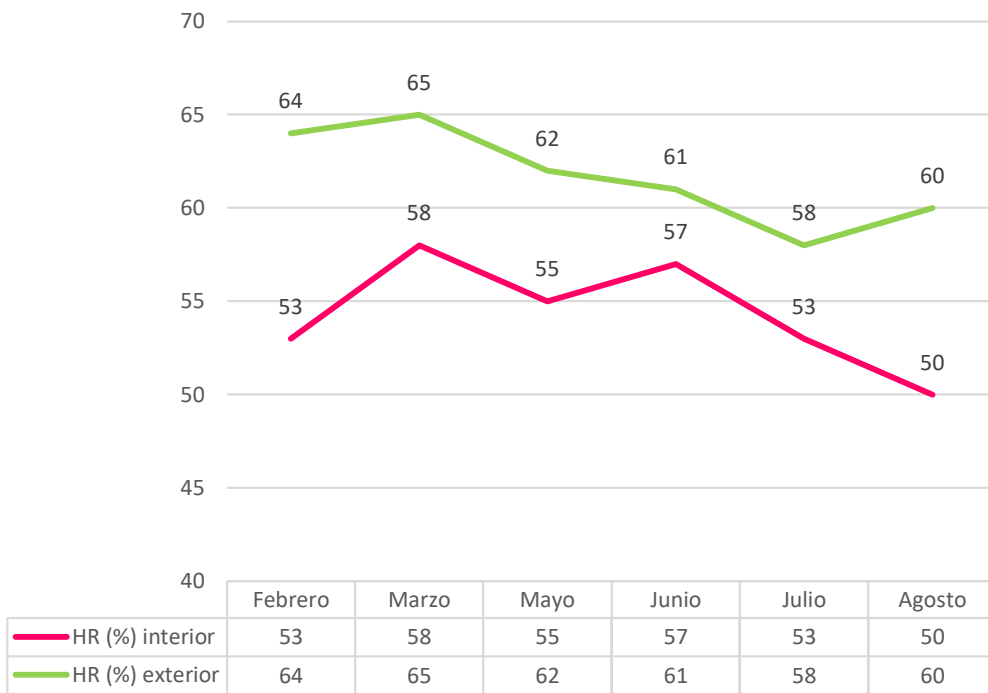
Fuente: AEMET

### Leyenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol

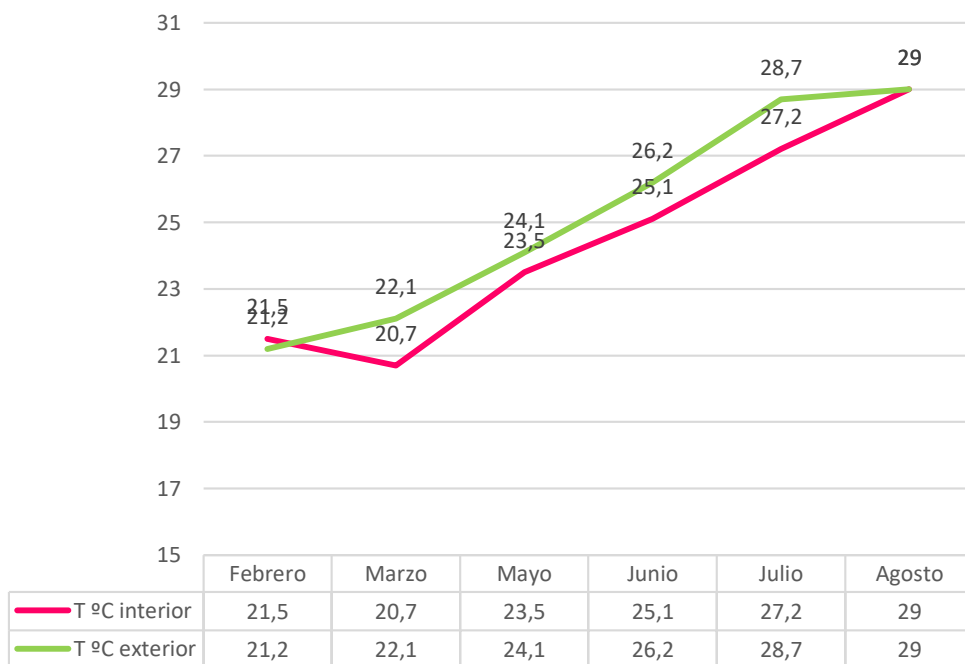
|        | Febrero | Marzo | Mayo | Junio | Julio | Agosto |
|--------|---------|-------|------|-------|-------|--------|
| HR (%) | 64      | 65    | 62   | 61    | 58    | 60     |
| T °C*  | 21,2    | 22,1  | 24,1 | 26,2  | 28,7  | 29     |

b. Comparación de los valores de humedad relativa del interior y el exterior de la sala (calle).



A diferencia que la temperatura, los valores de humedad relativa presentan más fluctuaciones, con un máximo de 58% para el interior de la sala y un 65% en el exterior. Tras realizar los cálculos correspondientes, se tiene que la media de la HR del exterior supera en un 7,3% los valores encontrados en el interior de la habitación.

c. Comparación de los valores de Temperatura del interior y el exterior de la sala (calle)





Al igual que en la gráfica “a”, se puede observar como la temperatura para la variable del exterior se encuentra en constante aumento. Tras realizar los cálculos correspondientes, se tiene que la temperatura interior es de unos 0,8 grados de media menor que la exterior.

#### Medidas de iluminancia- Luxómetro GM16

Refleja la cantidad o intensidad de la luz recibida por un cuerpo, medida en luxes. Los valores de iluminancia para las pinturas al óleo y material higroscópico deben estar entre los 150 y 200 lx para que no resulten perjudiciales para la obra.

Se han realizado varias mediciones considerando distintas situaciones de iluminación de la sala:  
d. Intensidad de la iluminación recibida directamente por las obras cuando las ventanas están abiertas (situación normal).

e. Intensidad de la iluminación recibida directamente por las obras cuando la puerta de acceso interno se encuentra abierta.

f. Intensidad de la iluminación emitida por las luces artificiales y que es recibida directamente por las obras.

d. Intensidad de la iluminación en la parte central del interior de la habitación en comparación con la cantidad de iluminación de la parte central del patio.

#### -Retrato de S. Antonio María Claret

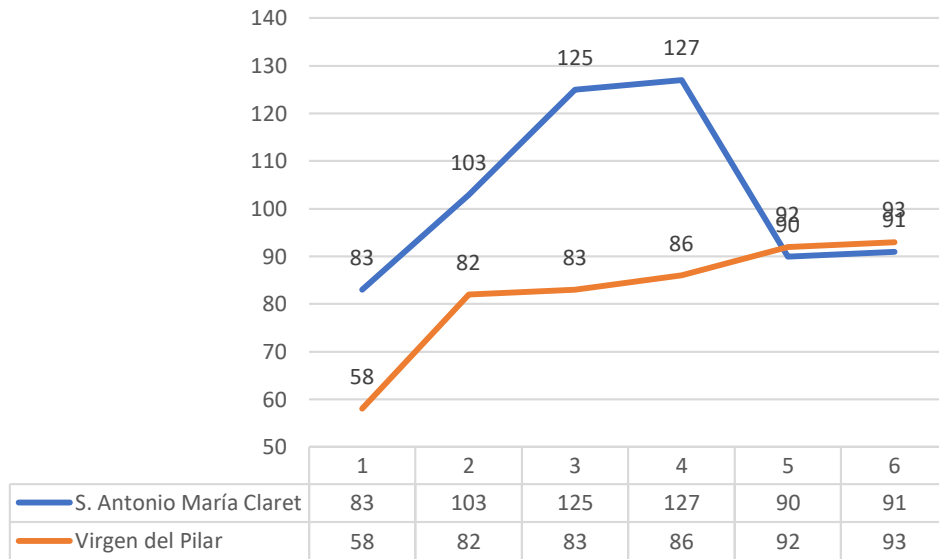
| <i>Iluminancia (lx)</i>             | <i>Febrero</i> | <i>Marzo</i> | <i>Mayo</i> | <i>Junio</i> | <i>Julio</i> | <i>Agosto</i> |
|-------------------------------------|----------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| Ventanas abiertas                   | 83             | 103          | 125         | 127          | 90           | 91            |
| Puerta abierta y ventanas cerradas  | 8              | 27           | 30          | 29           | 8            | 61            |
| Ventanas cerradas, luces encendidas | 93             | 97           | 82          | 89           | 59           | 75            |

#### -Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago

| <i>Iluminancia (lx)</i>                 | <i>Febrero</i> | <i>Marzo</i> | <i>Mayo</i> | <i>Junio</i> | <i>Julio</i> | <i>Agosto</i> |
|---|----------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| Puerta cerrada y tres ventanas abiertas | 58             | 82           | 83          | 86           | 92           | 93            |
| Puerta abierta y ventanas cerradas      | 10             | 31           | 20          | 21           | 12           | 11            |
| Ventanas cerradas, luces encendidas     | 110            | 88           | 88          | 86           | 82           | 76            |

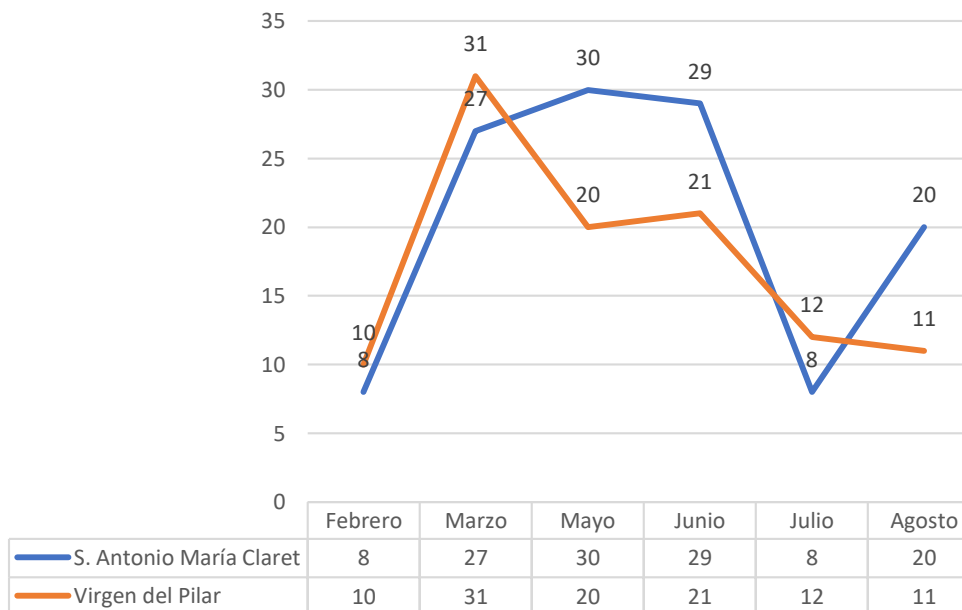
Comparativa de la cantidad de iluminancia recibida por ambas obras en condiciones específicas

d. Ventanas abiertas



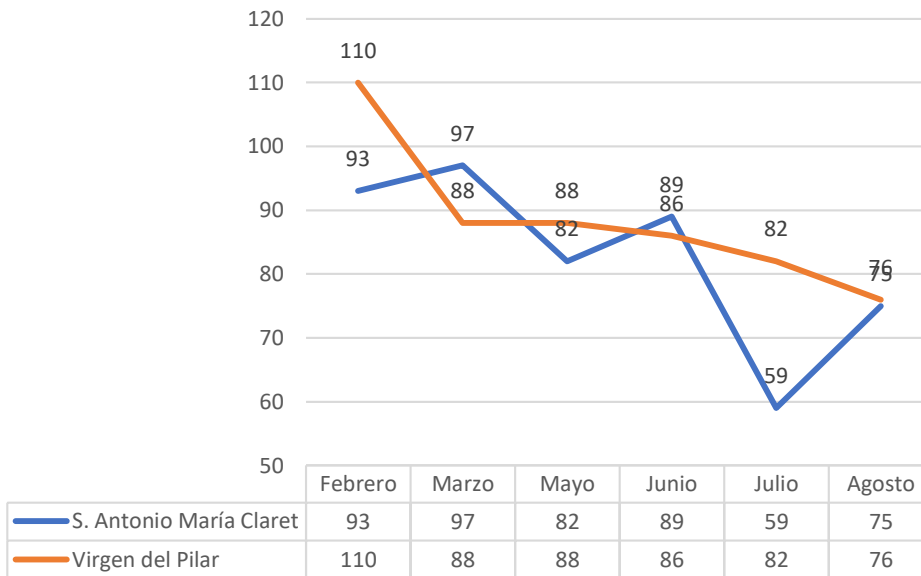
Las dos magnitudes presentan un comportamiento similar debido a que ambas obras se encuentran equidistantes a la fuente de iluminación principal (ventanas). La obra de S. Antonio María Claret recibe una media de 21lx más que la Aparición de la Virgen del Pilar. Esto es debido a su ubicación dentro de la sala, ya que se encuentra en medio de dos ventanas, mientras que la pintura de la Virgen está próxima a una puerta cuya entrada de luz es menor.

e. Ventanas cerradas, puerta abierta



Tras examinar la gráfica se tiene que ambos vectores presentan un comportamiento similar, apuntando un aumento significativo para el mes de marzo producido por el cambio estacionario. Por otro lado, se observa como a partir de mayo los valores no suben, sino se mantienen constantes (S. Antonio M Claret) e incluso se ven disminuidos significativamente debido a la presencia de la cubierta del patio central que aísla la incidencia de rayos lumínicos. La obra de López Ruiz recibe una media de 8,5 lx más que la obra del XVIII, debido a su proximidad a la puerta de acceso.

f. Ventanas y puertas cerradas, luces encendidas



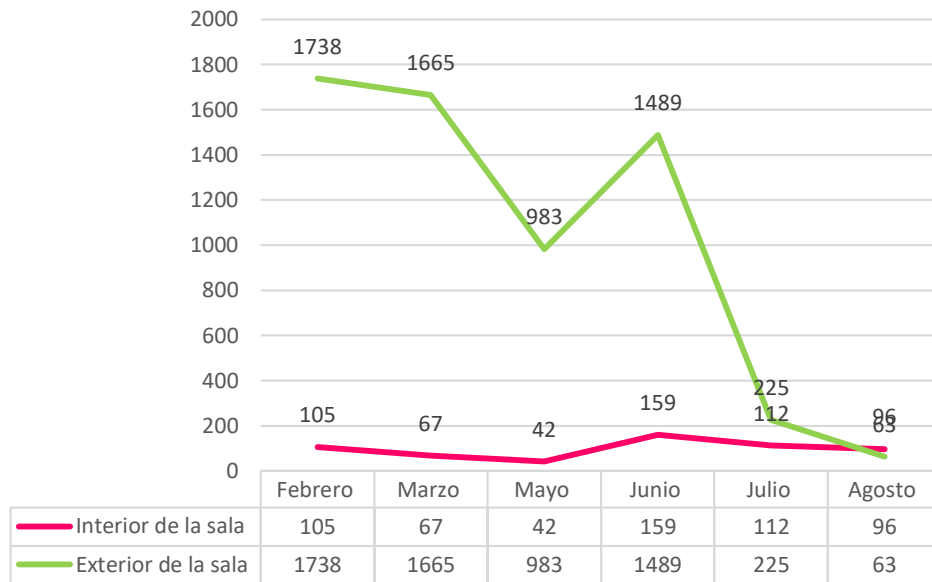
Esta gráfica expresa los datos de iluminancia correspondientes a la luz emitida por las lámparas artificiales que incide directamente sobre las obras. Se tiene que los valores de ambos vectores se encuentran muy próximos (a excepción de los registrados el mes de Julio), por lo que ambas obras reciben un flujo de iluminación similar. El máximo registrado es de 110lx para la obra de S. Antonio María Claret.

Tras evaluar los resultados obtenidos con las distintas condiciones de iluminación de la sala, se concluye que los cuadros no presentan riesgo de deterioro por iluminación ya que la incidencia lumínica no excede los 200lx máximos para su conservación.

| <i>Iluminancia (lx) en el centro de la sala</i> | <i>Febrero</i> | <i>Marzo</i> | <i>Mayo</i> | <i>Junio</i> | <i>Julio</i> | <i>Agosto</i> |
|---|----------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
|   | 105            | 67           | 42          | 159          | 112          | 96            |

| <i>Iluminancia (lx) por fuera de la sala</i> | <i>Febrero</i> | <i>Marzo</i> | <i>Mayo</i> | <i>Junio</i> | <i>Julio</i> | <i>Agosto</i> |
|--|----------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
|  | 1738           | 1665         | 983         | 1489         | 225          | 63            |

- g. Comparación de los niveles de iluminancia en el interior (centro) y exterior de la habitación (por fuera del umbral de la puerta).

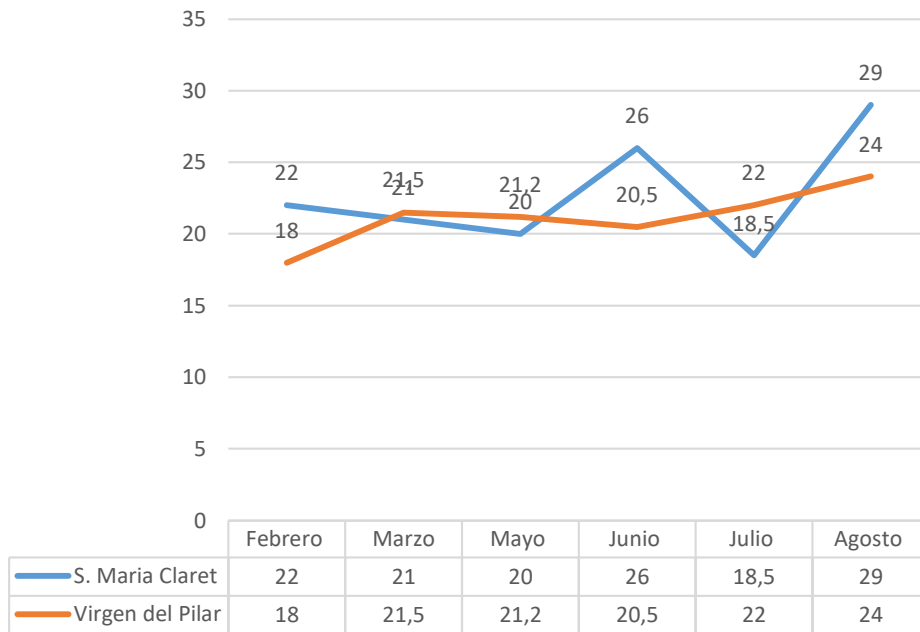


Con estos resultados se establece que existe una reducción significativa de la iluminación contenida en el interior de la sala con respecto a las proximidades, con una diferencia media de 926 lx.

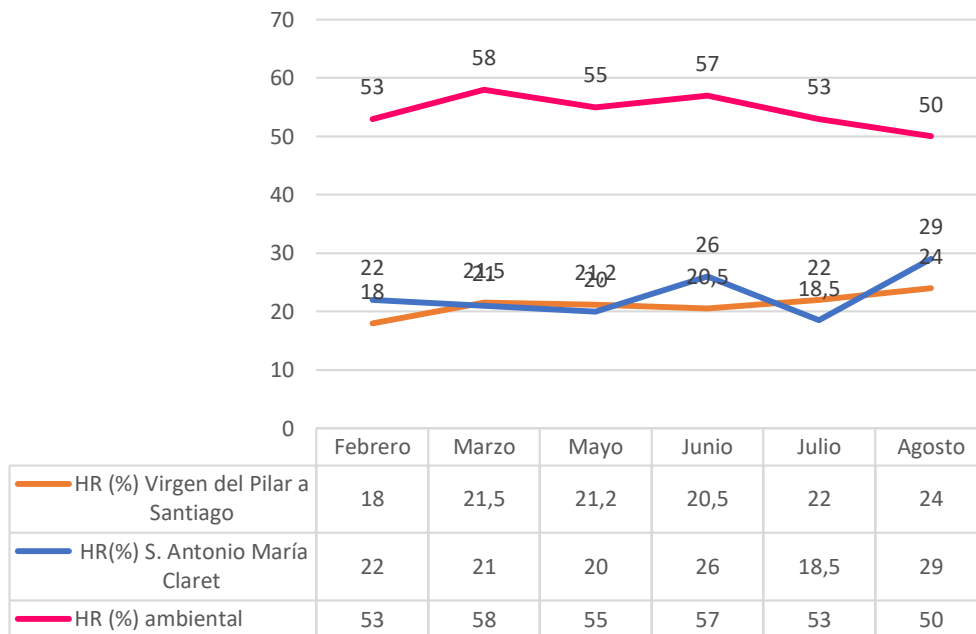
Medidor del porcentaje de humedad de las paredes

| <i>Índice de humedad contenida en la pared (%)</i> | <i>Febrero</i> | <i>Marzo</i> | <i>Mayo</i> | <i>Junio</i> | <i>Julio</i> | <i>Agosto</i> |
|--|----------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| Pared con supuesta presencia de humedad            | 25             | 22           | 23          | 20           | 22,5         | 22,5          |
| Retrato S. María Claret                            | 22             | 21           | 20          | 26           | 18,5         | 29            |
| Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago        | 18             | 21,5         | 21,2        | 20,5         | 22           | 24            |

h. Humedad contenida en las paredes contiguas a las obras.



i. Comparación del porcentaje de humedad relativa ambiental con respecto a la humedad contenida en las paredes



En la gráfica se puede observar como el nivel de humedad contenida en la pared es claramente menor que el porcentaje de humedad presente en el ambiente, con una reducción media de 32,32%.

### Mediciones de la calidad del aire

| Contaminantes | Junio                  |      | Julio                  |                                | Agosto                 |      |
|---------------|------------------------|------|------------------------|--------------------------------|------------------------|------|
| HCHO          | 0,04 mg/m <sup>3</sup> | Safe | 0,08 mg/m <sup>3</sup> | Unhealthy for sensitive groups | 0,05 mg/m <sup>3</sup> | Safe |
| TVOC          | 0,16 mg/m <sup>3</sup> | Safe | 0,30mg/m <sup>3</sup>  | Moderate                       | 0,20 mg/m              | Safe |

### Temperatura de la superficie de las obras. Termómetro de infrarrojos

| Obra  | Febrero | Marzo | Mayo | Junio | Julio | Agosto |
|---|---------|-------|------|-------|-------|--------|
| Retrato de S. María Claret                  | 19,8    | 20,8  | 22,6 | 23,6  | 26,5  | 27,1   |
| Aparición de la Virgen del Pilar a Santiago | 19,6    | 20,4  | 22,5 | 23,4  | 26,5  | 27     |

### Incidencia de rayos UVAB

Tras haber realizado repetidas pruebas con el medidor de radiación UV se confirma que las lámparas de iluminación artificial de la sala no son emisores. Así mismo, se realizaron mediciones sobre las obras bajo condiciones de iluminación natural procedente de las ventanas, para lo que se obtuvo un registro de 0.00 mW/cm<sup>3</sup>

La máxima lectura obtenida en el mes de febrero fue de 0.10 mW/cm<sup>3</sup> proveniente de una ventana, en comparación con el exterior en el que se registraron valores de entre 88 y 96 mW/cm.

En el mes de junio se registraron lecturas de 96 y 106 mW/cm<sup>3</sup> en las ventanas dispuestas a los lados de las obras, no obstante, la incidencia de estos rayos UV sobre las obras de forma directa es de 0 mW/cm<sup>3</sup>

### **Medición de los parámetros medioambientales del depósito donde estuvieron las obras en el período 1986/1991- 2011.**

|                                      | Emplazamiento anterior |      | Emplazamiento actual |
|--------------------------------------|------------------------|------|----------------------|
| Temperatura (°C)                     | 28                     |      | 29                   |
| Humedad relativa ambiental (%)       | 53                     |      | 50                   |
| Humedad contenida en las paredes (%) | 16,5                   |      | 26,5                 |
| Calidad ambiental del aire           | PM 2.5                 | 10.8 | 13.5                 |
|                                      | PM 10                  | 14.5 | 18.6                 |
|                                      | TVOC                   | 0.04 | 0.20                 |
|                                      | HCHO                   | 0.15 | 0.05                 |