

DEPARTAMENTO DE  
CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN

# Conservación de Arte Contemporáneo

25ª Jornada

MUSEO NACIONAL  
CENTRO DE ARTE  
REINA SOFIA

MUSEO NACIONAL CENTRO DE ARTE REINA SOFÍA  
DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN

# Conservación de Arte Contemporáneo 25ª Jornada

Marzo 2024



# Índice

<i>Buste de jeune femme</i> , de Pablo Picasso: estudio e intervención .....	13
PALOMA CALOPA RODRÍGUEZ / ANA IRURETAGOYENA GARCÍA / HUMBERTO DURÁN ROQUE / MARÍA BARRA RÍOS	
Proceso de toma de decisiones en el tratamiento de un ataque fúngico en una obra del artista Silvestre Moros.....	23
CARMEN ESTRELA MONREAL / PILAR BOSCH-ROIG / LAURA SILVESTRE GARCÍA / LAURA FUSTER LÓPEZ	
Traseras en pintura contemporánea: análisis del impacto por acumulación de gases contaminantes.....	43
DANIEL MORALES-MARTÍN / MAYTE PASTOR VALLS / ALICIA SÁNCHEZ ORTIZ	
Proceso de restauración de un mural cerámico de Arcadio Blasco, del patrimonio de la Universidad Autónoma de Madrid.....	61
JOAQUÍN BARRIO / AMAYA ALDAZÁBAL / MARINA DÍAZ / SUSANA LÓPEZ GINESTAL / SOFÍA JIMENEZ / JAIME CUEVAS	
Robot para digitalización multiespectral 3D.....	79
ANTONIO ÁLVAREZ FERNÁNDEZ-BALBUENA / DANIEL VÁZQUEZ-MOLINÍ / ANTO J. BENÍTEZ / IZAN MORÓN HERRERO / DAVID ALONSO URBANO / JORGE GARCÍA GÓMEZ-TEJEDOR / HUMBERTO DURÁN ROQUE	
Instituto Inhotim, de Brasil: los desafíos de exposición y conservación del mayor museo de arte contemporáneo al aire libre de América Latina.....	85
BRUNA DIOGO DE OLIVEIRA / ELAINE DIAS MATOS DO CARMO / THIAGO DE PINHO BOTELHO / ÁLISSON VALENTIM DE FREITAS / ALEXANDRO DA SILVA MACIEL / ANTÔNIO CARLOS SOARES / PAULO LEONARDO RODRIGUES	
Documentación y puesta en valor del colectivo Sugoí Zirkoa: memoria del circo contemporáneo .....	93
ROSALINA NESPRAL FERNÁNDEZ	
Propuesta de consolidación para superficies pictóricas mates.....	107
IRIS HERNÁNDEZ ALTAREJOS / JULIA OSCA PONS / M.ª PILAR SORIANO SANCHO / JOSÉ LUIS REGIDOR ROS	
Recuperación de fotografías tras una inundación: la colección del fotógrafo Bob Wolfenson .....	123
JULIANA BITTENCOURT BOVOLENTA / LEANDRO MELO / FERNANDA CICERO DE SÁ / TALITA RENNÓ BRUNO	
Juan Manuel Sánchez Ríos y su cerámica mural de la Plaza de la Remonta, en el barrio de Tetuán (Madrid): reivindicación al origen de un distrito y propuesta de conservación y restauración.....	139
DULCE GALÁN HERRADOR	

El proceso creativo de Joan Miró en su pintura: dibujos subyacentes y obras reutilizadas .....	153
ELISABET SERRAT / JAVIER BECERRA / ANNA VILA	
Óleo y resina de poliestireno: estudio e intervención de una obra pictórica de José Luis Zumeta .....	171
EVA LUNA EZKURRA LEÓN / ERIKA TARILONTE PÉREZ / ENARA ARTETXE SÁNCHEZ / JOSÉ LUIS LARRAÑAGA ODRIÓZOLA / ILARIA COSTANTINI	
La evaluación como herramienta fundamental en la conservación de fondos documentales y museísticos ..	187
PEDRO GARCÍA ADÁN	
La memoria y la obra del tiempo: una reflexión transversal .....	197
GABRIELLA LOCCI	
Restauración del caucho de la obra del artista Enric Pladevall.....	209
NATALIA PORTABELLA MACCHI	
Protección de obras en acero cortén. Modificación cromática y valoración del artista y el restaurador .....	215
SARA DE MIGUEL MORENO / SILVIA GARCÍA FERNÁNDEZ-VILLA / EMILIO CANO DÍAZ	
Biografías.....	229

# Traseras en pintura contemporánea: análisis del impacto por acumulación de gases contaminantes

DANIEL MORALES-MARTÍN / MAYTE PASTOR VALLS / ALICIA SÁNCHEZ ORTIZ

Cuando se coloca una trasera en pintura sobre tela se crea una cámara de aire donde se acumulan gases contaminantes emitidos por la propia obra y el material de protección. En este trabajo, se aborda el estudio del pH ambiental en dicho espacio como un método para evaluar el resultado de la presencia e interacción de las distintas emisiones.

A través de un ensayo experimental con modelos, cuya realización se hizo tomando como referencia la colección del Museu d'Art Contemporani Vicente Aguilera Cerni, se aplicaron los sensores ópticos de pH ambiental patentados por el grupo de investigación Cultura Material y Patrimonio CERVITRUM (CSIC). Con la metodología desarrollada en la investigación se pudo comprobar la influencia conjunta de las características de la pintura contemporánea y del tipo de trasera.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo, que se presentó en la 25ª Jornada de Conservación de Arte Contemporáneo, forma parte de la tesis doctoral del autor principal del texto, que aborda la protección indirecta del reverso en lienzos de algodón.

En pintura sobre tela, las traseras son una medida de conservación preventiva que permite minimizar la acción de diversos factores de degradación externa. Según el Canadian Conservation Institute: “Todos los cuadros deberían contar con uno de estos sistemas aislantes”<sup>[1]</sup>. Hoy en día, en los manuales ya se les recomienda a los artistas que hagan uso de ellas. Una de sus funciones máspreciadas es la capacidad de mitigar los efectos negativos de las vibraciones, de la manipulación y del traslado continuo de las obras, riesgos a los que muchas pinturas contemporáneas están expuestas desde su origen, al concebirse como obras itinerantes. Por ello, y por adecuarse a los actuales criterios de mínima intervención<sup>[2]</sup>, la colocación de traseras cuenta con una sólida aplicación en el ámbito de la conservación de pintura sobre tela tradicional y contemporánea. No obstante, aunque *a priori* se asemejen, las diferencias en concepto y materia entre ambas categorías son sustanciales, lo que obliga a plantear las intervenciones sobre las obras considerando conjuntamente todas sus perspectivas. Esto implica tener que actuar de una forma más reflexiva, incluso en aquellas intervenciones habituales y menos innovadoras [F. 01].

De este modo, se ha considerado relevante estudiar el efecto de la interacción de las partes que influyen en el microclima que se genera entre el reverso de la pintura y el sistema de protección. En este punto concreto se presta atención a la acumulación de gases contaminantes y a su repercusión en la conservación de la obra. Una atmósfera contaminada actúa como elemento catalizador del proceso de hidrólisis ácida de la celulosa, que compone las fibras de los lienzos de origen vegetal. Este fenómeno se acelera por una mayor concentración de contaminantes, unos valores de humedad relativa y de temperatura elevados, y un tiempo de exposición prolongado. Además, este mecanismo de alteración puede verse aumentado por la acción combinada de otros factores externos, como son los agentes oxidantes.

Tanto la pintura como los materiales de protección son fuentes primarias de emisiones contaminantes. Muestra de ello es el trabajo de Stephen Hackney, en el que compara los ácidos volátiles acumulados en el interior de una trasera de fibras de madera (*oil-tempered hardboard*) cubierta con un film de poliéster y de otra de PVC espumado<sup>[3]</sup>. En principio, las dos opciones eran consideradas inertes. La primera por contar con un material aislante, impermeable a los ácidos en su cara interna; y la segunda, por su propia naturaleza. En ambos casos, mediante las *A-D Strips*, se detectaron gases ácidos, si bien, su concentración era mayor en la primera que en la segunda. Los contaminantes detectados con la trasera de fibras de madera provenían del tablero, cuya barrera había resultado ineficiente; y los del respaldo de PVC espumado de la propia obra fueron asociados con las emisiones ácidas típicas de la madera del bastidor.

En las obras, además de los contaminantes derivados de la madera, se han detectado otros compuestos orgánicos volátiles que han sido identificados como residuos de disolventes, plastificantes y aditivos usados en la manufactura de los materiales que conforman la pieza. El nivel de emisión de estas sustancias es mayor cuando los productos son recientes. Sin embargo, en su proceso natural de envejecimiento también se pueden generar compuestos gaseosos que son denominados productos de degradación. Además, dos o más contaminantes pueden interactuar sinérgicamente entre sí y dar lugar a compuestos secundarios.

Hasta el momento, son limitados los trabajos que abordan el estudio de esta problemática en el espacio que se crea solamente con la colocación de traseras sin protección frontal. El más relevante es el de

[1]

Daly Hartin, Debra, *Dos protecteurs pour les peintures sur toile*, Notes de l'Institut canadien de conservation (ICC), 2016, <https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services-publications-conservation-preservation/notes-institut-canadien-conservation/dos-protecteurs-peintures-toile.html> [Última consulta: 11-10-2023].

[2]

Morales-Martín, Daniel; y Sánchez Ortiz, Alicia, “El concepto de mínima intervención en el soporte de tela pintado”, *Kermes: la revista del restaurador*, n.º 121, 2021, pp. 55-60.

[3]

Hackney, Stephen, “Colour measurement of acid-detector strips for the quantification of volatile organic acids in storage conditions”, *Studies in Conservation*, n.º 61, 2016, pp. 55-69.

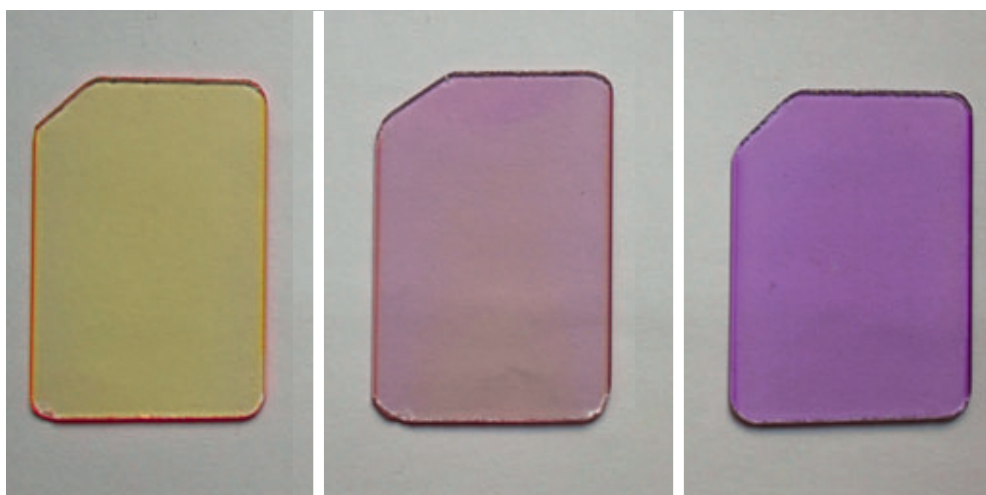


[F. 01]  
Trasera de cartón pluma de conservación (Fome-Cor) en una pintura contemporánea de pequeño formato, 101 x 70 cm.

Hackney, anteriormente comentado. No obstante, se han realizado otros proyectos de índole similar y, en parte, extrapolables, que se han centrado en analizar individual y cuantitativamente los contaminantes presentes en un microclima parecido<sup>[4]</sup>. Pero este enfoque deriva en una actividad compleja, debido a las razones expuestas a continuación. De un lado, la identificación de un compuesto requiere de una o varias técnicas de análisis que sean sensibles a cada uno de ellos o, en su defecto, a un reducido grupo de la misma familia; y, de otro lado, la concentración de dichos elementos depende directamente del volumen del espacio confinado, de las superficies absorbentes y del nivel de ventilación. Además, las atmósferas, aún en pequeños ambientes cerrados, no son constantes y, por tanto, su estudio cuantitativo se vuelve difícil.

Por estos motivos, en la presente investigación se aborda la cuestión desde un enfoque diferente al habitual. El propósito no es identificar los contaminantes presentes en la cámara de aire que se

[4]  
Dahlin, Elin, *PROPAINT - Improved protection of paintings during exhibition, storage and transit*. Final activity report, 2010.



[F. 02]

De izquierda a derecha, respuesta óptica de los sensores de pH tras ser expuestos en atmósfera ácida, neutra y básica.

[5]

Villegas, María Ángeles, *et al.*, *Sistema para la determinación de acidez ambiental y método que hace uso del mismo* [número de patente: P201003107], 2010.

crea en el reverso de la pintura al colocarle una trasera, sino evaluar cómo su presencia y convivencia afectan a las características de la misma. Una de las formas más apropiadas para ello es medir el pH del aire, cuyo valor se debe a la suspensión de distintas sustancias contaminantes. Así lo demostró el grupo de investigación Cultura Material y Patrimonio (CERVITRUM) del Instituto de Historia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) que, a lo largo de los años, ha implementado este sistema como estrategia de conservación preventiva. En el año 2010, junto con la Universidad Politécnica de Madrid, patentaron los sensores ópticos de pH ambiental y su método de evaluación (P201003107)<sup>[5]</sup>, que, por el momento, es la única tecnología capaz de medir eficazmente de forma cualitativa y cuantitativa el pH en fase gaseosa. A diferencia de otras técnicas, estos sensores tienen un amplio rango de respuesta, ya que no son específicos para un compuesto químico en concreto, sino que tienen una respuesta directa ante cualquier sustancia capaz de interactuar con la fase sensible que los constituyen.

La síntesis de los sensores se basa en la tecnología Sol-gel, con la que se obtiene un recubrimiento vítreo de una porosidad determinada según su grado de densificación térmica. Este fenómeno permite dotar dicho recubrimiento con una sustancia reactiva que se ubica en los huecos intersticiales de la red, y al quedar absorbida en esta estructura puede interactuar con los compuestos del exterior. De acuerdo con las características generales de los espacios en los que habitualmente se emplean estos sensores, el reactivo que se utiliza es el rojo de clorofenol (diclorofenol sulfonato ftaleína). Este cambia de color, desde el morado en los ambientes neutros (pH=7,0), hasta el amarillo en los ácidos (pH=4,8). Dicho fenómeno se debe a las dos formas tautoméricas del compuesto, que de manera respectiva se caracterizan por bandas de absorción en el espectro visible, en torno a 430 y 570 nm [F. 02].

Esta respuesta óptica de los sensores se interpreta como su valoración cualitativa, la cual se convierte en una evaluación cuantitativa con el equipo de medida diseñado a tal efecto. Esta unidad está compuesta por un espectrofotómetro UV-VIS de transmisión que permite registrar las variaciones de la intensidad de la absorción de los sensores en el intervalo de la longitud de onda visible. Esta medida se correlaciona con una curva de calibración que da el valor del pH del aire al que ha estado expuesto el sensor, con una precisión de  $\pm 0,1$  unidades en la escala de pH.

El objetivo general de la investigación es aplicar por primera vez esta tecnología para evaluar cómo afectan a la calidad microambiental los contaminantes que se acumulan en el reverso de una

pintura cuando se le coloca una trasera. De forma específica, se busca determinar el pH del microclima de acuerdo con los aspectos pictóricos de la pieza, del sistema de trasera y de los materiales utilizados en su confección. De este modo, la finalidad principal reside en valorar si las características reales del binomio “pintura contemporánea-protección” pueden volver contraproducente esta medida de conservación preventiva.

## MÉTODOS Y MATERIALES

Para alcanzar los objetivos establecidos en esta investigación, se diseñó un plan de trabajo específico, cuyo eje central estaba marcado por las necesidades de las obras, del tratamiento y de los propios conservadores-restauradores. Como punto de partida se tomaron diferentes proyectos. Por un lado, aquellos donde se han analizado los contaminantes acumulados en el interior de distintos marcos climáticos y cajas de almacenaje; y, por otro, los estudios sobre las emisiones individuales de los materiales susceptibles de ser utilizados como traseras y las investigaciones acerca de las funciones de estas últimas.

De este planteamiento derivó una metodología de trabajo experimental con modelos, basada en tres premisas fundamentales: las características reales de la pintura contemporánea, su entorno de exposición y el uso actual de las traseras. Así, el proyecto quedó dividido en cuatro fases interrelacionadas, donde la primera establece los criterios para el desarrollo del resto:

- 1) Selección de un caso de estudio<sup>[6]</sup>.
- 2) Elaboración de maquetas (supuesto pictórico y traseras).
- 3) Diseño de los parámetros ambientales del ensayo.
- 4) Aplicación de los sensores ópticos de pH.

### Caso de estudio

El Museu d'Art Contemporani Vicente Aguilera Cerni (MACVAC) se seleccionó como objeto de estudio en base a dos razones principales. En primer lugar, por las características de su colección; un fondo de naturaleza dinámica conformado por más de setecientas obras donadas o cedidas a la institución. Esta alberga distintas muestras de artistas nacionales e internacionales, desde principios del siglo XX hasta el XXI, siendo las vanguardias su principal sello de identidad. Pero sin duda, como señaló Patricia Mir Soria, su punto fuerte son las representaciones artísticas del ámbito nacional en las décadas comprendidas entre los años 50 y parte de los 80 del siglo pasado<sup>[7]</sup>. Desde el punto de vista de la conservación, este museo se convierte en un escenario de gran interés por la diversidad y riqueza de materiales que pueden llegar a cohabitar en una misma pieza<sup>[8]</sup>. Y, en segundo lugar, por los aspectos inherentes a la sede principal del museo: el Palau del Batlle, un edificio rehabilitado del siglo XV declarado Bien de Interés Cultural en marzo de 2005. El interior se distribuye en cuatro niveles interconectados en el plano vertical y horizontal, que en conjunto dan lugar a un total de veintinueve salas. Otra característica del espacio es la heterogeneidad de su forma, donde junto a grandes y pequeñas estancias conviven elementos arquitectónicos del edificio: hogares, techos de madera con materiales de construcción nuevos y reutilizados, una capilla con pinturas murales del siglo XVII<sup>[9]</sup>, etcétera. Y todos ellos ligados ineludiblemente a la historia y a la creación del actual museo. Por lo que, a la hora de plantear las estrategias de conservación preventiva de sus obras, estos aspectos deben de tenerse en consideración [F. 03].

[6] Esta acción se realiza con la intención de aplicar a futuro, el ensayo sobre el caso de estudio elegido.

[7] Mir Soria, Patricia, “Luces en la penumbra. Análisis de las corrientes artísticas de la colección del MACVAC”, *Diferents. Revista de museus*, n.º 1, 2016, pp. 72-96.

[8] En busca de nuevas formas de expresión, durante estos periodos artísticos se enfatiza el uso experimental de las técnicas tradicionales junto a otras más innovadoras y de reciente creación. Así, aparecen otros sistemas de aplicación; el adulterado y la modificación de la materia; la incorporación de elementos ajenos al campo de las artes; entre otra serie de recursos claves en el discurso creativo de estas obras que reflejan el complejo contexto sociopolítico de su momento. Pastor Valls, María Teresa, *Estudio de sistemas y tratamientos de estabilización de capas pictóricas no protegidas en pintura contemporánea. Criterios y metodologías de actuación* [Tesis doctoral], Valencia, Universitat Politècnica de València, 2013, pp. 109-114.

[9] Actualmente, estas pinturas y el espacio que ocupan forman parte de la instalación *Altar de un pueblo español*, Alfredo Alcáin, 1970.

[F. 03]

Vista de las salas 22 (lateral izquierdo) y 28 (parte superior) desde la número 18. En la imagen, se puede apreciar la comunicación entre los espacios y también los diversos elementos arquitectónicos que caracterizan el interior del MACVAC.

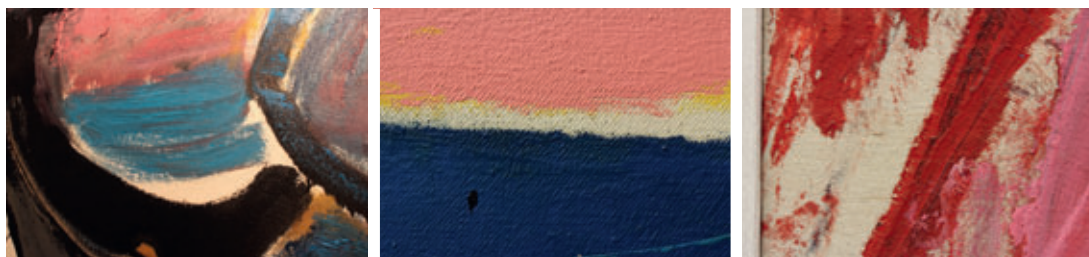


### Elaboración de los modelos: supuesto pictórico

En febrero de 2022, se comenzó a estudiar la colección de pintura sobre tela del MACVAC, compuesta en ese momento por 285 piezas. Según los datos extraídos de las fichas técnicas, estas se clasifican entre categorías generales: óleo (48 %), acrílico (21 %) y técnica mixta (19 %). El 12 % restante está constituido por pinturas en cuya ficha el autor hace una descripción más detallada. Algunos ejemplos son: óleo y acrílico, María Acuyo, *En el camino*, 2016; óleo sobre témpera de huevo, Carmen Pérez-Seoane Cullén, *Crucifixión*, 1975; óleo y pan de oro, Mariajosé Gallardo, *Sin título*, 2016; óleo y tiza, Paco Munyoç Obrador, *Sin título*, 1982; óleo y esmalte, Jordi Teixedor, *N. 325*, 1978; acrílico y materia, Erneso Bailo Xerri, *Juntos y separados*, 1979; acrílico y látex-pigmento, José Manuel Guillén Ramón, *Coleccionistas*, 1987; acrílico y purpurina, Eduardo Úrculo, *Sin título*, 1971; temple vinílico, Guillermo Pérez Villalta, *Dos sabios*, 1995; grafito y carbón, Lariña, *Espera milagrosa*, 2016; y tinta, Marcos Figueroa, *Guerrero*, 1992.

Gracias a los estudios técnicos y a las intervenciones de restauración, se conoce con precisión la combinación de materiales presentes en ciertas obras del museo. Por ejemplo, en el díptico *Pintar la mar*, de Manuel Boix, la técnica mixta está constituida por diferentes procedimientos de dibujo. Sobre un lienzo de algodón, aprestado con cola de conejo, se combinan lápices grasos, carboncillo, tinta china Pelikan®, lápiz y pintura al óleo, en la que se identificaron pigmentos a base de plomo y lacas orgánicas. Todo ello estaba protegido con una capa superficial de barniz alquídico de la marca Titanlux®. En la obra *Hombre Alienado*, de Uiso Alemany, la técnica mixta se basa en diferentes masas de pigmentos orgánicos (azoicos) y arcillas aglutinadas con acetato de polivinilo (látex vinílico), aplicadas sobre una tela de algodón sin ningún aislante previo.

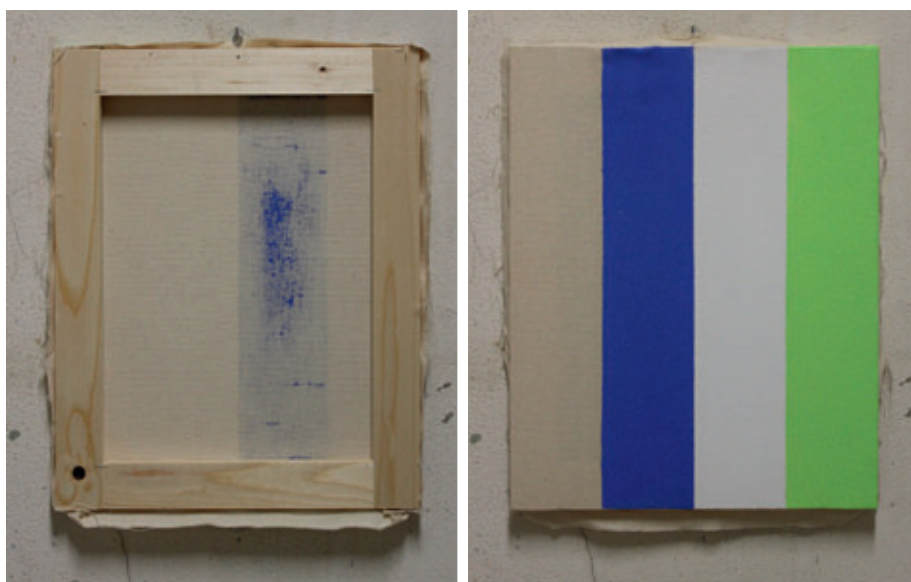
Junto con personal del MACVAC y los técnicos del Servicio de Restauración de la Diputación de Castellón, en marzo de 2022, se hizo una visita técnica para observar los aspectos formales de las pinturas. En general, como peculiaridades, en los anversos se observaron gruesas y finas capas de



[F. 04]



[F. 05]



[F. 06]

[F. 04]

Detalles de los principales aspectos formales identificados en el anverso de las obras. De izquierda a derecha: óleo aplicado discontinuamente sobre preparación, Aurora Valero Cuenca, *Sin título* (detalle), 1984, MACVAC, 2024; técnica mixta aplicada discontinuamente sobre lienzo impermeabilizado, Ramón Albert Peris, *The King* (detalle), 1987, MACVAC, 2024; técnica mixta aplicada discontinuamente sobre lienzo, Willy Ramos Mestre, *Cabeza de Joaquín* (detalle), 1984, MACVAC, 2024.

[F. 05]

Detalles de las principales características del reverso de las obras del museo. De izquierda a derecha: lienzo con preparación artesanal que ha traspasado la tela, ©José Morea, *Interior con descapotable todo uso* (detalle), 1981, MACVAC, 2024; lienzo (espiguilla) sin preparación ni aislante, Willy Ramos Mestre, *Cabeza de Joaquín* (detalle), 1984, MACVAC, 2024; Pintura al látex que ha traspasado la tela, José Manuel Guillén Ramón, *Coleccionistas* (detalle), 1987, MACVAC, 2024.

[F. 06]

Presentación del reverso y anverso del modelo. En la segunda imagen se observan las cuatro franjas (de izquierda a derecha: a, b, c y d) que constituyen la técnica pictórica contemporánea objeto de estudio.

color continuas y discontinuas, donde quedaba a la vista la tela o la capa intermedia; pinturas aplicadas directamente en la base sobre una capa aislante previa o de preparación industrial o artesanal. Asimismo, la gran mayoría de las obras carecían de estratos finales. Por los reversos, se detectaron distintas telas de ligamentos diferentes que, según su apariencia, podían asociarse con tejidos de fibras liberianas, de algodón y/o de mezclas. Según la técnica del artista, los elementos del anverso se habían transferido en mayor o menor medida hacia el dorso. Como estructura de tensado, la mayoría de los cuadros tenían bastidores de madera de pino [F. 04-05].

Para acotar el área de estudio, se excluyeron de los siguientes pasos las pinturas que tenían elementos matéricos en la capa intermedia y de color. De acuerdo con el tema principal de la tesis doctoral, de la que este proyecto forma parte, durante la visita técnica al museo se descartaron las obras que, *a priori* y en apariencia, tenían un lienzo que no era de algodón.

[10]

Los bastidores se construyeron con listones ensamblados a tope en ángulo recto en forma de caja unidos solo con grapas de acero inoxidable en el borde exterior y en la cara interior.

[11]

Para la elaboración se siguieron las indicaciones de Francisco Giner Martínez, quien parte de una impermeabilización previa de agualátex sobre la que aplica una preparación en partes iguales de látex vinílico, agua y carga (sulfato cálcico) / pigmento (blanco de titanio). Universitat Politècnica de València, *Imprimación vinílica de soportes pictóricos*, <https://www.youtube.com/watch?v=nNbjzYOGMpA> [Última consulta: 10-09-2022].

[12]

Se establecieron estas dimensiones partiendo de otros trabajos experimentales con traseras donde realizaron modelos de 50 x 60 x 3 cm y 60 x 80 cm. Las medidas para este proyecto se adecuaron en base al número de maquetas y a la disponibilidad del espacio de exposición posterior. Padfield, T; et al. "Back protection of canvas paintings", *Heritage Science*, n.º 8, Vol.1, 2020, p. 96. Acremanne, Sarah, *Les protections arrières des peintures sur toile. Les matériaux et leur efficacité* [Tesis de maestría no publicada], Bruselas, Ecole Nationale Supérieure des Arts Visuels de la Cambre, 2015.

[13]

Ballard, Sylvi, *Protection du revers d'une peinture sur toile*, <http://3atp.org/Protection-du-revers-d-une#:~:text=L%20polycarbonate%20v%C3%A9ol%C3%A9,aper%C3%A7u%20du%20revers%20du%20tableau> [Última consulta: 28-02-2022].

[14]

Este ejemplo se puede ver entre los minutos 1:47 y 2:13 del video publicado por el propio museo en su canal de youtube en 2018. MAH Genève, *Ferdinand Hodler - Traitements de conservation et de restauration*. <https://www.youtube.com/watch?v=NfO3NjEJb8&t=117s> [Última consulta: 21-02-2022].

En base a todo ello se estableció como principal característica del supuesto pictórico de las maquetas la técnica mixta con distintos métodos de aplicación. Como soporte se utilizó un tejido de algodón crudo grapado en un bastidor de madera de abeto<sup>[10]</sup>. El anverso se dividió en las siguientes cuatro franjas:

- a) Impermeabilización de cola animal.
- b) Pintura acrílica comercial (Talens® Art Creation 517) aplicada directamente sobre la tela haciendo que pase hacia atrás.
- c) Capa intermedia de preparación artesanal de látex vinílico (Blumeplast® M-10)<sup>[11]</sup>.
- d) Pintura al óleo comercial (Pébéo® Studio XL 34) aplicada sobre una capa intermedia de las mismas características que la anterior [F. 06].

A las maquetas se les dio un tamaño exterior de 44 x 34 x 2,5 cm<sup>[12]</sup>. De cara a la colocación de las traseras, teniendo presente el ancho de los listones (4,5 cm), se cuenta con una cámara de aire de 2.187,5 cm<sup>3</sup> de volumen.

### Elaboración de los modelos: colocación de traseras

Tras la consulta de fuentes bibliográficas de distinta índole sobre la protección indirecta del reverso en pintura sobre lienzo, se elaboró un cuestionario para conocer la opinión de los conservadores-restauradores.

Entre marzo y septiembre de 2022 se recibieron 131 respuestas de 25 países diferentes, sin embargo, para esta investigación solo se trabajó con los datos referentes a los profesionales de España (68). Según su contestación, el tipo de trasera más utilizada son las ventiladas (43), realizadas con materiales flexibles (36) y rígidas (46). Entre estas, las más comunes son las de cartón pluma de conservación (37), las planchas de policarbonato alveolar (27), el tejido no tejido (20) y la tela de poliéster (13). Y los sistemas de sujeción más votados fueron los tornillos (25), las grapas (24) y las tiras de Velcro® (15). Por consiguiente, el modelo objeto de estudio para la parte experimental fueron los sistemas ventilados confeccionados con los materiales anteriormente mencionados.

De acuerdo con los intereses del proyecto, se decidió ampliar la gama de materiales de estudio y se incorporaron los siguientes. En primer lugar, el tablero de contrachapado fenólico, ya que para el uso como trasera la bibliografía recomienda su perforación para evitar la acumulación de los gases emitidos por este<sup>[13]</sup>. En segundo lugar, también resultó de interés trabajar con el primer material que se generalizó como respaldo en pintura sobre lienzo: el tablero de fibras de madera perforado. Además, a pesar de estar en desuso por las fuertes emisiones ácidas de este producto, hoy se puede seguir viendo en obras como *Le Lac Léman et le Mont-Blanc à l'aube (octobre)*, 1917, de Ferdinand Hodler, que pertenece a la colección del Musée d'art et d'histoire de Genève<sup>[14]</sup>. Por último, con la intención de conocer las consecuencias de la manipulación de los materiales para modificar sus propiedades aislantes, se integró como caso de estudio la tela de lino, independientemente e impermeabilizada al exterior con una resina acrílica (Lascaux® 498-20X).

Junto a los modelos de trasera individual se realizaron otros controles. Por un lado, una maqueta sin protección y otra con una plancha de vidrio embutida en el bastidor para conocer el pH microambiental generado únicamente por los elementos del conjunto pictórico. Por otro lado, para los casos en los que fue posible, también se crearon modelos de control unitario donde poder comparar el efecto que tiene el sistema de la ventilación en el microclima. Esto solo pudo hacerse con los materiales continuos (cartón pluma, policarbonato y tableros derivados de la madera), ya que la propia estructura de los tejidos imposibilitaba aislar este espacio. Finalmente se elaboraron un total de quince modelos [Tabla 1] [F. 07].

Nº modelo	Sistema de ventilación	Tipo de trasera	Material de trasera	Sistema de fijación
1	El propio material	Flexibles	Tela de poliéster 100 %. Trevira® modelo Lipari	Velcro® autoadhesivo
2	El propio material (microperforado industrial)		Tejido no tejido de polietileno 100 %. Tyvek® modelo 1622	Velcro® autoadhesivo
3	El propio material		Tejido no tejido de polietileno 100 %. Tyvek® modelo 1433	Velcro® autoadhesivo
4	El propio material		Tela de lino 100 %	Velcro® autoadhesivo
5	El propio material		Tela de lino 100 % con recubrimiento exterior de resina acrílica Lascaux® 498-20X	Velcro® autoadhesivo
6	Perforaciones en la parte superior Ø 2 mm	Rígidas	Plancha alveolar de policarbonato 100 % (4 mm). Lexan®	Tornillos y ovalillos latonados
7*	–		Plancha alveolar de policarbonato 100 % (4 mm). Lexan®	Tornillos y ovalillos latonados
8	Esquinas cortadas		Cartón pluma libre de ácido y núcleo de poliestireno (5 mm). Fome-Cor®	Tornillos y ovalillos latonados
9*	–		Cartón pluma libre de ácido y núcleo de poliestireno (5 mm). Fome-Cor®	Tornillos y ovalillos latonados
10	Perforaciones por todo el tablero Ø 5 mm (industrial)		Tablero de fibras de madera de alta densidad (3 mm). Kronospan®	Tornillos y arandelas
11*	–		Tablero de fibras de madera de alta densidad (3 mm). Mottez	Tornillos y arandelas
12	Perforación en la parte superior Ø 6 cm		Tablero de contrachapado okume fenólico (9 mm). Salimer®	Tornillos y arandelas
13*	–		Tablero de contrachapado okume fenólico (9 mm). Salimer®	Tornillos y arandelas
14*	–		Placa de vidrio (3 mm)	Embutida en el bastidor
15*	–		Sin trasera	–
* Modelos de control				

[Tabla 1]

Presentación de las características de los distintos modelos que se realizaron para el ensayo experimental.



[F. 07]

Presentación de algunas de las maquetas que constituyen la parte experimental del estudio.  
De izquierda a derecha y de arriba abajo, se muestran los modelos 1, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 13 y 14.

### Condiciones ambientales de exposición

Teniendo en cuenta que el grado de emisiones de los materiales disminuye exponencialmente en el tiempo, y que la obra contemporánea es de reciente creación<sup>[15]</sup>, se decidió no someter a las maquetas a ningún proceso de envejecimiento artificial. Si bien, antes de colocar las traseras, se dejaron secar de forma natural durante dos meses en una habitación con una humedad relativa media comprendida entre el 30-40 %, y una temperatura de 18-24 °C.

Los parámetros de exposición de las probetas se establecieron en base a otros estudios similares y a los criterios que rigen el uso de las traseras. Se prestó especial atención a los valores de humedad relativa, ya que por encima del 65-70 % no se recomienda cerrar el reverso del lienzo por el riesgo de ataque biológico. En la Sala 2 del aula-taller de Metodología de Conservación y Restauración de Pintura de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid<sup>[16]</sup> se simularon las condiciones ambientales de un espacio sin control climático, reproduciendo oscilaciones irregulares de humedad (30-75 %) y temperatura (20-30 °C)<sup>[17]</sup>. El tiempo total del ensayo fueron siete meses, que es el máximo de vida útil que se le da a algunos de los materiales en base a sus emisiones.

### Sensores ópticos de pH y el método de evaluación

La síntesis de los sensores se realizó según su patente *Sistema para la determinación de acidez ambiental y método que hace uso del mismo* (P201003107), en las instalaciones del laboratorio de Conservación del Patrimonio del Instituto de Historia (CSIC) y con ayuda del personal técnico. Para este proyecto se utilizaron dieciséis sensores, que se calibraron en función de los parámetros posiblemente esperados. De este modo, se registró el correspondiente espectro visible (intervalo de 380 a 750 nm) y la intensidad del máximo característico de la banda de absorción a  $\lambda = 575,44 \text{ nm}$ <sup>[18]</sup> para los pH 6,0, 7,0 y 8,0. Estos valores constituyeron los puntos experimentales de la curva de calibración, donde se establece el valor de absorción característico para cada pH en base al promedio de las tres medidas realizadas. Seguidamente, se llevó a cabo el ajuste lineal para cada intervalo, obteniendo una precisión general de 0,1 unidades de la escala de pH.

Para optimizar la respuesta de los sensores, antes de su utilización, estos fueron sometidos a un proceso de acondicionamiento previo, que consistió en sumergirlos en una solución tampón de pH 7,0 (Hanna® instruments HI70007) durante diez minutos. Este proceso se repitió antes y después de cada una de las siete evaluaciones.

La aplicación de los sensores se adecuó a las necesidades específicas de los modelos. La estrategia de evaluación se basó en comparar la absorbancia y el pH de cada sensor, antes y después de su exposición. Estos se introdujeron en el interior de las maquetas durante cuatro días consecutivos, tras los cuales se midieron *in situ* gracias a la unidad de medida portátil [F. 08].

Para alterar en la menor medida posible las condiciones del microclima, la colocación y extracción del sensor se realizó sin retirar la trasera, únicamente levantando el borde superior del lienzo que estaba sujeto con puntas metálicas. El sensor quedaba suspendido en el centro de la cámara de aire por una tira de algodón sin blanquear, de calidad archivo, y una funda de polietileno perforada. Junto a estos se colocó un termohigrómetro de sonda con pantalla digital para monitorizar ambos parámetros en el interior de cada modelo [F. 09-10].

A lo largo de todo el periodo de exposición, se tomaron siete medidas en cada maqueta, dejando pasar treinta días entre una y otra para permitir la estabilización del microclima. También se evaluó el pH ambiental de la sala.

[15]

Cuando se estudió el fondo de pintura del MACVAC, se localizaron obras del 2021 (Wences Rambla Zaragoza, *Grand Tableau*) y 2019 (Luis Bolumar Santamaría, *¿Comunicación?*).

[16]

Esta sala tiene un pH ambiental neutro y, a diferencia del resto de espacios que conforman el taller, está más aislada del exterior de la facultad. Morales-Martín, Daniel; y Villegas Broncano, María Ángeles, "Implementación de sensores de pH para valorar la conservación preventiva en un taller de restauración de pintura", *revista PH*, n.º 102, 2021, pp. 98-116.

[17]

Las condiciones ambientales se crearon aprovechando los cambios de temperatura de la sala y utilizando un humidificador de aire ultrasónico con estabilizador de humedad (Conopu® OZJ21S07).

[18]

Este punto coincide con la absorción característica de la forma tautomérica básica del rojo de clorofenol.



[F. 08]



[F. 09]



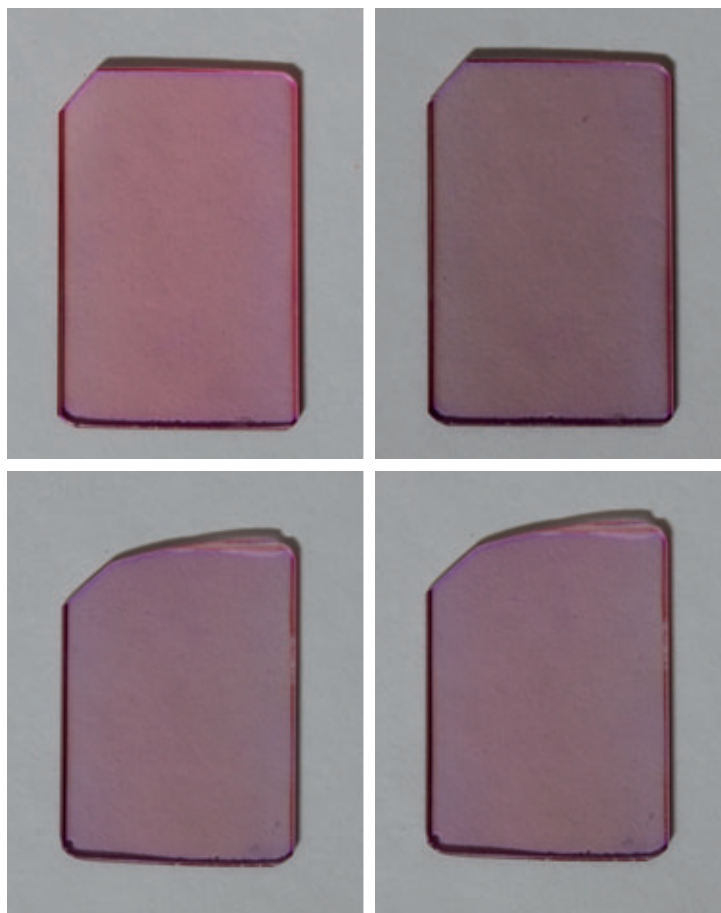
[F. 10]

[F. 08]  
Equipo de medida portátil  
cedido por el grupo  
CERVITRUM para la  
evaluación *in situ* de los  
sensores ópticos de pH.

[F. 09]  
Esquema del método de  
evaluación de la cámara  
de aire en la maqueta sin  
trasera (15). En el centro,  
se encuentra el sensor en  
su funda suspendida por la  
cinta de 6 mm de ancho.  
A su derecha, de color  
blanco, se encuentra la sonda  
del termohigrómetro.

[F. 10]  
Proceso de colocación  
del sensor en el interior del  
modelo 9.

[F. 11]  
De izquierda a derecha y  
de arriba abajo, imagen de  
los sensores números 8 y 10,  
antes y después de finalizar  
la segunda evaluación y  
haber estado expuestos  
durante 96 horas (4 días)  
en el interior de los modelos  
8 y 10, respectivamente.



[F. 11]

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos tras registrar durante siete meses la respuesta óptica de los sensores, al ser directamente expuestos en los diferentes microclimas generados por cada uno de los modelos, se han valorado los siguientes parámetros. El pH promedio (media aritmética de todos los valores registrados por cada sensor para cada maqueta); el pH máximo (valor máximo registrado por cada sensor en el total de las evaluaciones realizadas en cada modelo); el pH mínimo (valor mínimo registrado por cada sensor en el total de las evaluaciones realizadas en cada maqueta); y el  $\Delta$ pH (diferencia entre el pH máximo y mínimo registrados por cada sensor en cada modelo). A través del análisis de estos parámetros se determinó la calidad del microambiente y su estabilidad. Con la mera observación visual de los sensores, es decir, con su análisis cualitativo, no se detectó ninguna variación de pH [F. 11].

En primer lugar, cabe mencionar que, a pesar de tener una naturaleza heterogénea con productos ácidos (madera, pintura al óleo) y básicos (látex vinílico), el modelo pictórico en sí mismo generó un microclima neutro (pH medio = 7,0) y estable (pH máximo = 7,1 y pH mínimo = 7,0). En cuanto a la maqueta de control sin trasera, esta también registró un promedio de pH 7,0, con un máximo y un mínimo de 7,1 y 6,9, respectivamente. Estos valores son los mismos que los de la sala de trabajo en las que estuvieron expuestas. En cuanto a las traseras, la interpretación de los resultados mostró un pH microambiental que oscila entre una media de 6,7 y 7,1, según el material de protección. La mayoría de los sistemas de protección estudiados generaron un pH promedio neutro de 6,9 (modelos 1, 2, 3, 6 y 12) y 7 (modelos 4, 5, 7, 9 y 13), con unos mínimos de 6,9 y máximos comprendidos entre 7,1 y 7,2 [Tabla 2].

Nº modelo	Nº sensor	pH medio	pH máximo	pH mínimo	$\Delta$ pH
1	1	6,9	7,0	6,9	0,1
2	2	6,9	6,9	6,9	0,0
3	3	6,9	7,0	6,9	0,1
4	4	7,0	7,2	6,9	0,3
5	5	7,0	7,2	6,9	0,3
6	6	6,9	6,9	6,9	0,0
7	7	7,0	7,1	6,9	0,2
8	8	7,1	7,3	7,0	0,3
9	9	7,0	7,1	6,9	0,2
10	10	6,7	6,8	6,6	0,2
11	11	6,8	6,9	6,8	0,1
12	12	6,9	7,1	6,9	0,2
13	13	7,0	7,0	6,9	0,1
14	14	7,0	7,1	7,0	0,1
15	15	7,0	7,1	6,9	0,2
Sala	16	7,0	7,1	6,9	0,2

[Tabla 2]

Resultados de los valores del pH medio, máximo, mínimo y  $\Delta$ pH registrados en cada modelo.

La probeta ocho registró una media de pH igual a 7,1 (pH máximo = 7,3 y mínimo = 7,0), un parámetro dentro del marco de la neutralidad, al igual que los anteriores. Sin embargo, llamó la atención sobre el resto la coincidencia de que el promedio más elevado fuera el de la trasera de cartón pluma de conservación, cuyo revestimiento de papel tiene una reserva alcalina de carbonato cálcico. Para comprobar si se trataba de un hecho aleatorio o, por el contrario, este producto estaba interviniendo en las características del microclima, se analizó la diferencia entre la absorbancia característica del sensor, antes y después de cada evaluación. El resultado de este cálculo es siempre un número negativo, lo que indica que la absorbancia final es mayor que la inicial. Esto muestra que el pH del microclima tiende constantemente a estar por encima de 7. Por tanto, este aspecto se puede interpretar como el resultado de la interacción del material de trasera con la cámara de aire que genera [Tabla 3].

Resultados pH ambiental modelo 8								
Evaluación	Absorbancia inicial	pH inicial	Absorbancia tras 96 h	pH tras 96 h	HR % interior	T °C interior	Diferencia pH	Diferencia absorbancia
1	0,1667	7,1	0,1730	7,3	40	21,6	-0,2	-0,0063
2	0,1659	7,0	0,1704	7,2	57	22,9	-0,2	-0,0045
3	0,1601	6,9	0,1667	7,0	44	25,1	-0,1	-0,0066
4	0,1641	7,0	0,1645	7,0	49	22,7	0,0	-0,0004
5	0,1645	7,0	0,1730	7,2	61	24,0	-0,2	-0,0085
6	0,1584	6,9	0,1640	7,0	55	27,1	-0,1	-0,0056
7	0,1578	6,9	0,1614	7,0	43	29,5	-0,1	-0,0036
<b>Media</b>	-	7,0	-	7,1	50	24,7	-	-

[Tabla 3]

Presentación de los resultados de pH ambiental, registrados durante los siete meses de evaluación por el sensor de la maqueta 8.

En el caso contrario, el pH medio más bajo fue el de la trasera realizada con el tablero perforado de fibras de madera y la de su control. La primera registró promedio de 6,7 (pH máximo = 6,6 y mínimo = 6,8) y la segunda de 6,8 (pH máximo = 6,9 y mínimo = 6,8). Al igual que en el modelo anterior, se calculó la diferencia entre la característica absorbancia inicial y final de cada sensor. En este caso, el resultado del cálculo es siempre un número positivo, lo que indica que la absorbancia de partida es mayor que la obtenida tras su exposición. Esto demuestra la tendencia reiterada del pH ambiental hacia valores inferiores a 7, como consecuencia directa de la naturaleza de la trasera. Este tipo de tableros emanan ácidos orgánicos volátiles (ácido acético y ácido fórmico principalmente) característicos de la madera de la que se extraen las fibras. A diferencia de la propia madera y de otros derivados de esta, los tableros de fibras prensadas tienen un grado de emisión más alto, debido a la suma total de su superficie específica [Tabla 4].

Al cotejar los valores obtenidos en las probetas 8 y 10 con los de su control, 9 y 11 respectivamente, se observó que en las primeras el pH se desviaba más de la neutralidad. En teoría, debería suceder lo contrario, ya que los orificios de ventilación de las traseras tendrían que haber evitado la acumulación de los compuestos contaminantes. Este fenómeno puede estar asociado con la manipulación del material para practicarle las aberturas. Con esta acción, se aumenta la superficie específica del respaldo y, a su vez, se crea un corte fresco. Con ello, ambos hechos repercuten directamente en el grado de emisiones de la trasera.

Resultados pH ambiental modelo 10								
Evaluación inicial	Absorbancia inicial	pH tras 96 h	Absorbancia 96 h	pH tras interior	HR % interior	T °C pH	Diferencia absorbancia	Diferencia
1	0,1653	7,1	0,1467	6,8	65	23,0	0,3	0,0186
2	0,1649	7,1	0,1421	6,7	43	21,3	0,4	0,0228
3	0,1648	7,1	0,1480	6,8	53	23,9	0,3	0,0168
4	0,1656	7,1	0,1336	6,6	34	21,8	0,5	0,0320
5	0,1597	7,0	0,1397	6,7	55	22,8	0,3	0,0200
6	0,1621	7,0	0,1468	6,8	58	25,4	0,2	0,0153
7	0,1553	7,0	0,1350	6,6	43	28,0	0,4	0,0203
Media	-	7,0	-	6,7	50	23,7	-	-
Resultados pH ambiental modelo 11								
Evaluación inicial	Absorbancia inicial	pH tras 96 h	Absorbancia 96 h	pH tras interior	HR % interior	T °C pH	Diferencia absorbancia	Diferencia
1	0,1574	7	0,1456	6,8	65	23,7	0,2	0,0118
2	0,1514	6,9	0,1434	6,8	40	21,7	0,1	0,0080
3	0,1556	7	0,1469	6,9	52	24,7	0,1	0,0087
4	0,1625	7,4	0,1380	6,8	33	22,6	0,6	0,0245
5	0,1430	6,9	0,1407	6,8	53	23,4	0,1	0,0023
6	0,1537	7,1	0,1530	6,9	55	25,9	0,2	0,0007
7	0,1458	6,9	0,1456	6,9	43	28,9	0,0	0,0002
Media	-	7,0	-	6,8	49	24,4	-	-

[Tabla 4]

Resultados de pH ambiental registrados por el sensor del modelo 10 y 11.

Otro caso que señalar es el de la trasera de contrachapado fenólico perforado y la de su control, ya que se obtuvieron unos valores distintos a los esperados. Estos modelos registraron un promedio de 6,9 (pH máximo = 7,1 y mínimo = 6,9) y 7,0 (pH máximo = 7,0 y mínimo = 6,9) respectivamente. Este tipo de tablero se caracteriza por tener una estructura constituida por láminas de madera unidas entre sí con resina fenólica. Este producto emite de forma natural formaldehído, un agente oxidante y precursor de la formación de ácido fórmico y amoniaco. Por ello, sorprendieron los parámetros de neutralidad ambiental medidos por los sensores ópticos. Tras consultar las fuentes, este fenómeno puede asociarse con los cambios en la normativa, en la que se establecen nuevos límites de emisión de formaldehído para productos fabricados con tableros derivados de la madera.

La norma UNE-EN-717:2006 (Tableros derivados de la madera. Determinación de la emisión de formaldehído) establece como tableros de baja emisión los de clase E1, que son aquellos que no exceden de 0,1 ppm. Sin embargo, en el año 2018, Alemania modificó el sistema de referencia numérica en base a una metodología de detección de emisiones más acorde con la realidad. De este modo, la norma UNE-EN 16516:2018 (Productos de construcción: Evaluación de la emisión de sustancias peligrosas. Determinación de las emisiones al aire interior) establece la clase E05 con un valor límite de 0,05 ppm. No obstante, se

[19]

Salimer Profesionales S. A.,  
Características técnicas del  
tablero contrachapado okume  
100 %.

trata de una discusión teórica, ya que no se puede corroborar, a causa de la falta de información reflejada en la ficha técnica del tablero utilizado donde no consta su tipo de clasificación<sup>[19]</sup>.

En general, el pH ambiental registrado en cada modelo se encuentra dentro del marco de la neutralidad. Además, durante los siete meses de evaluación continua se ha registrado un microclima estable, como se observa en la tabla 2, donde la diferencia entre el valor máximo y mínimo ( $\Delta\text{pH}$ ) oscila, de forma aleatoria, entre 0,1 y 0,2 unidades de pH.

## CONCLUSIONES

Con la investigación realizada en este trabajo, se han podido comprobar dos aspectos generales; por un lado, la idoneidad del uso de los sensores ópticos de pH para conocer la calidad del microclima que genera una trasera; y por otro, en base a los resultados obtenidos con su aplicación, determinar las características de dicho microclima en relación con la pintura contemporánea.

En primer lugar, esta innovadora tecnología ha permitido contar, de forma rápida y sencilla, con una visión general y realista de las condiciones de la cámara de aire, teniendo en cuenta todos los elementos que cohabitan en ella. En segundo lugar, se ha demostrado que, a corto plazo, en un espacio con condiciones ambientales inestables con unos parámetros de humedad relativa y temperatura habituales, y en obras de técnica mixta de reciente creación protegidas con traseras ventiladas, se crea un microclima estable con un pH neutro. Además, se ha probado que la heterogeneidad de este proceso artístico no afecta a la calidad del microclima por sí mismo. Lo contrario sucede con los materiales de trasera, que sí intervienen en esta y producen pequeños cambios de pH ambiental según su naturaleza. No obstante, se trata de variaciones muy pequeñas, en la mayoría de los casos de 0,1 unidades en la escala de pH, pero que al producirse repetidamente a lo largo de todas las evaluaciones, demuestran que se genera un microclima diferente. Igualmente, el tipo de trasera también interfiere en estas características, y un sistema ventilado no evita la acumulación de los contaminantes procedentes del material de protección. De hecho, su manipulación puede tener el efecto contrario y favorecer su grado de emisión. Este aspecto ha sido uno de los puntos más relevantes a los que ha llevado la discusión de los resultados, ya que la realización de aperturas en los respaldos se ha presentado en el tiempo como la solución a la concentración de gases en este espacio.

Como resultado de este proyecto, se está colaborando con los técnicos del Servicio de Restauración de la Diputación de Castellón en la colocación de traseras sobre las siguientes obras, que pertenecen a la colección del MACVAC: *La Huida*, de Ricardo Bastid Peris, 1953; *Retrato de Vidal Valle Ortí*, de Oswaldo Guayasamín, 1973; y *Espacio geométrico*, de Soledad Sevilla, 1975.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores del texto quieren expresar su agradecimiento al Ministerio de Universidades de España por la concesión de un contrato predoctoral de Formación del Profesorado Universitario (FPU20/00384), con el cual se ha podido llevar a cabo la presente investigación. También agradecen al Museu d'Art Contemporani Vicente Aguilera Cerni por facilitar el acceso a su colección de pintura, al Servicio de Restauración de la Diputación de Castellón por su apoyo y colaboración, y al grupo de investigación CERVITRUM por posibilitar el trabajo con los sensores ópticos de pH y su equipo de medición.

## BIBLIOGRAFÍA

- AENOR. *Tableros derivados de la madera. Determinación de la emisión de formaldehído*, UNE-EN-717:2006.
- American Institute for Conservation Wiki. *Oddly Tests: Materials Database*, [https://www.conservation-wiki.com/wiki/Materials\\_Testing\\_Results](https://www.conservation-wiki.com/wiki/Materials_Testing_Results) [Última consulta: 22-05-2023].
- CTN 171-Calidad ambiental en interiores. *Productos de construcción: Evaluación de la emisión de sustancias peligrosas. Determinación de las emisiones al aire interior*, UNE-EN 16516:2018.
- DIXON, Tom. “Framing, glazing, backing, and hanging of paintings on canvas”, Hill Stoner, Joyce, y Rushfield, Rebecca, eds., *Conservation of easel painting*, 2012, pp. 727-732.
- DUPONT, Anna-Laurence; y TETREAUULT, Jean. “Cellulose degradation in an acetic acid environment”, *Studies in Conservation*, n.º 45, Vol. 3, 2000, pp. 201-210.
- FERNÁNDEZ VALDÉS, Paula; NEBOT DÍAZ, Esther; y MOLTÓ ORTS, María Teresa. “Las pinturas de acetato de polivinilo: Caracterización, envejecimiento y conservación preventiva a través de una obra de Uiso Alemany”, *ARCHÉ*, n.º 13-14-15, 2020, pp. 83-92.
- GIBSON, Lorraine. “Acetic and formic acids emitted from wood samples and their effect on selected materials in museum environments”, *Corrosion Science*, n.º 52, Vol. 1, 2010, pp. 172-178.
- GREEN, Tim. “Vibration control: Paintings on canvas supports”, *Art in transit. Studies in the transport of paintings*, Mecklenburg, Marion, ed., 1991, pp. 59-68.
- HACKNEY, Stephen. “Framing for conservation at the Tate Gallery”, *The Conservator*, n.º 14, 1990, pp. 44-53.
- HACKNEY, Stephen. *On canvases: Preserving the structure of paintings*, Los Ángeles, The Getty Conservation Institute, 2020.
- HUERTAS TORREJÓN, Manuel. *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas*, Madrid, Akal, 2010.
- LLAMAS PACHECO, Rosario. *Arte contemporáneo y restauración: O cómo investigar entre lo material, lo esencial y lo simbólico*, Madrid, Tecnos, 2014.
- MACVAC. *La colección*, <https://www.macvac.es/> [Última consulta: 02-03-2024].
- PASTOR VALLS, María Tereza; FERRAZZA, Livio; y CIGANDA AZCÁRATE, Maite. “Pintar la mar (1984) de Manuel Boix: Evaluación de riesgos y viabilidad de la compleja eliminación del barniz envejecido”, *Ge-conservacion*, n.º 18, Vol. 1, 2020, pp. 164-176.
- VILLEGAS BRONCANO, María Ángeles; PEÑA-POZA, Javier; y GARCÍA-HERAS, Manuel. “Sol-Gel Environmental Sensors for Preventive Conservation of Cultural Heritage”, *Handbook of Sol-Gel Science and Technology*, Klein, Lisa; Aparicio, Mario; y Jitianu, Andrei, eds., 2018, pp. 2877-2908.



Con la colaboración de:



**Fundación**  
**MAPFRE**