

MetalEspaña 2020/2021

III Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico

Joaquín Barrio Martín
Milagros Buendía Ortuño (eds.)

SECYR >>
Servicio de Conservación, Restauración y
Estudios Científicos del Patrimonio Arqueológico



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CULTURA
Y DEPORTE

ARQVA

Museo Nacional
de Arqueología Subacuática



MUSEO
CASA DE LA MONEDA

UAM Universidad Autónoma
de Madrid

Anejos nº 6 | 2022

Departamento de Prehistoria y Arqueología
Facultad de Filosofía y Letras,
Vicerrectorado de Investigación
Universidad Autónoma de Madrid

**Cuadernos
de Prehistoria
y Arqueología**
de la Universidad Autónoma de Madrid

MetalEspaña 2020/2021

III Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico

Joaquín Barrio Martín
Milagros Buendía Ortuño
(eds.)



Departamento de Prehistoria y Arqueología
Facultad de Filosofía y Letras
Vicerrectorado de Investigación
Universidad Autónoma de Madrid

Índice

Presentación	15
SESIÓN I. CIENCIA Y TECNOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN DEL PATRIMONIO METÁLICO	
Electrochemical techniques for dating metallic heritage	21
Técnicas electroquímicas para la datación del patrimonio metálico	
ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ	
Caracterización, diagnóstico y conservación de los lingotes de cobre del Pecio Arapal (Sancti Petri, Cádiz)	29
Characterization, diagnosis and conservation of copper ingots from the Arapal Wreck (Sancti Petri, Cadiz)	
ROCÍO MORÓN, MARÍA LLÜISA MATAS, LUIS CARLOS ZAMBRANO, FELIPE CEREZO Y MANUEL BETHENCOURT	
Estrategias innovadoras para la conservación preventiva de los objetos metálicos en colecciones de museos	39
Innovative strategies for the preventive conservation of metallic objects in museum collections	
MARÍA TERESA MOLINA, BLANCA RAMÍREZ, IVÁN DÍAZ Y EMILIO CANO	
Estudio de la efectividad del ácido tánico sobre piezas de hierro arqueológico	47
Study of the effectiveness of tannic acid on archaeological iron pieces	
TANIA PÉREZ TORDERA, ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ Y MONTSERRAT LASTRAS PÉREZ	
Estudio radiográfico de los metales arqueológicos de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz)	55
Radiographic study of the archaeological metals of Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz)	
INMACULADA DONATE, MIRIAM BUESO, ESTHER RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, SEBASTIÁN CELESTINO Y JOAQUÍN BARRIO	
Extrapolación de técnicas no habituales en la reproducción de elementos metálicos asociados al Patrimonio Documental	65
Extrapolation of unusual techniques in the reproduction of metallic elements associated with Documentary Heritage	
ÍÑIGO GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, JUAN BERMEJO-SOLER, ESTÍBALIZ LAMA OCHOA Y M ^a DOLORES RODRÍGUEZ LASO	

Aportación de la técnica FIB-FESEM-EDX al estudio del patrimonio en metal	71
Contribution of FIB-FESEM-EDX technique to the study of Metal Heritage	
CARLA ÁLVAREZ ROMERO, CAROLINA MAI CEROVAZ, MARÍA TERESA DOMÉNECH-CARBÓ, ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ, MILAGROS BUENDÍA ORTUÑO Y TRINIDAD PASÍES OVIEDO	
Nueva metodología para la eliminación de la corrosión en patrimonio metálico arqueológico: buffers, quelantes, geles y emulsiones	81
New methodology for the elimination of corrosion in archaeological metal heritage: buffers, chelators, gels and emulsions	
SILVIA MARÍN ORTEGA	
Medida directa de potenciales de circuito abierto como técnica no invasiva de evaluación del grado de corrosión de objetos arqueológicos	87
Direct measurement of open circuit potentials as a non-invasive technique for evaluating the degree of corrosion of archaeological objects	
MARÍA AMPARO PEIRÓ RONDA Y ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ	
Restauración virtual y recreación de uno de los jarros de bronce de la estancia del banquete (S-1) del yacimiento de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz), los medios digitales como continuidad de la restauración física	97
Virtual restoration and recreation of one of the bronze jugs from the banquet room (S-1) from the Casas del Turuñuelo site (Guareña, Badajoz), digital media as continuity of the physical restoration	
BÁRBARA MARTÍN GÓMEZ, ESTHER RODRÍGUEZ GONZÁLEZ Y SEBASTIÁN CELESTINO	
Estudio arqueológico y restauración de espuelas bajomedievales de Asturias	107
Archaeological study and restoration of late medieval spurs in Asturias	
SILVIA PÉREZ-DIEZ, BEATRIZ GARCÍA-ALONSO, LUIS J. FERNÁNDEZ-MENÉNDEZ, LARA LOBO, NEREA BORDEL, MAITE MAGUREGUI, NOELIA FERNÁNDEZ-CALDERÓN Y ALEJANDRO GARCÍA ÁLVAREZ-BUSTO	
Sesión II. MONEDAS Y PATRIMONIO NUMISMÁTICO: ESTUDIOS, PROYECTOS, RESTAURACIONES Y MUSEOS	
El Museo Casa de la Moneda. La colección de moneda islámica	117
The Museo Casa de la Moneda. The Islamic Coin Collection	
ALBERTO J. CANTO GARCÍA	
Composición y características de la acuñación de dos cecas hispanorromanas: análisis aplicados a las monedas de <i>Caesar Augusta</i> (Zaragoza) y <i>Emerita Augusta</i> (Mérida)	129
Composition and characteristics of the coinage of two Hispano-Roman mints: analysis applied to the coins of <i>Caesar Augusta</i> (Zaragoza) and <i>Emerita Augusta</i> (Merida)	
CRUCES BLÁZQUEZ CERRATO, MARTA GÓMEZ BARREIRO, JOSÉ MANUEL COMPAÑA PRIETO, JUAN GÓMEZ BARREIRO, CARMELO FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, RUFO MARTÍN MATEO E INÉS PUENTE ORENCH	

Patrimonio Industrial en el Museo de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre de Madrid. Su conservación	139
Industrial Heritage in the Museum of the Fábrica Nacional de Moneda y Timbre of Madrid. Its conservation	
SARA MARTÍN DE ANDRÉS Y BEATRIZ RUBIO VELASCO	
La moneda en las <i>cetariae</i> de <i>Gadir-Gades</i>	149
The coin in the <i>cetariae</i> of <i>Gadir-Gades</i>	
ELENA MORENO PULIDO, ALICIA ARÉVALO GONZÁLEZ Y JOSÉ ÁNGEL EXPÓSITO ÁLVAREZ	
Los criterios de intervención y el análisis científico en la restauración de un conjunto de monedas de plata emirales del yacimiento arqueológico La Ermita del Sacedal, en El Rebollar de El Boalo (Madrid)	159
Intervention criteria and scientific analysis in conservation of a set of Emiral silver coins from the archaeological site La Ermita del Sacedal, el Rebollar de El Boalo (Madrid)	
ANA ISABEL PARDO NARANJO, MARÍA CRUZ MEDINA SÁNCHEZ Y MANUEL BLANCO DOMÍNGUEZ	
El tesoro de monedas de plata de las taifas del siglo XI hallado en Jaén en 1914: proceso de restauración	167
The treasure of silver coins from the taifa of the 11 th century found in Jaen in 1914: restoration process	
ALBERTO J. CANTO GARCÍA, WIOLETA JABŁOŃSKA Y ANA ISABEL PARDO NARANJO	
Tratamiento de conservación-estabilización aplicado al conjunto numismático recuperado de la Fragata <i>Nuestra Señora de las Mercedes</i>	177
Conservation and stabilization treatment applied to numismatic set recovered from the frigate <i>Nuestra Señora de las Mercedes</i>	
SOLEDAD DÍAZ MARTÍNEZ	
Moneda y circulación monetaria en el ámbito minero del reborde meridional de la meseta sur. Un proyecto de investigación en marcha	185
Currency and monetary circulation in the mining area of the southern edge of the southern plateau. An ongoing research project	
MAR ZARZALEJOS PRIETO Y ALICIA ARÉVALO GONZÁLEZ	
Con la colaboración de: JOAQUÍN BARRIO MARTÍN Y ANA ISABEL PARDO NARANJO	
Intervención de urgencia de conjunto de monedas y vajilla de bronce de Pompeya. Una restauración de campaña junto al Vesubio	195
Urgent intervention of a set of coins and bronze tableware from Pompeii. A campaign restoration next to Vesuvius	
BETLEM MARTÍNEZ PLA	
Restauración y conservación de un conjunto de monedas (La Bienvenida)	205
Restoration and conservation of a set of coins (La Bienvenida)	
FRANCISCO DEL PESO ROSADO	

SESIÓN III. PATRIMONIO METÁLICO ARQUEOLÓGICO

La experiencia de conservar metales: una labor de aprendizaje continuo	213
The experience of preserving metals: a work of continuous learning	
MARÍA ANTONIA MORENO CIFUENTES	
Conservación. Propuesta metodológica para un caso práctico en el Pórtico Oriental de Plaza de Armas en <i>Madīnat al-Zahrā</i> (Córdoba)	223
Conservation. Methodological proposal for a practical case in the Portico Oriental of the Plaza de Armas in <i>Madīnat al-Zahrā</i> (Córdoba)	
INMACULADA C. MUÑOZ MATUTE Y ALEJANDRA DEL PINO CAMPOS	
Arqueología y Restauración: un caso práctico en el Pórtico Oriental de la Plaza de Armas de <i>Madīnat al-Zahrā</i> (Córdoba)	231
Archaeology and Restoration: A practical example of the Pórtico Oriental of the Plaza de Armas in <i>Madīnat al-Zahrā</i> (Córdoba)	
MARÍA MUÑOZ MORA, WIOLETA JABŁOŃSKA Y ALEJANDRO UGOLINI SÁNCHEZ-BARROSO	
Ciudad de México: un entorno excepcional para la corrosión de metales arqueológicos. Estudio de caso	239
Mexico City: an exceptional environment for archaeological metal corrosion. Case study	
ÁNGEL ERNESTO GARCÍA ABAJO, TERESITA LÓPEZ ORTEGA Y JOSÉ ANTONIO LÓPEZ PALACIOS	
Conservación y estudio arqueológico de piezas ibéricas y vacceo-romanas de bronce y hierro procedentes de <i>Dessobriga</i> (Palencia)	249
Conservation and archaeological study of Iberian and Vacceo-Roman bronze and iron pieces from <i>Dessobriga</i> (Palencia)	
ÁGUEDA SÁENZ-MARTÍNEZ, FRANCISCO DEL PESO-ROSADO, ESPERANZA MARTÍN-HERNÁNDEZ Y DAVID EXPÓSITO	
Decoración incisa bajo siglos de corrosión metálica	257
Incised decoration under centuries of metallic corrosion	
LUCÍA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ	
El conjunto de estatuillas de bronce de la Tumba n.º 14, Oxirrínco (El-Bahnasa), Egipto	269
The set of bronze statuettes from Tomb no. 14, Oxirrínco (El-Bahnasa), Egypt	
BERNAT BURGAYA MARTÍNEZ	
Estado de conservación y metodología de intervención de una selección de bronce del yacimiento Casas del Turuñuelo	279
State of conservation and intervention methodology of a selection of bronzes from the archaeological site Casas del Turuñuelo	
MARÍA CRUZ MEDINA SÁNCHEZ, MARÍA MUÑOZ MORA Y JOAQUÍN BARRIO MARTÍN	

Un ataque microbiológico en objetos de hierro de época ibérica: proyecto interdisciplinar de investigación, intervención y conservación preventiva	289
--	-----

A microbiological attack on iron objects from the Iberian
period: interdisciplinary research, intervention and
preventive conservation project

RAMÓN CANAL ROCA, TRINIDAD PASÍES OVIEDO, JAIME VIVES-FERRÁNDIZ SÁNCHEZ,
M^a TERESA DOMÉNECH-CARBÓ, ROSA M^a MONTES ESTELLÉS,
JOSÉ ANTONIO MADRID GARCÍA Y ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ

Propuesta para la conservación de una amplia colección de objetos arqueológicos de hierro	299
--	-----

Proposal for the conservation of a wide collection of iron
archaeological objects

LAURA GARCÍA BOULLOSA

Sistema expositivo en la colección de metales del Museo Foro Romano. Molinete (Cartagena)	309
--	-----

Exhibition system in the metal collection of the Roman
Forum Museum. Molinete (Cartagena)

IZASKUN MARTÍNEZ PERIS

Trabajos de conservación-restauración de cuatro tuberías de plomo de la ciudad romana de <i>Baetulo</i> (Badalona). Un caso de estudio interdisciplinar	319
---	-----

Conservation-restoration work on four lead pipes in the
Roman city of Baetulo (Badalona). An interdisciplinary case
study

ANNA BERTRAL ARIAS, ESTHER GURRI COSTA Y SANTIAGO RIERA MORA

Métodos de limpieza sobre metales arqueológicos procedentes de medios marinos: clavos de hierro originarios del Pecio de Urbieta (Gernika, Vizcaya)	329
---	-----

Cleaning methods on archaeological metals from marine
environments: iron nails from the Urbieta Wreck (Gernika,
Vizcaya)

SARA MASTRAL-MOLINOS, AINARA ZORNOZA-ÍNDART, LAURA GARCÍA Y GIORGIO STUDER

SESIÓN IV. PATRIMONIO METÁLICO HISTÓRICO, ARTÍSTICO Y RELIGIOSO

Acciones de Conservación de Patrimonio Militar de Artillería: de la intervención mínima a la intervención funcional	341
--	-----

Actions for the Conservation of Artillery Military Heritage:
from minimal intervention to functional intervention

ANAHÍ MEYER RIERA Y JAIME FERREIRA REGALADO

Construcción de decisiones para la producción y restauración de «El caballito»	351
---	-----

Decision making for the production and restoration of
“El caballito”

JANNEN CONTRERAS VARGAS

Estudio de la colección de objetos metálicos de la Villa Rica de la Veracruz (Veracruz)	.....	361
Study of the collection of metallic objects of the Villa Rica de la Veracruz (Veracruz)		

ÁNGEL ERNESTO GARCÍA ABAJO, JANNEN CONTRERAS VARGAS,
DANIELA LIRA PACHECO Y GABRIELA PEÑUELAS GUERRERO

Patologías y restauración del grupo escultórico de la fuente de las Tres Gracias de Málaga	.....	371
Pathologies and restoration of a sculpture group in the fountain Tres Gracias at Malaga		

DANIEL MORALES-MARTÍN, FERNANDO AGUA, MANUEL GARCÍA-HERAS,
RAFAEL RUIZ DE LA LINDE Y M^a ÁNGELES VILLEGAS

Intervención sobre una empuñadura de una espada ropera procedente del sitio histórico de Panamá Viejo (Panamá): estado de conservación, análisis y restauración	.....	379
Intervention in the hilt of a rapier sword at the historic site of Panamá Viejo (Panama): state of conservation, analysis and restoration		

BÁRBARA MARTÍN GÓMEZ, CRISTINA CABELLO BRIONES, MANUEL BLANCO DOMÍNGUEZ,
M^a CRUZ MEDINA SÁNCHEZ, INMACULADA DONATE CARRETERO, JOAQUÍN BARRIO MARTÍN
Y MARCELINA GODOY VALENCIA

Os pratos em estanho do Rio Arade, estratégias de conservação	.....	387
Tin dishes from Rio Arade, conservation strategies		

ANDREIA ROMÃO

SESIÓN V. PATRIMONIO METÁLICO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO, INDUSTRIAL Y URBANO

Documentación, conservación y restauración de una fuente escultórica de fundición: La diosa Fortuna de Daimiel (Ciudad Real)	.....	395
Documentation, conservation and restoration of a foundry sculptural fountain: The goddess Fortuna de Daimiel (Ciudad Real)		

M^a ISABEL ANGULO BUJANDA, MANUEL M. BLANCO DOMÍNGUEZ Y MIGUEL TORRES MAS

Diagnóstico del estado de conservación de un conjunto de cepos de plomo de procedencia subacuática: uso de geles rígidos de agar-agar para su intervención	.....	407
Diagnosis of the conservation status of a set of lead traps from underwater origin: use of rigid agar-agar gels for their intervention		

ELISA FERNÁNDEZ TUDELA, LUIS CARLOS ZAMBRANO VALDIVIA Y MANUEL BETHENCOURT

Estudio, caracterización y diagnóstico de una fuente de peltre de procedencia subacuática depositada en el Museo de Cádiz	.....	417
Study, characterization and diagnosis of a pewter dish of underwater provenance deposited in the Cadiz Museum		

MANUEL JESÚS GRUESO JIMÉNEZ Y LUIS CARLOS ZAMBRANO VALDIVIA

La conservación de las culebrinas de bronce recuperadas de la fragata <i>Nuestra Señora de las Mercedes</i>	.....	427
The conservation of the bronze culverins recovered from the <i>Nuestra Señora de las Mercedes</i> frigate		
JUAN LUIS SIERRA MÉNDEZ		
La Estación Central de Santiago de Chile. Arquitectura metálica y vanguardia decimonónica	.....	437
The Central Station of Santiago de Chile. Metallic architecture and nineteenth-century avant-garde		
MARÍA PAZ VALENZUELA BLOSSIN		
Las jardineras tipo Monier en las Galerías Punta Begoña. Degradaciones y proceso de conservación	.....	445
The Monier-type planters in the Punta Begoña Galleries. Degradation and conservation process		
JUAN BERMEJO-SOLER, ÍÑIGO GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, ESTÍBALIZ LAMA OCHOA, NAGORE PRIETO-TABOADA Y M ^a DOLORES RODRÍGUEZ LASO		
Los inicios de la industria del hierro en Madrid en el siglo XIX: cerramientos de edificios reseñables	.....	453
The beginnings of the iron industry in Madrid in the 19 th century: remarkable building enclosures		
SUSANA LÓPEZ GINESTAL Y SOLEDAD DÍAZ MARTÍNEZ		
Restauración del Patrimonio Metálico Urbano: la escultura de la Flama Rotaria de la ciudad de Valencia	.....	461
Restoration of the Urban Metallic Heritage: the sculpture of the Rotary Flame of the city of Valencia		
PABLO GRIÑENA		
Westfalia Manteigueira com Centrifugadora: desafios e soluções de conservação	.....	471
Westfalia Butter with Centrifuge: challenges and conservation solutions		
ANDREIA ROMÃO		

Acciones de Conservación de Patrimonio Militar de Artillería: de la intervención mínima a la intervención funcional

Actions for the Conservation of Artillery Military Heritage: from minimal intervention to functional intervention

ANAHÍ MEYER RIERA

Conservadora - Restauradora de Bienes Culturales del Núcleo de História Militar Manuel Coelho Baptista de Lima (MHMMCBCL)
Museu de Angra do Heroísmo (MAH)
Direção Regional de Cultura do Governo dos Açores (DRaC)
Anahi.M.Riera@azores.gov.pt
<https://orcid.org/0000-0003-4988-1489>

JAIME FERREIRA REGALADO

Gestor de la Colección de Militar y Armamento del MHMMCBCL, MAH, DRaC
Jaime.AA.Regalado@azores.gov.pt

Resumen

De la custodia de objetos metálicos de gran envergadura, como son los artefactos de artillería que componen el patrimonio militar resguardado por el Museu de Angra do Heroísmo (MAH), derivan problemáticas que debemos enfrentar en el ámbito de la conservación-restauración, que en el presente trabajo dividiremos en tres temáticas principales. Las suscitadas por la instalación de las piezas a la intemperie; las derivadas de la carencia de demarcación de criterios de intervención, especialmente, si nos centramos en los objetos datados en el siglo xx considerados patrimonio proveniente del progreso de la industria; y por último el problema de la obsolescencia, asociado a la conservación de patrimonio tecnológico. De las críticas suscitadas extraeremos algunas conclusiones que transformadas en directrices de mantenimiento periódico y en planificación de las intervenciones a ejecutar, serán fundamentales para la salvaguarda de nuestro singular acervo.

Palabras clave: patrimonio militar, artillería, conservación, Islas Azores

Abstract

From museology keeping (storage and exhibition) of large metallic artifacts, just like artillery pieces, at the Museu de Angra do Heroísmo military collection, several challenges arise regarding its conservation and restoration.

For study convenience, we will divide these preservation concerns into three distinct groups based on its causes: i) resulting from the exhibition of these objects in outdoor spaces, by the sea, exposed to the harsh climate conditions of an Atlantic island; ii) resulting from the absence of clear intervention rules as these objects should be considered and treated as technical/industrial heritage and iii) resulting from the obsolescence specific issues of military items, raised from its transition from the military and operational environment to a museological environment.

From this critical approach and hands-on experience, we expect to extract some practical conclusions which can be transformed into museological maintenance plans of paramount importance for this heritage preservation.

Key words: Military heritage; Artillery; Conservation; Azorean Islands

1. Introducción

La isla Terceira, localizada en el grupo central de las nueve islas portuguesas que conforman el archipiélago de las Azores, situado en el océano Atlántico, es el lugar en el que se encuentra nuestra Institución, el Núcleo de Historia Militar Manuel Coelho Baptista de Lima (NHMMCBL). Dependiente del museo de la ciudad, el MAH, integra más de 8 000 piezas inventariadas y contenidas en las Colecciones de Textiles Militares, *Militaria* y Armamento, entre las que se incluyen significativas piezas de artillería. Instaladas en nuestras reservas construidas *ex professo* y espacios expositivos, las bocas de fuego se encuentran también localizadas en los antiguos fuertes defensivos que rodean gran parte de la isla.

Estas robustas construcciones militares se encargaron durante centurias de la defensa costera de la localidad de Angra y alrededores, que desde el siglo XV se gestaba en la inhóspita geografía oceánica. La creciente amenaza de la presencia de enemigos, imperios vecinos, corsarios y piratas, respondía al aumento del interés por el territorio cuanto este se tornaba un local cada vez más importante de entre las rutas del comercio marítimo en el siglo XVI.

Albergado por estos recintos amurallados, gran parte del patrimonio militar de artillería que custodiamos se encuentra expuesto a la intemperie; constituido por piezas de diversa tipología, desde cañones de antecarga en hierro y bronce, datados desde el siglo XV al XIX, hasta un importante conjunto de baterías antiaéreas perteneciente a la Segunda Guerra Mundial (figura 1).

2. Las degradaciones del Patrimonio Militar de Artillería: el museo extramuros

La salvaguarda de estos objetos de gran envergadura y complejidad, exhibidos sin ningún tipo de estructura que les sirva de resguardo, instalados a merced de las adversas condiciones ambientales propias de la climatología oceánica, provoca numerosos problemas de conservación.

La degradación físico-química de la cual resultan los productos de corrosión de los metales, principal componente de las bocas de fuego, asociados especialmente a la presencia significativa de materiales ferrosos y también, aunque en menor proporción, a metales más estables como el bronce, es la principal causa de deterioro; esta condición se ve agravada por la amplitud térmica, las repentinas oscilaciones de humedad relativa, la salinidad del ambiente costero, los detritos orgánicos, las partículas de polvo y la contaminación atmosférica transportada por los vientos.

La exposición a un ambiente no controlado favorece además el biodeterioro, protagonizado por aves y roedores que anidan en las cavidades de los objetos, cuyos detritos constituyen un potencial agente dañino. Asimismo, la carencia de mantenimiento frecuente permite la proliferación de plantas y de microorganismos capaces de provocar la llamada biocorrosión, cuya principal causa es la disminución del pH de la superficie metálica hacia valores ácidos inducida por el metabolismo de estos organismos.

La última de las principales degradaciones es la causada por alteraciones antropogénicas, tales como actos vandálicos, robo de partes y las intervenciones inadecuadas o manipulaciones incorrectas realizadas por mano de obra no especializada (figura 2). Lamentablemente, la práctica de realizar intervenciones de conservación inadecuadas es bastante frecuente en este tipo de piezas, tal vez por tratarse de objetos de gran tamaño y peso, características que los tornan difícilmente manipulables. Algunas de sus partes integran mecanismos bélicos de complejidad considerable, cuyo desconocimiento dificulta su tratamiento.

Las intervenciones observadas consisten a menudo en la aplicación de capas de repinte, efectuadas sin realizar la eliminación previa de los estratos anteriores y sin tomar medidas de inhibición de las corrosiones activas presentes en los sustratos metálicos. La acumulación de diversas capas de tinte



Figura 1. Conjunto de baterías antiaéreas pertenecientes a la II Guerra Mundial, localizadas en la fortaleza de São João Baptista, recinto amurallado construido en 1592 por Felipe II de España para proteger la bahía de la ciudad de Angra, que servía como punto de apoyo a la escala de navegación proveniente del Norte de África, las Indias Orientales y Occidentales, convirtiéndose en un importante centro del comercio internacional durante el siglo XVI

Figure 1. Set of World War II Anti-Aircraft artillery pieces, located in the Fortaleza de São João Baptista, a fortress built in 1592 to protect the Angra do Heroísmo bay, a strategic point in the middle of the Atlantic to support the North of Africa, West and East Indian sea routes. This city became an important international trade port since the 16th century

suelen causar la distorsión dimensional de los objetos, la inmovilización de las partes y el deterioro de los mecanismos, que saturados de pintura dejan de ser lubricados y mantenidos convenientemente. Con frecuencia, encontramos que la aplicación de estas capas de pintura se realiza de modo general en la totalidad de la superficie, cubriendo partes metálicas en bronce o acero que originalmente no presentaban cobertura alguna. Agravando la situación, los tonos cromáticos de los tintes empleados suelen no corresponder al color original; la alteración del mismo supone una pérdida de significado, dado que la tonalidad responde a funciones tácticas del objeto bélico.

Podemos afirmar que la degradación de estos bienes culturales, especialmente la resultante de la corrosión activa de las superficies metálicas, alcanza rápidamente un punto de irreversibilidad que conduce a su gradual destrucción.

3. El problema de la clasificación y la necesidad de actualizar los criterios de intervención

La red portuguesa de museos, a la cual pertenece nuestra institución, clasifica al armamento como «Patrimonio-Móvil-Arte». Esta denominación nos parece, cuanto menos, incompleta, pues no contempla los objetos de gran envergadura y complejidad que componen el patrimonio de artillería. En una supuesta actualización de los criterios de categorización museológica, se considerarían las bocas de fuego como artefactos, categoría incluida en la mayoría de los cuadros de clasificación elaborados a propósito del patrimonio industrial. Los artefactos, patrimonio mueble y material, se definen como «mecanismos destinados a la obtención, transformación y conducción de sustancias, a la producción



Figura 2. Intervenciones inadecuadas anteriormente practicadas en los cañones de hierro localizados en una de las construcciones abaluartadas del recinto fortificado de São João Baptista, cubiertos en repetidas ocasiones con tintes y alquitrán, aplicados como sistema de protección ante la corrosión del metal. Este procedimiento, lejos de estabilizar la corrosión, supone un nuevo agente de deterioro

Figure 2. Inappropriate interventions were applied to a set of cast-iron cannons (18th-19th century) gathered in the Fortaleza de São João Baptista, repeatedly painted and coated with a tar-based paint, as protection against the high levels of air moisture. This procedure, far from a definitive solution, is now an accountable agent for its deterioration

de energías, al transporte o a la comunicación» (Ciselli, 2015: 34); deduciendo que, cuando de un conjunto de artefactos localizados *in situ* se trate, el mismo pasaría a considerarse un paisaje industrial, convirtiendo a los artefactos muebles en bienes de carácter inmueble.

Entendiendo la guerra como una industria, la inclusión de los artefactos de artillería en la sub-categoría de patrimonio industrial, especialmente los datados en el siglo XX, destaca su dimensión funcional, aspecto en el que radica su importancia histórica, en detrimento de la mera contemplación asociada a la producción artística.

Esta actualización conlleva a la inmediata renovación de los criterios de intervención, entre los cuales deberá primar la recuperación de la función de estos objetos, tronando relevantes aspectos como el de la rehabilitación de la movilidad de sus partes.

4. El problema de la obsolescencia

Existe en nuestros días el hábito de sustituir objetos que dejan de ser útiles, aunque presenten un perfecto estado de funcionamiento. La obsolescencia, especialmente relacionada a productos tecnológicos, provoca la desclasificación del material industrial, en la cual los componentes originales dejan de ser producidos y los nuevos sustituyen a los antiguos. Esto mismo ocurre con los sistemas de armas y otros equipamientos militares, que por sus características técnicas dejan de cumplir su misión de efectuar fuegos y son reemplazados por equipamientos modernos. Asociada a la pérdida de utilidad, la obsolescencia táctica constituye un potencial agente de degradación de estos artefactos que, paradójicamente, coincide con la adquisición del estatuto de patrimonio cultural, la incorporación a los museos y la necesidad de custodia para legado futuro.

Muy frecuentemente observamos que, especialmente en lo que concierne al material de artillería perteneciente a finales del siglo XIX y siglo XX, es en las dos primeras décadas de ingreso en el museo cuando se agrava más rápidamente el mecanismo de deterioro asociado a la pérdida de función o misión. En cuanto al uso operacional o en reserva, los sistemas de artillería se someten a un plan de mantenimiento riguroso, dividido en diversos escalones y periodicidades, que contemplan desde la intervención diaria a la anual, asegurando el funcionamiento de los objetos. Ocurre que, cuando son musealizadas, las piezas de artillería no suelen estar acompañadas de un plan de mantenimiento o conservación, sufriendo una degradación progresiva. Esta situación se ve agravada por la frecuente ausencia de palamentas, la carencia del conocimiento operacional, e incluso por la falta de herramientas necesarias para el montaje y desmontaje de los objetos.

En el caso portugués, se observa una tendencia hacia el uso prolongado del armamento y equipamiento de las Fuerzas Armadas. Son numerosos los ejemplos. Podemos citar el caso de la pieza 7 cm BEM (Bronce-Estriado-Montaña m/1882, que en 1940 aún operaba en el archipiélago de las Azores. Este uso prolongado en el tiempo constituye una más valía, pues estos objetos estuvieron aún sujetos a su conservación funcional, gracias al regular mantenimiento.

5. La lucha contra la ruina de los artefactos

Como sabemos, los costes en tiempo y recursos empleados en la restauración de los objetos son incomparablemente superiores al de los trabajos de conservación preventiva, especialmente, si las acciones de salvaguarda son contempladas antes del inicio del deterioro. Adicionalmente, si las intervenciones son practicadas de forma descuidada y por mano de obra no especializada se tornan difícilmente reversibles, causando un incremento de los recursos necesarios para efectuar la recuperación de los objetos mediante la aplicación de criterios de restauración en vigor; se llega así incluso a la reducción y casi extinción de su valor histórico. En estos casos, las operaciones de conservación y restauración suponen una lucha contra la ruina de los objetos, que apenas comenzarían a poseer un interés museológico.

Para evitar esta situación, las intervenciones deben ser ejecutadas por un equipo interdisciplinar de profesionales, que integren los conocimientos históricos, tácticos, mecánicos y de funcionamiento en general, sin detrimento de los conocimientos en conservación y restauración.

Una vez esclarecido quién o quiénes deben realizar las intervenciones, surge el dilema de hasta dónde intervenir, cuáles son los criterios de intervención que debemos aplicar y qué procesos, técnicas y materiales son los adecuados.

6. Para concluir

Para vencer esta lucha contra el deterioro abogamos por el incremento de las acciones de conservación preventiva necesarias para la custodia de los objetos exhibidos al aire libre. Es importante contemplar la implementación de estructuras protectoras y bases de soporte para su instalación (figura 3). La revisión y mantenimiento periódico de los artefactos, realizados mediante listas de verificación, de tareas de inspección de lubricación, manipulación y movilidad de los mecanismos internos, son también algunas de las prácticas indispensables de acompañamiento. En general, se trata de crear situaciones similares a las practicadas cuando el objeto permanecía en uso operacional. Sin embargo, la aplicación de este programa preventivo se encuentra condicionada por la escasez de los recursos humanos y materiales necesarios, panorama con el que nos confrontamos frecuentemente.



Figura 3. Proceso de instalación de las baterías antiaéreas, concretamente de la pieza Vickers AA 9,4 cm m/940 en bases de cemento, destinadas a aislar las estructuras metálicas de la humedad del suelo y la causada por la vegetación. La homogeneidad del nivel sobre el cual se asientan las piezas evita la acumulación del agua de lluvia en la base de las estructuras

Figure 3. Installation of the anti-aircraft artillery m/940 Vickers (QF 3.7 inch AA gun) over concrete bases, to avoid contact with the soil moisture and low growing vegetation. These levelled bases also contribute to reducing the rainwater accumulation on the metallic structures

Paralelamente, en cuanto a ejecución de procesos de conservación directa y restauración, los criterios utilizados responden a aquellos empleados en la recuperación de patrimonio industrial en general, mucho más invasivos que los aplicados en el tratamiento de materiales de artillería de valor arqueológico, los cuales responden en muchos casos a la mínima intervención. No aspiramos a que las piezas de artillería recuperen su misión de hacer fuego, tan solo pretendemos que, siempre que sea posible, se logre la reparación de los mecanismos de estos artefactos y la restitución de su movilidad, contemplando

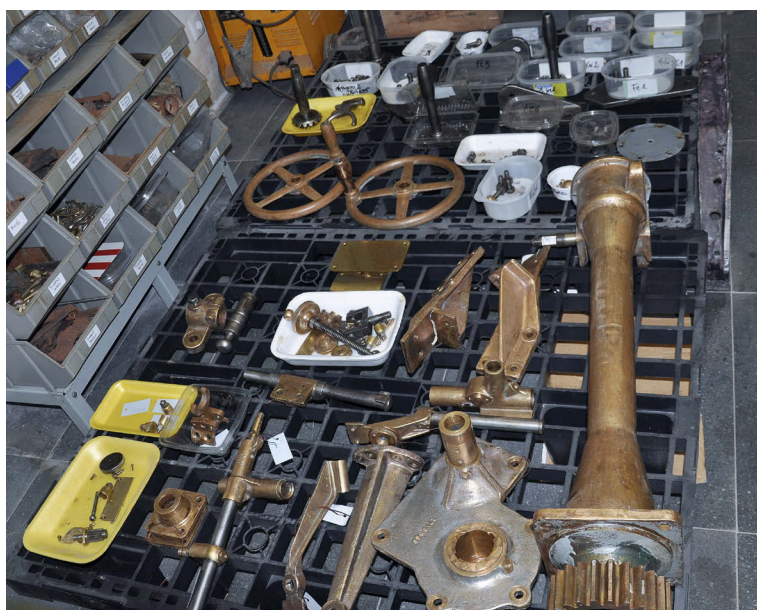


Figura 4. Componentes en hierro y aleaciones de cobre pertenecientes a la pieza de artillería naval (figura 6) tras el desmontaje y la ejecución de los procesos de eliminación de repintes, estabilización, limpieza y protección efectuados. Las partes y mecanismos se encuentran debidamente identificados y organizados para su montaje final en la estructura metálica principal del artefacto

Figure 4. Iron and copper-alloys parts removed from a World War II 76 mm naval gun (QF 12-pounder 12 cwt Naval Gun) on a PI* mounting. All these parts were disassembled and subject to paint removal, stabilization, cleaning, protection and properly labeled for a correct positioning on the final assembly



Figura 5. Eliminación de las capas de repinte e imprimación realizada mediante proyección de arena de sílice. Esta operación, de carácter invasivo, obedece a la sustitución de conceptos como la mínima intervención o reversibilidad de los materiales por otros como la necesidad de permanencia. Esta permuta justifica la aplicación de procedimientos y el uso de materiales duraderos que garantizan la estabilización de los artefactos, procurando prolongar en el tiempo las acciones ejecutadas y reduciendo los costes y recursos empleados en su conservación

Figure 5. Removing paint coats by siliceous sand with waterjet. Besides invasive, and contrary to the minimal intervention and reversibility principles, it was applied to get a long-term stabilization of the iron or steel surfaces, allowing a much wide time range between interventions, reducing costs and resources engagement



Figura 6. Aspecto final de la intervención practicada en la pieza de 76 mm de artillería naval británica, utilizada en la I y II Guerra Mundial y adquirida por el Estado Portugués en la secuencia de las grandes reformas navales de la década de 1930-40. Artefacto localizado en el espacio exterior del MHMMCB

Figure 6. The final aspect, after the intervention, of the 76 mm British Naval Gun (QF 12-pounder 12 cwt Naval Gun on a PI* mounting), used at World War I and II, acquired by the Portuguese Navy, during the vessels' modernization in the 1930-40 decades

el componente funcional de los mismos. Este principio nos permite admitir que una práctica de sustitución de piezas, la aplicación de re-pinturas y otras acciones deberán siempre supeditarse a un riguroso diagnóstico debidamente fundamentado (figuras 4 a 6).

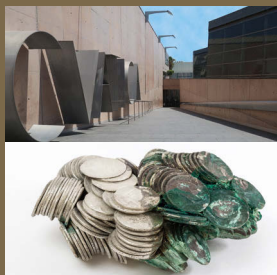
En cuanto a los sistemas técnico-científicos y materiales empleados en los procesos de restauración, nos han servido de guía algunas intervenciones ejecutadas en esculturas contemporáneas *outdoor* que, exhibidas a la intemperie, se asemejan a nuestras bocas de fuego por poseer un armazón metálica y por estar recubiertas por capas de pintura.

Es imprescindible que, una vez ejecutadas las operaciones de recuperación funcional, las mismas sean sucedidas por un protocolo de mantenimiento destinado a contener los deterioros más frecuentes, como el de la corrosión de los metales.

Cada artefacto es un caso de estudio, individual y pormenorizado. La investigación y el acceso a los antecedentes históricos apropiados preceden a cualquier intervención y culminan en la valorización del objeto como bien de interés cultural.

Bibliografía

- Calvo, A.M. et alii (2018): *Terminología básica de conservación y restauración del Patrimonio Cultural* 3. <https://www.researchgate.net/publication/323613615_Terminologia_basica_de_conservacion_y_restauracion_del_Patrimonio_Cultural> [último acceso 19 de octubre de 2020].
- Cimadevilla, I. y González, C. (1996): “La teoría de la restauración aplicada a la intervención de objetos metálicos”. *Imprimatura. Revista de restauración*, 12: 25-33.
- Ciselli, G. y Moreno, A. (2015): *El Patrimonio Industrial como la huella del trabajador petrolero en el territorio. El caso de Y.P.F. en Comodoro Rivadavia y su impronta cultural*. Editorial Dunken. Buenos Aires.
- Díaz, S. (2004): *Factores de alteración y pautas de conservación de los objetos metálicos. Patrimonio Metálico, Tecnología y Conservación*. Ministerio de Cultura. Madrid. <<https://www.researchgate.net/publication/281856377>> [último acceso 12 de mayo de 2020].
- Direção Geral de Património Cultural (s/d): *Património Industrial*. <<http://www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/patrimonio/itinerarios/industrial/>> [último acceso 17 de octubre de 2020].
- Enes, C. (2019): *Angra do Heroísmo, alma e memória*. Município da Angra do Heroísmo. Angra do Heroísmo.
- García, L. y Montero, P. (2013): *Ergonomía de la obsolescencia*. <https://www.academia.edu/8089651/Ergonom%C3%ADa_de_la_Obsolescencia> [último acceso 9 de octubre de 2020].
- Díaz, S. y García, E. (coords.) (2015): *Proyecto Coremans. Criterios de intervención en materiales metálicos*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Madrid. <file:///C:/Users/Utilizador/Downloads/Proyecto_COREMANS_criterios_de_intervencion_en_ma.pdf> [último acceso 12 de septiembre de 2021].
- Instituto Canadiense de Conservación (2014): “Cómo reconocer la corrosión activa”. *Notas del ICC* 9/1. <https://www.cncr.gob.cl/611/articles-52342_recurso_3.pdf> [último acceso 13 de mayo de 2020].
- Instituto Canadiense de Conservación (2014): “Cuidado de las máquinas exhibidas o almacenadas al aire libre”. *Notas del ICC* 15/2. <<https://www.cncr.gob.cl/publicaciones/notas-del-icc-cuarta-parte>> [último acceso 17 de septiembre de 2020].
- Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía (2008): *Intervención en la obra Carmen de Alexander Calder*. <<https://www.museoreinasofia.es/coleccion/restauracion/procesos/intervencion-obra-carmen-alexander-calder>> [último acceso 10 de noviembre de 2020].
- Straulino, L. (2015): “Conservación de objetos metálicos: examen, formas de corrosión y la superficie original: un curso teórico-práctico”. *Intervención. Revista Internacional de Conservación Restauración y Museología*, 6, núm. 11: 89-94. <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=355639247011>> [último acceso 12 de septiembre de 2021].



MetalEspaña 2020/2021

III Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico

Joaquín Barrio Martín
Milagros Buendía Ortuño (eds.)

El volumen 6 de la Serie Anejos a CuPAUAM recoge la publicación de las Actas del III Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico, *MetalEspaña 2020/2021*. Esta monografía es el resultado de las actividades científicas llevadas a cabo en los tres días de sesiones. En sus páginas se integran, de una manera muy equilibrada entre investigación e intervención, trabajos con unos contenidos multidisciplinares en su carácter analítico, deontológico y técnico. Con ello se demuestra que la combinación de Ciencia, Tecnología Aplicada y Conservación-Restauración es la mejor manera de abordar la recuperación y cuidado de los objetos que componen el Patrimonio Metálico.

Las Actas que se editan en esta monografía han sido posibles gracias a la implicación y al trabajo conjunto de las tres instituciones organizadoras de *MetalEspaña 2020/2021*: Universidad Autónoma de Madrid (SECYR), la Subdirección General de los Museos Estatales (Museo Nacional de Arqueología Subacuática ARQVA) y la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre (Museo Casa de la Moneda).