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.)

UAM
Universidad Autónoma de Madrid

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 Mª 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 *Caesar Augusta* (Zaragoza) y *Emerita Augusta* (Mérida) 129
Composition and characteristics of the coinage of two Hispano-Roman mints: analysis applied to the coins of Caesar Augusta (Zaragoza) and Emerita Augusta (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 *cetariae* de *Gadir-Gades* 149
The coin in the cetariae of Gadir-Gades
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 11th 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 *Nuestra Señora de las Mercedes* 177
Conservation and stabilization treatment applied to numismatic set recovered from the frigate Nuestra Señora de las Mercedes
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 *Madīnat al-Zahrā* (Córdoba) 223
Conservation. Methodological proposal for a practical case in the Portico Oriental of the Plaza de Armas in Madīnat al-Zahrā (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 *Madīnat al-Zahrā* (Córdoba) 231
Archaeology and Restoration: A practical example of the Pórtico Oriental of the Plaza de Armas in Madīnat al-Zahrā (Cordoba)
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 *Dessobriga* (Palencia) 249
Conservation and archaeological study of Iberian and Vacceo-Roman bronze and iron pieces from Dessobriga (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, Oxirrinco (El-Bahnasa), Egipto 269
The set of bronze statuettes from Tomb no. 14, Oxirrinco (El-Bahnasa), Egypt
Bernat Burgaya Martínez

Estado de conservación y metodología de intervención de una selección de bronces 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, Mª Teresa Doménech-Carbó, Rosa Mª 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 *Baetulo* (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-Indart, 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 Mª 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, Mª 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)
Mª 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 *Nuestra Señora de las Mercedes* 427
The conservation of the bronze culverins recovered from the *Nuestra Señora de las Mercedes* 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 Mª 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 19th 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

Anejos a CuPAUAM 6 - Páginas 223-230

Conservación. Propuesta metodológica para un caso práctico en el Pórtico Oriental de Plaza de Armas en *Madīnat al-Zahrā* (Córdoba)

Conservation. Methodological proposal for a practical case in the Portico Oriental of the Plaza de Armas in Madīnat al-Zahrā (Córdoba)

Inmaculada C. Muñoz Matute
Conservadora-restauradora CAMaZ
concepción.munoz.matute@juntadeandalucia.es
https://orcid.org/0000-0002-7043-5646

Alejandra del Pino Campos
Conservadora-restauradora CAMaZ
alejandra.pino@juntadeandalucia.es)
https://orcid.org/0000-0002-3204-8426

Resumen

En el marco del Proyecto General de Investigación (PGI), «Plaza de Armas de *Madīnat al-Zahrā* (PArm)», en el sector público central, comenzaron las campañas de excavación en 2017. En la tercera campaña de excavación (2019) aparecen una serie de fragmentos de hierro y restos de madera —la gran mayoría carbonizada—, que podrían pertenecer a un batiente de una puerta. Tras las intervenciones de urgencia realizadas en el yacimiento y su posterior traslado al Museo, se realiza una primera valoración del estado de conservación de los fragmentos extraídos, en base a la cual se formula una propuesta de estudios científico-técnicos necesarios y se establece la metodología a seguir en las diferentes fases de trabajo. Las características del objeto de intervención hacen especialmente importante la formación de un equipo multidisciplinar y la estrecha colaboración entre restaurador y arqueólogo. En el otoño de 2019 se comienzan estos trabajos.

Palabras clave: conservación preventiva, extracción, hierro, madera, *Madīnat al-Zahrā*, Plaza de Armas

Abstract

The General Research Project (PGI), "Plaza de Armas de Madīnat al-Zahrā (PArm)", in the central public sector, begins excavation campaigns in 2017. In the third excavation campaign (2019) a series of iron fragments and wood remains appear — the vast majority charred —, that could belong to a doorjamb. After emergency interventions at the site and its subsequent transfer to the Museum, a first assessment of the state of conservation of the extracted fragments is carried out; on the basis of which a proposal for the necessary scientific-technical studies is formulated and the methodology to be followed in the different phases of work is established.

The characteristics of the object of intervention make the formation of a multidisciplinary team and the collaboration between restorer and archaeologist especially important. In the fall of 2019 these works will begin.

Key words: preventive conservation, extraction, iron, wood, Madīnat al-Zahrā, Plaza de Armas

1. Introducción. Contexto Histórico-Arqueológico

Madīnat al-Zahrā es una ciudad islámica de 112 ha de superficie, mandada construir por el primer califa de al-Andalus, Abd al-Rahman III en el año 936 o 940, como parte del programa político, económico e ideológico puesto en marcha tras la instauración del califato. Como residencia personal y sede del gobierno, la zona palaciega albergaba las viviendas de los dignatarios más importantes y el conjunto de los órganos administrativos del Estado, que fueron trasladados desde Córdoba (Vallejo Triano, 2004; 2010).

En 1911 se realizan las primeras excavaciones, que han continuado a lo largo del siglo XX, se llega a excavar la parte central del alcázar, con una superficie de unas 10,5 ha, y se definieron las líneas básicas del urbanismo del palacio. En 1985 *Madīnat al-Zahrā* pasó a depender de la Junta de Andalucía, que dotó al yacimiento de una figura institucional para su tutela, el Conjunto Arqueológico, y de nuevos instrumentos de protección y gestión. En 2009 se crea el Museo de sitio resolviendo así, demandas del conjunto arqueológico referidas tanto a la difusión y función didáctica, como a la tarea de custodia y conservación que esta institución tiene encomendada. Destaca del edificio su ubicación exterior a la ciudad. En 2018 se produce la declaración del Conjunto Arqueológico de *Madīnat al-Zahrā* Patrimonio Mundial por la UNESCO[1].

2. Proyecto General de Investigación de Plaza de Armas

En 2015 la Junta de Andalucía junto con el Instituto Arqueológico Alemán (DAI) y en colaboración con la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), firman un acuerdo para desarrollar un proyecto de investigación durante cinco años en la Plaza de Armas del Conjunto Arqueológico *Madīnat al-Zahrā* (CAMaZ), en el sector público central; que limita al oeste con el Alcázar, al sur con la Mezquita del Viernes y al este con un complejo no identificado previamente. El objetivo del proyecto es aclarar cómo los gobernantes y las personas interactuaron en la plaza y en qué medida el cambio en la arquitectura de la plaza se puede vincular al cambio en el papel del califa (figura 1). Las campañas de excavación comenzaron en 2017, siendo interrumpidas en 2020 por la pandemia de la COVID-19, reanudándose en 2021 (Arnold, 2017).

Antes de la campaña de 2018, se realizaron mediciones de resistencia geoeléctrica (ERI) y prospección geomagnética. Se identifica un segundo pórtico de aproximadamente 115 m de ancho. Parece haber formado el límite oriental de la Plaza de Armas. El área de aproximadamente 115 × 65 m, detrás de este pórtico, se dividió en dos terrazas aproximadamente iguales; la terraza norte se encontraba aproximadamente en el nivel de la Plaza de Armas, la terraza sur, sin embargo, unos 6 m más abajo. Del mismo modo, tanto en el área como en el magnetograma, en la terraza superior, se reconocen los restos de un edificio aislado, de aproximadamente 25 × 25 m, de gran tamaño. El objetivo de la campaña de 2018 fue aclarar la estructura y función de este edificio como una contribución para comprender el desarrollo y la importancia de la Plaza de Armas en su conjunto. Tras una limpieza y documentación de los hallazgos de la superficie, se crearon cinco cortes de excavación. Bajo una capa de escombros de hasta 2 m de espesor, se revelaron los restos de un edificio singular, para los cuales no existen ejemplos comparativos en *Madīnat al-Zahrā*. Al igual que en otras áreas de la ciudad, se observó evidencia de una secuencia de cambios estructurales que indica un cambio en la concepción y el significado del área bajo investigación (Arnold, 2018).

1 Más información en: <http://www.museosdeandalucia.es/web/conjuntoarqueologicomadinatalzahra/inicio>.

Anejos a CuPAUAM 6. 223-230
https://doi.org/10.15366/ane2021.6
ISBN 978-84-8344-853-3

Figura 1. *Madīnat al-Zahrā*. Proyecto General de Investigación Plaza de Armas. Fuente: Google Earth-CAMaZ-DAI
Figure 1. Madīnat al-Zahrā. General Research Project Plaza de Armas. Source: Google Earth-CAMaZ-DAI

3. Conservación-restauración. Planificación

Desde el inicio de las campañas de excavación dentro del PGI-PArm se establecen una serie de medidas generales de protección física y conservación preventiva, tanto para los Bienes Muebles como a los Inmuebles. Entre los primeros, las previsiones de hallazgos incluían materiales de formato pequeño o medio, de diversa naturaleza: piedra, cerámica y vidrio, metales, huesos y madera. Entre los segundos, estructuras murarias, pavimentos, revestimientos murales y placados decorativos (ataurique).

Anualmente se preparan los materiales necesarios para asegurar la correcta conservación, tanto en el yacimiento como en el museo del CAMaZ, teniendo en cuenta tres tipos de intervenciones:

1. Tratamientos de urgencia, realizados in situ, para evitar el colapso de paramentos o desprendimientos de revestimientos hallados.
2. Extracciones de materiales más delicados que precisan consolidaciones o fijaciones previas.
3. Adopción en taller de intervención de medidas de conservación preventiva de los bienes y aplicación de tratamientos de limpieza y estabilización en caso necesario.

4. Campaña de excavación de 2019. Hallazgos

Además de una mayor abundancia de restos metálicos de tamaño medio y carbón completamente incoherente, en la esquina suroeste del corte 3 aparece un objeto compuesto, de gran formato, con signos evidentes de haber sufrido la acción del fuego. Apareciendo una serie de tiras de hierro, más o menos paralelas, que conservan restos de madera de tamaño diverso (sobre todo carbonizada) y numerosos clavos y otros elementos metálicos (goznes, posible pasador...). Parecen estar estrechamente relacionadas con el vano hallado previamente; esto, unido a las dimensiones del fragmento localizado, hacen que se identifique como un elemento de cierre, o puerta (figura 2).

Figura 2. Extracción. Corte 3. Fuente: CAMaZ-DAI

Figure 2. Extraction. Section 3. Source: CAMaZ-DAI

5. Extracción y traslado

Ante la incertidumbre sobre las posibilidades de conservación *in situ* o de modificación del proyecto para recuperar el elemento completo, y ante la imposibilidad de finalizar la campaña de 2019 con un mínimo de garantías siguiendo la metodología establecida para el resto de la excavación, se corría un serio riesgo de pérdida del bien y de la información que porta. Por ello, a pesar de tratarse de un objeto fragmentario, se opta por la extracción para una posterior microexcavación en las instalaciones del Museo.

Las condiciones no eran sencillas: una pieza de extrema fragilidad, con material muy deleznable, muy adherida a un estrato de gran dureza y compacidad, con grandes irregularidades por su composición heterogénea y la acción del fuego. Para hacer frente a esta tarea se disponía de un plazo muy corto, medios limitados, al no haberse contemplado un hallazgo de tal envergadura y dificultades de acceso, por lo que no se podía contar con apoyos mecánicos. Ello implicó una extracción manual que obligó a la división en varios bloques para posibilitar la carga que manipularía el personal; se trató de aprovechar las divisiones entre placas, fracturas, etc. (López Rodríguez, 2014).

Todos los fragmentos extraídos fueron transportados en un pequeño camión hasta el museo, situado a unos 2 km de distancia. A la llegada, se eliminaron las protecciones que podrían influir negativamente en la conservación de los bloques, realizándose una desecación controlada de las piezas. Las actuaciones llevadas a cabo en ese momento fueron las estrictamente necesarias para su correcta conservación a corto-medio plazo en el intervalo entre su exhumación y su intervención proyectada, incluyendo en caso de piezas exentas su conservación en condiciones de anoxia.

6. Examen preliminar

En el taller se realizó una primera inspección de los materiales pertenecientes a la posible puerta, *de visu* y con ayuda de binocular, para un conocimiento aproximado de sus características y estado de conservación. De esta primera aproximación a las piezas, se extraen los datos iniciales sobre los que sustentar

Anejos a CuPAUAM 6. 223-230
https://doi.org/10.15366/ane2021.6
ISBN 978-84-8344-853-3

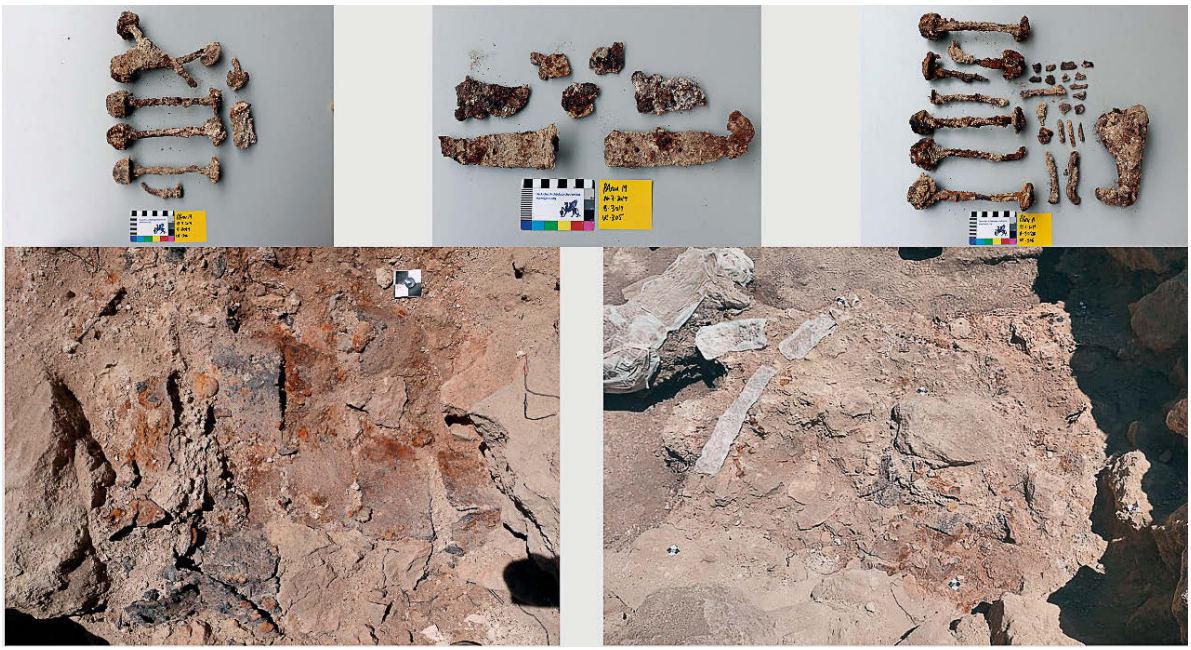

Figura 3. Elementos metálicos. Estado corte 3. Campaña 2019. Fuente: DAI
Figure 3. Metallic elements. State section 3. Campaign 2019. Source: DAI

las propuestas de estudios preliminares y de actuaciones iniciales. En general, el estado de conservación del conjunto es muy deficiente, aunque con incidencia de la tipología y espesor de las diferentes piezas.

Las tiras, de unos 10 cm de ancho, y cuya longitud no se encuentra bien definida por el nivel de fragmentación, se encuentran muy deformadas, adquiriendo formas del terreno y de los elementos circundantes, debido posiblemente a la combinación de calor y presión a la que se han visto sometidas. Parecen haber alcanzado la completa mineralización; su superficie presenta zonas relativamente lisas, aunque con numerosas ampollas y estallidos, formada por óxidos; combinadas con presencia de grandes focos de corrosión, que sí presentan una gran deformación, con adhesión de materia circundante.

Más allá de esta superficie atribuida en principio a la acción del fuego, encontramos una corrosión estratificada habitual en las piezas de forja, con alternancia de diferentes productos de corrosión y captación de materiales adyacentes. La materia circundante forma en su mayor parte una capa compacta y endurecida de color blanco, que se encuentra entre diferentes placas metálicas, probablemente procedente de los fragmentos de revestimiento mural y piedra del derrumbe de la estructura.

En casi todos los casos, el reverso conserva restos de madera carbonizada, difícilmente recuperable en general. En muchos casos se encuentra fragmentada y con las vetas en diferentes direcciones, formando pequeños fragmentos que han quedado pegados entre sí.

Entre los fragmentos que no fueron extraídos en bloque se encuentran restos de placas, roblones, clavos, posibles goznes, etc. Su grado de integridad es heterogéneo, encontrando piezas completas, fragmentadas y parciales. Todas ellas presentan corrosión deformante con material circundante, algunas de ellas con restos lígneos, y otras incluso soldadas entre sí (figura 3).

7. Propuesta metodológica

Una vez llevadas a cabo una serie de actuaciones de emergencia, se realiza una propuesta de estudios y tratamiento, que irán en paralelo a las campañas de excavación y con una estimación de 2 años de

duración. En unos casos, como la conservación temporal en condiciones de anoxia, actuaciones que no implican la presencia de condicionantes extra a la hora de analizar o intervenir; en otros como es el caso de las consolidaciones y engasados *in situ*, pueden acarrear ciertas limitaciones a tener en cuenta, del mismo modo que lo hace la presencia o no de material orgánico adherido al metal.

La metodología en la intervención y conservación de los elementos de la puerta será definida con mayor exactitud tras los estudios científico-técnicos y las pruebas de limpieza. *A priori*, se contempla una serie de fases de actuación, con un registro continuo gráfico y documental, que finalmente se verá reflejado en una memoria de intervención. Dichas fases recogen los trabajos de microexcavación en el caso de los elementos extraídos en bloque, los estudios previos (catas de limpieza, toma de muestras y técnicas no destructivas, localización de fragmentos...) y limpieza de todas las piezas del conjunto (que se terminará de definir tras las pruebas previas), además de los tratamientos de decloruración, estabilización y protección de aquellas que lo permitan, así como el almacenaje en condiciones de anoxia de todas las piezas (Barrio Martin, 1992).

8. Estudios científico-técnicos

Con el fin de dilucidar el nivel de fragmentación y la presencia/ausencia de núcleo metálico, los posibles efectos del fuego, presencia o no de protecciones o decoraciones, alteraciones ocultas en los bloques, etc., se propone una serie de estudios científico-técnicos, de gran importancia tanto para arqueólogo como conservador-restaurador.

Se priorizan para el diagnóstico previo de conservación todas las técnicas de examen no destructivas que se puedan utilizar sobre los materiales metálicos. Cuando sea imprescindible, la toma de muestras se realizará aprovechando el material ya desprendido durante el proceso de extracción y que se encuentra bien localizado e identificado. Puesto que el estado de los bloques no permite su traslado fuera de la institución, las técnicas elegidas serán aquellas portátiles. En caso de poder transportar pequeños fragmentos a laboratorios externos, se preferirán igualmente técnicas no destructivas o mínimamente invasivas a nuestro alcance (MEB, LIBS, etc.) (Díaz Martínez y García Alonso, 2015).

La necesidad prioritaria de diagnosticar el estado de conservación antes de acometer su intervención, teniendo en cuenta el estado actual de los objetos, es obtener la máxima información que permitan sobre el registro de lesiones y deterioro que presentan, se estima que la radiografía es imprescindible para conocer dentro de lo posible diferencias de espesores, densidad o presencia de discontinuidades internas tales como grietas, porosidades, posibles decoraciones, detalles de manufactura, etc. Por otra parte, la localización y disposición de las piezas dentro de los bloques es fundamental, dada la dureza de los estratos entre los que se encuentran las piezas, a la hora de acometer los trabajos de microexcavación con la mayor seguridad posible para las piezas (Díaz Martínez y García Alonso, 2015; García Alonso y Bueso Manzanas, 2015).

Se hace necesario el estudio de los restos de madera y carbón, así como el análisis composicional del suelo, posibles contaminantes y otros condicionantes para la corrosión (pH, resistividad, potencial redox...). Para determinar la posible presencia de nitratos, sulfatos u otras sales procedentes de las deyecciones del ganado vacuno (presencia de nitrógeno, fósforo, potasio...) que puedan estar presentes o haber influenciado en la corrosión (Del Egido, Juanes y Bueso, 2013).

9. Propuesta de intervención

Los tratamientos que se proponen son bastante homogéneos, pero con diversos matices, al tomarse en consideración la individualidad de cada pieza, y las diferentes características y alteraciones que presentan. En

Anejos a CuPAUAM 6. 223-230
https://doi.org/10.15366/ane2021.6
ISBN 978-84-8344-853-3

todos los casos, se realizará una documentación gráfica inicial, de proceso y final, así como la recogida de datos generados durante la observación, diagnosis, estudios e intervención. En un principio se diferencia entre:

- Piezas exhumadas de manera individual, trasladadas en bolsas abiertas por el equipo de arqueología. Entre ellas, encontramos piezas con y sin restos de madera; su presencia puede limitar ciertos tratamiento habituales en los hierros, como la desalación o los tratamientos por inmersión, por lo que se propone la no decloruración de aquellos elementos que presenten restos lígneos, y estabilización con taninos aplicado a pincel o con protección previa de restos orgánicos. En cuanto a los que no presentan restos de madera, se propone inicialmente un tratamiento completo, con eliminación de cloruros mediante baños de hidróxido de sodio y estabilización con taninos también por inmersión, dobles protecciones de resina acrílica y cera microcristalina.
- Piezas extraídas en bloque, precisarán de una microexcavación previa. Esta será una etapa en la que el arqueólogo y restaurador deben trabajar en conjunto para la ejecución y documentación del proceso. Una vez extraídas las piezas de los bloques, y tras los primeros resultados de los estudios científico-técnicos preliminares, se realizará una eliminación de productos de corrosión inestables por métodos mecánicos o físicos, previa realización de catas y pruebas de limpieza. Tampoco se contempla la decloruración en estas piezas, al considerar que permanecerán restos de madera adheridos a ellas.

En esta propuesta inicial quedaron determinados aspectos por definir, a la espera de comenzar los trabajos, para realizar una evaluación más profunda y consensuada sobre aspectos tales como el método de limpieza, la viabilidad de la decloruración y estabilización de ciertas piezas, la posible inhibición de aquellas que no puedan ser decloruradas, las películas de protección teniendo en cuenta las condiciones de anoxia en las que van a ser almacenadas, o la necesidad de refuerzos estructurales de algunos fragmentos para su embalaje[2].

10. Conservación preventiva

Una actuación común a todas las piezas es el almacenamiento en condiciones de anoxia, con la creación de bases de poliestireno extruido, realizadas a medida para aquellas piezas que lo precisen, dentro de bolsas barrera de doble cara: Marvelseal en la parte posterior, y plástico Escal en la anterior, y con una reserva de gel de sílice con indicador; todo ello permitirá el control visual de las piezas sin la apertura de los embalajes (Archivo, 2012).

Dadas las circunstancias de la zona de reserva, además de proveer a las piezas de una barrera frente al ambiente, se consideró imprescindible una adecuación de los medios de control del almacén de metales.

11. Estado de la cuestión

Con el proyecto en marcha, se han realizado parcialmente tanto los estudios propuestos como la intervención; se ha reevaluado y modificado la propuesta inicial de manera puntual, y gracias al inicio de la microexcavación, se han definido con mayor precisión las necesidades y objetivos de análisis:

2 Se comienza en otoño de 2019, se continua en otoño de 2020 y actualmente en 2021, trabajos acometidos por María Muñoz Mora, Wioleta Jabłonska y Alejandro Ugolini Sánchez-Barroso

https://doi.org/10.15366/ane2021.6
ISBN 978-84-8344-853-3

- Ampliación del estudio radiográfico con placas intermedias y posteriores a la microexcavación, pudiendo ampliar información respecto a las iniciales.
- Mayor concreción en el listado definitivo de muestras, que actualmente se encuentran en laboratorio, habiendo aportado ya cierta información de interés.

12. Conclusión

- Importancia creciente de la colaboración entre instituciones e interdisciplinariedad en los equipos de trabajo, donde la comunicación sea estrecha, directa y continua, para hacer frente a proyectos de calidad, con inversiones eficientes en investigación, tanto en arqueología como en conservación.
- El difícil equilibrio entre necesidades-posibilidades y teoría-realidad refuerzan la importancia de la capacidad de adaptación.
- Importancia de la Conservación Preventiva y del Bien como fuente de información.
- Reflexión crítica sobre actuaciones ya realizadas: debe evaluarse los puntos fuertes y debilidades de las actuaciones realizadas, que permita una continua mejora en la calidad de los trabajos.

Bibliografía

Archivo, S.G.I.P.C.E. (2012): *Informe Técnico de restauración del conjunto de armamento ibérico y otros objetos asociados a la guerra del Museo Arqueológico Nacional de Madrid*.

Arnold, F. (2017): "*Madīnat al-Zahrā*, Spanien. Die Arbeiten des Jahres 2017". *e-forschungsberichte*, 2: 161-167. <https://publications.dainst.org>.

Arnold, F. (2018): "Mathematics and the Islamic Architecture of Córdoba". *Arts*, 7(3): 35. <http://www.mdpi.com/2076-0752/7/3/35>.

Barrio Martín, J. (1992) "El proceso de restauración y conservación de un conjunto de armas de hierro. Aproximación a su estudio tecnológico y cultural". *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*, 19. <doi:10.15366/cupauam1992.19.006>.

Díaz Martínez, S. (2015): "Acciones de conservación y tratamiento de restauración aplicado a las esfinges del Museo Arqueológico de Madrid. Esculturas expuestas en atmósfera urbana". *Boletín del Museo Arqueológico Nacional*, 33: 267-283.

Díaz Martínez. S. y García Alonso. E. (coords.) (2015): *Proyecto COREMANS: Criterios de intervención en materiales metálicos*. Ministerio de Educación Cultura y Deportes. <www.mecd.gob.es>.

Égido del, M., Juanes, D. y Bueso, M. (2013): "Consideraciones en torno a los estudios científicos aplicados a la conservación del patrimonio histórico". *La Ciencia y el Arte IV. Las ciencias experimentales y conservación del patrimonio*: 7-23.

López Rodríguez, M. de la P. (2014): "La experiencia en conservación preventiva del Conjunto Arqueológico de Cástulo". *Siete esquinas*, 6: 29-44. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4700592>.

Vallejo Triano, A., (2004): *Madinat al-Zhara, Guía oficial del Conjunto Arqueológico*. Junta de Andalucía.

Vallejo Triano, A. (2010): *La ciudad califal de Madînat al-Zahrâ': Arqueología de su excavación*. Almuzara. Córdoba. <https://zenon.dainst.org/Record/000859640>.

Anejos a CuPAUAM 6. 223-230
https://doi.org/10.15366/ane2021.6
ISBN 978-84-8344-853-3

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).

UAM Universidad Autónoma de Madrid

9 788483 448533