

El Arca Santa de Oviedo

Ministerio
de Cultura
y Deporte

Investigación, documentación y restauración



El Arca Santa de Oviedo

Investigación, documentación y restauración

Catálogo de publicaciones del Ministerio: www.mecd.gob.es
Catálogo general de publicaciones oficiales: publicacionesoficiales.boe.es

Edición 2019

Coordinación científica

M^a Paz Navarro Pérez

Instituto del Patrimonio Cultural de España - Consejo editorial

Elena Agromayor Navarrete

Isabel Argerich Fernández

Soledad Díaz Martínez

María Domingo Fominaya

Daniel Durán Romero

Guillermo Enríquez de Salamanca González

Pablo Jiménez Díaz

José Vicente Navarro Gascón

Belén Rodríguez Nuere

Javier Rivera Blanco

Ana Ros Togores

María Pía Timón Tiemblo

Cristina Villar Fernández

Coordinación de textos

Educación y Patrimonio, S.L.

Imagen de portada: Lateral derecho del Arca Santa de la catedral de Oviedo.
Escena de la lucha de San Miguel con el Dragón, Fotografía: Talleres de Arte Granda.



MINISTERIO
DE CULTURA
Y DEPORTE

Edita:
© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
Subdirección General de Atención al Ciudadano,
Documentación y Publicaciones

© De los textos y las fotografías: sus autores

NIPO (publicación digital): 822-18-002-0
ISBN: 978-84-09-09991-7

ÍNDICE

	Pág.
Prólogos	5
<i>Román Fernández-Baca Casares, Otilia Requejo Pagés, Benito Gallego Casado</i>	
El Arca Santa de la catedral de Oviedo	8
<i>César García de Castro Valdés</i>	
Restauración y conservación del Arca Santa de la catedral de Oviedo	27
<i>M^a Paz Navarro Pérez, Manuel Jiménez Villarino y Francisca Soto Morales</i>	
Las técnicas de platería en el Arca Santa	46
<i>Emilia González Martín del Río</i>	
Análisis de materiales en el Arca Santa de la catedral de Oviedo	67
<i>José V. Navarro Gascón</i>	
Actuación radiográfica del Arca Santa de Oviedo	83
<i>Ángeles Anaya, Miriam Bueso, Ana Rosa García y Beatriz Mayans</i>	
Estudio del biodeterioro del Arca Santa de la catedral de Oviedo	95
<i>Antonio Manrique y Alexander Gaztañaga</i>	
Identificación de las especies de madera del Arca Santa	100
<i>Abel Vega Cueto</i>	
Caracterización de la gema de la cubierta del Arca Santa	111
<i>M.^a Mercedes Fuertes Fuente</i>	

Actuación radiográfica del Arca Santa de Oviedo

Ángeles Anaya

Instituto del Patrimonio Cultural de España

Miriam Bueso

Instituto del Patrimonio Cultural de España

Ana Rosa García

Instituto del Patrimonio Cultural de España

Beatriz Mayans

Espectro Servicios de Conservación S.L.

Resumen: se detalla el procedimiento radiográfico del Arca Santa llevado a cabo en la catedral de Oviedo y en la sede del IPCE, como fase de estudios previos a la intervención de restauración, y se describen algunos de los resultados obtenidos.

Palabras clave: estudio radiográfico, rayos X, instalación radiactiva, orfebrería, plata.

Abstract: the radiographic procedure of the Arca Santa carried out in the cathedral of Oviedo and in the IPCE is detailed as a phase of preliminary studies in the restoration intervention, and some of the results obtained are described.

Keywords: radiographic study, X-rays, radioactive installation, goldsmith's, silver.

Introducción

En 2016 la dirección técnica de la intervención de restauración del Arca Santa, financiada por el Cabildo de la catedral de Oviedo y el Principado de Asturias, solicitó a la Sección de Estudios Físicos la radiografía de la pieza como fase de estudios previos.

Para ello, el 3 de octubre de ese año se desplazaron a la catedral algunos técnicos del Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE) para estudiar la viabilidad de una actuación de estas características desde una perspectiva interdisciplinar, con la finalidad de conocer su estado de conservación así como su estructura interna.

Durante la visita se pudo comprobar visualmente que el arca consta de dos piezas independientes: un cajón y una tapa de madera exenta, ambos revestidos de láminas metálicas. Las patas de la caja, que no conserva el fondo, se forman con los extremos de los cuatro barrotes verticales.

Fases de trabajo

Dado que era posible la realización del citado trabajo, el IPCE asumió de oficio esta actuación y se establecieron dos fases: una *in situ*, comprendida entre los días 22 y 25 de noviembre, y otra posterior, de laboratorio, entre el 2 y el 16 de diciembre.

Las labores de montaje y desmontaje de las placas radiográficas, la captura de las imágenes radiográficas y el revelado de las placas de prueba se efectuaron en la catedral, por lo que hubo de transportarse todo el equipamiento necesario. Salvo la acción propia de la toma radiográfica, el resto de tareas se desarrollaron en horario de apertura del inmueble religioso.

Para los trabajos desarrollados en la catedral se acondicionaron una serie de espacios: la tienda (véase figura 1), donde se realizó el montaje de los paneles radiográficos y la captación de las imágenes radiográficas, y el baño de la sacristía, sin luz natural y que se dotó de iluminación inactiva, imprescindible para la preparación de las placas radiográficas y para el revelado manual de las pruebas pertinentes.

Por otro lado, el personal de la catedral había fabricado un soporte de madera (véase figura 1) que fue imprescindible para colocar la caja del arca tanto en las labores de inspección visual como durante la actuación¹.



Figura 1. La tienda de la catedral acondicionada como instalación radiactiva. Fotografía: Miriam Bueso.

¹Desde estas líneas queremos agradecer la buena disposición y la colaboración del personal de la catedral para el buen término de los trabajos desarrollados.

Cada toma radiográfica fue realizada en horario de cierre de la catedral, aplicando todas las medidas de seguridad para este tipo de procedimiento, por lo que durante el día se procedía a la manipulación y traslado del arca, el diseño de los soportes de fijación y colocación de la película y el revelado de las pruebas.

Por último, el revelado definitivo de las placas radiográficas, la digitalización y la composición de todas las imágenes digitales resultantes se efectuaron en la sede del IPCE (Madrid).

Metodología de trabajo

Para la obtención de la imagen radiográfica final de la obra, se hizo primero la toma de la tapa y después de cada una de las paredes de la caja por separado, girándola en sentido horario. El haz de rayos X se generó con un equipo portable industrial de potencial constante, con ventana de berilio y tensión pico de 160 kV. Las condiciones operativas han sido las que se detallan a continuación:

Tabla 1. Condiciones operativas de la actuación radiográfica.

Área radiografiada: identificación de la imagen radiográfica	kV: tensión expresada en kilovoltios	mA: intensidad de tubo expresada en miliamperios	m: distancia del foco a la película expresado en metros	s: tiempo de exposición expresado en segundos	Exp: exposición, calculada mediante la fórmula $(mA \times s) / (m)^2$	F.F.: foco fino	Filtro: referente a la ventana del equipo	Chasis	Pantalla
Tapa	140	10	3	120	133	FF	Al (6 mm)	-	-
Prueba caja. Cara A (frontal)	140	10	3	120	133	FF	Al (6 mm)	-	-
Caja. Cara A (frontal)	155	10	3	180	200	FF	Al (6 mm)	-	-
Caja. Cara B (lateral derecho)	155	10	3	180	200	FF	Al (6 mm)	-	-
Caja. Cara C (trasera)	155	10	3	180	200	FF	Al (6 mm)	-	-
Caja. Cara D (lateral izquierdo)	155	10	3	180	200	FF	Al (6 mm)	-	-

Para el registro de las imágenes, se ha recurrido al sistema convencional, de película radiográfica. La película empleada ha sido del tipo II, norma ASTM (D-7 de AGFA), en formato de rollo y de un ancho de 30,5 cm. En la siguiente tabla, se muestra la equivalencia normativa de clasificación de sistemas de película industrial:

Tabla 2. Normativa película radiográfica.

AGFA NTD	CEN EN 584-1	ASTM E 1815-96	ISO 11699-1	JIS-K7627
D2	C1	SPECIAL	T1	T1
D3 s.c.	-	-	T1	T1
D4 s.c.	-	-	T1	T1
D3	C2	I	T1	T1
D4	C3	I	T2	T2
D5	C4	I	T2	T2
D7	C5	II	T3	T3
D8	C6	III	T4	T4

Se han empleado, en total, 24,68 metros de película. El revelado de las placas se ha efectuado en proceso automático y continuo durante 8 minutos y a 29° C de temperatura con una procesadora STRUCTURIX M ECO, de GE Inspection Technologies. En el caso de las pruebas reveladas en la catedral, el procedimiento de revelado no es automático, sino manual; para ello se ha contado con una procesadora rotativa JOBO Lift CPE2, a 30° C durante 8 minutos.

Una vez trasladado todo el material a la sede del IPCE, las radiografías se digitalizaron en la Sección de Estudios Físicos con un escáner por transmisión ARRAY 2905 HD, cuyo sistema de detección es una fuente de luz láser y sensor de impulsos fotomultiplicador. Los parámetros utilizados en la digitalización fueron: resolución de 50 micrones (508 píxeles/pulgada), rango de densidad óptica de entre 0 y 4,7 y profundidad de 12 bits/píxel.

El peso del archivo de cada una de las placas digitalizadas se muestra en la tabla siguiente:

Denominación Archivo/Placa	Ancho (cm)	Largo (cm)	Peso Placa (KB)
31729 arca santa cara A_1	30,5	110	262128
31729 arca santa cara A_2	30,5	110	262128
31729 arca santa cara A_3	30,5	110	262128
31729 arca santa cara B_1	30,5	83	197792
31729 arca santa cara B_2	30,5	83	197792
31729 arca santa cara B_3	30,5	83	197792
31729 arca santa cara C_1	30,5	110	262128
31729 arca santa cara C_2	30,5	110	262128
31729 arca santa cara C_3	30,5	110	262128
31729 arca santa cara D_1	30,5	84	200175
31729 arca santa cara D_2	30,5	84	200175
31729 arca santa cara D_3	30,5	84	200175
31729 arca santa tapa 1	30,5	145	345527
31729 arca santa tapa 2	30,5	145	345527
31729 arca santa tapa 3	30,5	145	345527
31729 arca santa tapa 4	30,5	145	345527

Las imágenes obtenidas se trataron digitalmente con el programa Photoshop de la siguiente manera:

La imagen que se obtiene del escáner a 12 bits/píxel aparece muy oscura al abrirla en Photoshop, ya que no tiene la información de brillo necesaria. Por ello todas las imágenes se corrigen aplicando los mismos parámetros, de manera que afecten a todas las placas por igual:

- Niveles de entrada: 0, 1, 25.
- Niveles de salida: 0, 255.

Si bien hoy podemos leer las imágenes de 12 bits/píxel con las últimas versiones de Photoshop, el trabajo es más rápido si trabajamos con la imagen a 8 bits/píxel. Además, la mayoría de los programas que se utilizan para ver imágenes solo admiten este formato. Para la conversión de las imágenes, se realizan los siguientes pasos:

- Reducción del peso: las imágenes originales obtenidas del escaneado, sobre todo para gran formato, tienen un peso elevado incluso a 8 bits/píxel. Para poder unir las placas y tener una imagen general de la radiografía de la obra manejable en formato digital, se hace imprescindible reducir el peso de las mismas. Se disminuyó la resolución remuestreando la imagen mediante una interpolación bicúbica.
- Recorte de imágenes: las imágenes escaneadas presentan una pequeña zona sin información en el borde izquierdo que ha de recortarse. Esto se debe a la máscara que se ha instalado para evitar el *flare* (deslumbramiento) en el escáner.

Para la unión de las imágenes se emplea el programa informático Photoshop. Esta imagen sin ningún otro tipo de tratamiento adicional se utiliza para el estudio general de la radiografía de la obra (Véanse figuras 2 a 6).

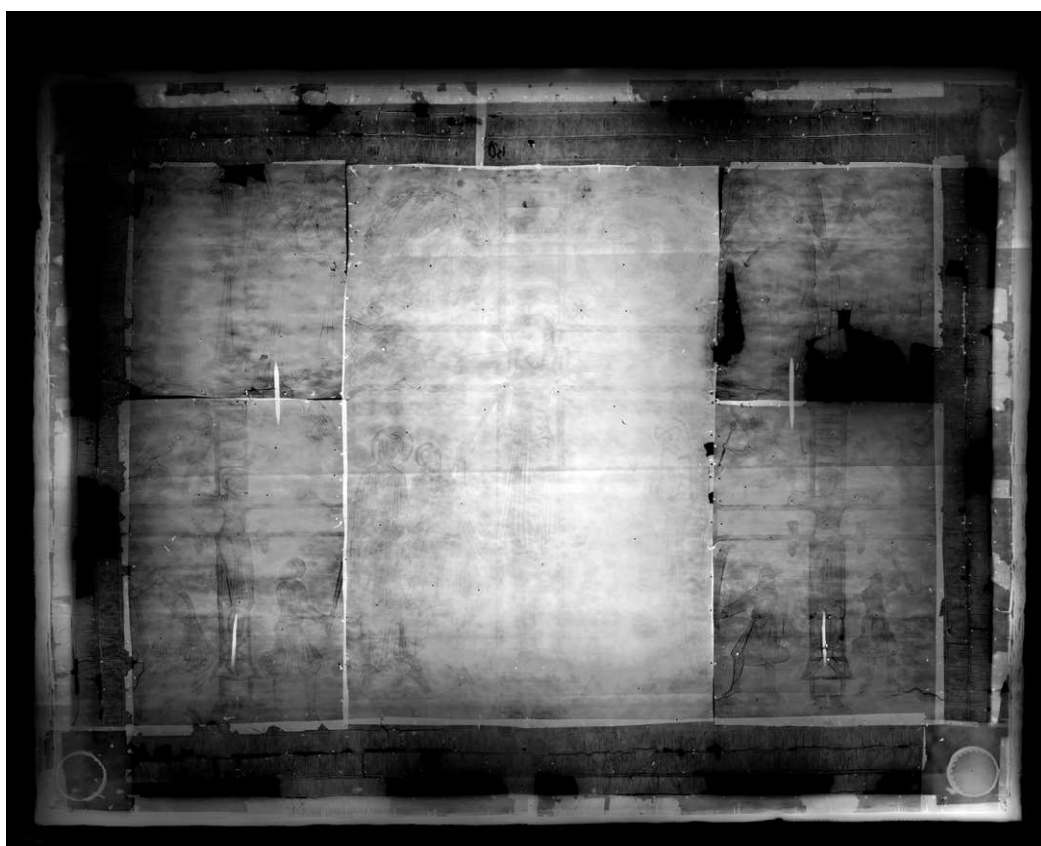


Figura 2. Imagen radiográfica de la tapa. Archivo Gabaldón–Antelo (IPCE).



Figura 3. Imagen radiográfica de la cara A (frontal). Archivo Gabaldón–Antelo (IPCE).

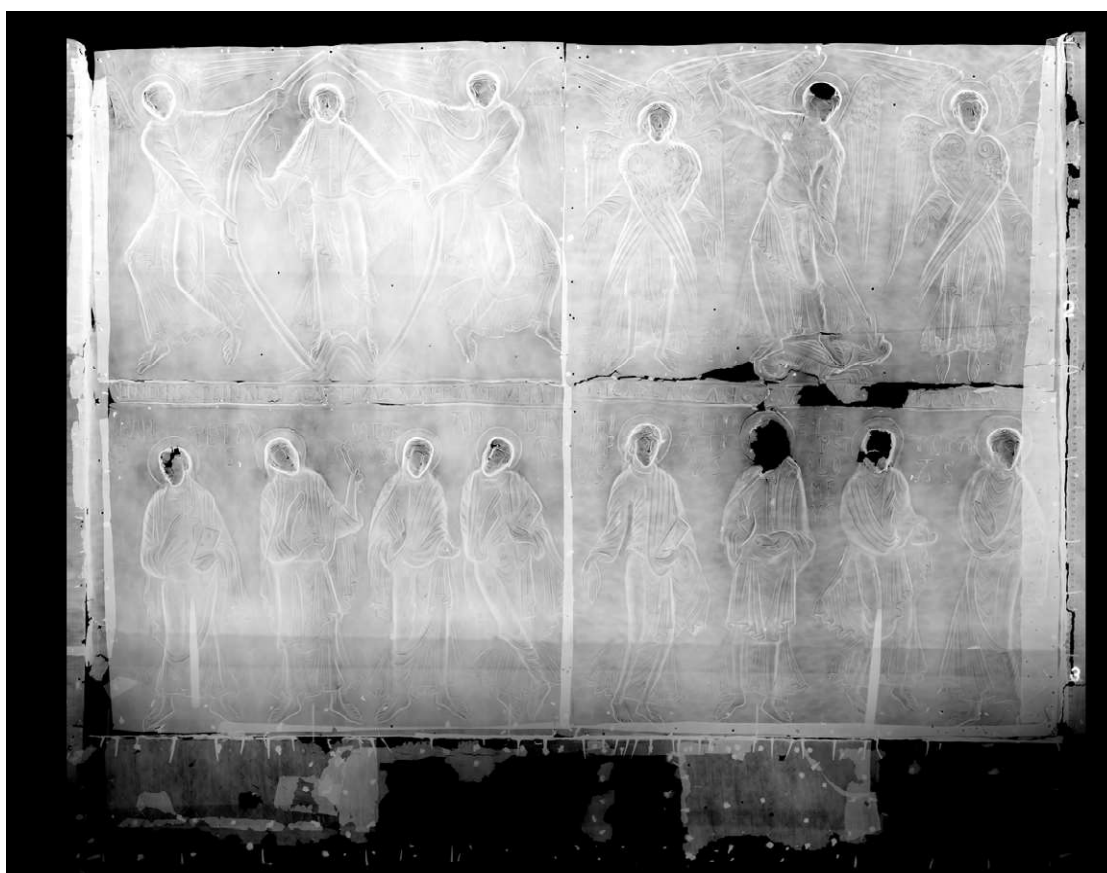


Figura 4. Imagen radiográfica de la cara B (lateral derecho). Archivo Gabaldón–Antelo (IPCE).



Figura 5. Imagen radiográfica de la cara C (trasera). Archivo Gabaldón–Antelo (IPCE).



Figura 6. Imagen radiográfica de la cara D (lateral izquierdo). Archivo Gabaldón—Antelo (IPCE).

La técnica radiográfica en orfebrería

Las radiografías obtenidas en obras de orfebrería constituyen una documentación gráfica de gran utilidad, ya que proporcionan numerosos detalles del estado de conservación, eventuales intervenciones, información sobre su construcción, así como una primera valoración de las distintas tipologías de los materiales que las constituyen.

Esta documentación tiene unas características interesantes. En primer lugar, al ser obtenida por proyección del haz de rayos X sobre la película en estrecho contacto con la pieza, proporciona una imagen prácticamente a escala 1:1. Por otro lado, pese a que la observación directa o la posibilidad de realizar un reportaje fotográfico incluso a escala 1:1 podría ser útil, las características de un material como la plata o el oro suponen una dificultad considerable dado su alto grado de reflectancia, lo que dificulta la observación directa pormenorizada prolongada en el tiempo.

La radiografía, en cambio, aporta una visión bien diferente, ya que la materia es mostrada no por reflexión de la luz sino por transparencia de la pieza frente a los rayos X, atendiendo únicamente a la absorción radiográfica de dicho material. Por tanto, no hay brillos molestos que puedan ocultar información, y favorece una inspección visual incluso de partes internas no accesibles mediante otras técnicas.

La información por tanto que se puede obtener mediante esta técnica está relacionada con el estado de conservación del bien cultural: si se encuentra fragmentado, presenta lagunas o grietas de diverso alcance, si existen intervenciones anteriores; aspectos relacionados con la técnica de ejecución que pueden llevarnos a dilucidar posibles autorías o formas de trabajar, huellas de herramientas que nos pueden orientar en el procedimiento o tecnología empleados, reparaciones para rectificar fallos o errores en la fabricación, marcas o sellos de talleres, etc.

Interpretación de los resultados

La radiografía muestra que el soporte lúneo de la tapa (veáse figura 2) consiste en un panel formado por tres tablas de ancho variable en disposición horizontal enmarcado por detrás por cuatro largueros. Las tablas están unidas mediante algún ensamblaje, bien a media madera o pico de flauta², por cuatro espigas metálicas internas, dos a dos, aunque las de la mitad superior son de factura diferente.

Está revestida de cinco láminas metálicas planas, que se corresponden con escenas figurativas realizadas mediante incisión (apenas perceptible en la radiografía) y un friso con grafía en relieve que recorre el perímetro exterior. Los ángulos se completan con unas láminas cuadrangulares que aparentemente soportaban un cabujón cada una, de los que solo se conservan los dos inferiores, y de estos, solo ha llegado completo hasta nuestros días el del ángulo inferior derecho (el único con la piedra decorativa). La lámina central, de mayor tamaño, es más clara, lo que indica que quizá tiene mayor grosor o tiene una aleación diferente con respecto a las demás. La lámina superior derecha presenta importante pérdida de material; la lámina superior izquierda también tiene lagunas apenas perceptibles. Todas las planchas de la tapa están clavadas a lo largo de su contorno, hecho que contrasta con los numerosos orificios que se localizan en el interior de las escenas y que corresponderían probablemente al anclaje original (veáse figura 7). En este sentido cabe destacar que están practicados en lugares muy discretos (en el centro de las figuras geométricas, en las articulaciones de las figuras humanas, en los pliegues de los ropajes, etc.).



Figura 7. Imagen radiográfica de la escena del ángulo inferior izquierdo de la tapa donde se aprecian orificios para la fijación de la plancha metálica a la superficie de la madera. Archivo Gabaldón–Antelo (IPCE).

²En la radiografía se aprecia que algunas de las líneas de unión de los perfiles de las tablas es doble.

Los lados que conforman la caja (véanse figuras 2 a 6) están constituidos por varias tablas unidas por el canto, dispuestas del siguiente modo:

- Dos tablas para la cara A (frontal). Se conservan cuatro espigas a la misma altura, una de ellas fragmentada.
- Dos tablas para la cara B (lateral derecho), la superior de mayores dimensiones con respecto a la inferior. Tienen diferente respuesta radiográfica entre sí y están unidas por dos espigas en la parte baja.
- Dos tablas para la cara C (trasera), pese a que una gran grieta producida por un nudo pudiera hacer pensar que se trata de tres. Solo se detectan tres espigas alineadas a la misma altura,
- Tres tablas para la cara D (lateral izquierdo). En este lado se observan seis espigas, de las que cuatro se muestran fragmentadas (dos de ellas incompletas)³.
- El cajón no conserva el tablero de la base, pero en la radiografía se constata la línea oscura correspondiente a la ranura practicada en la madera donde se colocaría en origen el panel horizontal.

La caja está también recubierta de láminas metálicas rectangulares, clavadas a la madera en posición vertical, pero en este caso las escenas figurativas están plasmadas en relieve, a excepción de la trasera, decorada con una red de cuadrículas y aspás. Salvo la frontal, constituida por tres láminas, el resto de paredes se decora con dos de iguales dimensiones. Desde el punto de vista radiográfico, dos paneles tienen una respuesta similar (el frontal y el lateral izquierdo), siendo más claros, mientras la trasera es el panel más oscuro. Este hecho tiene relación tanto con el grosor de las láminas como con la fabricación del soporte de madera, que es variable⁴.

Las diferencias más notables en algunas de las láminas se deben a reparaciones puntuales, como sucede en la escena del pantocrátor (frontal), donde se superponen dos láminas –por eso se ven más claras (véase figura 8), o porque se trata de láminas de menor absorción radiográfica (trabajadas de manera diferente), como sucede en la escena inferior izquierda de la frontal o en la trasera, para cubrir lagunas, por poner algunos ejemplos–.

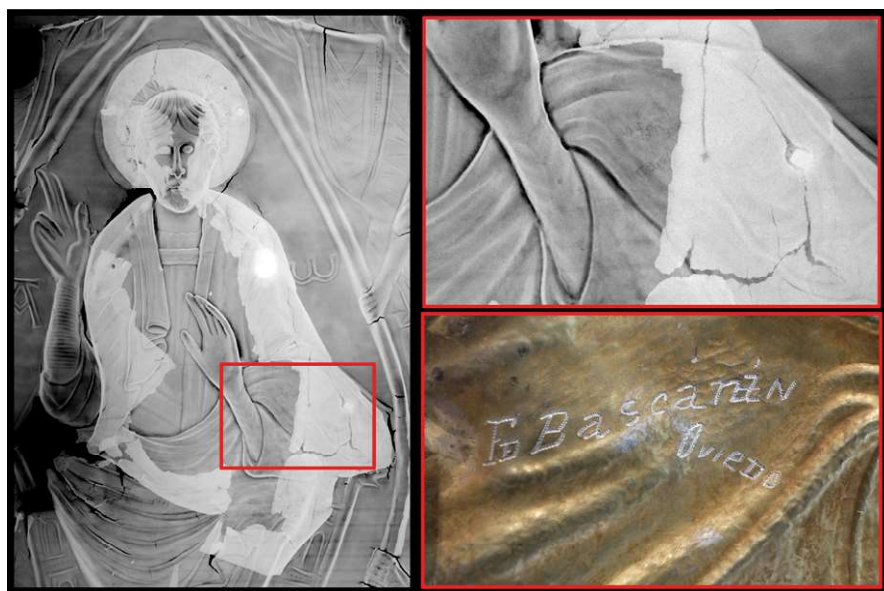


Figura 8. Imagen radiográfica del pantocrátor donde se observa la superposición de la lámina original y la reintegración. Detalle de unas palabras inscritas e imagen del reverso de la placa donde se lee la firma del artífice local de la reconstrucción. Fotografía: José Vicente Navarro. Radiografía: Archivo Gabaldón–Antelo (IPCE).

³ Esta disposición sería seguramente la original, pese a que en la observación directa se aprecian reparaciones.

⁴ Para conocer los dos tipos de madera utilizada como soporte, consultar en este mismo monográfico el trabajo de Abel Vega «Identificación de la especie de madera del Arca Santa de Oviedo».

Una particularidad se observa en la escena del ángulo inferior derecho de la frontal (véase figura 9), que a diferencia de las del resto del arca presenta líneas de un punteado correspondiente al bosquejo realizado sobre la superficie del reverso previo al trabajo de repujado (que se identifica por las huellas del martilleado).

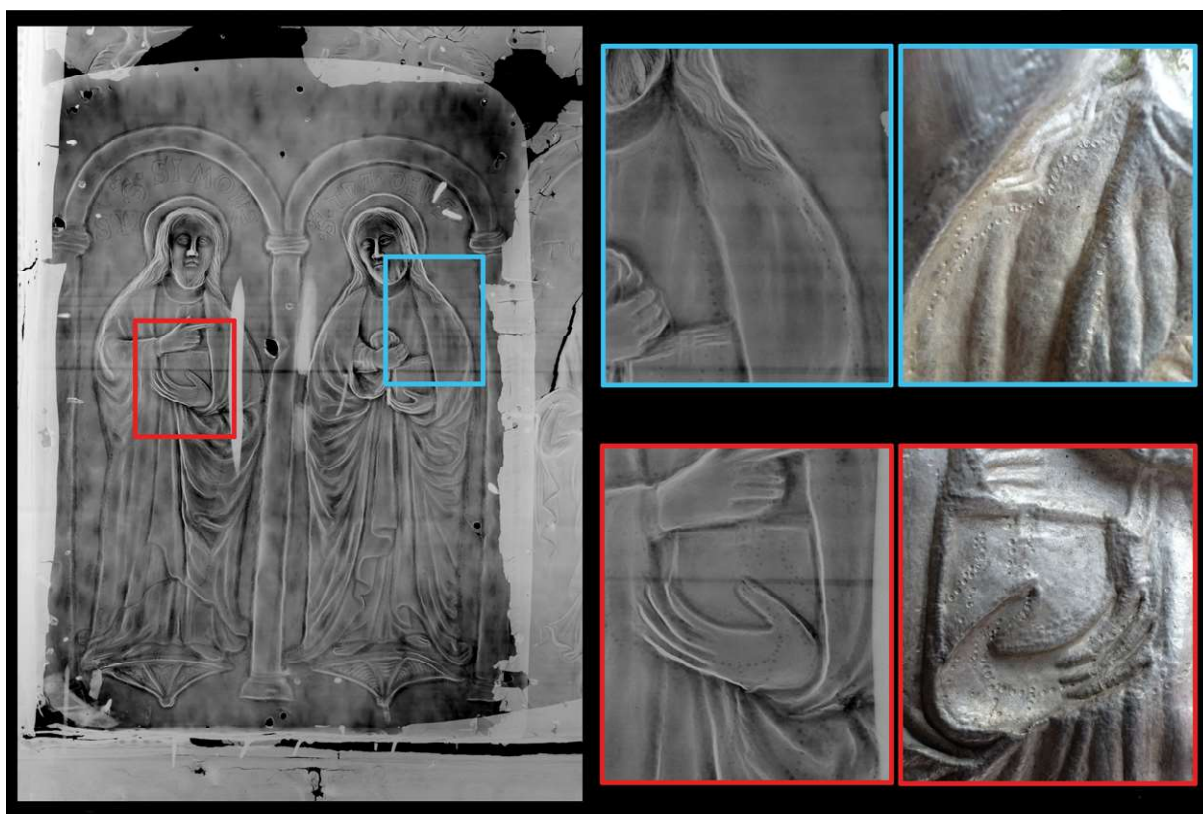


Figura 9. Imagen radiográfica de una de las placas del frontal. Detalles del punteado por el reverso de las figuras. Este trabajo solo se aprecia en esta placa diferente de las del resto del arca. Fotografía: José Vicente Navarro. Radiografía: Archivo Gabaldón–Antelo (IPCE).

Conclusiones

Los factores que determinan la absorción radiográfica son el espesor y la naturaleza del material examinado, es decir, de la madera y del metal. En el caso de la orfebrería, la presencia de otros metales como el dorado apenas supone un porcentaje significativo que pueda influir en la interpretación.

La radiografía de la pieza confirma lo que ya se apreciaba en la inspección visual: la tapa y la caja presentan elementos comunes pero también elementos diferenciadores. Entre los primeros, podemos decir que la construcción del soporte de madera es más o menos regular, es decir, tablas de madera unidas mediante espigas. Sin embargo, en conjunto se deduce que no existe simetría en la colocación de las tablas, ya que presentan dimensiones diferentes. Por otra parte, se identifican distintas espigas que unen los tableros: unas de baja absorción radiográfica (gris), con contorno difuso y fragmentadas o incompletas debido seguramente a su alto grado de corrosión, mientras que el resto, aunque de formas diferentes, presentan un contorno muy definido y una mayor absorción radiográfica (blancas), y probablemente hayan sido insertadas en un momento posterior (véase figura 10).

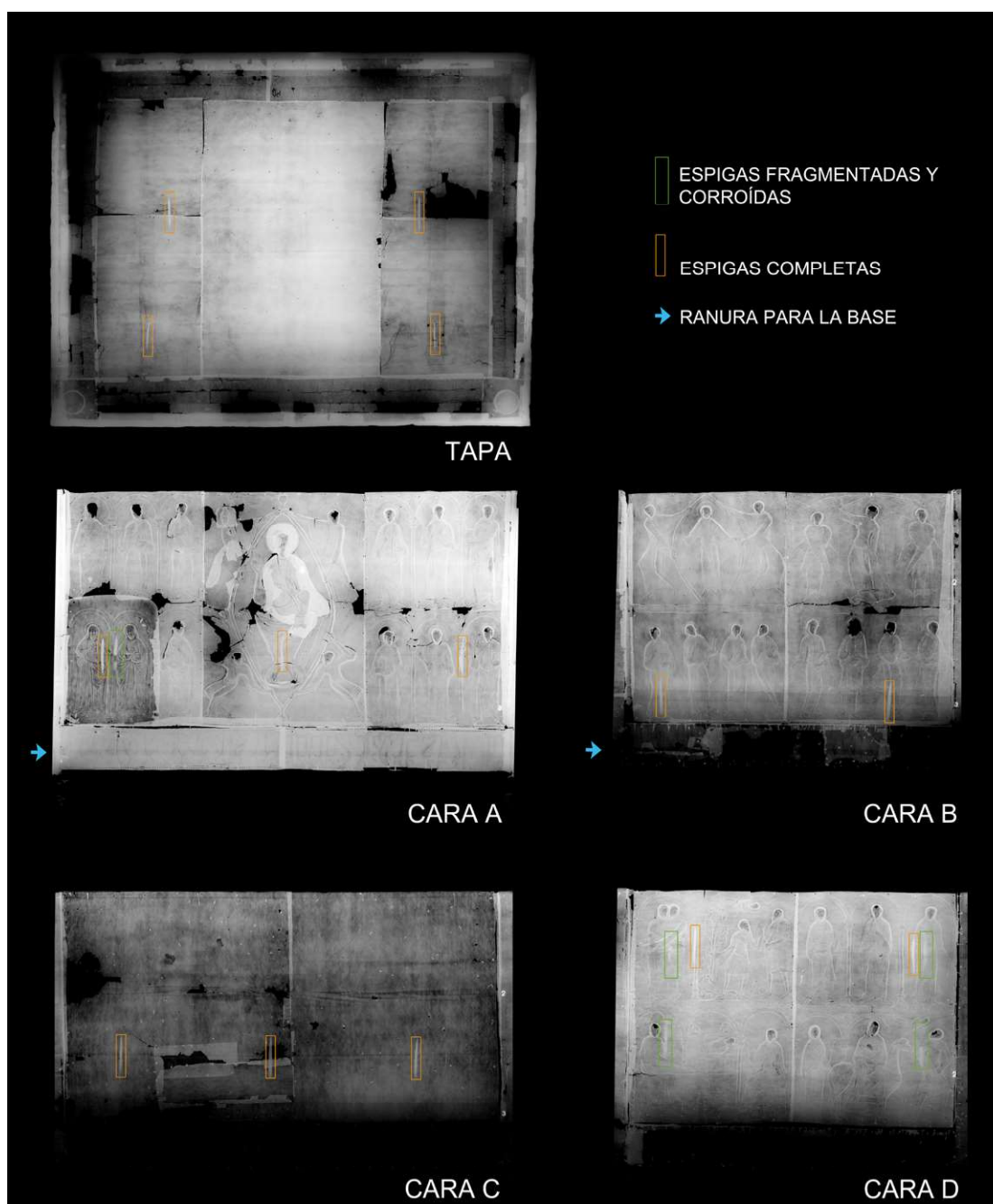


Figura 10. Composición del arca, adecuando los parámetros radiográficos para hacer un estudio comparativo del conjunto de la obra. Se señalan los dos tipos de espigas, la ranura correspondiente al lugar donde se insertaría el fondo, hoy perdido, y se visualizan las diferencias de absorción radiográfica.

En cuanto al revestimiento metálico, la tapa se ha decorado mediante grabado, con escenas incisas⁵ que en la observación directa se aprecian mucho mejor que en la radiografía, y la caja se ha ornado con láminas en relieve mediante repujado, con la excepción de la trasera, constituida por láminas con cuadrícula incisa.

⁵ Estas líneas incisas están colmatadas con la técnica del nielado, tal como explica José V. Navarro dentro de este mismo monográfico en su artículo «Análisis de materiales en el Arca Santa de la catedral de Oviedo».

Tal como cabía esperar, por la temprana cronología de la obra, no se han localizado en ninguna de las planchas las marcas de taller o platero ni las de burilada características de la platería española a partir del siglo xv. Asimismo, sorprende la inexistencia de soldaduras de reparación, frecuentes en obras de orfebrería, hecho que denota la gran calidad del repujado.

La caligrafía perimetral y las cabezas de las figuras elaboradas en relieve son más oscuras debido a que son altorrelieves, es decir, la lámina metálica ha sido más trabajada y por tanto es de menor grosor. Esta es la razón por la que muchas de ellas están agrietadas, muy fragmentadas o han perdido parte del material.

Tal como se ha comentado anteriormente, se identifican claramente las reposiciones en las placas del frontal correspondientes a la mitad superior de la figura del pantocrátor y a la placa con las figuras de S. Simón y S. Tadeus.

Por último, llama la atención que en tres de los lados de la caja las láminas han sido dobladas en horizontal, apreciándose una grieta de extremo a extremo que coincide con el centro en cada una de ellas (véase figura 10).