



Pinjante estampado y cortado a troquel.  
Foto: Eugenio Fernández Ruíz, IAPH

## Tradición e innovación en las artes industriales: el palio de plata de 1871 de Francesc Isaura

Lorenzo Pérez del Campo, Fernando Marmolejo Hernández y Auxiliadora Gómez Morón, Centro de Intervención en el Patrimonio Histórico, IAPH; Abel Bocalandro Rodríguez, Centro de Arqueología Subacuática, IAPH; Manuel Bethencourt Núñez, Dpto. de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica, Universidad de Cádiz

### Resumen

Con esta restauración el IAPH inicia la incorporación de piezas del patrimonio industrial a sus programas de intervención. El desarrollo de este trabajo innovador, complejo, y extenso (diciembre de 2002-julio de 2008), ha supuesto un significativo reto metodológico y operativo. La novedosa técnica empleada por Francesc de Paula Isaura i Fargas (1824-1885) para la producción de esta obra fue la denominada *plata Ruolz*, consistente en la aplicación de un sistema electrolítico que daba aspecto plateado a objetos mediante electrodeposición de una capa de plata. Con el uso de este método la industria del metal daba un nuevo impulso al desarrollo de las artes decorativas en la España del siglo XIX. El estudio analítico de los materiales metálicos ha permitido conocer la composición y la técnica de ejecución del mismo, quedando constancia de la aplicación del sistema Ruolz en las piezas originales.

El Centro de Intervención en el Patrimonio Histórico ha llevado a cabo la restauración en tres fases: documentación de la posición exacta de cada uno de los elementos metálicos y valoración de daños y piezas a reproducir; aplicación de distintas técnicas para la restauración (limpieza, reposición de volúmenes, eliminación de elementos no originales, soldado y refuerzo de fisuras, reposición de piezas desaparecidas, adaptación cromática y protección de la capa exterior); y diseño del soporte de madera donde se han fijado todas las piezas. El trabajo realizado ha originado importantes aportaciones en materia de investigación histórica sobre esta singular pieza de la industria artística catalana de la segunda mitad del siglo XIX.

### Palabras clave

Análisis / Arte industrial / Centro de Intervención / Hermandad de la Virgen del Mayor Dolor de Aracena (Huelva) / Historia / Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico / Isaura i Fargas, Francisco de Paula / Orfebrería / Palios / Plata Ruolz / Patrimonio mueble / 1871

La historia de las artes industriales en el siglo XIX es la historia de la continua renovación y mejora de los medios técnicos de producción. Unos pocos artesanos supieron ver las posibilidades expresivas y productivas del desarrollo técnico e intelectual y aplicaron de forma adecuada el valor de la máquina y la fuerza del trabajo. Para estos creadores la irrupción de nuevas técnicas mecánicas no significó el fin del arte.

Desde finales del siglo XVIII se multiplicaron las propuestas para hacer más simples las operaciones mecánicas que se requerían en la construcción de piezas de orfebrería y lograr trabajos de apariencia aceptable a precios más reducidos. Esta idea y sus posibilidades encontraron un amplio desarrollo en la centuria siguiente, precisamente aquella que tantas ilusiones depositó en las aplicaciones de la técnica para el progreso de las artes y de la humanidad.

Uno de los aspectos menos estudiados por los Conservadores del Patrimonio Histórico es la conexión entre arte e industria y, concretamente, el catálogo de los artistas orfebres y bronceístas que produjeron su obra entre la tradición y la producción mecánica. Interesado en este ámbito cultural, el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico redactó el proyecto de intervención en el palio procesional propiedad de la Hermandad de la Vera-Cruz de Aracena, que es el primero que sobre una pieza de estas características realiza el Centro de Intervención en el Patrimonio Histórico de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía<sup>1</sup>. Su desarrollo ha sido largo y no exento de dificultades. Su carácter pionero ha supuesto un significativo reto metodológico y operativo. El proyecto quiere abrir una línea de trabajo que aspira a incorporar piezas del patrimonio industrial de Andalucía a los programas de intervención en el patrimonio histórico del IAPH.

## ENTRE LA TRADICIÓN DE LA ARTESANÍA Y LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

De todos es sabido que la expansión de las economías occidentales de mercado se debe a las plusvalías, concepto que incluye todas las utilidades que derivaban de la innovación, es decir, aquellas atribuibles a la capacidad para aplicar uno o más inventos científico-tecnológicos a la esfera económica (RICARDO, 1817).

La revolución tecnológica que sucedió entre finales del siglo XVIII y mediados del XIX, y que permitió el nacimiento, consolidación y hegemonía de la industria, fue la llamada revolución industrial. Sus elementos distintivos fueron la máquina de vapor, el uso del carbón y del acero. Para esta revolución el ser humano aplicó el conocimiento no sólo a la tierra, sino también a los instrumentos de trabajo, a las herramientas, a las máquinas y a los productos, lo que le permitió transformar su entorno y el estado del conocimiento universal. También le ayudó a incrementar la satisfacción de sus necesidades.

El proceso de cambio que se había iniciado con la industrialización de determinados países de Europa y América del Norte se difundió

y aceleró con la aparición de novedosos elementos científico-técnicos y de pensamiento social, económico y político. Vistos desde la perspectiva que más puede interesar a la Historia del Arte, estos cambios no sólo fueron socio-económicos, sino que también tuvieron repercusión en la creación artística, situando a creadores y artesanos ante nuevas realidades, necesidades y posibilidades de expresión y comunicación nunca vistas con anterioridad.

En este proceso las nuevas tecnologías ofrecieron a arquitectos, escultores y orfebres, entre otros, materiales hasta entonces desconocidos y la posibilidad de usar nuevas técnicas mecánicas, pero también plantearon nuevos problemas sociales y personales que exigieron de los artistas un posicionamiento y un papel distintos de los tradicionales y demandaron nuevas soluciones estéticas.

Los descubrimientos científico-técnicos tuvieron, como se ha dicho, una importante repercusión en la vida artística (FERNÁNDEZ ARENAS, 1988). Este factor, de evidente relevancia en el terreno de la arquitectura, alcanza también una destacada importancia en las artes plásticas. Desde finales del siglo XVIII existía una preocupación entre artistas y artesanos por incorporar en su trabajo creativo los descubrimientos científicos, tales como los que en el campo de la Física y la Química se producían constantemente. En el mismo sentido, los avances de la tecnología permitieron el uso de nuevos materiales y de nuevas técnicas para tratarlos: el hormigón armado, el aluminio, los pigmentos acrílicos, el hierro recortado y soldado con soldadura autógena o eléctrica, o el uso de materiales plásticos son algunas de las más importantes novedades.

Pero también fue importante una nueva relación arte-sociedad. El ritmo de avance del arte a partir de finales del siglo XVIII fue mayor de lo que el gran público podía ir asimilando e incorporando a su acervo cultural, por lo que se produjo un distanciamiento entre los productos artísticos y la mayoría de la sociedad. De otro lado, la producción artística-artesanal se encuadra definitivamente en el "sistema mercantil" y es regulada por la ley de la oferta y la demanda. En última instancia, en ese proceso compulsivo de competencia entre empresas en el mercado a través de las innovaciones, lo que se busca es bajar costos y precios, básicamente a través de aumentos en la productividad total de los factores de producción y del uso más eficiente e intensivo de la fuerza de trabajo y del capital disponibles. El que no innova, se queda atrasado.

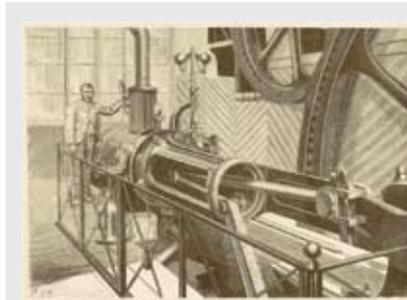
En la platería u orfebrería el tiempo poco había cambiado las maneras de entender la profesión, la maquinaria apenas había hecho entrada en los talleres, sólo se empleaban rudimentarios utensilios mecánicos para la transformación de la materia prima. Estos elementos de transformación tenían como fuerza motriz la mano del hombre, sólo algunos se servían de la rueda dentada y la palanca para hacer más llevadera la producción, como era el caso de las laminadoras de metal para la obtención de laminas y barras de unas dimensiones y unos groesos adecuados, las hileras para la obtención de los distintos tipos de hilos de formas y groesos adecuados.

El nacimiento de este nuevo modelo industrial hace florecer el oficio abriendo amplios campos en la creación de obras civiles y religiosas. Los nuevos sistemas aplicados a la transformación de la materia prima y la producción de piezas influye de manera determinante en el coste de las piezas a realizar, dando posibilidad de acceder a ellas a mayor y más variado público. Esta nueva manera de entender el oficio floreció en ámbitos geográficos donde la fuerte demanda de carácter particular obligó a la producción casi masiva de piezas que se ofertaban en los llamados bazares. También la fabricación de elementos de ornamentación, de culto, así como la demanda de las hermandades, impulsaba el diseño y la creación de nuevos enseres procesionales. Estas obras, mayormente compuestas por elementos estampados fragmentados, ofrecen un buen resultado, creando un conjunto armonioso, en muchos casos cumpliendo con unos resultados más que aceptables las misiones para las que fueron diseñadas, siguiendo en la actualidad desempeñando con plenitud un papel destacado, pues ya han pasado a formar parte del patrimonio artístico de las hermandades para las que fueron realizadas.

#### PLATA RUOLZ: APLICACIÓN INNOVADORA AL SERVICIO DEL ARTE

El estudio analítico de los materiales metálicos y de la técnica de ejecución del palio procesional de la Virgen del Mayor Dolor de Aracena se ha realizado en el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico en colaboración con el Departamento de Ciencias de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica de la Universidad de Cádiz. Se han empleado técnicas de análisis mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) con microanálisis acoplado de Espectroscopía de Energía Dispersiva (EDS), análisis metalográfico, y análisis químico mediante espectrometría de emisión de chispa y microdureza. Los análisis han permitido conocer la composición del palio, así como la técnica de ejecución del mismo, quedando constancia de la aplicación de la técnica llamada *plata Ruolz* en la pieza.

La técnica de plateado mediante procedimientos electrolíticos, patentada por George Richards Elkington y perfeccionada por el conde Henri de Ruolz-Montchal en 1840, revolucionó las técnicas tradicionales de fabricación de objetos de plata. El bronceista y platero barcelonés Francesc de Paula Isaura i Fargas (1824-1885), preocupado por estar al día en los avances tecnológicos de la época, se dio prisa en comprar los derechos de explotación de la patente de Ruolz-Montchal para España y comenzó a aplicarla con gran éxito en su taller catalán. Se trataba de una técnica novedosa cuya aplicación en el campo de la platería conseguía disminuir los costes de fabricación de objetos de plata mediante un ahorro considerable de la cantidad de plata empleada en la ejecución. Para ello, Isaura, que disponía de una vasta experiencia en el oficio tradicional, adquirió conocimientos importantes de la técnica industrial de plateado electrolítico.



Generador de vapor. Fábrica de bronce y metal blanco de Francisco de P. Isaura. Barcelona. Fuente: [www.cervantesvirtual.com](http://www.cervantesvirtual.com)



Taller de montura. Fábrica de bronce y metal blanco de Francisco de P. Isaura. Barcelona. Fuente: [www.cervantesvirtual.com](http://www.cervantesvirtual.com)

Aunque se trate de una obra de construcción seriada, aporta las técnicas de la emergente industria de los metales de la época, sustituyendo la plata por nuevas aleaciones y la elaboración manual por la troquelada

El proceso para obtener *plata Ruolz* consistía en un sistema electrolítico que daba el aspecto plateado a objetos de distinta composición: bronce, latón, etc., mediante electrodeposición de una fina capa de plata. Para el común de las personas, la galvanoplastia es una "técnica artística" más entre muchas otras<sup>2</sup>. Como se ha indicado, la invención de la galvanoplastia se fija oficialmente en 1841, pero no es posible fijar exactamente sus antecedentes históricos aunque podemos fácilmente admitir que se remontan al menos a tres mil años. De hecho, la presencia en antiguas tumbas de Tebas y Memphis de objetos cubiertos con una película de cobre, tales como vasijas, estatuillas de arcilla cocida y hojas de sable, permiten suponer tal antigüedad. Más tarde, en un tratado escrito en el siglo XI, Théophile, monje benedictino de la abadía de Helmershausen, describió minuciosamente la práctica de la dorada en el mercurio: la preparación de la mezcla, la disolución con calor del oro en el mercurio, su filtración a través de una piel de venado para eliminar el mercurio en exceso, su aplicación y, por último, la evaporación del mercurio por el calor.

A principios del XIX se generaliza el argentón, alpaca o metal blanco, de gran difusión en la realización de vajillas por su inalterabilidad al aire y resistencia a los óxidos. Las firmas Isaura (Barcelona) y Platería Martínez (Madrid) incorporaron la técnica en España.

Precisamente, el catalán Francesc Isaura introdujo la plata nueva en la que consigue mates iguales a la plata de ley utilizando la



Detalle de la ornamentación. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH



Ornamentación barroca en el interior del techo del palio de Nuestra Señora de los Dolores en su Soledad, compuesto por una serie de estrellas biseladas de seis puntas alrededor de la aureola central de la que pende la paloma que representa al Espíritu Santo. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH

técnica del plateado galvánico según la patente (1838) de Henri de Ruolz, cuyos derechos, en propiedad de Charles Christofle de París, adquiere para España en 1848. El trabajo de Isaura revolucionó las técnicas de imitación de metales suplantando la técnica del contrachapado. Las piezas tuvieron un rotundo éxito entre la burguesía europea de la época por su menor costo y mantenimiento, bella factura y perdurabilidad. La iglesia católica y también las cofradías y hermandades supieron ver las ventajas de las piezas tratadas con esta técnica.

### UN INNOVADOR: FRANCESC ISAURA

Gracias a las investigaciones del profesor Vicente Maestre (MAESTRE ABAD, 1995) conocemos perfectamente la trayectoria profesional de Francisco de Paula Isaura. Nacido en Barcelona en 1824 en una familia de pequeños empresarios de la metalistería, estudió dibujo, modelado y grabado en la Academia de la Llotja de la Junta de Comercio barcelonesa. Amplió su formación en Francia, Alemania, Inglaterra y Austria. Precisamente en Francia conoció el desarrollo de los procedimientos galvánicos para platear y dorar llevados a cabo por Henri de Ruolz, consiguiendo adquirir los derechos de explotación de la patente para España. En 1860 dirige el negocio familiar que potencia mediante la adquisición de maquinaria innovadora, la mejora de los procesos productivos y el diseño de un cuidado catálogo de producciones. Concurrió a muchos certámenes de muestras nacionales e internacionales. Los logros artísticos de Isaura y el progreso de su industria fueron ampliamente difundidos por la prensa ilustrada de la época. Es nombrado platero y bronceista de la reina Isabel II. En 1877 el rey Alfonso XII visitó su empresa y en 1883 fue ratificado como platero y bronceista de la Real Casa. Murió en mayo de 1885.

La producción de Isaura se extendió no sólo a objetos de consumo doméstico (lámparas, cuberterías, utensilios de tocador...), sino que prestó especial atención a los objetos suntuarios y artísticos, muy especialmente los de destino religioso. Entre 1860 y 1880, la industria de Isaura llevó a todos los rincones del país, Latinoamérica y Filipinas una amplísima gama de objetos litúrgicos, siempre con un lenguaje formal ecléctico, extraído de los formularios románicos, góticos, renacentistas o barrocos, según procediera en función de la naturaleza del encargo. A veces aportó obras de diseño propio, como la custodia *modernista* de 1860 citada por Maestre.

Los productos de la casa Isaura tuvieron una destacada difusión en Andalucía, a raíz de su presencia como expositor en la Exposición Agrícola, Industrial y Artística celebrada en 1858 en el Real Alcázar y Plaza de Armas de Sevilla, organizada por las Sociedades de Amigos del País y Educación y Fomento, bajo el impulso y patrocinio de los Duques de Montpensier.

Aunque no figura en el catálogo de la Exposición sabemos, por la prensa de la época recogida por el profesor Pérez Calero (PÉREZ

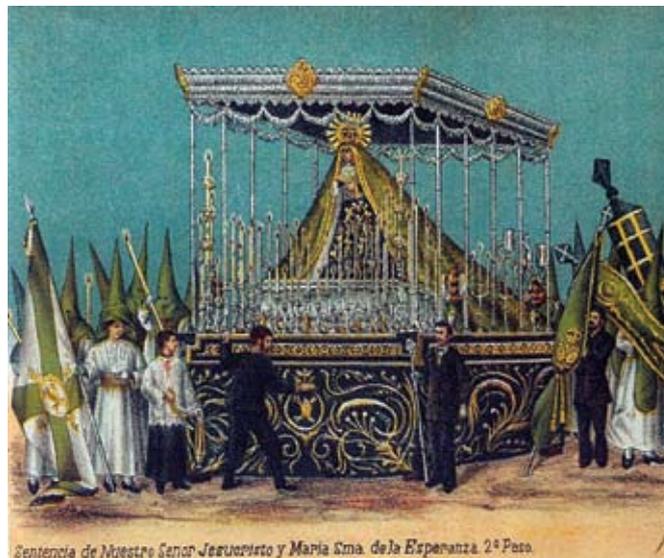
CALERO, 1996), que Isaura expuso en la muestra una cruz gótica dorada, que tal vez haya que relacionar con una de las piezas más emblemáticas salidas de su taller en esa época. Nos referimos a la cruz alzada de este estilo, de bronce dorado, construida para la Exposición Universal de París de 1855, en la que recibió una magnífica crítica. De la producción de Isaura, referente a piezas localizadas en Andalucía, extraemos por su importancia la custodia procesional de Pilas (Sevilla), obra de 1858; otra custodia procesional, ésta en metal blanco, de estilo renacentista, realizada para la iglesia parroquial de La Palma del Condado (Huelva); el monumental tabernáculo (con cruz alzada y candelabro anexos) de la catedral nueva de Cádiz (1869-1870), realizado según proyecto de Juan Rosado Fernández; así como las lámparas votivas, en bronce y esmaltes, del presbiterio de la Basilica de la Virgen de las Angustias de Granada, obra de 1880 (ALCOLEA, 1981).

Tampoco pasó desapercibida para las cofradías y hermandades de Sevilla la presencia de la obra de Isaura en la Exposición de 1858, tanto por su calidad material, como por su aspecto innovador y, sobre todo, ajustado precio. Gracias a Bermejo sabemos que entre 1851 y 1881 fueron muchas las corporaciones sevillanas que se dotaron de ajuar procesional de material metálico genéricamente valorado en la época como *platina o plata Roulz*.

Aunque, evidentemente, no todas las piezas fueron construidas realmente siguiendo el método de Roulz ni todas fueron obra de Isaura, sólo la enumeración de algunas de ellas nos permite hacernos idea de la difusión de este tipo de piezas: en 1851 la Hermandad de Monserrat construye una cruz de guía; dos años más tarde la Virgen de Loreto de la Hermandad de San Isidoro procesiona con un palio de estas características con varales del mismo metal. La Hermandad de Pasión se sumó a la moda en 1854 encargando un palio de caídas metálicas con techo de tisú para la Virgen de la Merced. De nuevo la Hermandad de Monserrat encarga piezas de *Roulz* en 1854 y 1855, concretamente una peana procesional y una cornisa para su paso de palio (Isaura). En 1871 se fecha el encargo de la Hermandad de la Virgen de la Esperanza (Macarena) a Isaura, consistente en el suministro de un Palio con caídas, varas, candelería y peana. En 1877 la Virgen de la O de Triana procesionaba sobre peana y bajo palio con caídas sostenidas por varales, todo metálico. Similar conjunto presentaba en 1878 la Virgen de Gracia (Hermandad del Cristo de San Agustín); y en 1879 la popular Virgen del Refugio y San Juan de la Hermandad de San Bernardo incorporó un paso de palio de caídas metálicas. También tuvieron piezas de metal los pasos procesionales de las vírgenes de Regla, Victoria, Lágrimas, Valle y Subterráneo, entre otras Dolorosas de Sevilla (BERMEJO CARBALLO, 1881).

## EL PALIO PROCESIONAL DE 1871. ANÁLISIS HISTÓRICO Y FORMAL

Como se ha indicado, el encargo de la Hermandad de la Macarena a la Casa Isaura tuvo lugar en 1871, tras el acuerdo de la Junta



La Virgen de la Esperanza Macarena bajo el palio de Roulz según una cromolitografía de M. Grima (1880)



Nuestra Señora de los Dolores en su Soledad bajo el palio de plata Roulz que el orfebre Isaura realizó para la Esperanza Macarena en 1881.

Fuente: Hermandad de Nuestra Señora de los Dolores en su Soledad Coronada de Alcalá del Río (Sevilla)

de Gobierno de esa Corporación pasionista de 21 de mayo de ese año (ACTA, 1871). No consta el presupuesto del encargo, pero sí sabemos que se trató de "un contrato de consideración", al menos para la economía de la Hermandad, pues así lo calificó el Hermano Mayor el 6 de enero de 1872 (ACTA, 1872). Que la cifra fue elevada lo corrobora también el hecho de que la Hermandad no pudo completar el dinero para su pago, debiendo recurrir a crear una Comisión de Oficiales que "pasaran a casa de varios hermanos" a exponer la situación y recabar fondos. El finiquito del contrato se produjo y el palio fue estrenado en la Semana Santa de 1872, cesando su uso procesional el Viernes Santo de 1890.

En 1894 la Hermandad de la Macarena y la Hermandad de los Gitanos de Sevilla llegaron a un acuerdo que permitió que el palio, tras algunas modificaciones formales, sirviera para procesionar la imagen de la Virgen de las Angustias. Ya en este momento había perdido varios de sus elementos decorativos y parte de la candelera original. El palio fue utilizado por esa Hermandad hasta 1916. A través de testimonios gráficos sabemos que el palio también fue empleado por la Hermandad del Santo Entierro de Alcalá del Río (Sevilla), para el servicio de la Virgen de los Dolores, durante un tiempo impreciso en circunstancias no aclaradas por el momento (posiblemente antes de 1895)<sup>3</sup>. Finalmente, varios elementos del palio fueron enajenados (caídas, techo y candelabros) a favor de la Hermandad de la Virgen del Mayor Dolor de Aracena (Huelva), en cuyo patrimonio continúa. Los varales fueron objeto de otra compraventa que, según tradición oral, se produjo en Extremadura.

El palio con el que se cubre a las imágenes de la Virgen es una de las partes más valiosas del ajuar de las hermandades de penitencia andaluzas. Suelen ser piezas bordadas o repujadas en metales en su integridad. El encargo del palio que estudiamos debe enmarcarse dentro del período de estética tardo romántica que vivió la Semana Santa de Sevilla en la segunda mitad del XIX. Aunque se trate de una obra de construcción seriada, aporta las técnicas de la emergente industria de los metales de la época, sustituyéndose la calidad de la plata por nuevas aleaciones y la elaboración manual por la troquelada en los distintos elementos compositivos del palio. La crestería, techo y caídas se componen de una sucesión de piezas de ornamentación barroca. Dentro del bloque de la crestería se aprecia una equilibrada sucesión de elementos, entre los que destacan espejos y óvalos intercalados de posición, entre los que se advierten roleos enfrentados. Las fajas horizontales están jalonadas por una saliente en el centro, que en su origen formaba una verdadera cornisa, en la que los espejos son de mayor volumen. Sendos elementos heráldicos que se disponen a la mitad de los cuatro lados del conjunto imprimen agradable ritmo formal a la pieza. Se remata la crestería con una serie de medias palmetas que en los ángulos se convierten en grandes palmas que cierran, a modo de broche, cada uno de los cuatro ángulos de la estructura. De la crestería penden las caídas que aportan movimiento al palio en su función procesional. Están compuestas por una serie de pinjantes de forma triangular con roleos enfrentados y por una serie de guirnalda vegetales y frutales que en forma de media

luna se van enjanzando unas con otras colgando de los pinjantes. El techo de palio, muy modificado, está compuesto por una serie de estrellas biseladas de seis puntas que se disponen entorno a un resplandor o aureola central de la que pende la paloma que figura al Espíritu Santo. En sus ángulos aparecen roleos enfrentados.

En lo formal nos encontramos ante una obra producida íntegramente de manera industrial. El método empleado ha sido la estampación por medio de matrices con ausencia total de repicado manual de las estampaciones. Las labores de montaje de todos los elementos que componen la obra (labores de lampistería) son muy rudimentarias sin responder a la necesaria resistencia y estudio de los esfuerzos a los que sería sometida la obra en su función procesional. Precisamente ésta ha sido la causa del constante deterioro del palio que obligó a sus distintos titulares a lo largo del tiempo a introducir reformas no siempre acertadas.

El conjunto de piezas estampadas que componen la obra son: crestería de conchas y roleos; molduras de media caña con decoración de ovas; placas con decoración de espejos ovalados; placas con decoración de roleos; molduras con decoración de cintas, pinjantes y guirnalda.

Todas estas piezas han sido sometidas al mismo proceso de estampación, utilizándose chapas de aleación, latón, sobre la que se ejerce una fuerte presión por medio de una prensa sobre una matriz de abultado. Estas matrices pueden ser de acero, de bronce o de aluminio, suelen ir en relieve como el modelo (positivo). La matriz se coloca en la parte baja o base de la prensa depositándose sobre ella la chapa de latón. En la parte superior de la prensa se coloca una reproducción de la matriz en hueco (negativo) de una aleación blanda, se cierra la prensa y aplicando una presión de varias toneladas se introduce la chapa por todo el dibujo, reproduciendo todos los volúmenes.

### **Crestería de conchas y roleos**

Es el elemento que corona las bambalinas del palio. Se trata de una pieza que presenta, por su parte superior, formas curvas siguiendo el dibujo que lo compone, conchas y roleos; la parte inferior está rematada por una moldura de media caña, cortada a troquel, de un grueso de 0'8 décimas.

### **Molduras de media caña estampadas**

Al mismo tiempo que se les dota del dibujo, se pliega y da la forma definitiva para su colocación en la base de madera que sirve de estructura portante. El grueso considerable de la chapa empleada, de 0.8, décimas acepta estas torsiones.

### **Placas con decoración de espejo**

Tienen el mismo grueso que las molduras: 0.8 décimas. Presentan unos relieves considerables ciñendo la chapa al molde con ausen-



Dos matrices de abultado para molduras, en acero y aluminio. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH



Placas, espejos y pinjantes. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH

cia de pliegues, pudiendo deberse al empleo de recocidos de la chapa para facilitar la penetración de ésta por todos los relieves sin que aparezcan fisuras o pliegues.

### Pinjantes guirnaldas

Han sido cortadas con troqueles cortadores. Se observan en algunos casos fisuras en el soporte probablemente por las aristas de las zonas altas y los fondos tan acusados y tan cercanos a éstas. Estas piezas de líneas muy airoso y de frágil diseño han sido las que más han sufrido. Hay que unirle a esto la incorrecta manera con que resuelve Isaura el problema de las tensiones y los impactos en su uso procesional. La estructura material de los pinjantes presentaba un grave deterioro debido a la transformación recibida en la estampación, que redujo considerablemente la resistencia y la fortaleza de la lámina empleada. La estructura ha cambiado en muchos de sus puntos debido al excesivo estimamiento que ha sufrido la lámina en el momento del troquelado. En algunos puntos pasa de tener un grueso inicial de 0.8 décimas a tener un grueso de 0.3 décimas, a esto le sumamos el calado que se les dio siguiendo el dibujo de la guirnalda. Todo ello ha reducido considerablemente la resistencia estructural de estos elementos.

La técnica del troquelado es un sistema muy antiguo que ha sufrido muchas modificaciones a lo largo del tiempo. A partir de la Revolución Industrial la evolución de esta técnica permitió obtener modelos mayores y más complejos. Hoy en día el troquelado sigue siendo un sistema de producción de orfebrería insustituible. En la actualidad en los talleres se suele emplear el cincel para conseguir un aspecto más definido. Las piezas que componen el palio de Aracena sólo fueron estampadas, se cortaron con troqueles de corte las piezas que están al aire, se fijaron con clavos las molduras que componían los paños de las bambalinas y se sujetaron con argollas abiertas las guirnaldas a los pinjantes, a los que se les realizaron tres taladros para sujetar el conjunto a la base de madera de las bambalinas.

Otro aspecto novedoso fueron los grandes troqueles que se emplearon para la fabricación de los elementos constitutivos del palio. Las dimensiones considerables que tiene cada una de las piezas nos indica el tamaño de los troqueles y la fuerza necesaria para la obtención de dichas piezas. El elevado volumen que presenta la mayoría de las estampaciones sólo se consigue empleando una enorme presión. En esta época eran pocos los talleres que poseían una maquinaria capaz de ejercer presiones de esa magnitud: circunstancia que fue uno de los atractivos que en su día pudo tener la fabricación de este tipo de obras. Gracias a la prensa ilustrada de la época sabemos que Isaura disponía de maquinaria a vapor de última generación, y que su utilización supuso una de las claves de la fabricación de este palio.

En otro orden de cosas, la decoración ornamental empleada para darle forma a la obra era en muchos casos poco definida, aunque presenta, por el contrario, un considerable relieve. Tal circunstancia puede deberse a varios factores: el método empleado, la estampación, el grueso elegido (0.8 décimas), o el tamaño (550 mm x 150 mm). El uso de estas proporciones fue sin duda un gran reto para el proyecto.

### ANÁLISIS QUÍMICO Y ESTRUCTURAL

Como se ha indicado, la técnica de plateado empleado en el palio procesional de 1871 se realizó precisamente según el método Ruolz (DE P. MELLADO, 1852), que consistía en un sistema de plateado electrolítico aplicado a objetos de muy diversa composición: bronce, latón, etc., mediante electrodeposición de una fina lámina de plata (MAESTRE, 1995). Para ello la pieza a platear se sumerge en una disolución (electrolito) que contiene una sal de plata (AgCN) y cianuro de potasio (KCN). Mediante una fuente de energía externa se aplica una diferencia de potencial entre la pieza (cátodo) y un electrodo de plata (ánodo) que fuerza la reducción de la sal de plata y se deposita sobre la superficie del objeto a platear (RICO; SANTIESTEBAN, 1856). En todas las inmersiones,

que duran dos minutos, la deposición de la plata es mayor en el metal base a mayor temperatura de inmersión, y se obtiene una deposición uniforme en cantidad de plata proporcional al tiempo de inmersión, circunstancia que permite variar el espesor del platingado a voluntad (SELMI, 1856).

El estudio analítico y estructural de los materiales metálicos del palio se ha realizado de forma conjunta en el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico en colaboración con el Departamento de Ciencias de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica de la Universidad de Cádiz. En total se han analizado 12 muestras correspondientes a los distintos elementos decorativos que componen el palio, entre los que se incluyen piezas originales sin restaurar, originales intervenidas y piezas de sustitución.

Una vez en el laboratorio las muestras fueron examinadas mediante el empleo de lupa binocular reglada Nikon modelo 102 conectada a CCD con tarjeta de digitalización de imagen Kappa, modelo CF 11 DSP. Este análisis inicial permitió establecer el estado de conservación de las muestras y detectar, en su caso, la presencia de productos de corrosión adheridos sobre las mismas.



Placa de espejos con deformación. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH



Placa de espejos, adaptación cromática, reposición no mimética. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH

El análisis metalográfico de las muestras constituyó la principal herramienta para la ejecución del estudio y se realizó mediante microscopio metalográfico Nikon, modelo 104, conectado a CCD con tarjeta de digitalización de imagen Kappa, modelo CF 11 DSP.

Para el ataque de las probetas se ensayaron distintos métodos, testados inicialmente con probetas comerciales de composición similar (SCOTT, 1991). Una vez preseleccionados aquellos que cumplieren con los requisitos de sencillez y calidad de los resultados, se realizaban ensayos con pequeñas probetas obtenidas de las muestras. Dado que el metal base de los tres objetos era un latón 60Cu-40Zn, se ensayaron disoluciones de *persulfato amónico acuoso*, *peróxido de hidrógeno-amoniaco*, *cloruro férrico acuoso*, *cloruro férrico alcohólico*, *cloruro férrico en glicerol*, *disolución saturada de óxido de cromo (VI)* y *ferrocianida potásica*.

Antes y después de los estudios metalográficos se emplearon técnicas de análisis y caracterización del material: Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y Espectroscopía de Energía Dispersiva (EDS)(DRAYMAN-WEISSER, 2000). Los estudios de microscopía se realizaron en los Servicios Centrales de la Universidad de Cádiz mediante un Microscopio Electrónico de Barrido QUANTA 200 de Philips, con filamento de emisión termoiónica y acoplado a un sistema de microanálisis Phoenix EDS, y en el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico mediante Microscopio Electrónico de Barrido JEOL JSM 5600LV con microanálisis elemental mediante energía dispersiva de Rayos X INCA-OXFORD.

En zonas posteriores de las muestras se realizó de análisis químico mediante Espectrómetro de Emisión de Chispa con detector CCD Spectro, modelo Lab Jr.

Los estudios de microdureza se realizaron en un microdurómetro Struers modelo Duramin-20, mediante norma ASTM 384-89. La carga aplicada en todas las muestras fue de 98.07 mN (0.01 en escala Vicker) durante 19 segundos.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentan para cada uno de los grupos de muestras estudiadas: originales sin restaurar, originales restauradas y de reposición.

### Grupo 1: piezas originales sin intervenciones posteriores

El examen visual de las piezas permitió observar diferentes estados de conservación en las mismas, aunque siempre presentaban peor estado de conservación que el grupo de piezas intervenidas con posteridad. En general, presentan un aspecto heterogéneo, con zonas donde permanecen restos de lámina de plata, zonas donde el metal base está descubierto y otras donde aparecen productos de corrosión de color verde azulado o blanco y picaduras.

En las muestras del grupo 1 se observa, previamente al ataque metalográfico, una matriz metálica de tonalidad amarilla (identificada mediante EDS como latón), y una delgada lamina blanca de 0.5 mm (identificada mediante EDS como plata). Se revelan, además, zonas heterogéneas de desaleación o corrosión selectiva con pérdida de Zn y enriquecimiento local en Cu, que le confieren un aspecto rosáceo. Estas zonas son más importantes en la cara posterior. La superficie de las muestras en ambas caras se encuentran muy erosionadas, y sólo hay restos del plateado original en la cara vista.

En las caras posteriores no se detecta plata. Sin embargo, se observan grandes zonas que han sufrido un proceso de desaleación o corrosión selectiva, mucho más severo que las identificadas en la cara vista.

Una vez realizado el ataque metalográfico se observan granos de tamaño heterogéneo pero no deformados. El diferente tamaño de los granos induce a pensar que el objeto se fabricó en molde, que provocó un enfriamiento a velocidades distintas y la cristalización en diversos tamaños de grano. La ausencia de deformación en los granos en las zonas curvadas de la muestra indica que en el proceso de fabricación del objeto no hubo trabajo en frío (ej. repujado).

El ataque metalográfico también resalta la presencia de zonas de corrosión selectiva o desaleación, y de la lámina de plata en la cara vista de la muestra.

El análisis mediante SEM/EDS de la sección transversal certifica la presencia de una matriz de Cu-Zn, y, en algunas zonas, restos de la lámina de plata de 0.5 mm de espesor.

En zonas puntuales se pueden apreciar óxidos de cobre o de cinc. En la figura de la p. 30 (abajo) se observan imágenes en detalle de los mismos, y sus respectivos EDS.

En la imagen SEM tomada en la sección transversal de las muestras del grupo 1 se observa la presencia de grandes zonas enriquecidas en cobre, como resultado de un proceso de corrosión selectiva o desaleación. Estos procesos se hacen más evidentes en las caras posteriores.

## Grupo 2: piezas originales con intervenciones posteriores

Este grupo de muestras presentan un mejor estado de conservación, con un aspecto plateado brillante por la cara vista y plateado mate por la cara posterior, con ausencia de productos de corrosión sobre la superficie.

El estudio al microscopio óptico de este grupo de muestras revela que en la cara vista, sobre la matriz de tonalidad amarilla (identificada mediante EDS como latón) se deposita una primera y delgada lamina blanca de 0.5 mm de espesor (identificada por EDS como

plata), una lámina de tonalidad rosácea de unos 15 mm de espesor (identificada por EDS como cobre) y una segunda lámina blanca de 1 mm de espesor (identificada por EDS como plata).

En la cara posterior, sin embargo, se observa exclusivamente una fina lámina de plata depositada directamente sobre la matriz de latón.

La imagen SEM, tomada en la sección transversal, permite observar en detalle la estructura de las distintas láminas encontradas en la cara vista. Estas han sido identificadas, mediante EDS y desde el interior hacia el exterior de la muestra como: (b) matriz de latón, con picos característicos de Cu y Zn, (c) lámina de plata

**En lo formal, el palio procesional encargado a Isaura es una obra producida íntegramente de manera industrial. El método empleado ha sido la estampación por medio de matrices con ausencia total de repasado manual**



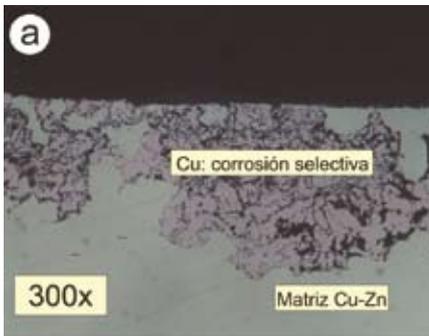
Placa de roleos, comparativa: limpieza y adaptación cromática. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH



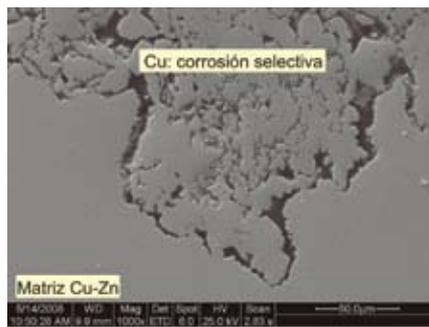
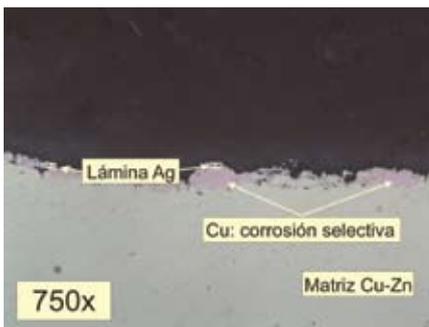
Fragmento ya intervenido con implantación de placa de roleos no mimética. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH



Imágenes a lupa binocular de una muestra del grupo 1 (a) óxidos de cinc sobre la superficie de la cara vista (b) detalle de los óxidos de cobre en la cara posterior. Fuente: Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica. Universidad de Cádiz

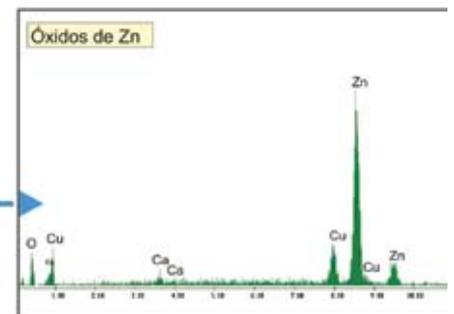
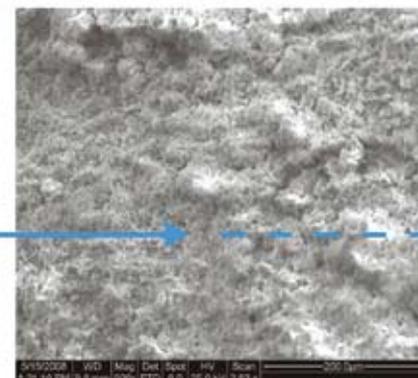
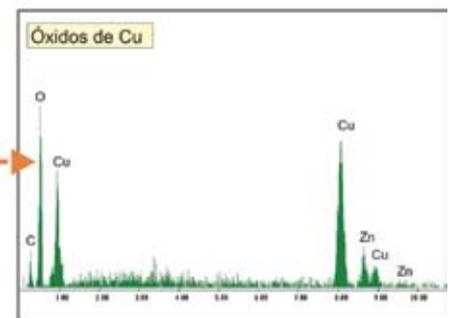
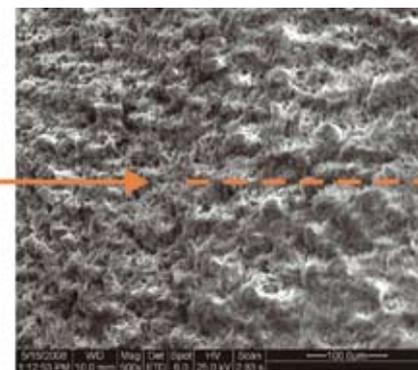
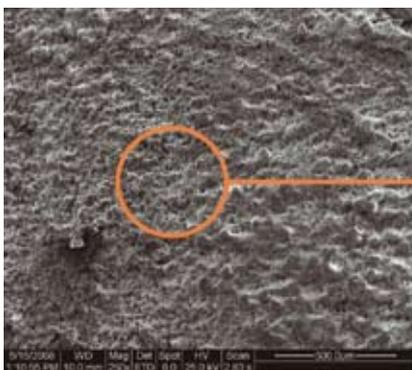


(a) Imagen a microscopía óptica de la cara posterior de una muestra del grupo 1, previa al ataque metalográfico (300x). (b) Detalle de zona de corrosión selectiva rica en cobre con restos de matriz (1500x). Fuente: Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica. Universidad de Cádiz

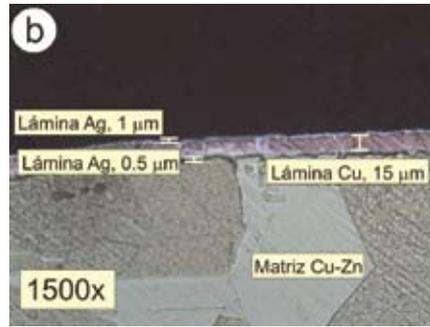
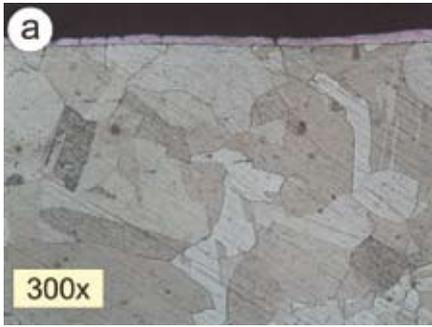


Izquierda. Imagen a microscopía óptica de la cara vista de una muestra del grupo 1, previa al ataque metalográfico. Detalle de restos de la lámina de plata, y zonas de desaleación selectiva ricas en cobre (750x). Fuente: Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica. Universidad de Cádiz

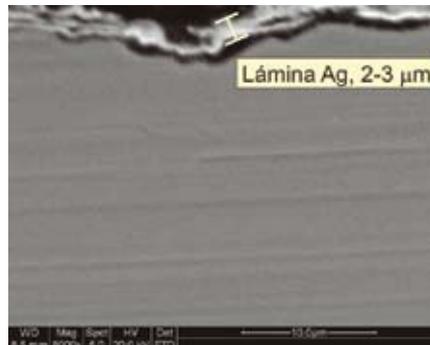
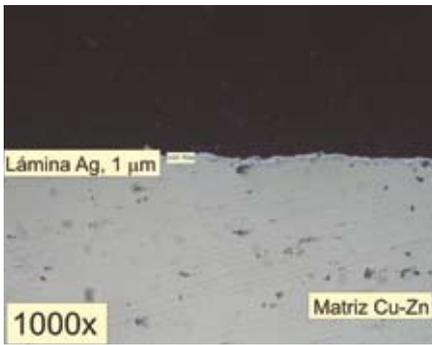
Derecha. Imagen SEM de una zona de corrosión selectiva rica en cobre en la cara posterior, rodeada de la matriz de latón. Fuente: Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica. Universidad de Cádiz



Imágenes SEM y espectros EDS característicos de los distintos óxidos depositados sobre la superficie de una muestra del grupo M1. Fuente: Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica. Universidad de Cádiz



(a) Imagen a microscopía óptica de una muestra del grupo 2, tras el ataque con  $\text{FeCl}_3$ . (b) Detalle de las láminas de plata y cobre en la cara vista (1500x). Fuente: Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica. Universidad de Cádiz



Izquierda. Imagen a microscopía óptica de una muestra del grupo 2, previa al ataque. Detalle de la lámina de plata en la cara posterior (1000x). Fuente: Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica. Universidad de Cádiz

Derecha. Imagen SEM correspondiente al corte transversal en la cara vista en el grupo 3 (8000x). Fuente: Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica. Universidad de Cádiz

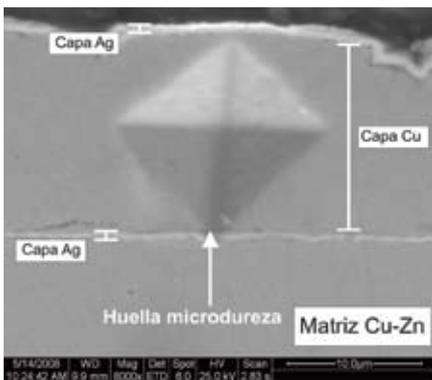
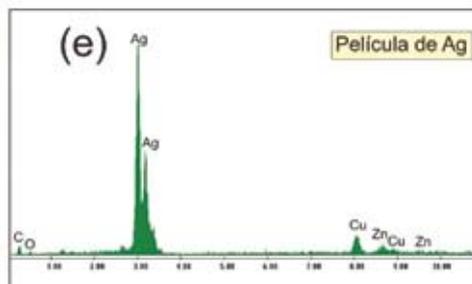
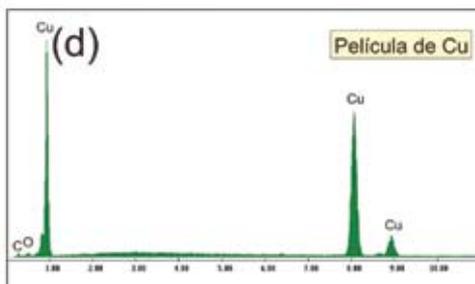
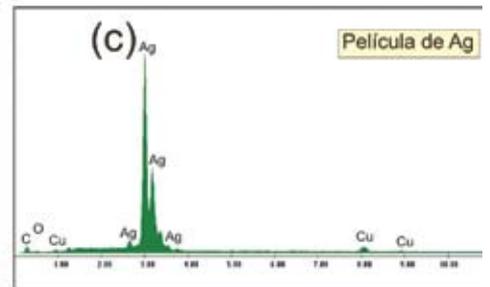
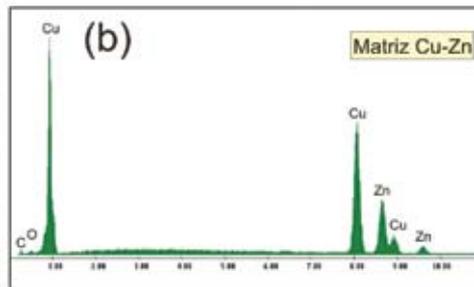
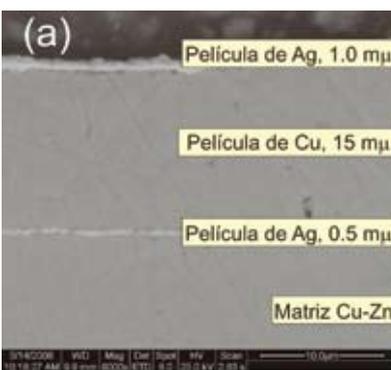


Imagen SEM (aumentos: 8000x): detalle de huella de microdureza sobre la lámina de cobre puro de una muestra del grupo 2. Fuente: Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica. Universidad de Cádiz



(a) Imagen SEM de una muestra del grupo 2 (8000x). EDS correspondientes a (b) matriz, (c) lámina de plata, (d) lámina de cobre (e) lámina de plata. Fuente: Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica. Universidad de Cádiz



Palio de la Hermandad de la Vera-Cruz de Aracena (Huelva). Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH

pura, relativamente homogénea, y con 0.5 mm de espesor, (d) lámina de cobre puro, muy homogénea y con unas 15 mm de espesor, (e) lámina de plata pura, relativamente homogénea, de 1 mm de espesor.

### Grupo 3: piezas de reposición

Las muestras presentan buen estado de conservación, con un aspecto plateado brillante por la cara vista y plateado mate por la cara posterior, con ausencia de productos de corrosión sobre las caras.

En la cara vista de una de las muestra del grupo 3 se observa, previamente al ataque metalográfico, una matriz metálica de tonalidad amarilla (identificada mediante EDS como latón), y una delgada lamina blanca de 2 a 3 mm (identificada mediante EDS como plata). Este grupo de muestras presenta lámina de plateado en ambas superficies. No se observa, en ninguna de las caras, la presencia de láminas intermedias de cobre o restos de plateados previos.

Tras el ataque metalográfico, la estructura revelada vuelve a coincidir con la de las muestras de los grupos 1 y 2: granos de tamaño heterogéneo no deformados indicativos de una manufactura en molde sin posterior trabajo en frío.

Las micrografías realizadas sobre el grupo de muestras 3 permiten apreciar, en toda la superficie de la muestra, una lámina relativamente heterogénea de plata, con espesores variables de entre 2 y 3 mm y, en algunas zonas puntuales, muy poco adherida a la superficie de latón.

Los ensayos de microdureza se realizaron en secciones, tanto en zonas de interés particular como en transeptos a lo ancho de la muestra. Los valores de microdureza que se muestran a continuación vienen expresados en escala Vickers ( $H_V$ ), la más usual de las escalas de dureza empleadas. Se presentan los valores promedio de cada muestra o zona de las mismas. En ningún caso se ha podido medir la microdureza de las láminas de plata remanentes, debido al escaso espesor de las mismas (Grupo 1: 0.5 mm, Grupo 2: 0.5 y 1 mm, Grupo 3: 2-3 mm).

MUESTRA	ZONA	MICRODUREZA
Grupo 1	Matriz Cu-Zn	112,92 Hv
Grupo 2	Lámina Cu puro	75,00 Hv
	Matriz Cu-Zn	108,84 Hv
Grupo 3	Matriz Cu-Zn	107,80 Hv

Valores de microdureza en las distintas zonas de las muestras

### CONCLUSIONES ANALÍTICAS

De los resultados analíticos se pueden concluir, para cada uno de los grupos de muestras, lo siguiente:

Grupo1: Presentan en superficie desarrollo de óxidos de cobre y de cinc, y presencia de procesos de corrosión selectiva, más severos en la cara posterior, que dan lugar a la pérdida de Zn y enriquecimiento local en Cu.

Los restos de la lámina de plata en la cara vista, afectada en algunas zonas por los procesos de erosión y de migración de óxidos desde la matriz metálica, mantienen un espesor constante de 0.5 mm. Nos encontramos probablemente ante una pieza original, tratada inicialmente mediante un proceso de plateado electrolítico y sin intervención posterior, que dio lugar a la deposición de una lámina de plata uniforme.

La total ausencia de plata en la cara posterior se puede deber a un sellado previo de esta superficie durante el tratamiento electrolítico, que evitase la reducción y deposición de las sales de plata sobre la misma, con el consiguiente abaratamiento de los costes. La ausencia de esta lámina de plata habría generado un aumento de los procesos de corrosión selectiva en esta cara.

Grupo2: Ausencia de óxidos de cobre y de cinc sobre la superficie, recubierta en ambas caras por una lámina de plata. El examen transversal ha mostrado la presencia de una primera lámina de plata de 0.5 mm, otra lámina uniforme de unos 15 mm de cobre puro y una tercera lámina uniforme de plata de 1 mm de espesor.

Se trata de piezas originales sometidas inicialmente a un proceso de plateado electrolítico que dio lugar a la deposición de la lámina interna de plata de la cara vista. Posteriormente, estas piezas serían intervenidas, primero mediante un tratamiento electrolítico en un baño con sales de cobre y, posteriormente, con un nuevo tratamiento de plateado. El tratamiento con cobre cumpliría una triple función: favorecer la adherencia de la nueva lámina de plata, aumentar la consistencia de la pieza, y sellar defectos superficiales.

La presencia de láminas de plata bien adheridas en ambas caras ha evitado probablemente los fenómenos de corrosión selectiva, al actuar como capa protectora.

Grupo 3: Ausencia de óxidos de cobre y de cinc sobre la superficie, recubiertas en ambas caras por una lámina de plata, con un espesor de entre 2-3 mm, superior a las de los grupos 1 y 2, pero mal adherida a la superficie de latón. Estas muestras no presentan indicios de intervenciones posteriores. La apariencia general, el espesor del latón y el de la lámina de plata le confieren posiblemente un origen diferente a las muestras de los grupos 1 y 2.

En todos los grupos la heterogeneidad en el tamaño de los granos indicaría una fabricación en molde con latón, provocando por un enfriamiento a distinta velocidad y la recristalización en diversos tamaños. La ausencia de deformación en los granos en las zonas curvadas de la muestra, indica que en el proceso de fabricación del objeto no hubo trabajo en frío.

## NOTAS

<sup>1</sup> El proyecto se ha desarrollado entre diciembre de 2002 y julio de 2008 y ha supuesto una inversión para la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía de 42 819.50 euros.

<sup>2</sup> El procedimiento fue publicado en 1842 por Ruolz, concretamente en el volumen 131 (pp. 160-166) de la prestigiosa revista científica *Annalen der Physik* (Verfahren des Hrn. Elkington und des Hrn. Ruolz, Metalle auf galvanischem Wege zu vergolden oder mit anderen Metallen zu überziehen).

<sup>3</sup> Agradecemos a esta Hermandad la deferencia tenida hacia el IAPH al facilitarnos copia de una antigua fotografía de su titular bajo el palio procesional de Isaura.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACTA** (1872) Acta del Cabildo de 6 de enero de 1872. *Libro de Actas de Cabildos de Oficiales de 1845 a 1872*, vol.1.2.2, folio 193 rº. Archivo de la Hermandad de la Esperanza Macarena de Sevilla

**ACTA** (1871) Acta del Cabildo de 21 de mayo de 1871. *Libro de Actas de Cabildos de Oficiales de 1845 a 1872*, vol.1.2.2, folio 190 vº. Archivo de la Hermandad de la Esperanza Macarena de Sevilla

**ALCOLEA, S.** (1981) L'orfebrería barcelonina del segle XIX. *Rev. d'Art.* nº. 6-7. Barcelona, 1981, pp. 141-191

**BERMEJO CARBALLO, J.** (1881) *Glorias religiosas de Sevilla*. Sevilla, 1881

**DE P. MELLADO, F.** (ed.), *Enciclopedia Moderna. Diccionario Universal de Literatura, Ciencias, Artes, Agricultura, Industria y Comercio*. Madrid: Establecimiento Tipográfico de Mellado, 1852, Tomo 14, pp. 892-893

**DRAYMAN-WEISSER, T.** (Ed.) (2000) *Gilded metals: History, Technology, and Conservation*, Archetype Publications, 2000, pp. 241-265

**FERNANDEZ ARENAS, J.** (1988) *Arte efímero y espacio estético*. Madrid: Anthropolos, 1988

**MAESTRE ABAD, V.** (1995) Francisco de Paula Isaura (1824-1885), bronceista y platero. *Locus Amoenus*, nº 1. Barcelona, 1995, pp. 209-225

**PEREZ CALERO, G.** (1996) La Exposición Agrícola, Industrial y Artística de Sevilla de 1858. *Laboratorio de Arte*, nº 9. Sevilla, 1996, pp. 183-207

**RICARDO, D.** (1817) *Principios de economía política y tributación*. Londres, 1817

**RICO, M.; SANTISTEBAN, M.** (1856) *Manual de física y elementos de química por catedráticos de la Universidad Central*. Madrid. Imprenta, Fundición y Librería de Don Eusebio Aguado, 1856, pp. 361-364

**SCOTT, D. A.** (1991) *Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals*. Getty Conservation Institute, 1991, p. 72

**SELMÍ, M. M.** (et al.) (1856) *Manuels-oret. Nouveau Manuel complet de Dorure et D'argenture par la méthode électro-chimique et par simple immersion. Ouvrage dans lequel on a rassemblé les travaux de tous les chimistes qui se sont occupés de ce sujet*. Paris a la Librairie Encyclopédique de Roret. Nouvelle édition, 1856, p. 16