



RCCR HUESO

1^a REUNIÓN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE HUESO

Tarragona, España

26, 27 y 28 de Octubre del 2021

Editor por:

Lucía López-Polín, Elena Moreno-Ribas, Andrea Díaz-Cortés y Noé Valtierra



IPHES^R

**Institut Català de Paleoecologia
Humana i Evolució Social**



EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2023



AGENCIA
ESTATAL DE
INVESTIGACIÓN

2021



Título:

RCR HUESO: 1ª REUNIÓN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE HUESO

Editores:

Lucía López-Polín, Elena Moreno-Ribas, Andrea Díaz-Cortés y Noé Valtierra.

Diseño gráfico:

Irene Sanjuan

Diseño y maquetación libro:

Elena Moreno-Ribas

Primera edición: octubre 2021

ISBN: 978-84-09-34879-4

Conservación y restauración

Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social

Zona Educacional 4, Edifici W3, 43007, Tarragona (España)



ÍNDICE

COMITÉ ORGANIZADOR	7
COMITÉ CIENTÍFICO	7
PRESENTACIÓN RCR HUESO	9
PROGRAMA	11-15
MARTES 26/10/2021	17-66
COMUNICACIONES ORALES	19-51
PÓSTERES	52-66
MIÉRCOLES 27/10/2021	67-118
COMUNICACIONES ORALES	69-102
PÓSTERES	103-118
JUEVES 28/10/2021	119-170
COMUNICACIONES ORALES	121-144
PÓSTERES	145-170
GUÍA DE AUTORES	173-178

COMITÉ ORGANIZADOR



Lucía López-Polín

Conservadora-restauradora IPHES-CERCA
lucia.lopezpolin@iphes.cat



Elena Moreno-Ribas

Conservadora-restauradora IPHES-CERCA
emoreno@iphes.cat
emorenoribas@gmail.com



Andrea Díaz-Cortés

Investigadora predoctoral IPHES-URV
adiaz@iphes.cat



Noé Valtierra

Investigador predoctoral IPHES-URV
nvaltierra@iphes.cat

COMITÉ CIENTÍFICO

- **Milagros Buendía Ortuño** - Museo Nacional de Arqueología Subacuática - Cartagena (Murcia)
- **Mariana Di Giacomo** - Yale Peabody Museum - New Haven, CT (EEUU)
- **Lucía López-Polín** - Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES-CERCA) - Tarragona
- **Fátima Marcos-Fernández** - Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid - Grupo de Biología Evolutiva de la UNED - Madrid

OBJETIVOS RCR HUESO

El material óseo se encuentra en numerosos conjuntos patrimoniales, forma parte de colecciones históricas, artísticas o de historia natural, y abunda en yacimientos arqueológicos y paleontológicos. Sin embargo, en el ámbito de la conservación-restauración, y a diferencia de otros materiales como el metal o la piedra, apenas ha recibido atención individualizada, por lo que la información sobre este material se encuentra, en general, dispersa.

El objetivo de esta reunión es aunar trabajos sobre conservación y restauración de material óseo, conocer qué tipo de tratamientos se están empleando y cuál es el estado de la investigación sobre el material, sobre su degradación y sobre las medidas para su conservación y restauración.

Mediante una reunión online se espera facilitar la comunicación entre profesionales de diversas áreas del mundo y crear un foro para poner en común la problemática de la conservación y restauración del material óseo.

TEMAS RCR HUESO

Las contribuciones pueden ser sobre conservación y restauración de especímenes y objetos compuestos por hueso considerando las siguientes áreas temáticas:

- Caracterización y alteraciones
- Trabajos de conservación y restauración en yacimientos
- Intervenciones de conservación y restauración directa
- Conservación preventiva

Se aceptan trabajos de investigación sistemática, así como descripciones de intervenciones o casos de estudio que aporten datos relevantes para la práctica de la conservación y restauración.



PROGRAMA

MARTES 26/10/2021

PRESENTACIONES ORALES

- 16:00** **Presentación de la reunión** (Lucía López-Polín).
- 16:20** **Fátima Marcos-Fernandéz:** Establecer el Estado de Conservación como una necesidad de estudio para la conservación de material paleontológico.
- 16:40** **Almudena Yagüe:** Evaluación y diagnóstico de extracciones y embalajes de campo de restos óseos del Abrigo de Lagar Velho (Leiria, Portugal).
- 17:00** **Marina Rull:** Extracción de fósiles pleistocenos en la Grotte de la Carrière.
- 17:20** **Xènia Aymerich:** Realización de moldes con silicona proyectada.
- 17:40** **Descanso**
- 18:00** **Luisa Straulino:** Conservación y restauración de fósiles de megafauna mexicana.
- 18:20** **Martín Batallés:** Más allá del hueso: Conservación en la colección Arroyo del Vizcaino (Sauce, Uruguay).
- 18:40** **Elisabet Díaz Pila:** El desafío de un conservador en la Garganta de Olduvai (Tanzania). Caso práctico del tratamiento de un fósil de *Megalotragus sp.*
- 19:00** **Elena Moreno-Ribas:** Del volcán al museo. Conservación y restauración de material paleontológico de Camp del Ninots (Caldes de Malavella, Girona).

PÓSTERES

- 19:20** **Almudena Yagüe:** Extracción de un cráneo de rinoceronte en un contexto de baja carbonatación (Cova del Rinoceront, Barcelona).
- 19:30** **María Martínez:** El vandalismo en yacimientos paleontológicos: Caso de estudio de un sacro de estegosáurido *Dacentrurus* procedente del yacimiento El Balsón, La Yesa (Valencia).
- 19:40** **Sofía De León Verdasco,:** Intervención de Conservación y Restauración del conjunto óseo paleontológico de la Cueva de la Zarzamora / Cueva del Búho (Segovia, España).

MIÉRCOLES 27/10/2021

PRESENTACIONES ORALES

- 16:00** **Milagros Buendía Ortuño:** La conservación de marfil de procedencia subacuática: Las defensas de elefante del Bajo de la Campana (San Javier, Murcia) del Museo Nacional de Arqueología Subacuática.
- 16:20** **Miriam Lucíañez-Treviño:** Marfil arqueológico de contexto terrestre: identificación macroscópica y propuesta terminológica de patologías específicas.
- 16:40** **Miren K.Bilbao:** Una mirada hacia la conservación del material óseo procedente del sitio arqueológico de Pachacamac (Perú).
- 17:00** **Pilar Fernández-Colón:** Estrategias de conservación del cráneo humano hallado en la sima Marcenejas (Burgos).
- 17:20** **Descanso**
- 17:40** **Luisa Mainou:** Conservación y restauración de las osamentas de los primeros mártires de la Revolución Mexicana.
- 18:00** **María Barajas:** De la excavación a la Bodega de Resguardo. Análisis y conservación de los restos faunísticos de la Ofrenda 172 del Templo Mayor de Tenochtitlan.
- 18:20** **Sonia San José:** Reconstrucción de un cráneo de bisonte de la sima de Kiputz IX (Mutriku, Gipuzkoa, Euskal Herria) De la extracción in situ a su puesta en valor
- 18:40** **Lucía López-Polín:** Restauración *in situ* y tratamiento de los restos faunísticos del yacimiento Pleistoceno del Barranc de la Boella.

PÓSTERES

- 19:00** **Elena Fernández:** Restaurar lo intervenido. Un ejemplo de actuación en fósiles del yacimiento paleontológico de Casa del Acero (Fortuna, Murcia).
- 19:10** **María del Carmen Galvín:** Conservación-restauración de cráneo de subadulto en la necrópolis islámica de la isla del Fraile (Águilas, España): retos y procedimientos
- 19:20** **Laura Roqué:** Colecciones osteológicas actuales de referencia: preparación, almacenaje, consulta y usos.

JUEVES 28/10/2021

PRESENTACIONES ORALES

- 16:00** **Mariana Di Giacomo:** Compromiso entre preservación en investigación: Análisis de las consecuencias de la preparación de fósiles.
- 16:20** **Irene Cazalla:** El efecto de las limpiezas químicas en material óseo fósil: El caso de la Cova de les Teixoneres (Moià, Barcelona).
- 16:40** **Sofia De León Verdasco:** Protocolo de actuación para minimizar los efectos de degradación derivados del uso del MicroCT en el estudio del patrimonio paleontológico.
- 17:00** **Ainoa Rodríguez-Rueda:** Evaluación de consolidantes en base a nanopartículas aplicados sobre huesos.
- 17:20** **Descanso**
- 17:40** **Silvia Marín Ortega:** Consolidación superficial de material fósil mediante carbonatación bacteriana. Resultados preliminares de un tipo de consolidación alternativa.
- 18:00** **Raquel Lorenzo-Cases:** Estrategias de conservación preventiva para la colección de homínidos procedente de los yacimientos de la sierra de Atapuerca depositada en el CENIEH.

PÓSTERES

- 18:20** **Laura Gómez:** Técnicas de restauración virtual aplicadas a dos defensas de mamut del Barranc de la Boella.
- 18:30** **Gala Gómez-Merino:** Restauración virtual de una mandíbula infantil de *Mammuthus meridionalis* del yacimiento de Fuente Nueva 3 (Orce, Granada).
- 18:40** **Silvia Marín Ortega:** El engrudo de almidón de arroz como adhesivo para hueso arqueológico. Primeras pruebas.
- 18:50** **Marta Gómez-Llusá:** La consolidación de matrices arenosas para la conservación de fósiles.
- 19:00** **Laura García Boullosa:** Montaje y evaluación de una vitrina dedicada a la fauna prehistórica para la exposición permanente del Arkeologi Museoa (Bizkaia).
- 19:10** **Cierre**

MARTES 26/10/2021

Establecer el estado de conservación como una necesidad de estudio para la conservación de material paleontológico

Fátima MARCOS-FERNÁNDEZ ^{1,2}.

1 Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Bellas Artes, Calle Greco s/n, 28004 Madrid, España.

2 Grupo de Biología Evolutiva de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, España.

Correspondencia: famarcos@ucm.es

Palabras clave: Conservación, restauración, preparación, extracción, excavación.

Resumen

Los trabajos de conservación a realizar sobre las colecciones paleontológicas vienen determinados por el estado de conservación de los fósiles a tratar. Para este tipo de colecciones es muy importante tener una estrategia de conservación desde su extracción hasta su estudio o exposición y deben observar los diferentes agentes de deterioro que afectan a los fósiles [1].

El estado de conservación de los ejemplares paleontológicos es complejo, ya que se concreta por los distintos parámetros derivados de su estructura, su composición y su morfología desde que el animal estaba vivo, cómo la estructura interna (*Figura 1*), la externa, el tamaño del ejemplar o el peso de cada uno de sus huesos, que posteriormente serán fósiles, ya que todo esto ha de utilizarse para evaluar su fragilidad, teniendo en cuenta, incluso, que algunos problemas de salud, como la osteoporosis o una enfermedad, puede modificar la porosidad de los materiales a conservar.

Realmente todas estas características basadas en la complejidad física de los animales pretéritos no son agentes de deterioro en sí, pero deben tenerse en cuenta como un factor que genera diferencias notables en las necesidades de conservación y mantenimiento. A modo de ejemplo, dentro de un mismo ejemplar existen zonas densas y resistentes [2], como los centros vertebrales de las vértebras cervicales y dorsales de los dinosaurios saurópodos, frente a las espinas neurales, que son elementos de gran tamaño y están formados por apófisis asociadas a finas láminas de espesor milimétrico. Esto va a provocar diferencias de fragilidad entre ambas partes y que requieran pautas de conservación distintas.

Igualmente hay que considerar la bioestratinomía o la fosildiagenética, que motivan la heterogeneidad de los minerales que componen los distintos ejemplares [3], incluso dentro de un mismo animal. Los minerales que forman, rellenan y ocupan la totalidad de los poros de los fósiles [4] se verán afectados por los distintos agentes de deterioro y, en consecuencia, son los que marcarán las pautas y las necesidades de conservación [5].

Entre las alteraciones más frecuentes provocadas por las condiciones de fosilización en cada yacimiento [6] están las originadas por la presión y la temperatura que van a provocar distintas faltas, grietas, cizallas, en resumen, ciertas transformaciones que, aun no siendo deterioros, dificultan la identificación de algunos aspectos del fósil.

Los estudios del estado de conservación deben ser multidisciplinarios, adaptando la metodología procedente de otras disciplinas para hacer un mapeo completo de las alteraciones del fósil, y conocer cuáles deben mantenerse como parte intrínseca de los ejemplares y aquellas que son un deterioro en sí mismo.

El conocimiento del estado de conservación es necesario para generar estrategias adecuadas de conservación. Generalmente, estos protocolos deben ser muy amplios dado que deben tener en cuenta la variabilidad en los estados de conservación que puede presentar el fósil y que se desconoce antes de su extracción.

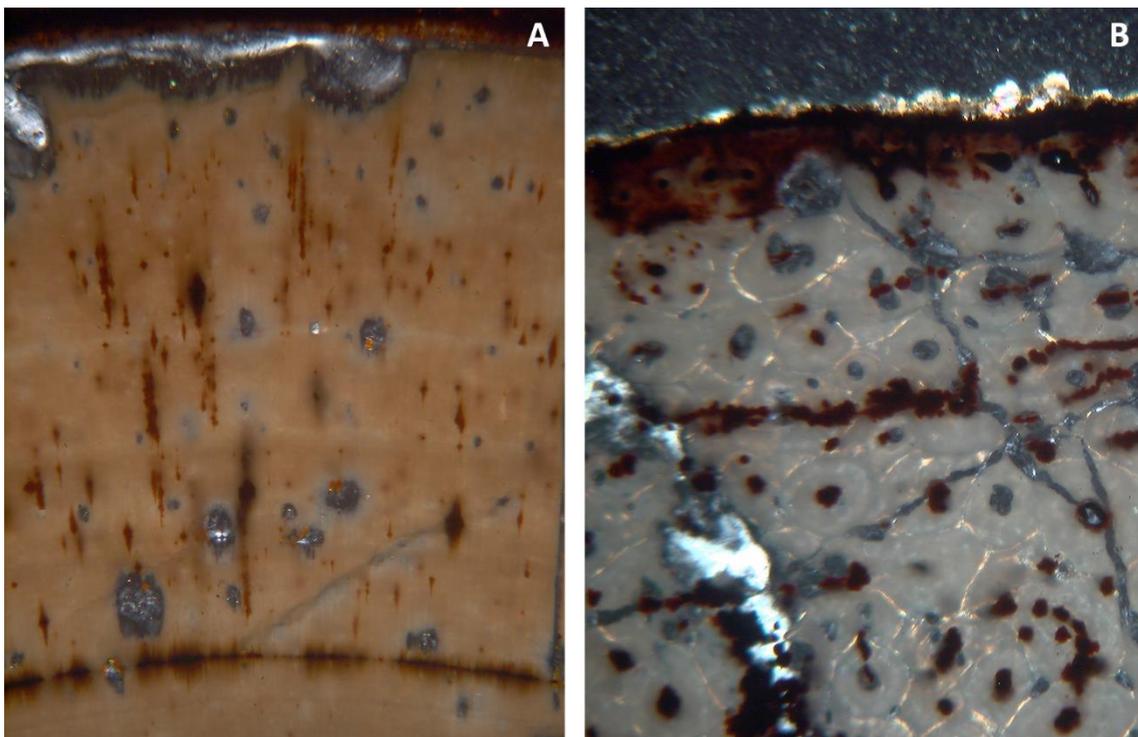


Figura 1.- Corte histológico de dos huesos largos del yacimiento de Lo Hueco, uno de ellos corresponde a un terópodo (A) y el otro a un saurópodo (B).



Figura 2.- Distintos tipos de costras, fracturas y deformaciones fosildiagenéticas de los materiales de Lo Hueco.

Referencias

- [1] F. Marcos-Fernández, M. Plaza-Beltrán & F. Ortega, “La Conservación Preventiva de material paleontológico, la colección de Lo Hueco, the Preventive Conservation of paleontological material, Lo Hueco collection” en GEIIC Kongresua Congreso: Eta ondoren? Kultur Ondarea kontrolatzea eta mantentzea, aukera iraunkorra, B. Jauregia Ed. Victoria-Gasteiz: GEIIC, 2018, pp. 402–410
- [2] M.J. Wedel, (2010). “The Evolution of Vertebral Pneumaticity in Sauropod Dinosaurs”, *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol. 23, no. 2, pp 344-357, 2003.
- [3] M. Blanco, F. Marcos-Fernández, P. Ruiz, S. Díaz & F. Ortega, (2016).

- “Conservación y restauración del patrimonio paleontológico: innovación técnica en limpieza con láser y papetas en fósiles del yacimiento paleontológico de Lo Hueco” en *La Ciencia y el Arte VI*. M. Bueso Ed. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2017, pp 322–340.
- [4] L. González-Acebrón, F. Barroso-Barcenilla, O. Cambra-Moo, B. Carenas & M. Segura, “Environmental significance of gypsum-bearing layers at the “Lo Hueco” paleontological site (Upper Cretaceous, Cuenca, Spain): petrography, fluid inclusions, and isotopic relations”. *Facies*, 2014, DOI: doi.org/10.1007/s10347-014-0402-8
- [5] C. Collin, “The care and conservation of palaeontological material”, *Studies in Conservation*, 1996, DOI: doi.org/10.2307/1506537
- [6] S.R. Fernández-López, *Temas de Tafonomía (Departamento de Paleontología)*, Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2000.

Evaluación y diagnóstico de extracciones y embalajes de campo de restos óseos del Abrigo de Lagar Velho (Leiria, Portugal)

Almudena S. YAGÜE¹, Montserrat SANZ^{1,2}, Joan DAURA^{1,2}, Elena MORERA¹, Ana Cristina ARAÚJO^{2,3,4}, Ana María COSTA^{3,4,5}

1 Grup de Recerca del Quaternari (GRQ)-SERP, Departament d'Història i Arqueologia. Universitat de Barcelona, Carrer Montalegre, 6, 08001 Barcelona, España.

2 UNIARQ-Centro de Arqueologia da Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras. Universidade de Lisboa, 1600-214 Lisboa, Portugal.

3 Laboratório de Arqueociências (LARC)-DGPC, Calçada do Mirante à Ajuda, nº 10A, 1300-418, Lisboa, Portugal.

4 ICIBIO-InBIO | Research Centre In Biodiversity and Genetic Resources, University of Porto

5 IDL | Instituto Dom Luiz, Universidade de Lisboa, Campo Grande, Edifício C6, Piso 3, 1749-016 Lisboa, Portugal

Correspondencia: ayaguelu8@alumnes.ub.edu

Palabras clave: Fauna, óseo, embalajes, extracción, conservación preventiva

Resumen

El Abrigo de Lagar Velho se encuentra en el valle de Lapedo (Leiria, Portugal) y es especialmente conocido por un enterramiento infantil gravetiense [1-2]. Asociado a este esqueleto se recuperaron diferentes objetos ornamentales, entre otros, cuatro dientes de cérvidos y malacofauna marina. El yacimiento presenta diversos niveles con ocupaciones del paleolítico superior. Son abundantes los restos de fauna, especialmente de cérvidos, équidos y grandes bóvidos, así como industria lítica.

En las campañas realizadas entre 1999 al 2009 [3]. Los restos faunísticos siguieron un procedimiento estándar de extracción y tratamientos de conservación (engasados, consolidaciones, embalajes etc.) pero no se llegaron a preparar (*Figura 1*). En el año 2018, un nuevo equipo reinicia los trabajos arqueológicos, así como reestudia los materiales procedentes de las campañas previas siendo este el motivo del presente trabajo. De esta manera, los materiales de estas excavaciones se revisan con el objetivo de diagnosticar el estado de conservación de la colección existente, así como determinar alteraciones provocadas por agentes externos o por los productos empleados en la extracción y excavación [4]. La mayoría de los embalajes de estos restos en el campo se realizaron con materiales recuperados, como botellas de LDPE (Polietileno de baja densidad), bandejas de PS (poliestireno), papel higiénico, papel de aluminio, etc. Se observa que estos materiales han sufrido nuevas fracturas así como pérdidas de fragmentos. Los engasados realizados con gasa de algodón y algún pegamento del tipo polímero de nitrato de celulosa están muy deteriorados, sin capacidad mecánica de estabilización y han desencadenado nuevas patologías en las piezas. En las consolidaciones, especialmente en huesos planos como escápulas, se ha observado que el consolidante (familia de las resinas

acrílicas) no ha penetrado en el hueso y forma una capa superficial de difícil reversibilidad (Figura 2).

A partir de este diagnóstico las intervenciones propuestas se basan en una mínima intervención y estabilización preventiva. De esta manera se consolidan los materiales con mayor inestabilidad, y puntualmente se aplican suturas con fibra de vidrio y Paraloid B-72 al 10% [5]. Se crean nuevos embalajes estables, adaptados y accesibles para el posterior estudio, con materiales inertes, con una alta durabilidad de Polietileno (PE) como el tejido de Tyvek®, la espuma no reticulada Ethafoam®, Jiffy Foam® (PE Polietileno) y bolsas de cierre hermético [6].

El análisis de esta colección ha permitido determinar los efectos y alteraciones causados por las condiciones de almacenamiento de los materiales sin estabilización entre la extracción y preparación. Esto permite planificar con antelación un protocolo de conservación eficaz para las excavaciones actuales y para evitar estos deterioros. El presente trabajo permite generar protocolos unitarios de conservación para el yacimiento. De este modo se establece una metodología de recuperación de restos de las anteriores campañas y metodologías de tratamiento *in situ* y en el laboratorio para las campañas actuales y un plan de seguimiento en la conservación preventiva de la colección.

Agradecimientos

Este artículo es el resultado de los proyectos de investigación: “PIPA /2017- O Abrigo do Lagar Velho e os primeiros humanos modernos do extremo ocidental europeu”, “Las sociedades cazadoras-recolectoras del Paleolítico superior y los primeros humanos modernos en Portugal (Abrigo del Lagar Velho, Valle de Lapedo) Campaña 2020/2021 (T002020N0000045536)” así como 2017SGR-00011 (Generalitat de Catalunya) y HAR2017-86509 (Ministerio de Economía y Competitividad). M. Sanz ha estado financiada con un contrato Juan de la Cierva-incorporación (IJCI-2017-33908) y J. Daura con un contrato Ramón y Cajal (RYC-2015-17667). Agradecimiento a la Cámara Municipal de Leiria y el Museo de Leiria, por su apoyo incondicional en los trabajos de campo.



Figura 1.- Imagen general de la colección antigua



Figura 2.- Engasado en escayola de fragmento de asta, extracción 2001 (A). Pieza después de su estabilización y consolidación (B).

Referencias

- [1]. C. Duarte, J. Mauricio, P.B. Pettitt, P. Souto, E. Trinkaus, H. van der Plicht, J. Zilhao, “The early Upper Paleolithic human skeleton from the Abrigo do Lagar Velho (Portugal) and modern human emergence in Iberia” Proc. Natl. Acad. Sci., 1999, DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.96.13.7604>
- [2]. J. Zilhão, E. Trinkaus, Eds., Portrait of the Artist as a Child. The Gravettian Human Skeleton from the Abrigo do Lagar Velho and its Archaeological Context en *Trabalhos de Arqueologia* (22). Lisboa: Instituto Português de Arqueologia, 2002
- [3]. F. Almeida, M. Moreno-García, D.E. Angelucci, “From under the bulldozer’s claws: The EE15 Late Gravettian occupation surface of the Lagar Velho rock-shelter”, *World Archaeol.*, 2009, DOI: <https://doi.org/10.1080/00438240902843790>
- [4]. T. Pasíes Oviedo, “Los trabajos de conservación-restauración en el laboratorio del Museo de Prehistoria de Valencia: problemática de las antiguas intervenciones” *PH Investig. Rev. del IAPH para la Investig. del Patrim. Cult.*, vol. 3, pp. 1-19, 2014
- [5]. L. López-Polín, “Metodología y criterios de restauración de restos óseos pleistocenos. El tratamiento de los fósiles humanos de TD6 (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca)”, tesis doctoral, Universidad Rovira i Virgili, Tarragona, 2016.
- [6]. X. Aymerich, M. Rull, A. Yagüe, “Embalaje rígido para transporte de un ejemplar de *Deinotherium*” en *Libro de Resúmenes XXIII Bienal de la Real sociedad Española de historia Natural*, Y. Díaz-Acha, I. Díaz-Ontiveros, L.A. Baratas, Eds. Madrid, 2019

Extracción de fósiles pleistocenos en la Grotte de la Carrière

Marina RULL¹, Almudena S. YAGÜE², Júlia JISKOOT¹, Xènia AYMERICH¹

¹ ICP, Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Campus UAB, Edifici ICTA-ICP, c/ de les Columnes s/n, 08193 Cerdanyola del Vallès, España.

² Universitat de Barcelona, Facultat de Geografia i Història. Carrer Montalegre 6, 08001, Barcelona, España.

Correspondencia: marina.rull@icp.cat

Palabras clave: Extracción, soportes, fósil, humedad, masilla epoxi, Karst

Resumen

En los Pirineos Orientales franceses (Conflent, France), se encuentran varias cavidades con yacimientos del Pleistoceno medio y superior con abundancia de fósiles de carnívoros. Desde 2015, el Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont (ICP) ha llevado a cabo excavaciones sistemáticas en una de estas cavidades, la Grotte de la Carrière [1] (*Figura 1*).

Durante estos años, se ha recuperado gran cantidad de fósiles, mayoritariamente huesos pequeños muy mineralizados y dientes, en general en un buen estado de conservación [2]. No obstante, los restos correspondientes a cráneos, mandíbulas y elementos anatómicos postcraneales se encuentran menos mineralizados y peor preservados. La higroscopicidad de los fósiles y la elevada humedad relativa de la cueva altera las propiedades mecánicas de los especímenes produciendo descohesión y alta fragilidad. Estos casos requieren tratamientos y sistemas de extracción más elaborados para asegurar su recuperación integral.

En las últimas campañas de excavación en la Grotte de la Carrière (2019-2020), se realizaron diferentes testeos de materiales para mejorar y agilizar el sistema de extracción. Se probaron distintas resinas con el objetivo de consolidar y aumentar la resistencia mecánica de los fósiles. Las pruebas con resinas acrílicas y vinílicas (Paraloid[®] B-72, Paraloid[®] B-82 y Mowital[®] B 60HH) diluidas con distintos disolventes (polares y apolares) no dieron resultados suficientemente satisfactorios debido a la alta humedad relativa del yacimiento. Por ese motivo, la experimentación se centró en la creación de soportes con materiales efectivos y de rápido secado para una correcta extracción de los fósiles.

Se realizaron soportes rígidos tipo *jacket* [3-4] con FreeForm[™] Air [5], una masilla bicomponente de base epoxídica (1 parte A: 1 parte B) y cargas ligeras inertes. Este material permitió fabricar *jackets* rígidos y ligeros adaptados a la morfología del fósil incluso en condiciones de HR del 100%. Este tipo de soporte facilitó el proceso de extracción pudiendo encapsular tanto el fósil como parte de la matriz sedimentaria colindante y garantizar la conservación de los elementos extraídos (*Figura 2*).

Esta resina de fácil modelado y aplicación, presenta baja contracción y, una vez endurecida, se corta con facilidad con herramientas de corte manuales o de rotación, sin transmitir prácticamente vibraciones al bloque extraído.

Desde nuestra experiencia, tanto el material como la metodología utilizada han dado resultados muy satisfactorios y han permitido recuperar en condiciones adecuadas cráneos, mandíbulas y, también, elementos postcraneales en conexión anatómica sin necesidad de separarlos ni alterar su ubicación original. Es un método recomendable para la ejecución de embalajes temporales y/o para extraer materiales de yacimientos con una elevada humedad relativa donde a menudo los productos tradicionales no dan resultados óptimos.

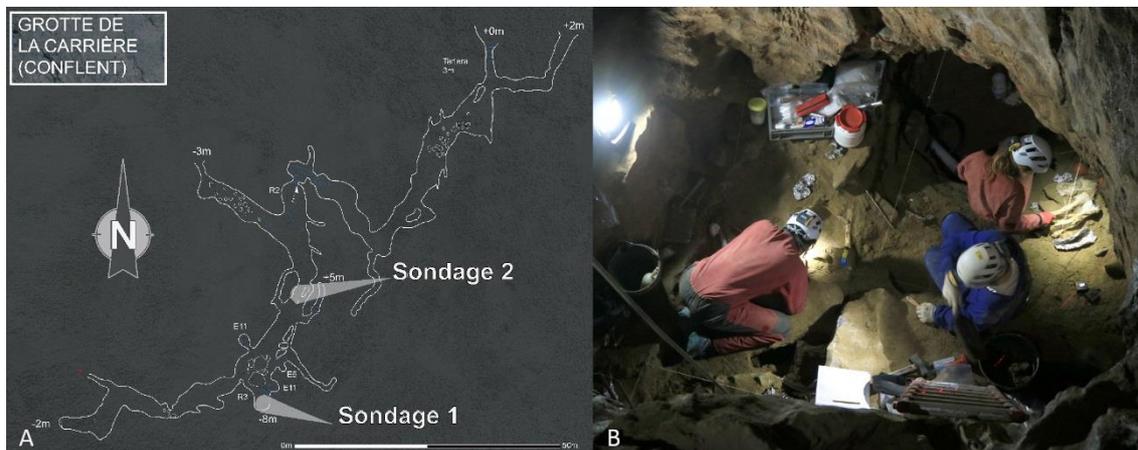


Figura 1.- A) Topografía de la Grotte de la Carrière. (L.Sorbelli/ICP). B) Excavación del pozo del sondaje 1. (Maria Prat/ICP)



Figura 2.- Proceso de extracción con *jacket* de una mandíbula de *Ursus deningeri*. (Marina Rull/ICP)

Referencias

- [1] J. Madurell-Malapeira, M. Llenas, I. Rufi, V. Vinuesa, M. Prat-Vericat, M. Nebot, T. Hernández, M. Rull, X. Aymerich, P. Obradó, M. Méndez, y J-L. Pérez. “Réseau Lachambre: Un complex de jaciments Pleistocens a la Vall del Têt (Pirineus Orientals, Occitània, França)”. *Sedeck. Boletín de la Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst*, no.14, pp. 33–43, 2019.
- [2] M. Prat-Vericat, I. Rufi, M. Llenas y J. Madurell-Malapeira. “Úrsids del Pleistocè Mig i Superior de la Grotte de la Carrière (Pirineus Orientals, França)”. *Sedeck. Boletín de la Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst*, no.14, pp 44–55, 2019.
- [3] M. Fox, V. Yarborough, “A Review of Vertebrate Fossil Support (and storage) Systems at the Yale Peabody Museum of Natural History”. Denver: Society of Vertebrate Paleontology, 2004. [Online]. Available: https://vertpaleo.org/wp-content/uploads/2021/03/Fox_and_Fitzgerald_2004.pdf > [Accessed: jul. 12, 2021]
- [4] S.J. Jabo, P.A. Kroehler, F.V. Grady. “A technique to create form-fitted, padded plaster jackets for conserving vertebrate fossil specimens” Department of Paleobiology, Smithsonian Institution, 2005. [online]. Available: <https://vertpaleo.org/wp-content/uploads/2021/03/Jabo_et_al_2005.pdf > [Accessed: Jul. 12, 2021]
- [5] A.S. Yagüe, X. Aymerich, M. Rull, F. Marcos-Fernández, J. Daura, M. Sanz. “Soportes expositivos ligeros para un proboscídeo en conexión anatómica” [Abstract]. Libro de resúmenes XXIII Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Real Sociedad Española de Historia Natural, p. 187-188. 2019. ISBN 978-84-09-13147-1

Realización de moldes con silicona proyectada

Xènia AYMERICH¹, Marina VIZCARRO¹, Marina RULL¹

¹ ICP, Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Campus UAB, Edifici ICTA-ICP, c/ de les Columnes s/n, 08193 Cerdanyola del Vallès, España.

Correspondencia: xenia.aymerich@icp.cat

Palabras clave: Conservación, molde, réplica, silicona proyectada, grandes superficies.

Resumen

En muchas ocasiones es necesario hacer moldes de los fósiles, tanto en el mismo yacimiento como en el laboratorio. A menudo, realizarlo en la propia excavación es importante para no perder el valor científico: posición en la que se encuentran los huesos, elementos esqueléticos en conexión anatómica, así como fósiles de difícil extracción. Otro ejemplo es el caso de las icnitas, que normalmente tienen una ubicación complicada, son de difícil extracción y abarcan amplias superficies en el terreno. Algunas de ellas incluso pueden encontrarse en paredes verticales o invertidas de difícil acceso [1]. Justamente, delante de este tipo de rastro fósil, lo más común y sencillo es plasmarlo mediante un molde *in situ*, para replicarlo posteriormente en el laboratorio. De esta manera, podemos conservar la huella sin dañarla y evitar cargar el peso que supondría si la extrajéramos [2].

Actualmente, la técnica más habitual para realizar este tipo de moldes es la aplicación de diferentes membranas superpuestas de silicona con un agente tixotrópico [3]. Normalmente, se usan tres capas finas diferenciadas entre ellas mediante colorantes [1]. No obstante, este método conlleva un conjunto de complicaciones. Las proporciones y cantidades se realizan en el laboratorio y se deben transportar los distintos recipientes hasta el lugar en cuestión. Sin embargo, la mezcla de elementos se realiza en el propio yacimiento. Esto puede suponer que, ante cualquier imprevisto, el material transportado sea insuficiente. Además, encontramos la limitación del tiempo; una vez se empiezan a mezclar los elementos, el tiempo de trabajo será limitado, ya que, si la silicona pierde fluidez, registrará la superficie con una peor resolución.

Para reducir estas complicaciones y facilitar el trabajo en el campo, así como minimizar los residuos que se puedan generar y rentabilizar el material, existe un método alternativo: aplicar la silicona por proyección (*Figura 1*). Se trata de un método de pulverización con una pistola de aire comprimido que se puede equipar con cartuchos de hasta 1500 ml. Es un instrumento versátil y compacto que puede ser usado fácilmente por una persona. A diferencia del método tradicional, con este sistema el tiempo deja de ser un factor limitante, ya que la mezcla de componentes del molde se realiza de manera automática e instantánea. Además, su fácil manejo permite aplicar la silicona homogéneamente y de manera sencilla (*Figura 2*), incluso en el caso de morfologías complejas. El sistema de carga y descarga de material se realiza mediante cartuchos extraíbles. Esto permite seguir

aplicando material sin interrupción y de manera continua. Además, existe una gran variedad de materiales, tanto siliconas (flexibles) como resinas (rígidas). Por lo tanto, esta técnica nos permite realizar moldes, de una manera más rápida, sencilla, ininterrumpida, automática y completamente homogénea. Hay que tener en cuenta que, aunque su manejo es fácil, se trata de un equipo relativamente pesado, con un coste inicial elevado y que debe estar conectado a una fuente de aire comprimido para la pulverización de la mezcla.

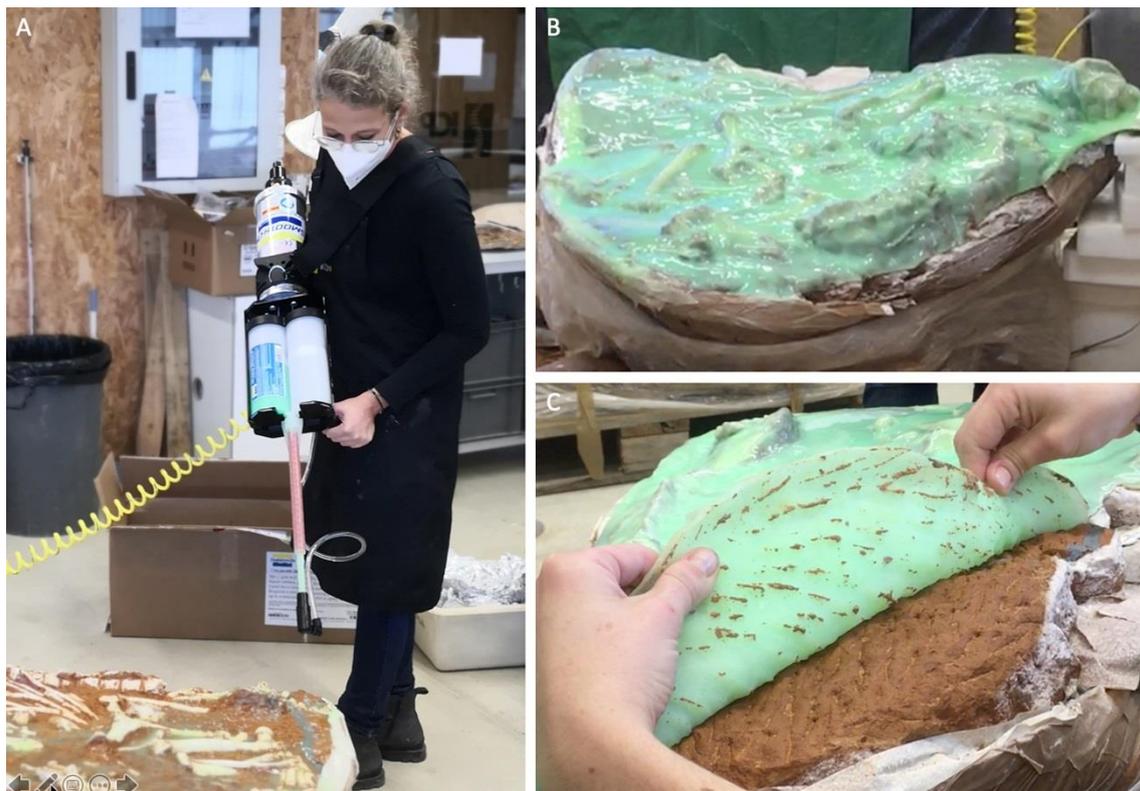


Figura 1.- A) Pulverización de la silicona en el laboratorio. B) Capa de silicona acabada de aplicar. C) Extracción de la membrana de silicona vulcanizada. (X. Aymerich/ICP)

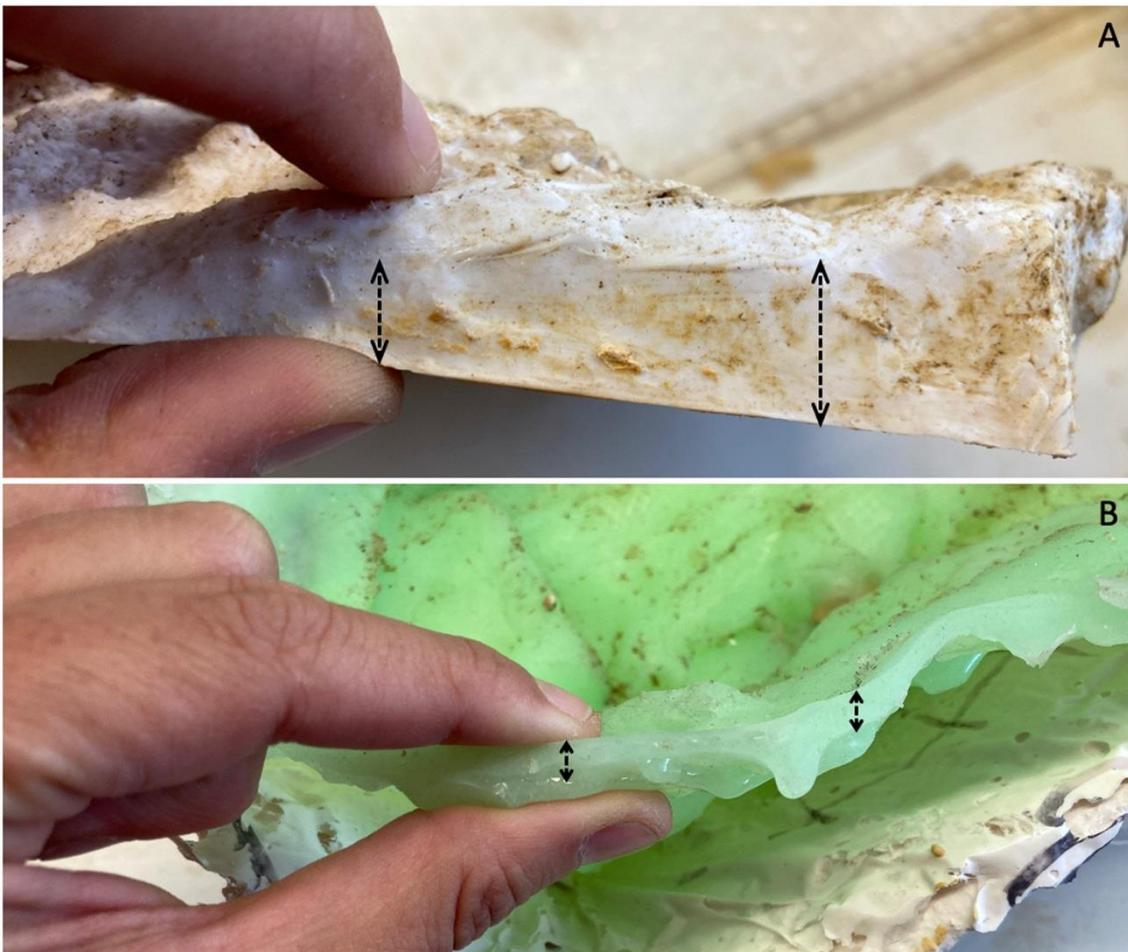


Figura 2.- A) Membrana de silicona, gruesa y poco homogénea, realizada con el sistema tradicional. B) Membrana de silicona, fina y homogénea, realizada con silicona proyectada. (X. Aymerich/ICP)

Referencias

- [1] A. Aberasturi y A. González, “Taller de replicado paleontológico-falsificadores”, Enseñanza para las Ciencias de la Tierra, vol. 18, no. 2, pp. 210-215, 2010.
- [2] D. Williams y D. Edwards, “Moulding and cast replication of outcrops: a tool in geoconservation”, Proceedings of the Geologists Association, vol. 124, no. 4, pp. 648-652, 2013.
- [3] M.J. Benton y A.D. Walker, “The use of flexible synthetic rubbers for casts of complex fossils from natural moulds”, Geological Magazine, vol. 118, no. 05, pp. 551-555, 1981.

Conservación y restauración de fósiles de megafauna mexicana.

Luisa STRAULINO MAINOU¹, Teresa PI PUIG², Sergey SEDOV³, Alan Ulises LOREDO JASSO⁴, Luisa MAINOU¹.

1 Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural-INAH, General Anaya S/N Ex, Av. del Convento, San Diego Churubusco, 04120 Coyoacan, Ciudad de México, México.

2 Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía (LANGEM), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cd. Universitaria, Coyoacán, Mexico City 04510, México.

3 Departamento de Ciencias Ambientales y del Suelo, Instituto Geología Cd universitaria, Circuito de la investigación, Del. coyoacan, C.P. 02376, Ciudad de México, México

4 Laboratorio de Geoquímica Ambiental Molecular, LANGEM, C.P. 04510, Ciudad de México, México.

Correspondencia: luisa_straulino@inah.gob.mx

Palabras clave: conservación, restauración, subfósiles, México, megafauna.

Resumen

La Coordinación Nacional de Conservación y Restauración del Patrimonio Cultural, institución que norma la conservación y restauración en México, tiene una línea específica dedicada a patrimonio paleontológico. Esta presentación pretende poner de manifiesto cómo la caracterización de los materiales y su diagénesis [1–7] es determinante para decidir el tratamiento de intervención más adecuado para los fósiles tratados dentro de la institución. Para caracterizar los materiales se utiliza como base el análisis por Microscopía Electrónica de Barrido con EDS, el estudio de láminas delgadas, la difracción de rayos X así como el estudio con Infrarrojo con transformada de Fourier como análisis base, complementándose con otros como radiografías, por ejemplo [8–16]. En particular hablaremos de tres piezas.

La primera es un cráneo de gonfoterio de Tlaxcala. Se encontró que la microestructura del hueso está bien conservada, sin embargo, la biopatita presenta transformaciones, el hueso compacto se permineralizó con carbonatos de calcio y las cavidades neumáticas se rellenaron con otros minerales incluyendo arcillas de tipo esmectítico. Por ello, el hueso compacto se trató con un copolímero vinil-acrílico con carbonato de calcio y el hueso trabecular se trató con ésteres de ácido silícico.

La segunda pieza es una defensa de mamut [17] que sufrió procesos de desmineralización, transformación de la biopatita y pérdida completa del colágeno; empero, la pieza conserva su forma externa aunque, al interior, está completamente fragmentada y parcialmente disgregada. Interesante es resaltar que, durante el proceso diagenético, se formaron distintos minerales de alteración como vivianita ((Fe²⁺₃(PO₄)₂8(H₂O))) entre los anillos de crecimiento y en algunas grietas. Esta valiosa información permitió determinar el proceso de intervención cuyo principal objetivo fue el de conservar la forma de la pieza utilizando

un adhesivo vinil-acrílico y consolidar la estructura de los fragmentos con fluoruro de sodio como remineralizador [18–20] y quitosán como bioconsolidante [21, 22].

La tercera pieza es una mandíbula de gonfoterio que estaba sumamente bien conservada. El hueso mandibular se transformó a fluorapatita así como la dentina y el esmalte incorporó estroncio a la hidroxiapatita. El hueso no conservó la estructura micromorfológica al contrario de la dentina y el esmalte. La pieza estaba fragmentada por la sínfisis mandibular y se detectaron intervenciones anteriores que constaban del uso de un polímero (acetato de polivinilo) como consolidante que únicamente se depositó de manera superficial así como un barniz en las muelas, ambos con procesos de envejecimiento. El nuevo tratamiento consistió en devolver la unidad anatómica, rescatar la apariencia original de la superficie revelando detalles anatómicos y, por último, recuperar su estética logrando una lectura integral. La mandíbula se unió con una resina epóxica ligera y suave utilizando un refuerzo interno de acero inoxidable. Se utilizó quitosán como secuestrante [23, 24] de los polímeros envejecidos, puesto que la pieza no requería este tratamiento.

Por último, cabe mencionar que estos tres ejemplares del pleistoceno tardío están destinados a su exhibición en museos, por lo que las decisiones en cuanto a intervención también se encaminaron a facilitar la lectura para todos los públicos posibles.



Figura 1.- Arriba, mandíbula de gonfoterio antes de la intervención. Al centro, defensa antes de intervención. Abajo, cráneo de gonfoterio durante intervención.

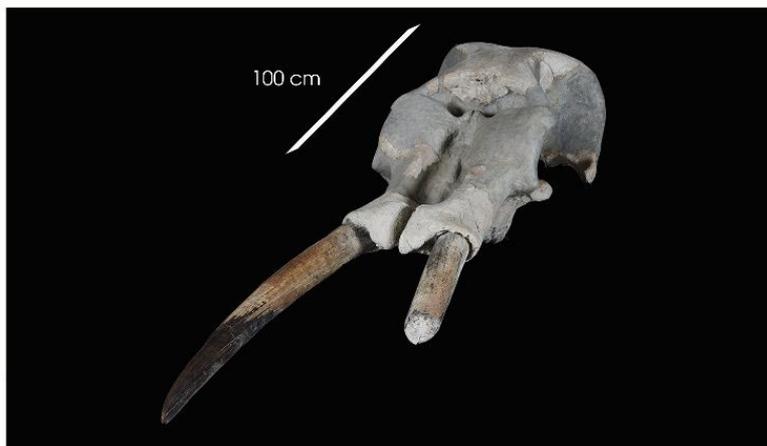


Figura 2.- Arriba, mandíbula de gonfoterio al final de la intervención. Al centro, defensa durante intervención (aún está siendo trabajada). Abajo, cráneo de gonfoterio al final de la intervención.

Referencias

- [1] H. Newsely, "Fossil Bone Apatite". *Appl. Geochemistry*, 1989, DOI: [https://doi.org/10.1016/0883-2927\(89\)90023-1](https://doi.org/10.1016/0883-2927(89)90023-1).
- [2] F. Berna, A. Matthews, S. Weiner, "Solubilities of Bone Mineral from Archaeological Sites: The Recrystallization Window". *J. Archaeol. Sci.*, 2004, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.12.003>.
- [3] H. Piepenbrink, "Examples of Chemical Changes during Fossilisation". *Appl. Geochemistry*, 1989, DOI: [https://doi.org/10.1016/0883-2927\(89\)90029-2](https://doi.org/10.1016/0883-2927(89)90029-2).
- [4] R.E.M. Hedges, "Bone Diagenesis: An Overview of Processes". *Archaeometry*, vol. 44, no. 3, pp. 319–328, 2002.
- [5] R.E.M. Hedges, A.R. Millard, A.W.G. Pike, "Measurements and Relationships of Diagenetic Alteration of Bone from Three Archaeological Sites". *J. Archaeol. Sci.*, 1995, DOI: <https://doi.org/10.1006/jasc.1995.0022>.
- [6] C.M. Nielsen-Marsh, R.E.M. Hedges, "Patterns of Diagenesis in Bone I: The Effects of Site Environments". *J. Archaeol. Sci.*, 2000, DOI: <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0537>.
- [7] C.M. Nielsen-Marsh, R.E.M. Hedges, "Patterns of Diagenesis in Bone II: Effects of Acetic Acid Treatment and the Removal of Diagenetic CO₂". *J. Archaeol. Sci.*, 2000, DOI: <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0538>.
- [8] G. Barrientos, P. Sarmiento, P. Galligani, "Evaluación De La Diagénesis Ósea Mediante El Uso De Microscopía Electrónica De Barrido (MEB): Aproximaciones Analíticas Aplicables a Muestras Arqueológicas", *Rev. Argentina Antropol. Biológica*, 2016, DOI: <https://doi.org/10.17139/raab.2016.0018.02.03>.
- [9] A. Guido, A.C. Marra, A. Mastandrea, F. Tosti, F. Russo, "Micromorphological, Geochemical, and Diagenetic Characterization of Sirenian Ribs Preserved in the Late Miocene Paleontological Site of Cessaniti (Southern Calabria, Italy)". *Facies*, 2012, DOI: <https://doi.org/10.1007/s10347-011-0284-y>.
- [10] P. Shipman, "Applications of Scanning Electron Microscopy to Taphonomic Problems". *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1981, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1981.tb28179.x>.
- [11] G. Piga, A. Santos-Cubedo, S. Moya Solà, A. Brunetti, A. Malgosa, S. Enzo, "An X-Ray Diffraction (XRD) and X-Ray Fluorescence (XRF) Investigation in Human and Animal Fossil Bones from Holocene to Middle Triassic". *J. Archaeol.*, 2009, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.04.013>.

- [12] G. Piga, A.S. Cubedo, M. Enzo, P. Stefano, "An X-Ray Diffraction (XRD) Study to Characterize the Mineralogy of Dinosaur Bones from Arcillas de Morella Formation". *Geogaceta*, vol. 51, pp. 23–26, 2012.
- [13] O. Wings, "Authigenic Minerals in Fossil Bones from the Mesozoic of England: Poor Correlation with Depositional Environments". *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 2004, DOI: [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(03\)00709-0](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(03)00709-0).
- [14] G. Turner-Walker, "The West Runton Fossil Elephant: A Pre-conservation Evaluation of Its Condition, Chemistry and Burial Environment". *Conserv.*, 1998, DOI: <https://doi.org/10.1080/01410096.1998.9995124>.
- [15] G. Turner-Walker, "Degradation Pathways and Conservation Strategies for Ancient Bone from Wet Anoxic Sites". *Proc. 10th ICOM Gr. Wet Org. Archaeol. Mater. Conf. Amsterdam 2007*, pp. 659–675, 2009.
- [16] S. Larea-Daniel, "A Mammoth of a Project: The Conservation of a Columbian Mammoth", trabajo de fin de máster, Texas A&M University, Texas, 2007.
- [17] W. Lambert, "The Microstructure of Proboscidean Ivory and Its Application to the Subordinal Identification of Isolated Ivory Specimens". *Bull. Florida Museum Nat. Hist.*, vol. 45, pp. 521–530, 2005.
- [18] L. Straulino, "El Fluoruro de Sodio, Una Alternativa Para La Consolidación de Roca Caliza Disgregada". *Intervención*, vol. 2, pp. 24–33, 2010.
- [19] L. Mainou, "Conservación de Los Restos Óseos de Los Héroes de La Independencia, Remineralizador" en *Los restos de los Héroes en el Monumento a la Independencia*; L. Rivero-Weber, J.A. Pompa y Padilla, Eds. México: INAH, INEHRM, 2012; pp 29–32.
- [20] L. Mainou, "Conchas y Caracoles Exentos de Policromía Extraídos de Contextos Arqueológicos" en *Conservación "in situ" de materiales arqueológicos: un manual*; R. Schneider, Ed. México: INAH, 2000; pp. 109–116.
- [21] J. Venkatesan, P.A. Vinodhini, P.N. Sudha, S.K. Kim, "Chitin and Chitosan Composites for Bone Tissue Regeneration", *Adv. Food Nutr. Res.*, 2014, DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800268-1.00005-6>.
- [22] L. Mainou, "Conservación de Los Restos Óseos de Los Héroes de La Independencia, El Quitosán Como Material Profiláctico" en *Los restos de los Héroes en el Monumento a la Independencia*; L. Rivero Weber, J.A. Pompa y Padilla, Eds. México: INAH, INEHRM, 2012; pp. 32–36.
- [23] M. Rinaudo, "Chitin and Chitosan: Properties and Applications". *Prog. Polym. Sci.*, 2006, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2006.06.001>.

- [24] P.K. Dutta, J. Duta, V.S. Tripathi, "Chitin and Chitosan: Chemistry, Properties and Applications". J. Sci. Ind. Res. (India), vol. 63, no. 1, pp. 20–31, 2004.

Más allá del hueso: conservación en la colección Arroyo del Vizcaíno (Sauce, Uruguay)

Martín BATALLÉS^{1,2}, Mariana DI GIACOMO³, Luciano VARELA^{1,2}

1 Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Iguá 4225, 11400 Montevideo, Uruguay.

2 Servicio Académico Universitario y Centro de Estudios Paleontológicos, Universidad de la República, Santa Isabel s/n, Sauce, Departamento de Canelones, Uruguay.

3 Yale Peabody Museum of Natural History, 170 Whitney Ave, New Haven, CT, USA.

Correspondencia: elcapitangarfio@gmail.com

Palabras clave: Conservación preventiva, preparación, manejo de colecciones, megafauna pleistocena, preservación, ambiente anegado.

Resumen

Los fósiles de la colección Arroyo del Vizcaíno (ubicada en Sauce, Uruguay) representan un desafío permanente desde el punto de vista de su conservación, tanto por sus condiciones de preservación, su historial de intervenciones y traslados, y las particularidades de algunas piezas, así como por las limitaciones de infraestructura de la colección y la falta de materiales de archivo en el mercado local.

La colección contiene fósiles del sitio Arroyo del Vizcaíno, un yacimiento subfluvial que alberga miles de restos de megamamíferos pleistocénicos (29696–32009 cal BP), en una densidad de alrededor de 100 restos por m² (*Figura 1*). Los fósiles poseen signos de transporte, aunque en general se encuentran en excepcionales condiciones de preservación. El 90% pertenecen al perezoso terrestre *Lestodon armatus*, mientras que el resto incluye otros perezosos, el carnívoro *Smilodon populator*, gliptodontes, mastodontes y otros ungulados [1,2].

Debido a su enterramiento en un ambiente sumergido, los fósiles presentan diversas complejidades de conservación: riesgo de fracturas durante el proceso de secado post-colecta, aparición de moho y ciertas patologías que podrían asociarse a las características del sedimento [1,2]. A nivel microscópico se ha detectado la presencia de piritita en poros y cavidades de los huesos, posiblemente relacionada con el ambiente de depositación, elemento que podría amenazar la estabilidad de los fósiles a largo plazo.

Por otra parte, muchos de los huesos presentan marcas de pisoteo, y en menor grado, marcas de corte que podrían atribuirse a la acción humana. Estas últimas son parte de una

línea de investigación activa, sumando una nueva capa de complejidad a las tareas de preparación, ya que estas podrían modificar las trazas microscópicas [2].

La primera colecta en el sitio fue realizada de forma aficionada por habitantes de la zona en 1997 [3-5], y las tareas iniciales de preparación, limpieza y almacenamiento estuvieron a cargo de docentes y estudiantes del liceo local. Las condiciones de almacenamiento y las intervenciones de preparación de los restos colectados en 1997 estuvieron por debajo de los estándares requeridos y sin contar con insumos adecuados. Por esa razón, se diferencian de los colectados a partir de 2011 en su coloración, fragilidad y preservación de las superficies, además de contar con rastros de intervenciones con adhesivos y rotuladores de uso común.

A partir de 2011 comenzaron las excavaciones sistemáticas a cargo del equipo del Laboratorio de Paleobiología de la Facultad de Ciencias, (Universidad de la República) así como las tareas en colección, el catalogado y los trabajos profesionales de preparación (*Figura 2*), unificando los fósiles colectados en 1997 con los provenientes de las nuevas excavaciones [1,3,4].

Fueron adoptándose paulatinamente procesos estandarizados de preparación e insumos adecuados, especialmente Paraloid B-72. Las condiciones de almacenamiento también mejoraron, pasando por distintas locaciones precarias y húmedas hasta la ubicación actual, que posee un relativo control de las condiciones ambientales.

La colección Arroyo del Vizcaíno es un interesante estudio de caso en el que su historia, requerimientos durante la excavación y líneas de investigación conviven y determinan sus prioridades de manejo y conservación.



Figura 1.- Fósiles de mamíferos pleistocenos en el yacimiento paleontológico Arroyo del Vizcaíno (Uruguay).

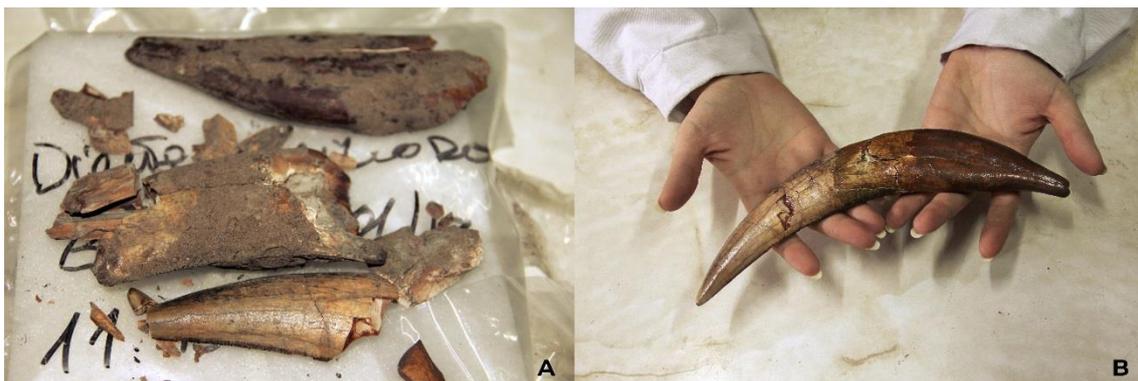


Figura 2.- Canino de *Smilodon populator*, proveniente del sitio Arroyo del Vizcaíno (Uruguay). a. Canino previo a su preparación. b. Tratamiento de conservación completado. El sedimento fue removido mecánicamente y con la ayuda de acetona cuando un disolvente fue necesario. Los fragmentos fueron adheridos con Paraloid B72 en acetona.

Referencias

- [1]. R.A. Fariña, y M. Di Giacomo, “Arroyo del Vizcaíno site, Sauce, Uruguay: fieldwork, research, conservation, exhibition, education”, *Dakoterra* vol. 6, pp. 191–198, 2014.
- [2]. R.A. Fariña, P.S. Tambusso, L. Varela, A. Czerwonogora, M. Di Giacomo, M. Musso, R. Bracco y A. Gascue, “Arroyo del Vizcaíno, Uruguay: a fossil-rich 30-ka-old megafaunal locality with cut-marked bones”, *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 2014. DOI: 10.1098/rspb.2013.2211
- [3]. M. Di Giacomo, M. Batallés, L. Varela, P.S. Tambusso, L. Clavijo y R.A. Fariña, “Keeping old giants at the service of a local community: The Arroyo del Vizcaíno collection (Sauce, Uruguay)”, *The Geological Curator*, vol. 11, no. 4, pp. 263-274,

2020.

- [4]. R.A. Fariña, M. Di Giacomo, M. Batallés, P.S. Tambusso y L. Varela, “Conocimiento presente para la sociedad: la mirada de la paleontología en un caso de vínculo con la comunidad”. *Tecnología & Sociedad*, Buenos Aires, vol. 9, pp. 69-93, 2020.
- [5]. A. Courtoisie y R.A. Fariña, *Historia Reciente del Poblamiento Remoto; los Hallazgos del Arroyo del Vizcaíno, Sauce*. Canelones: Comuna Canaria, Boscana. 2015.

El desafío de un conservador en la Garganta de Olduvai (Tanzania). Caso práctico del tratamiento de un fósil de *Megalotragus sp.*

Elisabet DÍAZ PILA¹, Renata PETERS²

1 Archaeology South East, Institute of Archaeology, University College London, Unit 1&2 Chapel Place, BN41 1DR, Portslade, Reino Unido.

2 Institute of Archaeology, University College London, 31-34 Gordon Square, WC1H 0PY Londres, Reino Unido.

Correspondencia: elisabet.pila.17@ucl.ac.uk

Palabras clave: Conservación *in situ*, Paraloid B-44, microesferas de vidrio, conservación preventiva

Resumen

Desde el descubrimiento del *Zinjanthropus* (*Paranthropus boisei*) en 1959, la Garganta de Olduvai es reconocida como uno de los lugares más emblemáticos para el estudio de la evolución humana. En este contexto, el Olduvai Geochronology Archaeology Project (OGAP) llevó a cabo, entre 2009 y 2016, sucesivas campañas de excavación enfocadas al estudio de la transición entre los tecnocomplejos Olduvayense y Achelense [1-2], ayudando a la revisión de las numerosas teorías y paradigmas evolutivos.

Las investigaciones de OGAP han revelado una gran cantidad de restos líticos y fósiles, muchos de los cuales se hallaron en pésimas condiciones de preservación. Este hecho hizo necesaria la colaboración e intercomunicación entre arqueólogos y conservadores-restauradores, en el marco de un equipo ya de por sí interdisciplinar. La experiencia adquirida a lo largo de los años, además de la formación de la población local han demostrado ser las mejores vías para la concienciación y protección del patrimonio arqueológico de la Garganta, y demuestran ser una ruta a seguir en casos futuros. Esta comunicación tiene como objetivo exponer un caso práctico de tratamiento de restos fósiles llevado a cabo en dicho proyecto.

En la Garganta de Olduvai, es frecuente que los restos fósiles se encuentren en pobres condiciones de preservación. Pese a que el sedimento ha permitido su conservación a lo largo de los últimos 2 millones de años, la actividad tectónica y otros procesos postdeposicionales, han producido en los hallazgos numerosas deformaciones, grietas y fracturas, así como ausencia de soporte y una frágil integridad física. Asimismo, los trabajos de conservación en la Garganta han de lidiar, no sólo con la fragilidad de los

restos, sino con las dificultades de trabajar en un terreno hostil, con paupérrimas comunicaciones y recursos limitados.

La siguiente comunicación expondrá el caso práctico del fósil identificado como *Megalotragus* sp., procedente del yacimiento achelense de FLK West [3]. Los cuernos y la parte del esqueleto craneal existente de dicho fósil se encontraban en un muy frágil estado de conservación (*Figura 1*). Para realizar un levantamiento y transporte seguro, las zonas más vulnerables se consolidaron in situ con Paraloid B-44. Una vez en el laboratorio Laetoli, los materiales más utilizados fueron Paraloid B-44 para consolidar y adherir fragmentos. Asimismo, para la reintegración matérica se usó una masilla hecha con Paraloid B-44, acetona y microesferas de vidrio (*Figura 2*).

El objetivo de esta comunicación es dar a conocer las dificultades y soluciones en la conservación y restauración del fósil de *Megalotragus* sp. Además, de los retos que supone trabajar en un laboratorio de campo con pocos recursos.



Figura 1.- Procesos de excavación y conservación del fósil FLK T69L26-21



Figura 2.- Resultado final después de los tratamientos de conservación y restauración de FLK T69L26-21.

Referencias

- [1] I. de la Torre, A. Arroyo, T. Proffitt, C. Martín-Ramos, “Archaeological fieldwork techniques in Stone Age sites. Some case studies” *Treballs d’Arqueologia*, 2014, DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/tda.51>

- [2] I. de la Torre, A. Benito-Calvo, C. Martín-Ramos, L.J. McHenry, R. Mora, J.K. Njau, M.C. Pante, I.G. Stanistreet, H. Stollhofen, (2021). “New excavations in the MNK Skull site, and the last appearance of the Oldowan and Homo habilis at Olduvai Gorge, Tanzania”, *Journal of Anthropological Archaeology*, 2021, DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jaa.2020.101255>

- [3] R.F. Peters, E. Diaz Pila, E. Ohara-Anderson, (2017). “Bridge over Olduvai Gorge: Capacity building and conservation of lithics and fossils” en *Proceedings of the ICOM-CC 18th Triennial Conference*, J. Brigland, Ed. Copenhagen: International Council of Museums ICOM, 2017, pp. 1104

Del volcán al museo. Conservación y restauración de material paleontológico de Camp dels Ninots (Caldes de Malavella, Girona).

Elena MORENO-RIBAS^{1,2}, Irene CAZALLA^{1,2}, Lucía LÓPEZ-POLÍN^{1,2}, Souhila ROUBACH³, Gerard CAMPENY^{1,2}, Bruno GÓMEZ DE SOLER^{1,2}

1 Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES-CERCA), Zona Educacional 4, Campus Sescelades URV (Edifici W3), 43007 Tarragona, España.

2 Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Història i Història de l'Art, Avinguda de Catalunya 35, 43002 Tarragona, España.

3 Contribuidor independiente

Correspondencia: emorenoribas@gmail.com

Palabras clave: Conservación, restauración, paleontología, Plioceno y Camp dels Ninots.

Resumen

El yacimiento del Camp dels Ninots (Caldes de Malavella, Girona), está situado en los sedimentos lacustres de un volcán freatomagmático de tipo *maar*, formado durante el Plioceno superior, siendo uno de los sitios paleontológicos más relevantes de la Península Ibérica. Considerado “Fossil-Lagerstätten” [2], la buena conservación y la gran variedad del registro fósil permiten definir de manera muy precisa el ecosistema de la zona hace poco más de tres millones de años.

El registro paleontológico hallado en el Camp dels Ninots se divide en dos grandes grupos [1,2,7]: I) Macrovertebrados: tapires (*Tapirus arvernensi*), bóvidos (*Alephis tignerisi*) y rinocerontes (*Stephanorhinus* cf. *jeanvireti*); II) Microvertebrados: representados por tortugas (*Mauremys leprosa* y *Chelydropsis* cf. *Pontica*), anfibios como salamandras (cf. *Pleurodeles* sp.), tritones (*Lissotriton* aff. *Helveticus*) y ranas (*Pelophylax* sp.), peces (*Leuciscus* sp. y *Luciobarbus* sp.) y, en menor medida, roedores (*Apodemus atavus*) y tálpidos (*Talpidae*) (Figura 1).

Aquí, presentamos un resumen de los trabajos de preservación realizados en Camp dels Ninots, por el Área de Conservación y Restauración del Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES), desde que se inició el proyecto en 2003. El principal agente de alteración con el que se enfrentan los restos recuperados es el agua, muy presente en el sustrato en el que se preservan los fósiles, formado por niveles de lutitas verdes lacustres caracterizadas por presentar unos altos niveles de humedad. Esta agua comienza a generar problemas durante el periodo de excavación que se van agravando, exponencialmente, desde que la matriz arcillosa comienza a desecarse, provocando alteraciones como grietas, fisuras o fragmentación ósea, hasta su estabilización en el nuevo ambiente. (Figura 2)

El área de conservación y restauración de IPHES ha enfocado su trabajo desde un punto de vista técnico, de investigación y de formación. Desde el inicio se han planteado los siguientes objetivos: 1) conservación y restauración de los restos recuperados [4,6]; 2) investigación sobre métodos y productos [5,8] 3) facilitar la manipulación y estudio de dichos restos; 4) musealización y/o almacenaje; 5) control y conservación preventiva; y 6) formación de restauradores especializados.

En esta presentación mostramos, como caso de estudio, el tratamiento realizado sobre un esqueleto de bóvido (*Alephis tigneresei*), desde su hallazgo, hasta su depósito en las instalaciones de IPHES, o su exhibición en el centro museográfico Espai Aquae de Caldes de Malavella. Nuestro protocolo de trabajo comienza con un tratamiento *in situ* para asegurar la extracción y traslado al laboratorio. Una vez en él, el espécimen se estabiliza mediante el empleo de una resina acrílica (Paraloid B-72) y la aplicación de refuerzos estructurales que permiten la manipulación y el estudio de los restos óseos (*Figura 2*). En tercer lugar, se realiza un soporte adaptado a sus dimensiones que permite su almacenaje y su volteo para el estudio del lado opuesto. Este soporte se realiza mediante una superposición de capas de distintos materiales (libres de tóxicos y estables) para amortiguar, sujetar, aislar, trasladar, exponer, etc.

Actualmente desde el área de conservación del IPHES se están implementando medios para incidir en la conservación preventiva desde la extracción de los restos hasta su exposición o almacenamiento. Por tanto, el seguimiento y tratamiento de los restos de Camp dels Ninots que presentamos aquí nos permiten asegurar la óptima preservación de los fósiles recuperados en el yacimiento.

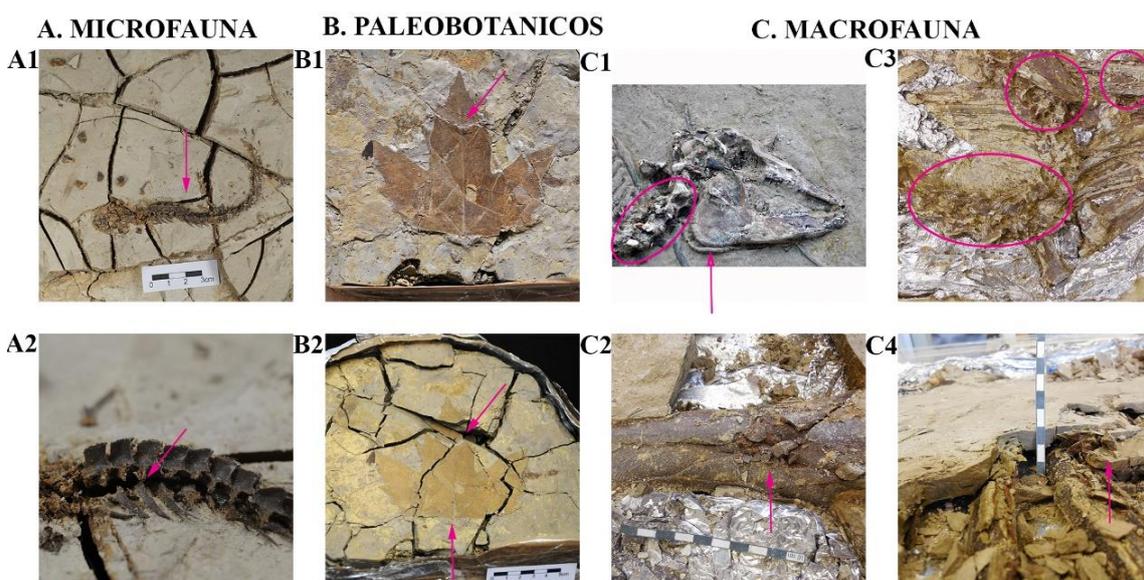


Figura 1.- A) Alteraciones identificadas en restos paleontológicos de microfauna: fragmentación de las arcillas tras la desecación (A1) y detalle de fragmentación ósea (A2). B) Alteraciones producidas sobre

restos paleobotánicos: fracturación y abombamiento de la impronta vegetal durante la desecación (**B1**); fragmentación y cambio en la pigmentación de la impronta tras la completa desecación (**B2**). **C**) Alteraciones producidas en restos de macrofauna: fracturación y deformaciones óseas (**C1**); fracturación por presión y desplazamiento óseo (**C2**); fracturación, fisuración, deformación y falta de cohesión ósea (**C3**); fracturación ósea fomentada por la creación de huecos entre el soporte temporal realizado en campo y el bloque de sedimento con el espécimen (**C4**).

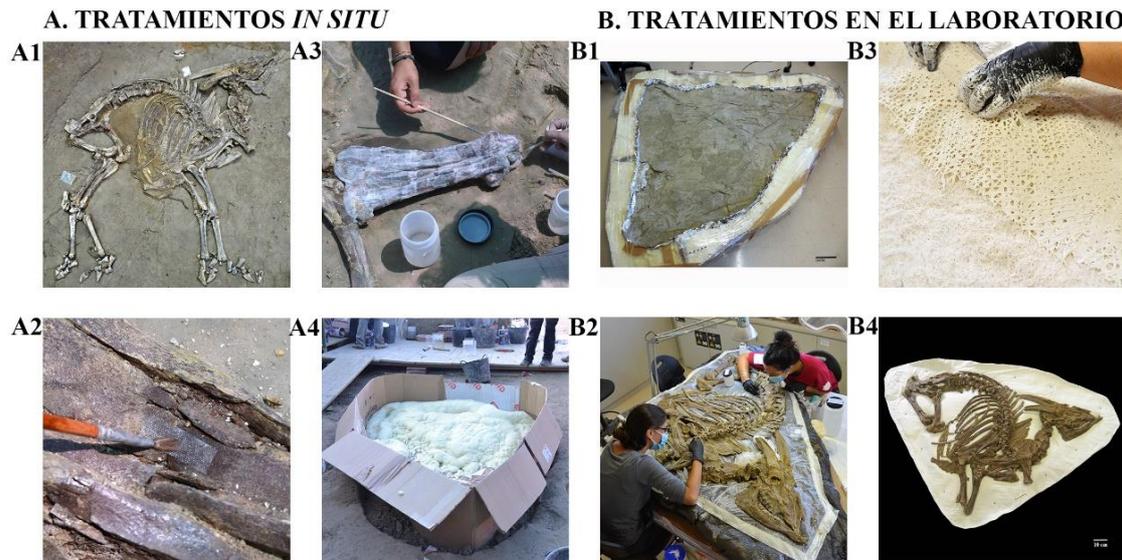


Figura 2.- Detalles del proceso de conservación y restauración del Bóvido 15. **A)** Tratamientos realizados *in situ* con el fin de estabilizar y extraer el espécimen en conexión anatómica. **A1)** Bóvido 15 *in situ*. **A2)** Refuerzo estructural mediante la aplicación de tiritas de tejido de fibra de vidrio. Éstas son adheridas con Paraloid B-72 a la superficie ósea de manera perpendicular a la fractura. **A3)** Soporte temporal adaptado a la forma ósea realizado mediante la superposición de gasas de algodón adheridas con Paraloid B-72. **A4)** Detalle del embalaje-soporte temporal realizado con espuma de poliuretano. **B)** Tratamientos realizados en el laboratorio con el fin de estabilizar y mantener en conexión anatómica el esqueleto del bóvido. **B1)** Estado del bloque al abrir el soporte de poliuretano por el lado contrario al que se observaba en el yacimiento. **B2)** Vista general durante el proceso de limpieza. **B3)** Detalle de los distintos materiales (guata, fibra de vidrio y resina acrílica) empleados para la realización del soporte definitivo. **B4)** Estado final del Bóvido 15 sobre una de las partes del soporte definitivo.

Referencias

- [1] Claude, J., Gómez de Soler, B., Campeny, G., Agustí, J., Oms, O. (2014). Presence of a chelydrid turtle in the late Pliocene Camp dels Ninots locality (Spain). *Bulletin de la Société Géologique de France*, t. 185, nº 4, pp. 253-256.
- [2] Gómez de Soler, B., Campeny, G., Van der Made, J., Oms, O., Agustí, J., Sala, R., Blain, H.A., Burjachs, F., Claude, J., García S., Riba, D., Rosillo, R. (2012). A new key locality for the Pliocene vertebrate record of Europe: the Camp dels Ninots maar (NE Spain). *Geologica Acta*, vol. 10, nº2, pp. 1-17. DOI: 10.1344/105.000001702
- [3] Gómez de Soler, B., Campeny, G., Agustí, J., Anadón, P., Anadón, E., Bolós, X.,

- Blain, H.A., Burjachs, F., Cáceres, I., Carrancho, A., Casas, A., Claude, J., Martín-Martín, J., Expósito, I., Fontanals, M., García, F., Himi, M., Ibáñez, J., Jiménez-Moreno, G., Jurado, M.J., López-Polín, L., Van der Made, J., Martí, J., Mateos, P., Miró, J., Moreno-Ribas, E., Oms, O., Prikryl, T., Rodríguez-Salgado, P., Rivals, F., Roubach, S., Sanisidro, O., Villalaín, J.J. Research history and main discoveries of the fossil-Lagerstätte Camp dels Ninots maar (Caldes de Malavella, Girona, Spain). 7 th International Maar Conference. Olot, Spain, 2018.
- [4] Gómez-Merino, G., Ibáñez, N., Campeny, G., Gómez de Soler, B., (2009). Actuaciones de conservación-restauración y almacenaje de un cráneo de bóvido del yacimiento paleontológico del Camp dels Ninots (Caldes de Malavella, Girona). Presented at “I Conesevation Workshop: Finding Global Solutions for Natural History Collections. In: Cancelo Fernández, C., Val Molina, S., Marigó Cortés, J., Celià Gelabert, L. (eds.). Sabadell, Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 4 (Memòria especial), pp. 201-210.
- [5] López-Polín, L., Roubach, S., Gómez de Soler, B., Campeny, G., (2009). Preliminary consolidation tests of fossil plant imprints from the Camp dels Ninots site (Caldes de Malavella, Girona, Spain). Presented at “I Conesevation Workshop: Finding Global Solutions for Natural History Collections”. In: Cancelo Fernández, C., Val Molina, S., Marigó Cortés, J., Celià Gelabert, L. (eds.). Sabadell, Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 4 (Memòria especial), pp. 233-239.
- [6] Moreno-Ribas, E., López-Polín, L., Campeny, G., Gómez de soler, B. (2020). Conservation of fossil microfauna at Camp dels Ninots site (Caldes de Malvella, Girona, Spain). 3rd Meeting of the ICAZ Microvertebrate Working Group, pp 52. ISBN 978-84-09-21478-5.
- [7] Prikryl, T., Gómez de Soler, B., Campeny, G., Oms, O., Roubach, S., Blain, H.A., Agustí, J. (2016). Fish fauna of the Camp dels Ninots locality (Pliocene; Caldes de Malavella, province of Girona, Spain) – first results with notes on palaeoecology and taphonomy. *Historical Biology*, vol. 28, n°3, pp. 347-357. DOI: 10.1080/08912963.2014.934820.
- [8] Roubach, S. (2016): Tests et analyses (microscopiques et spectroscopiques) du comportement des produits consolidant sur l'os Archéologique, et application sur le matériel osseux des gisements plio-pléistocènes de Camp dels Ninots, Sierra d'Atapuerca et de Barranc de la Boella (Péninsule Ibérique). Tesis doctoral, Universitat Rovira i Virgili , Tarragona.

Extracción de un cráneo de rinoceronte en un contexto de baja carbonatación (Cova del Rinoceront, Barcelona)

Almudena S. YAGÜE¹, Fátima MARCOS-FERNÁNDEZ^{2,3}, Montserrat SANZ¹, Joan DAURA¹

1 Grup de Recerca del Quaternari (GRQ)-SERP, Departament d'Història i Arqueologia. Universitat de Barcelona, Carrer Montalegre, 6, 08001 Barcelona, España.

2 Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, Calle Pintor el Greco, 2, 28040 Madrid, España.

3 Grupo de Biología Evolutiva de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. Calle Senda del Rey nº9, 28040 Madrid.

Correspondencia: ayaguelu8@alumnes.ub.edu

Palabras clave: Extracción, restos óseos, escasa cementación, matriz sedimentaria

Resumen

La cova del Rinoceront (Castelldefels, Barcelona), se encuentra en el macizo del Garraf con una cronología desde el Pleistoceno medio a inicios del superior (MIS 5 y MIS 6) [1]. La cavidad tiene una morfología kárstica verticalizada de tipo sima. En este yacimiento se ha recuperado una importante colección de grandes vertebrados, de los que destacan, entre otros, un esqueleto completo de *Palaeoloxodon antiquus* y varios individuos de *Stephanorhinus hundsheimensis*.

La estratigrafía entre los 74 ka para el techo y una edad máxima de 175 ka para la base. Se divide en tres grandes unidades que a su vez engloban distintos niveles; la unidad I (niveles I a III) y la unidad II (niveles IV-V) son brechas del tipo *clast-supported* con matriz muy cementada y dura, en contacto con el relleno y los restos presentan fuerte carbonatación. La unidad III (niveles VI a VIII), alterna una brecha similar a las unidades superiores con un sedimento de tipo *mud-supported*, en este caso presentan una carbonatación más débil y la matriz no está prácticamente cementada. Del nivel VII (MIS 6) procede el cráneo de rinoceronte (*Stephanorhinus hundsheimensis*) que motiva el presente trabajo.

A diferencia de la metodología de extracción utilizada en las Unidades I y II, en la Unidad III, la matriz no se encuentra lo suficientemente cementada para garantizar la integridad estructural y la extracción en bloque de diferentes elementos. Las dimensiones de los restos óseos y su peso, hace que estos restos sean más susceptibles a sufrir deterioros estructurales [2-3].

El protocolo de extracción del cráneo ha consistido en varios procesos. En primer lugar, un análisis visual para determinar el estado de conservación general y detectar las fracturas naturales, para decidir si se realiza en un solo bloque o en varios. En segundo

lugar, una estabilización estructural del fósil y de la matriz sedimentaria, para ello se consolidan los restos óseos, se refuerza la matriz y se realiza un armazón exterior.

La estabilización estructural del cráneo se ha realizado mediante goteo con Paraloid B-72 disuelto en acetona al 10-20%. La matriz más inestable se ha eliminado y se sustituye por una masilla realizada con Paraloid B-72 disuelto en acetona al 20% y densificado con el sedimento del yacimiento [4]. Finalmente se crea un armazón provisional de extracción con barras de tetracero, malla de aluminio y espuma de poliuretano sobre una estructura *pallet*.

La aplicación de distintos métodos para estabilizar la matriz sedimentaria del nivel VII de la cova del Rinoceront crea nuevas alternativas para la extracción y estabilización de grandes vertebrados. Las soluciones técnicas empleadas han proporcionado integridad en el proceso de extracción y transporte hasta el laboratorio, siendo la "matriz artificial" una garantía de extracción y preservación del fósil.

Agradecimientos

Investigación dentro del proyecto “Els canvis climàtics durant el plistocè superior a la costa central catalana i l'impacte en les poblacions neandertals i humans anatòmicament moderns (CLT009/18/00022 Servei d'Arqueologia i Paleontologia). Además, cuenta con el apoyo de los proyectos 2017SGR-00011, HAR2017-86509 y del Ayuntamiento de Castelldefels. J. Daura con un contrato Ramon y Cajal (RYC-2015-17667) y M. Sanz con un Juan de la Cierva (IJCI-2017- 33908).

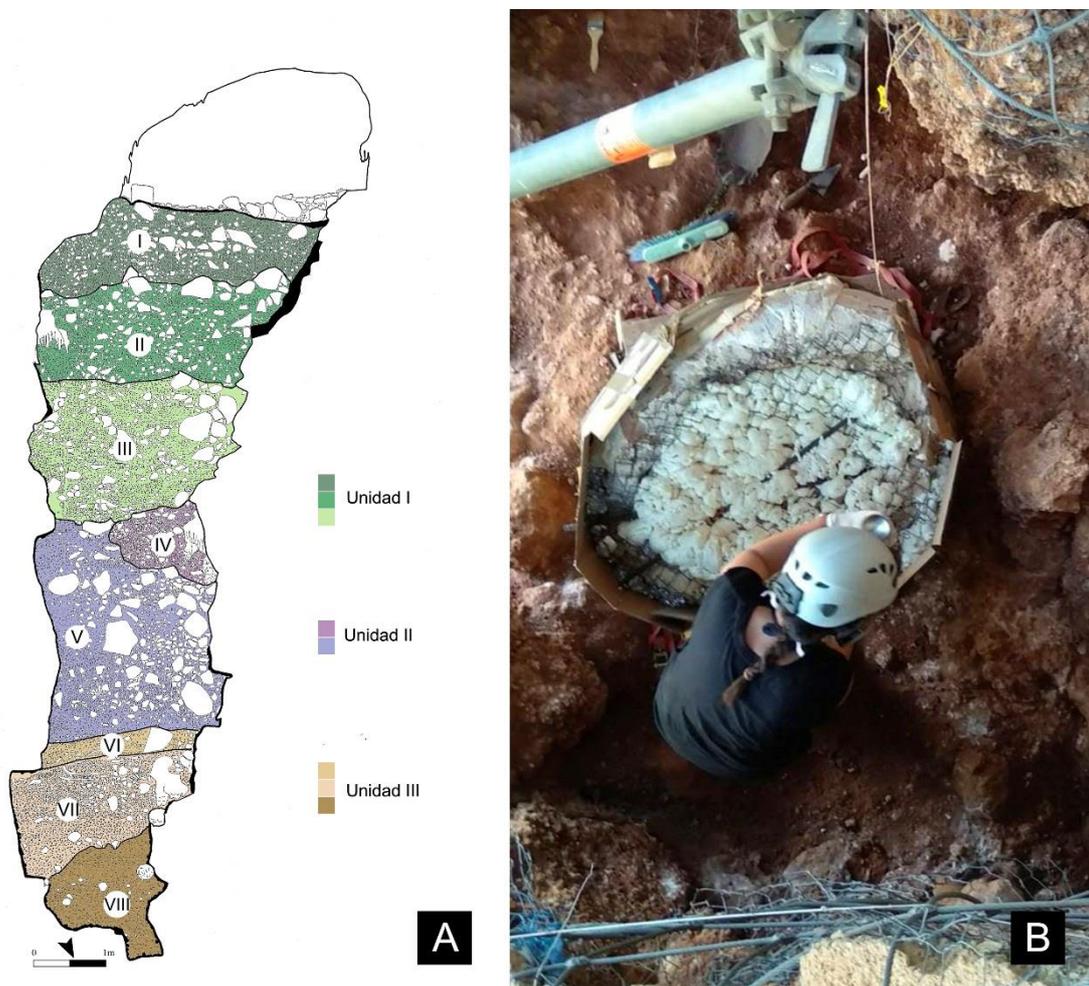


Figura 1.- Estratigrafía de la cova del Rinoceront (A). Proceso de extracción (B).

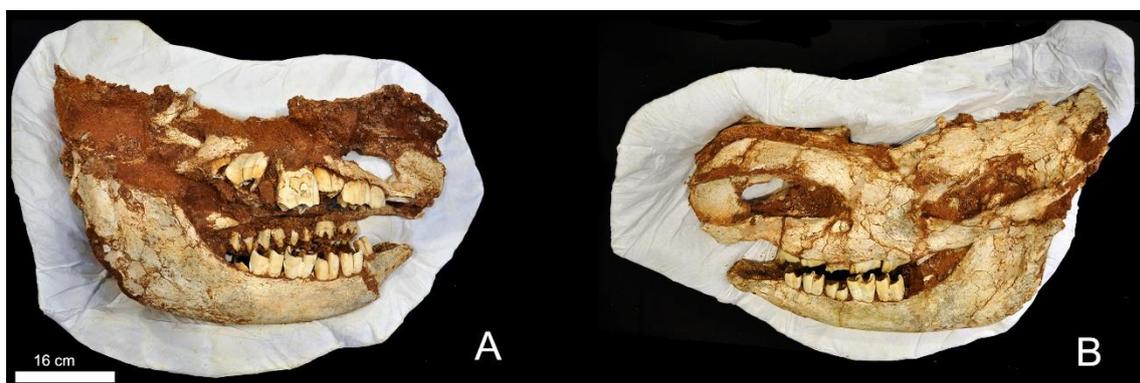


Figura 2.- Vistas laterales del cráneo de *Stephanorhinus hundsheimensis* una vez preparado.

Referencias

- [1]. J. Daura, M. Sanz, R. Julià, D. García-Fernández, J.J. Fornós, M. Vaquero, E. Allué, J.M. López-García, H.A. Blain, J.E. Ortiz, T. Torres, R.M. Albert, À. Rodríguez-Cintas, A. Sánchez-Marco, E. Cerdeño, A.R. Skinner, Y. Asmeron, V.J. Polyak, M. Garcés, L.J. Arnold, M. Demuro, A.W.G. Pike, I. Euba, R.F. Rodríguez, A.S. Yagüe, L. Villaescusa, S. Gómez, A. Rubio, M. Pedro, J.M. Fullola, J. Zilhão, “Cova del Rinoceront (Castelldefels, Barcelona): a terrestrial record for the Last Interglacial period (MIS 5) in the Mediterranean coast of the Iberian Peninsula”, *Quat. Sci. Rev.*, 2015, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.02.014>
- [2]. L. López-Polín, “Metodología y criterios de restauración de restos óseos pleistocenos. El tratamiento de los fósiles humanos de TD6 (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca)”, tesis doctoral, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, 2016.
- [3]. F. Marcos-Fernández, M. Plaza-Beltrán, F. Ortega, “La Conservación Preventiva de material paleontológico, la colección de Lo Hueco, the Preventive Conservation of paleontological material, Lo Hueco collection”, en: GEIIC Kongresua Congreso 2018ko irailaren 20tik 22ra, pp. 402-410, Álava: GEIIC, 2018
- [4]. E. Martín Castellano, J. Pozo Canales, “Consolidación de material óseo fósil: estudio de penetración de consolidantes”, *IAPH Investig.* vol. 7, pp. 25-51, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1461145708009334>

Extracción de un cráneo de rinoceronte en un contexto de baja carbonatación (Cova del Rinoceront, Barcelona)

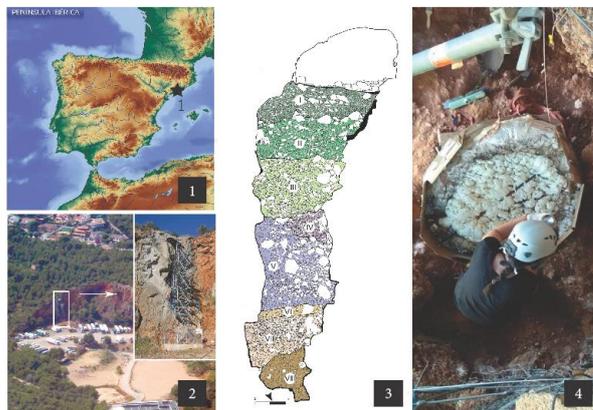
Almudena S. YAGÜE ¹, Fátima MARCOS-FERNÁNDEZ ^{2,3}, Montserrat SANZ ¹, Joan DAURA ¹



¹ Grup de Recerca del Quaternari (GRQ)-SERP, Departament d'Història i Arqueologia, Universitat de Barcelona, Carrer Montalegre, 6, 08001 Barcelona, España. ayaguelu8@alumnes.ub.edu, montsesanzborras@ub.edu, jdaura_lujan@ub.edu,
² Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, Calle Pintor el Greco, 2, 28040 Madrid, España. famarcos@ucm.es
³ Grupo de Biología Evolutiva de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. Calle Senda del Rey nº9, 28040 Madrid.



Introducción y contexto



1-2: La cova del Rinoceront (Castelldefels, Barcelona, Pleistoceno MIS 5 y MIS 6) [1]. Tiene una morfología kárstica verticalizada tipo sima. Se ha recuperado una importante colección de grandes vertebrados, entre ellos varios individuos de *Stephanorhinus hundsheimensis*.

3: Composición de las unidades estratigráficas:

Unidad I	Niveles I a III Brechas tipo <i>clast-supported</i> con matriz muy cementada, fuerte carbonatación.
Unidad II	Niveles IV a V Brechas tipo <i>clast-supported</i> con matriz muy cementada, fuerte carbonatación.
Unidad III	Niveles VI a VIII Brecha similar con sedimento de tipo <i>mud-supported</i> , carbonatación débil y la matriz no cementada.

4: Proceso de extracción del cráneo de rinoceronte (*Stephanorhinus hundsheimensis*) del nivel VII (MIS 6) que motiva el presente trabajo.

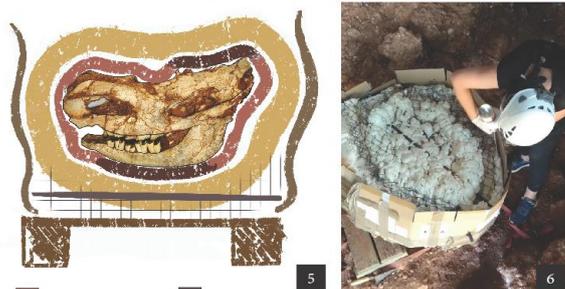
Materiales y métodos

-Se usa diferente método de extracción que en las Unidades I y II.

-En la Unidad III, la matriz no se encuentra lo suficientemente cementada para garantizar la integridad estructural. Las dimensiones de los restos óseos y su peso, hace que sean más susceptibles a sufrir deterioros estructurales [2-3].

5-6: El protocolo de extracción del cráneo ha consistido en varios procesos:

- Excavación y análisis del estado de conservación.
- Estabilización estructural del fósil y de la matriz, se consolidan los restos óseos (goteo Paraloid® B-72 al 10-20% en acetona), se refuerza la matriz (la más inestable se elimina y se sustituye por una masilla a base de Paraloid® B-72 al 20% en acetona + sedimento del yacimiento). [4]
- Armazón provisional de extracción con barras de tetracero, malla de aluminio, espuma de poliuretano (por ambos lados) y una estructura palé.



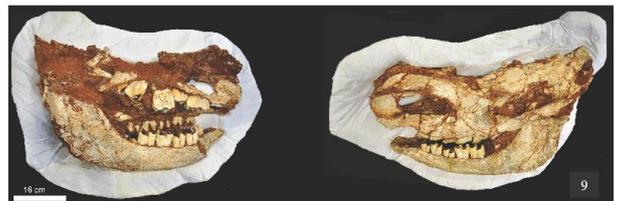
1 Matriz consolidada	5 Barras de tetracero
2 "Matriz artificial"	6 Malla de aluminio
3 Espuma de Poliuretano	7 Estructura palé
4 Cartón	

Resultados

7-8: Proceso de extracción desde el yacimiento al laboratorio



9: Vistas laterales del cráneo de *Stephanorhinus hundsheimensis* preparado.



Conclusión

-La aplicación de distintos métodos para estabilizar la matriz sedimentaria del nivel VII de la cova del Rinoceront crea nuevas alternativas para la extracción y estabilización de grandes vertebrados.

-Las métodos empleados han proporcionado integridad al espécimen durante el proceso de extracción y transporte hasta el laboratorio, siendo la "matriz artificial" una garantía de extracción y conservación del fósil.

Bibliografía

- [1]. Daura, J., Sanz, M., Julià, R., García-Fernández, D., Fornós, J.J., Vaquero, M., Allué, E., et al. Cova del Rinoceront (Castelldefels, Barcelona): a terrestrial record for the Last Interglacial period (MIS 5) in the Mediterranean coast of the Iberian Peninsula. *Quat. Sci. Rev.* 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.02.014>
- [2]. López-Polín, L., Metodología y criterios de restauración de restos óseos pleistocenos. El tratamiento de los fósiles humanos de TD6 (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca). *Universitat Rovira i Virgili*, 2016.
- [3]. Marcos-Fernández, F., Plaza-Beltrán, M., Ortega, F. La Conservación Preventiva de material paleontológico, la colección de Lo Hueco, the Preventive Conservation of paleontological material. Lo Hueco collection, en: GEIIC Kongressua Congreso 2018ko irailaren 20tik 22ra 20-22 de septiembre de 2018. Álava, pp. 402-410.
- [4]. Martín Castellano, E., Pozo Canales, J. Consolidación de material óseo fósil: estudio de penetración de consolidantes. *IAPH Investig.* 7, 25-51, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1461145708009334>

El vandalismo en yacimientos paleontológicos: Caso de estudio de un sacro de estegosáurido *Dacentrurus* procedente del yacimiento El Balsón, La Yesa (Valencia)

María MARTÍNEZ ¹

¹ Conservadora-restauradora independiente.

Correspondencia: maria_mh_13@hotmail.com

Palabras clave: Conservación, hueso fosilizado, expolio, alteraciones, tratamiento.

Resumen

De forma genérica, el material extraído de excavaciones paleontológicas, se ve expuesto a un gran deterioro ya sea de carácter físico, químico, biológico o antrópico. Su estado de conservación dependerá por tanto de una gran variedad de factores, que causan unas alteraciones en el hueso fosilizado generalmente agravadas en el momento en el que son desenterrados [1]. Una de estas causas de alteración son los actos vandálicos y expolio, en las que las acciones antrópicas que se producen, pueden llevar a la pérdida parcial o total de los bienes paleontológicos. Estas acciones pueden causar grandes daños o la desaparición de los restos, e implican complicadas tareas de recuperación y de conservación, siendo imposible en muchos casos, aun teniendo una figura legal que prevé la protección de este patrimonio [2-3-4-5].

En este caso en particular, nos encontramos frente a los restos fósiles del sacro de un estegosáurido *Dacentrurus*, procedente del yacimiento paleontológico de El Balsón, situado en un pequeño pueblo del interior de Valencia [6]. En el año 2013, los restos se identificaron y prepararon para la extracción, pero por motivos económicos, no se pudo completar la extracción del yacimiento, donde los restos permanecieron protegidos únicamente con la preparación de la momia de escayola y arpillera, y unas cuantas ramas e inertes que la cubrían.

En 2017, se constató que el bloque con los restos paleontológicos había sufrido la acción de un acto vandálico que había conducido a su expolio parcial: el bloque había sido abierto y desintegrado prácticamente en su totalidad (*Figura 1*). Estos sucesos, fueron comunicados y denunciados a la Conselleria de Educación, Cultura y Deporte de la Generalitat Valenciana.

Ya que no se podía determinar qué porcentaje del hueso sacro de estegosaurio se conservaba, se decidió, en un primer momento, la recuperación de los restos del

yacimiento y posteriormente, el tratamiento conservativo de los mismos en la medida en que fuera posible. Este proceso consistió en primer lugar en la recuperación de los restos del yacimiento y posteriormente, de su documentación y diagnóstico del estado de conservación, tanto de las causas de alteración como de los agentes de deterioro [1-8]. Estas se pueden resumir en una gran exfoliación, disgregación, fragmentación y fracturación de los restos causadas tanto en las fases tafonómicas, como en la excavación y posteriores actos vandálicos.

Una vez revisados todos los fragmentos, se realizaron pequeñas acciones conservativas tanto con el fin de poder conocer el porcentaje y morfología del sacro fosilizado que se había conservado, como para estabilizar del material. En muchos casos, la limpieza de la matriz fue necesaria para la identificación de los fragmentos (*Figura 2*). En otros casos, estas acciones conservativas consistieron en la consolidación y adhesión de las partes de los fragmentos más disgregados o fragmentados [9-10-11-12-13-14].

En cuanto a los resultados obtenidos del estudio del material recuperado, se destaca la presencia de varios fragmentos fósiles que no corresponden a la morfología de un sacro de *Dacetrurus* (como son las dos bases de espinas dorsales, fragmentos de costilla o de fémur) [8]. Teniendo en cuenta el nivel de deterioro en el que se encontraban, la documentación y conservación fue, la única salida que se planteó como punto de partida, dejando como resultado un bien material difícilmente recuperable en su conjunto.

En el caso de estos restos, nos encontramos frente a un gran ejemplo de una mala praxis en el desarrollo de excavaciones de urgencia tanto por la falta de apoyo de la administración, como de los recursos económicos dedicados a este tipo de proyectos en poblaciones pequeñas, derivando en la falta de protección y salvaguarda del patrimonio paleontológicos [5-8].



Figura 1. Sacro fosilizado de estegosaurido *Dacentrurus* descubierto en el año 2013 (izquierda). Restos del sacro fosilizado esparcidos en el yacimiento por actos vandálicos (derecha).



Figura 2. Fragmentos de restos fósiles sin tratar (izquierda). Fragmentos des pues de tratamientos de limpieza, consolidación y adhesión (derecha).

Referencias

- [1] S.R. Fernandez, “Tafonomía y fosilización”. Tratado de Paleontología, Tomo I (Ed. B. Meléndez, 1998). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid. 1999.
- [2] Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. Boletín Oficial del Estado.
- [3] Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano. Boletín oficial del Estado.
- [4] Ley 11/1994, de 27 de diciembre, de espacios naturales protegidos de la Comunidad Valenciana. Boletín oficial del Estado.
- [5] G. Meléndez y Soria, M. “Problemática actual de la legislación sobre patrimonio paleontológico en España. Medidas y soluciones”. Zúbia nº15, Logroño. 1998
- [6] J.Company, X.Pereda y Ruiz. “New stegosaurian (Ornithischia, Thyreophora) remains from Jurassic-Cretaceous transition beds of Valencia province (Southwestern Iberian Range, Spain)”. Journal of Iberian Geology vol.36, nº2 2010
- [7] F. Escaso, F.Ortega, P.Dantas, E.Malafaia, B.Silva y J. L.Sanz, “Elementos postcraneales de Dacentrurus (Dinosauria: Stegosauria) del Jurásico Superior de Moçafaneira (Torres Vedras, Portugal)”. EJIP. 2007
- [8] Martínez, M. ”La recuperación y conservación de un sacro fósil de un ejemplar de estegosáurido Dacentrurus del yacimiento de El Balsón, Valencia”. Valencia. 2017
- [9] N. Acevedo y R.Vergara “Técnicas de consolidación de huesos para su conservación”. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. Chile. 2009
- [10] J. C.Corral, “Técnicas aplicadas en la preparación de un cráneo cuaternario de Panthera pardus (Linneo, 1758) de Ataun (cueva Allekoaitze, Guipúzcoa, España)”. Boletín Geológico y Minero, 123. Victoria-Gasteiz, 2012
- [11] S. P. Koob, “The consolidation of archaeological bone. In: Adhesives and consolidants”. Studies in Conservation vol. 29. London. 1984
- [12] López-Polín, L. “Metodología y criterios de restauración de restos óseos Pleistocenos. El tratamiento de los fósiles humanos de TD6 (Gran Dolina, Sierra De Atapuerca)”. Universitat Rovira y Virgill. Tarragona. 2015
- [13] E. Martín y J.Pozo “Consolidación de material óseo fósil: estudio de penetración de consolidantes”. PH07 Investigación nº 7. Sevilla, 2016

- [14] E.Montilla, “Técnicas alternativas de conservación y restauración aplicadas en material paleontológico procedente de yacimientos del pleistoceno medio. Ensayos de aplicación en los yacimientos de Cueva del Ángel, Lucena (Córdoba)”. Revista Atlántica-Mediterránea vol.17, pp.93-103. 2015

El vandalismo en yacimientos paleontológicos:

Caso de estudio de un sacro de estegosáurido *Dacentrurus* procedente del yacimiento El Balsón, La Yesa (Valencia)



María Martínez Hernández¹
1 Conservadora-Restauradora independiente.

Introducción

Una de las causas de alteración que sufre el material paleontológico se debe a los actos vandálicos y expolio, en las que las acciones antrópicas que se producen, pueden llevar a la pérdida parcial o total de los bienes paleontológicos, causando grandes daños o la desaparición de los restos. Esto implica una complicada tarea de recuperación y de conservación, siendo imposible en muchos casos, aun teniendo una figura legal que prevé la protección de este patrimonio.



Caso de estudio

- Restos correspondientes a un sacro de estegosáurido *Dacentrurus*.
- Permanecieron en el yacimiento cinco años (2013-2017).
- Sufrieron actos vandálicos y expolio parcial.



Figura 1. Sacro fosilizado de estegosáurido *Dacentrurus* descubierto en el año 2013 (izquierda). Restos del sacro fosilizado esparcidos en el yacimiento por actos vandálicos (derecha).

Metodología

- Examen organoléptico y documentación *in situ*.
- Procedimiento administrativo/judicial (denuncia del delito).
- Recuperación de los restos del yacimiento.
- Documentación y diagnóstico del estado de conservación en el laboratorio.
- Análisis elemental del material (SEM/EDX).
- Planteamiento y aplicación de tratamientos de conservación.
- Fotogrametría 3D de los fragmentos más significantes.
- Almacenaje de los fragmentos recuperados.



Resultados



Figura 2. Fragmentos de restos fósiles sin tratar (izquierda). Fragmentos después de aplicar los tratamientos de limpieza, consolidación y adhesión (derecha).

Conclusiones

- Recuperación parcial de los restos.
- Identificación de algunos de los fragmentos no correspondientes al sacro.



- Baja o escasa protección real en yacimientos paleontológicos.
- Procesos administrativos y judiciales largos, y poco efectivos en la protección del patrimonio paleontológico.
- Registro 3d: recurso conservativo relevante.
- Vandalismo y expolio como causa directa de deterioro y pérdida del material.

Bibliografía

Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español y Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano. Boletín Oficial del Estado.
 ESCASO, F.; Ortega F.; Dantas P.; Malafala, E.; Silva B.; Sanz, J. L. "Elementos postcraneales de *Dacentrurus* (Dinosauria: Stegosauria) del Jurásico Superior de Moçafaneira (Torres Vedras, Portugal)". EJP. 2007
 LOPEZ, L. "Metodología y criterios de restauración de restos óseos Pleistocenos. El tratamiento de los fósiles humanos de T16 (Gran Dolina, Sierra De Atapuerca)". Universitat Rovira y Virgili. Tarragona. 2015
 MARTÍN, E.; Pozo J. "Consolidación de material óseo fósil: estudio de penetración de consolidantes". PH07 Investigación nº 7. Sevilla, 2016
 MARTÍNEZ, M. "La recuperación y conservación de un sacro fósil de un ejemplar de estegosáurido *Dacentrurus* del yacimiento de El Balsón, Valencia". Valencia. 2017
 MONTILLA, E. "Técnicas alternativas de conservación y restauración aplicadas en material paleontológico procedente de yacimientos del pleistoceno medio. Ensayos de aplicación en los yacimientos de Cueva del Ángel, Lucena (Córdoba)". Revista Atlántica-Mediterránea vol.17, pp.93-103. 2015

Intervención de Conservación y Restauración del conjunto óseo paleontológico de la Cueva de la Zarzamora / Cueva del Búho (Segovia, España).

Sofía DE LEÓN VERDASCO¹, María Cruz ORTEGA², Milagros ALGABA², y Nohemi SALA^{1,2}

1 CENIEH, Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana, Área de Conservación y Restauración, Paseo de la Sierra de Atapuerca 3, 09003, Burgos, España.

2 Centro Mixto Universidad Complutense de Madrid-Instituto de Salud Carlos III (UCM-ISCIII) de Evolución y Comportamiento Humanos. Avda. Monforte de Lemos, 5. Pabellón 14. 28029 Madrid, España.

Correspondencia: sofia.deleon@cenieh.es, sofiadlv1@gmail.com

Palabras clave: Restauración científica, concreción calcárea, fósiles, investigación, mínima intervención.

Resumen

El conjunto de cuevas formado por la Cueva de la Zarzamora, Cueva del Búho y Portalón del Tejadilla se encuentran en Segovia (Castilla y León, España). Las excavaciones de estos yacimientos, se realizaron sistemáticamente entre 2008 y 2019, con sus respectivas intervenciones de restauración, y han permitido recuperar fósiles de macro y microvertebrados pleistocenos, con un grado de mineralización intermedio. Los estudios evidenciaron la presencia de ungulados de talla grande (*Equus ferus*, *Equus hydruntinus*, *Bos primigenius*, *Bison priscus* y *Stephanorhinus hemitoechus*), ungulados de talla media (*Cervus elaphus* y *Sus scrofa*), carnívoros (*Crocuta crocuta*), félidos (*Panthera leo*, cf. *Panthera* sp, *Lynx* sp.), cánidos (*Canis lupus*); y algunos restos humanos. Todo el conjunto correspondiente al Pleistoceno superior, ha facilitado realizar inferencias paleoecológicas en un periodo crucial para la evolución humana en el interior peninsular [1] (Figura 1).

El estado de conservación de los fósiles era mayoritariamente bueno y únicamente requirió una limpieza suave, realizada por los miembros del equipo de. En aquellos casos en los que se detectaban huesos con un estado de conservación delicado se diagnosticaron y se intervinieron. Los fósiles mostraban fisuración, fracturación (nueva y antigua), exfoliación y laminación. Aquellos que presentaban humedad se dejaron secar en una sala a temperatura ambiente de forma paulatina. En algunos casos, especialmente en los fósiles recuperados en la cueva de la Zarzamora, estaban cubiertos por una capa de concreción calcárea, altamente endurecida sobre la superficie y la cortical, que en ocasiones invadía el interior del hueso (tejido esponjoso y cavidad medular). Los tratamientos realizados fueron: limpieza mecánica con microtorno y lápices de ultrasonidos (Figura 2),

añadiendo limpieza química con disolventes (agua y mezclas de acetona y alcohol) cuando era necesario. Consolidación con Paraloid al 5% en acetona aplicado mediante goteo con jeringuilla y/o impregnación con pincel suave en zonas puntuales que necesitaban refuerzo, uniones de fragmentos y reconstrucciones en los casos necesarios.

Los trabajos de restauración fueron necesarios para poder estabilizar el conjunto óseo y su conservación en el tiempo. Los tratamientos de limpieza sirvieron para poder eliminar las concreciones, y las reconstrucciones facilitaron manipular los fósiles. Los tratamientos y metodologías se han llevado a cabo bajo los criterios de mínima intervención, priorizando la estabilización de los fósiles y la restauración científica, que prevalece la obtención de información. Así como los principios de reversibilidad y compatibilidad de los productos, adaptando cada fase a las características concretas de cada bien cultural; y todos los procesos fueron documentados mediante fotografías e informes [2-3]. La colaboración interdisciplinar, entre los profesionales de la conservación y los investigadores (paleontólogos, arqueólogos, etc.), ha facilitado obtener algunos de los resultados de la investigación.

Como conclusión, se puede decir que la intervención en los fósiles de la Cueva de la Zarzamora y la Cueva del Búho facilitó el trabajo de identificación de elementos anatómicos y aspectos tafonómicos, y se devolvió la estabilidad al hueso permitiendo su manipulación y posteriores estudios científicos. Asimismo, los tratamientos han permitido la conservación del conjunto para las generaciones presentes y futuras.

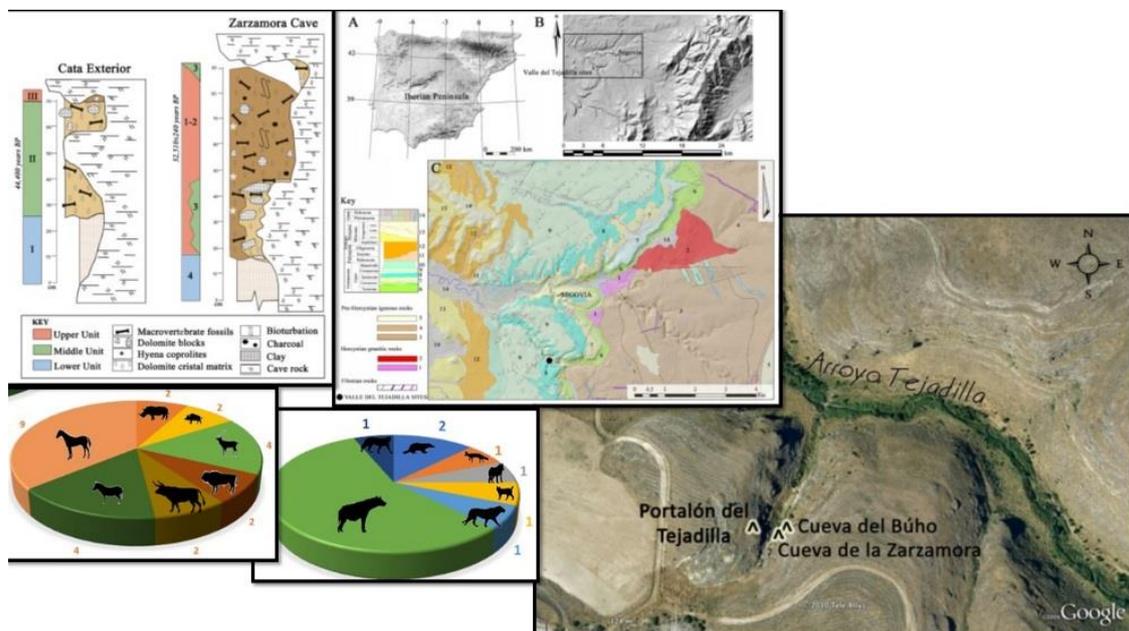


Figura 1.- Localización geográfica de los yacimientos de la Cueva del Búho y Zarzamora. Contexto geográfico, modelo digital del terreno, ortofoto del valle del Tejadilla donde se señalizan los yacimientos. Columnas estratigráficas correspondientes a la cueva de la Zarzamora, y gráficos de estimación del número mínimo de individuos (NMI) de ungulados y carnívoros.

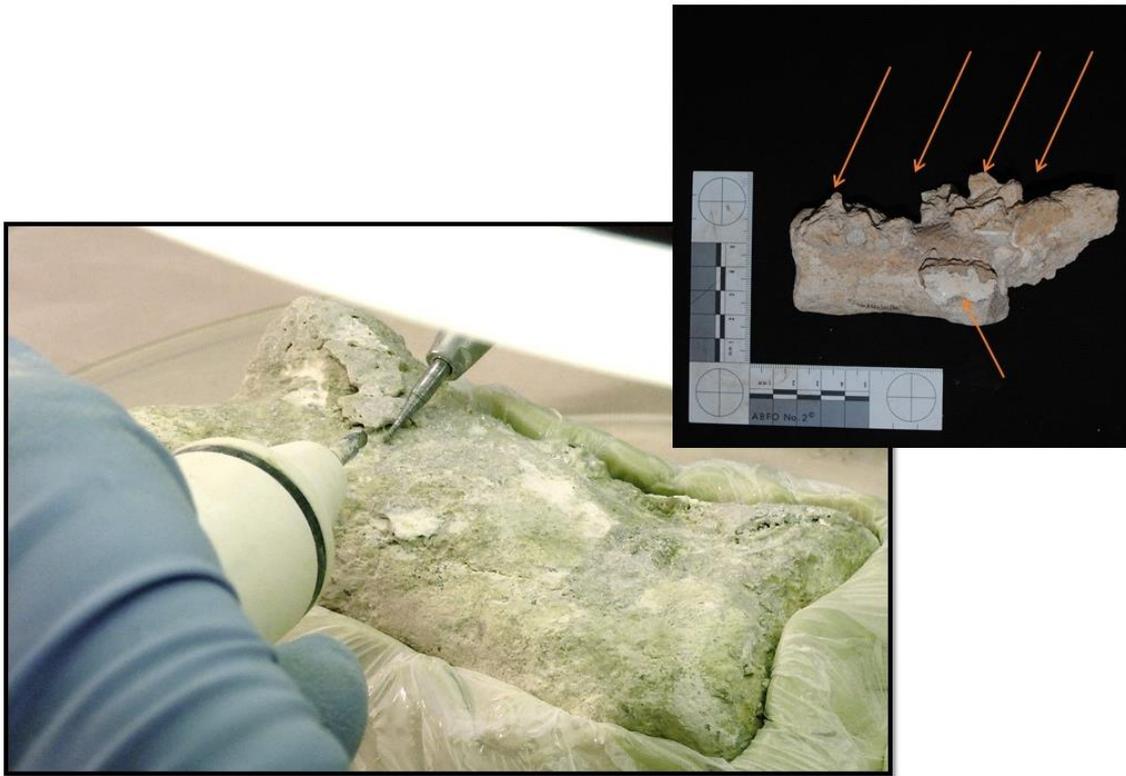


Figura 2.- Trabajos de limpieza con lupa, microtorno y lápiz de ultrasonidos, durante la eliminación de las capas de concreción brechificadas en los huesos de la Cueva de la Zarzamora y estado inicial de conservación con dichas acumulaciones señaladas en naranja. Sobre una falange proximal de équido de Cueva de la Zarzamora.

Referencias

- [1]. N. Sala, et al., “Un paisaje de la meseta durante el Pleistoceno Superior. Aspectos paleontológicos de la Cueva de la Zarzamora (Segovia, España)”, Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, vol. 105, pp. 67-85, 2011.
- [2]. E.C.C.O., “Directrices profesionales de ECCO: la profesión y su código ético”, en Confederación Europea de Organizaciones de Conservadores-Restauradores, 2002, Bruselas.
- [3]. ICOM-CC, “Terminología del ICOM para definir la conservación del patrimonio cultural tangible” XVª Conferencia Triannual, 2008, Nueva Delhi.

Intervención de conservación y restauración del conjunto paleontológico de los yacimientos del valle del Tejadilla (Segovia, España)

DE LEÓN, S. (1), ORTEGA, M. C. (2), ALGABA, M. (2), y SALA, N. (1,2)

Afiliación

1 CENIEH, Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana, Área de Colecciones, Conservación y Restauración, Paseo de la Sierra de Atapuerca 3, 09003, Burgos, España sofiadlv1@gmail.com, nohemisala@rocketmail.com
2 Centro Mixto Universidad Complutense de Madrid-Instituto de Salud Carlos III (UCM-ISCIII) de Evolución y Comportamiento Humanos. Avda. Monforte de Lemos, 5. Pabellón 14. 28029 Madrid, España maicu.ortega@gmail.com, malgaba@isciii.es, nohemisala@rocketmail.com

INTRODUCCIÓN

Este estudio describe la metodología utilizada en la intervención de conservación y restauración (C-R) del conjunto fósil extraído de los yacimientos del valle del Tejadilla: Cueva de la Zarzamora (C.Z.), Cueva del Búho (C.B.) y Cueva Portalón del Tejadilla (C.P). Se sitúan en Perogordo (Segovia, España). Las excavaciones se llevaron a cabo entre 2008 y 2019, y permitieron recuperar un conjunto de fósiles correspondiente al Pleistoceno superior [1]. Aquellos que se encontraron en mal estado de conservación o delicados, se trasladaron a las instalaciones del Centro Mixto UCM-ISCIII de Evolución y Comportamiento Humanos (UCM-ISCIII) para su diagnóstico e intervención. Allí se llevaron a cabo los tratamientos de conservación y restauración, estabilizando los fósiles, facilitando la manipulación e identificación de algunos de ellos.

Conservación del conjunto oseo:

- Factores de deterioro y sus efectos: humedad interna, exfoliación (Fig. 4), fisuración (Fig. 1, 4, 5 y 6), fracturación tafonómica (Fig. 1, 2 y 3) y reciente (Fig. 4, 5, 6, 7 y 8), tejido trabecular expuesto por la fracturación (Fig. 5), concreciones calcáreas mineralizadas (Fig. 1, 2, 4 y 7) y concreciones arcillosas (Fig. 6).
- Algunos fósiles pertenecientes a la Cueva de la Zarzamora presentaban una capa de concreción calcárea que cubría la cortical e invalidaba ocasionalmente el interior del hueso, dificultando la identificación de los fósiles (Fig. 1, 2, 3, 4 y 7).
- La mayoría presenta un estado de conservación bueno (C.B.), en algunos casos malo (C.Z.) o regular, poniendo en riesgo su estabilidad.
- Variabilidad taxonómica (Fig. 1, 2, 3, 6 y 8) y anatómica (Fig. 1, 2, 5, 6, 7 y 8).

MATERIALES Y MÉTODO

Criterios de Conservación y Restauración [2]:

- Diagnóstico previa intervención
- Catas previas intervención
- Documentación
- Mínima intervención
- Unicidad de tratamientos
- Preservar cortical (especial atención)
- Reversibilidad y compatibilidad de productos y tratamientos de conservación
- Restauración científica: compaginar los criterios de conservación sin interferir los estudios científicos.
- Colaboración multidisciplinar (arqueólogos, conservadores-restauradores, paleontólogos, etc.)

Tratamiento de Conservación y Restauración [3]:

- Conservación curativa:
 - Secado controlado a temperatura ambiente.
 - Consolidación puntual con Paraloid B-72® al 5% en acetona (goteo-jeringuilla e impregnación-pincel).
- Restauración:
 - Limpieza mecánica (palillos y pinceles -Fig. 6-, microtornio y/o lápices de ultrasonidos -Fig. 1-4 y 7-).
 - Limpiezas químicas con disolventes (agua, etanol y acetona QP).
 - Reconstrucciones con Paraloid B-72® al 20-30% en acetona (Fig. 7 y 8).
- Conservación preventiva: recomendaciones de almacenamiento y manipulación.
 - Control ambiental evitando fluctuaciones
 - HR: 50 % (+5) y T: 20°C (+5)
 - Evitar exposición directa a la luz solar



Figura 7: PG-2009.01.14 Metópodo de Bovidae presenta un estado de conservación malo, con fina concreción calcárea y fracturación reciente. Tras la limpieza se pudieron identificar marcas de mastodóntes circulares (señaladas por flechas).



Figura 8: PG-2010.01.13 Epífisis distal y diáfisis de tibia de Equidae, con estado de conservación inicial malo (arriba izq.), altamente fragmentado. Gracias a la reconstrucción de los fragmentos se devolvió la estabilidad y permitió la manipulación (dcha. y abajo).



Figura 1: PG-2008.01.13 Diáfisis de húmero de Bovidae con estado de conservación regular, presenta concreción calcárea por toda la superficie, fracturación diagénética (marrón) y fisuración (negro).

Figura 2: PG-2010.01.81 Molar de hiena, en mal estado de conservación, presenta fracturación diagénética (marrón) y concreción calcárea que impide la identificación inicialmente cubriendo todo el fósil (arriba izq.).

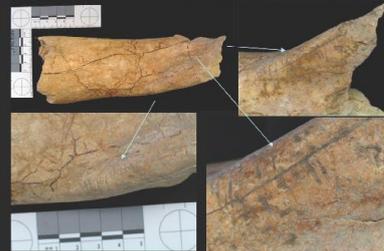


Figura 3: PG-2009.01.20 Fragmento diáfisis de húmero de Equidae durante la intervención de C-R, se aprecian las marcas tafonómicas que aparecen tras la eliminación de la concreción calcárea presente (flechas blancas).



Figura 4: PG-2009.01.18 Radio de *Bos primigenius* con estado de conservación malo, presenta fracturación reciente (rojo), fisuración (negro), exfoliación (amarillo) y fina capa de concreción calcárea que cubre la superficie cortical (línea discontinua marca el límite).



Figura 5: PG-2010.01.48 Epífisis distal y diáfisis de radio de singular talla grande con estado de conservación regular, se observa fracturación reciente (rojo), fisuración (negro), y el sistema trabecular expuesto debido a falta material (en aumento).



Figura 6: PG-2008.01.12 Costilla humana con estado de conservación regular, con fragilidad estructural, fracturación (rojo), fisuración (negro), y acumulación de concreción arcillosa (en aumento).

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La intervención de C-R:

- Devolvió la estabilidad matérica y estructural al conjunto, permitiendo su manipulación (Fig. 6, 7 y 8) y protegiéndolo del potencial deterioro mecánico.
 - Facilitó en ocasiones el trabajo de identificación de elementos anatómicos (Fig. 2) y aspectos tafonómicos (Fig. 3 y 7), proporcionando la información necesaria para la investigación científica [4].
 - Garantizó la preservación del conjunto para las generaciones presentes y futuras.
- El consenso entre conservadores-restauradores y otros profesionales dentro los equipos científicos, es fundamental para asegurar la salvaguarda del patrimonio cultural paleontológico.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. Sala, et al., "Un paisaje de la meseta durante el Pleistoceno Superior. Aspectos paleontológicos de la Cueva de la Zarzamora (Segovia, España)", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, vol. 105, pp. 67-85, 2011.
- [2] E.C.C.O., "Directrices profesionales de ECCO: la profesión y su código ético", en Confederación Europea de Organizaciones de Conservadores-Restauradores, 2002, Bruselas.
- [3] ICOM-CC, "Terminología del ICOM para definir la conservación del patrimonio cultural tangible" XV Conferencia Trienal, 2008, Nueva Delhi.
- [4] N. Sala, M. Algaba, J. L. Arsuaga, A. Aranburu and A. Pantoja, "A taphonomic study of the Búho and Zarzamora caves. Hyenas and humans in the Iberian Plateau (Segovia, Spain) during the Late Pleistocene", *Journal of Taphonomy*, Vol. 10, pp. 477-497, 2012.

Accede al código QR para ampliar información



AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer especialmente al Centro Mixto UCM-ISCIII el apoyo logístico y de las instalaciones para realizar los tratamientos de conservación aquí presentados. Además, a la ESCRBC de Madrid por valorar la realización de un Trabajo Fin de Grado en el marco de esta publicación. Asimismo, al equipo completo de excavación de las cuevas por su trabajo durante estos años.

MIÉRCOLES 27/10/2021

La conservación de marfil de procedencia subacuática: Las defensas de elefante del Bajo de la Campana (San Javier, Murcia) del Museo Nacional de Arqueología Subacuática

Milagros BUENDÍA ORTUÑO¹

1 MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA SUBACUÁTICA, Paseo del Muelle Alfonso XII, 22, 30202 Cartagena, España.

Correspondencia: milagros.buendia@cultura.gob.es

Palabras clave: Marfil, conservación, patrimonio cultural subacuático, anegado

Resumen

El proyecto de intervención arqueológica en el yacimiento subacuático del Bajo de la Campana, San Javier (Murcia) (*Figura 1*), se desarrolló en virtud del Convenio firmado entre el Ministerio de Cultura de España y el Institute of Nautical Archaeology de la Texas A&M University durante los años 2007-2011. Como resultado de estos trabajos de intervención arqueológica se recuperó un extraordinario cargamento de un pecio fenicio, que se encuentra depositado en el Museo Nacional de Arqueología Subacuática de Cartagena. Por su singularidad destacan cincuenta y tres ejemplares de defensas y fragmentos de defensa de elefante de época fenicia, algunas de ellas con inscripciones que documentan, por primera vez, el comercio eborario en época fenicia en la Península Ibérica.

El laboratorio de conservación y restauración del museo tiene como una de sus líneas de trabajo la conservación de los materiales de procedencia subacuática. Esta línea se concreta en la implementación de un programa de conservación con actuaciones antes, durante y después de la intervención arqueológica subacuática, tal y como se establece en el Anexo de la Convención de la Unesco de 2001 para la protección del Patrimonio Cultural Subacuático.

Debido a los escasos ejemplos de recuperación y conservación de piezas de esta naturaleza, la investigación ha sido necesaria para establecer estrategias óptimas para la conservación del marfil de procedencia subacuática. Para ello se han contemplado diferentes aspectos, tales como el estudio de la composición y estructura jerárquica del marfil, la comprensión del impacto de los factores de alteración propios del medio subacuático así como de los procesos de deterioro que generan. Todos estos aspectos han aportado luz acerca de los procedimientos de conservación más adecuados, que responden a las especiales características del marfil de procedencia subacuática, en concordancia con los criterios deontológicos de la conservación.

A través de la fase práctica del trabajo de investigación ha sido posible caracterizar el marfil arqueológico anegado procedente del Bajo de la Campana (*Figura 2*), que por

comparación con marfil no degradado y el estudio de las condiciones de enterramiento en el yacimiento, nos ha permitido definir su estado de conservación, la extensión de su degradación y cómo afecta a sus propiedades físico-mecánicas originales [1].

Debido a que los tratamientos de secado y consolidación tradicionales no resultan efectivos para este tipo de material, hemos valorado la efectividad y viabilidad de un procedimiento diseñado inicialmente para otras disciplinas como la medicina, como es el procedimiento de la plastinación [2]. El estudio se encuentra en proceso puesto que es necesario validarlo con la caracterización posterior al tratamiento y con su seguimiento en el tiempo. Consideramos imprescindible desarrollar otras estrategias de secado y/o consolidación, para las que ya hemos establecido los correspondientes contactos y están en fase de desarrollo.



Figura 1.- Intervención arqueológica en el Bajo de la Campana, San Javier, Murcia (Patrick Baker)

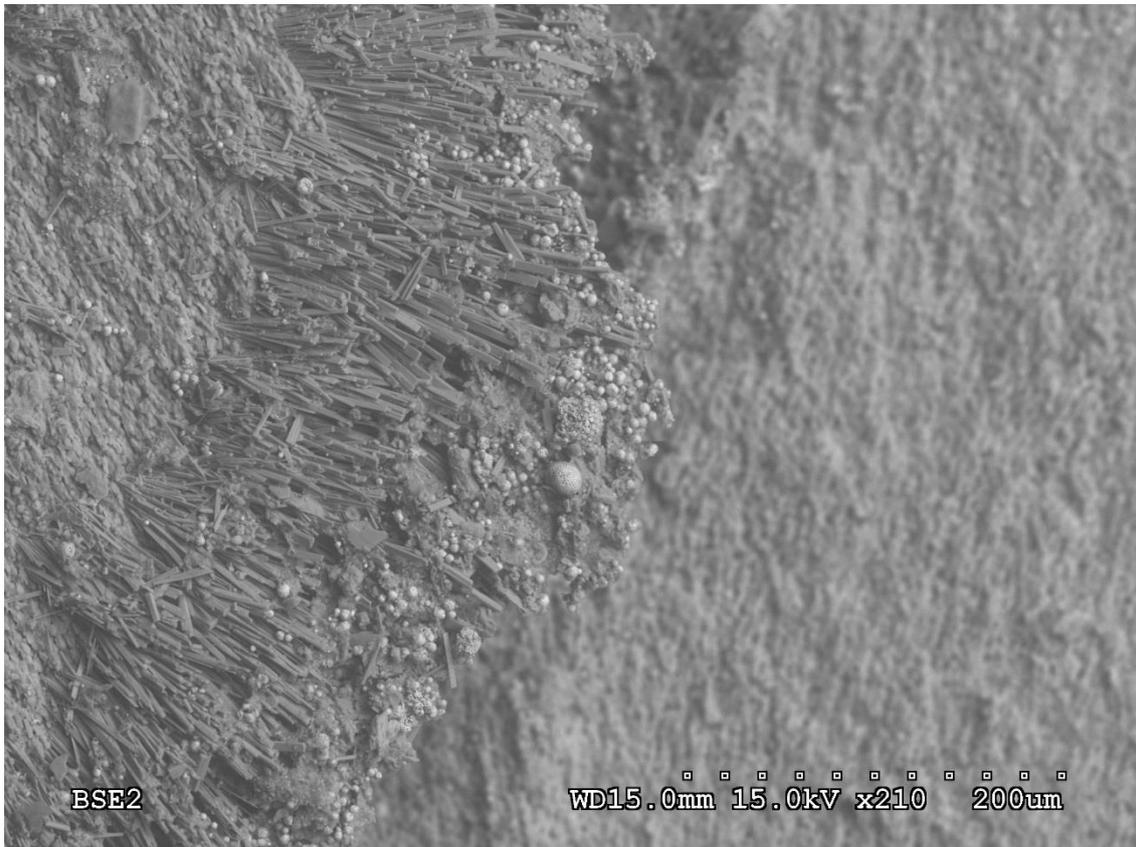


Figura 2.- Imagen de electrones secundarios de depósitos de pirita framboidal en marfil de procedencia subacuática, defensa de elefante del Bajo de la Campana con n. inv SJBC07-0212. Servicio de Instrumentación Tecnológica, Universidad Politécnica de Cartagena.

Referencias

- [1] T. Doménech-Carbó, M. Buendía Ortuño, y T. Pasies Oviedo, (e.p.) “Analytical study of waterlogged ivory from the Bajo de la Campana site (Murcia, Spain)”, *Microchemical Journal*, 2015, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2015.12.022>
- [2] I. Godfrey, K. Kasi, S. Lussier, y C. Wayne Smith, (2012), “Conservation of waterlogged elephant tusks”, en Straetkvern, K. y E. Williams (eds.) *Proceedings of the 11th ICOM Working Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*, Greenville. pp. 633-646, 2010.

Marfil arqueológico de contexto terrestre: identificación macroscópica y propuesta terminológica de patologías específicas

Miriam LUCIAÑEZ-TRIVIÑO ^{1,2}

1 Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología, Universidad del País Vasco UPV/EHU. C/ Tomás y Valiente s/n, 01006, Vitoria-Gasteiz, España.

2 Institut für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters, Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Castle Hohentübingen, 72070 Tübingen, Alemania

Correspondencia: miriam.lucianez@ehu.eus, mlucianez@us.es

Palabras clave Marfil, Alteraciones, Patologías, Diagnóstico, Arqueología

Resumen

El marfil es una materia dura de origen animal empleada desde el Paleolítico Superior y hasta época reciente para fabricar todo tipo de objetos. Tanto conservadores/restauradores como arqueólogos no suelen estar familiarizados con su identificación y tratamiento por dos motivos principales. Por un lado, debido a su excepcionalidad, dado que no es abundante en los conjuntos arqueológicos. Por otro lado, debido a la escasez y antigüedad de la literatura específica en materia de conservación-restauración de marfil ej. [1]-[6]. Sin embargo, ha recibido bastante atención en los últimos años dando como resultado investigaciones recientes, muchas en forma de tesis doctorales ej. [7]-[14].

El objetivo de esta investigación ha sido identificar las características del marfil arqueológico procedente de contexto terrestre, y reconocer cómo éstas se reflejan en patrones de craquelado y fisuras específicas, para de este modo ofrecer unas pautas clave que permitan la identificación del marfil a simple vista o bajos aumentos en conjuntos deteriorados. Por tanto se busca contribuir a la identificación de objetos fabricados con marfil y al mismo tiempo al diagnóstico de sus patologías y estado de conservación. Para alcanzar este objetivo se han estudiado todos los hallazgos de marfil conocidos hasta la fecha (384 artefactos, peso total c. 8.8 kg) del sitio calcolítico de Valencina de la Concepción-Castilleja de Guzmán (c. 3200-2300 cal. BCE [15]) en Sevilla. Las piezas arqueológicas se han observado con un estereomicroscopio Nikon SMZ800 con dos lentes (0,5x y 2x) con aumentos hasta 126x, y un microscopio digital (ShuttlePix P-400R Digital Microscope) con una lente óptica de 20x, y aumentos hasta de 400x. Las observaciones se han comparado con la literatura específica publicada ej. [16]-[26] y con nuestra propia colección de referencia.

Como resultado hemos desarrollado un vocabulario específico para designar las patologías del marfil observables a bajos aumentos en los diferentes cortes o vistas (transversal, tangencial natural, tangencial artificial y radial). Hasta la fecha hemos identificado 5 tipos de fisuras y craquelados propios del marfil (*Figura 1*): fisuras en

patrón de pluma (a partir de los estudios de Locke [22] y Virág [24]), en columnas (cuarteado), concéntrico, longitudinal y filamentos entrecruzados. La identificación de estas alteraciones y otras características (Ej. estructura de Schreger) es útil tanto para arqueólogos como conservadores/restauradores. En primer lugar, ayuda a una primera identificación taxonómica, y a diferenciar por tanto el marfil de elefante de otras materias primas. En segundo lugar, la localización de determinadas partes anatómicas del diente (ej. Cemento) (*Figura 2*) y fisuras en los objetos permite el estudio tecnológico de los mismos (de cómo fueron fabricados). En tercer lugar, el vocabulario desarrollado contribuye a unificar la terminología específica.



Figura 1. Fisuras y craquelados propios del marfil de proboscideo deteriorado: (a) en patrón de pluma, (b) en columnas (cuarteado), (c) concéntrico, (d) longitudinal, (e) filamentos entrecruzados.



Figura 2. Características observables en una pieza arqueológica fabricada sobre soporte longitudinal (placa)

Referencias

- [1] N.S. Baer, N. Indictor, J.H. Frantz y B. Appelbaum, “The effect of high temperature on ivory”, *Studies in Conservation*, vol. 16, no. 1, pp. 1-8, 1971.
- [2] C.C. Gordon y J.E. Buikstra, “Soil pH, bone preservation and sampling bias at mortuary sites”, *American Antiquity* 46 (Julio), pp. 566-571, 1981.
- [3] L.J. Matienzo y C.E. Snow, “The chemical effects of hydrochloric acid and organid solvents on the surface of ivory”, *Studies in Conservation* 31, pp. 133-139, 1986.
- [4] J.M. Cronyn, “The elements of archaeological conservation”, London-New York: Routledge, 1990.
- [5] M.Cl. Berducou, “La conservation en archéologie: méthodes et pratique de la conservation restauration des vestiges archéologiques”, Paris: Masson, 1990.
- [6] X. Martiarena, “Conservación y restauración”, *Cuadernos de Sección. Artes Plásticas y Documentales* 10, pp. 177-224, 1992.

- [7] M. Albéric, “Etude chimique et structurale de l’ivoire d’éléphant moderne et ancien”, Tesis Doctoral, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, Paris, 2014.
- [8] M. Alberic, R. Müller, L. Pichon, Q. Lemasson, B. Moignard, C. Pacheco, E. Fontan y I. Reiche, "Non-invasive quantitative micro-PIXE–RBS/EBS/EBS imaging reveals the lost polychromy and gilding of the Neo-Assyrian ivories from the Louvre collection", *Talanta* 137, pp. 100-108, 2015.
- [9] M. Buendia Ortuño, “La conservación del marfil de procedencia subacuática: las defensas de elefante del Bajo de la Campana (San Javier, Murcia) del museo nacional de arqueología subacuática”, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de València, Valencia, M. 2016a.
- [10] M. Buendia Ortuño, "La conservación del marfil de procedencia subacuática: las defensas de elefante del yacimiento del Bajo de la Campana (San Javier, Murcia)", *Actas del V Congreso Internacional de Arqueología Subacuática (IKUWA V)*, 2016, pp. 337-339, 2016b.
- [11] M. Buendia Ortuño, "La conservación del marfil de procedencia subacuática. Las defensas de elefante del yacimiento del Bajo de la Campana del Museo Nacional de Arqueología Subacuática (ARQVA) Mazarrón II: contexto, viabilidad y perspectivas del barco B-2 de la bahía de Mazarrón". En homenaje a Julio Mas García, M. Martínez Alcalde, J.M. García Cano, J. Blánquez Pérez; A. Iniesta Sanmartín, *Coords*, ISBN 978-84-8344-606-5, pp. 445-455, 2017.
- [12] M. Buendia Ortuño, "La conservación del marfil de procedencia subacuática. La recuperación del patrimonio arqueológico sumergido: problemas y propuestas". *Phicaria*, VII Encuentros Internacionales del Mediterráneo, J. María López Ballesta, M.M. Ros Sala, *Coords.*, ISBN 978-84-09-09698-5, pp. 77-90, 2019.
- [13] M. Luciañez Triviño, L. García Sanjuán y T.X. Schuhmacher, “Restaurierung von archäologischem Elfenbein am Beispiel von vier chalkolithischen Elfenbeinobjekte aus der Siedlung von Valencina de la Concepción (Sevilla)”, *Restaurierung und Archäologie* 6, pp.71-87, 2014.
- [14] M. Luciañez-Triviño, “El marfil en la edad del cobre de la península ibérica. Una aproximación tecnológica, experimental y contextual a las colecciones eburneas del mega-sitio de Valencina de la Concepción - Castilleja de Guzmán (Sevilla)” Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla, 2018.
- [15] L. García Sanjuán, J.M. Vargas Jiménez, L. Cáceres Puro et al. Assembling the dead, gathering the living: radiocarbon dating and Bayesian modelling for Copper Age Valencina de la Concepción (Sevilla, Spain). *Journal of World Prehistory* 31(2), pp. 179–313, 2018.
- [16] A. Macgregor, “Bone, Antler, Ivory and Horn. The technology of skeletal materials

- since the Roman period”, Sidney: Routledge, 1985.
- [17] O. Krzyszkowska, *Ivory and related materials: an illustrated guide*, Londres: Institute of Classical Studies, 1990
- [18] S. Deschler-Erb, “Römische Beinartefakte aus Augusta Raurica: Rohmaterial, Technologie, Typologie und Chronologie”, Herausger: Römermuseum Augst, 1998.
- [19] E.O. Espinoza y M. Mann, “Guía para la identificación del marfil y los substitutos del marfil”, World Wildlife Fund & Conservation Foundation, 1999.
- [20] M.R. Palombo y P. Villa "Schreger lines as support in the Elephantidae identification", en *The World of Elephants. Proceedings of the 1st International Congress. Rome 2001*, G. Cavarretta, P. Gioia, P., M. Mussi, y M.R. Palombo, Eds., Consiglio Nazionale delle Ricerche, pp. 656–660, 2001.
- [21] M. Ábelová, "Schreger pattern analysis of *Mammuthus primigenius* tusk: analytical approach and utility", *Bulletin of Geosciences*, volume 83, issue 2, pp. 225-232, 2008.
- [22] M. Locke, “Structure of ivory”, *Journal of Morphology* 269(4), pp. 423-450, 2008.
- [23] M. Rijkelijhuizen, “Handleiding voor de determinatie van harde dierlijke materialen: Bot, gewei, ivoor, hoorn, schildpad, balein en hoef”, Amsterdam: Amsterdam University Press, 2008.
- [24] A. Virág, “Histogenesis of the Unique Morphology of Proboscidean Ivory”, *Journal of Morphology* 273, pp. 1406-1423, 2012.
- [25] A. Choyke, A. y S. O'connor (eds.), “From these bare bones. Raw materials and the study of worked osseous objects”, Oxford: Oxbow Books, 2013.
- [26] J.F. Tolksdorf, S. Veil, I. Kuzu, B. Ligouis, U. Staesche y K. Breest, “Ivory or bone? A report on practical experience determining material from the Mesolithic site Klein Breese (Northern Germany)”, *Archaeological and Anthropological Sciences* 7(3), pp. 1-10, 2015.

Una mirada hacia la conservación del material óseo procedente del sitio arqueológico de Pachacamac (Perú)

Kusi COLONNA-PRETI¹, Lawrence S. OWENS², Miren K. BILBAO³

1 Terra conservació i patrimoni SL, Barcelona, España.

2 University of Winchester; University of London (Birkbeck); UNISA.

3 Investigadora independiente, colaboradora del Proyecto Ychsma.

Correspondencia: terraconservacio@gmail.com

Palabras clave: Pachacamac, conservación-restauración, material óseo, limpieza, almacenamiento.

Resumen

El sitio arqueológico de Pachacamac se encuentra ubicado en la costa central del Perú, a unos 30 km al sur de Lima, y a escasos kilómetros del océano Pacífico. Este importante asentamiento ha sido ocupado de manera permanente por diferentes grupos humanos desde el s. V d. C. hasta 1533, fecha de la llegada de los españoles. Bajo los incas, el asentamiento fue dedicado a la divinidad Ychsma/Pachacamac y los peregrinos iban para consultar el oráculo y participar en ceremonias. En este contexto, fueron localizados un gran número de enterramientos, la mayoría de ellos fueron encontrados dentro del recinto sagrado, área de gran relevancia en el sitio [1-3].

El Proyecto Ychsma, adscrito a la Universidad Libre de Bruselas, se ha venido desarrollando desde el año 1999. Se han realizado diez temporadas de excavaciones, además de campañas exclusivamente de estudio. El proyecto incluye, entre otros, un equipo de bioarqueólogos, uno de conservadores-restauradores y una zooarqueóloga que colaboran en el estudio y la conservación de material óseo [4].

El material óseo humano que procede de la excavación comprende fardos funerarios, esqueletos, huesos desarticulados y fragmentos. En cuanto al material zooarqueológico, incluye desde animales de gran tamaño (como camélidos) hasta restos de microfauna y anfibios. Es frecuente que el material óseo conserve piel, cabello o pelaje. Tomando en cuenta el conjunto de las excavaciones, el material óseo representa aproximadamente el 20% de material exhumado, una cantidad que consideramos considerable, ya que viene en segundo lugar después de la cerámica.

La conservación del material óseo comienza en la excavación, en donde los conservadores son llamados en casos de extracciones complicadas. Esto suele suceder con los fardos funerarios, cuya capa exterior –generalmente compuesta por cestería o textiles– a menudo está deteriorada y deja expuesto el esqueleto. En estas situaciones, se procede al vendaje

de todo el fardo y se deslizan soportes rígidos a la base del bulto para poder extraerlo (*Figura 1*). En casos de descomposición de las capas orgánicas exteriores, se hacen consolidaciones puntuales con ciclododecano. El trabajo de conservación continúa en el gabinete, espacio habilitado fuera de la excavación, donde se recibe el material arqueológico al final de la jornada, se registra, se dan los tratamientos de conservación, se almacena y se estudia.

Las principales operaciones de conservación que recibe el material óseo son la limpieza y el acondicionamiento (*Figura 2*). Se trata de medidas simples de limpieza mecánica que, sin embargo, han requerido una comprensión global de los mecanismos de alteración y las características climáticas. Una de las principales causas de alteración son las sales presentes en el suelo arqueológico que se manifiestan en el material óseo a través de eflorescencias y concreciones salinas. Para eliminarlas sin provocar daños mecánicos, sacamos partido de las condiciones climáticas: los altos valores de humedad ambiental llevan a la delicuescencia de las sales, con lo cual, después de un tiempo de exposición al exterior, las podemos absorber fácilmente. Así, la limpieza consiste principalmente en la eliminación mecánica de la tierra en seco y la absorción de las sales en estado líquido. Por otro lado, hemos optimizado el acondicionamiento del material óseo dentro de bolsas de polietileno –agrupando los diferentes tipos de huesos– y cajas de cartón siguiendo un orden establecido. El orden de colocación preconiza situar primero los elementos largos y más pesados en el fondo de la caja y acabar con las costillas y el cráneo. En el 2018, estas operaciones han dado lugar a la definición de un protocolo de limpieza mecánica –para eliminar la tierra y las sales según lo explicado– y almacenamiento para los huesos, elaborado conjuntamente entre conservadores y arqueólogos, y que vamos mejorando a lo largo de la experiencia adquirida.



Figura 1.- Conservadores extrayendo fardos funerarios en el sitio arqueológico de Pachacamac, Perú (Foto: Proyecto Ychsma).



Figura 2.- Bioarqueóloga realizando la limpieza mecánica del material óseo (Foto: Proyecto Ychsma).

Referencias

- [1]. P.A. Eeckhout, “Change and Permanency on the Coast of Ancient Peru: The Religious Site of Pachacamac”, *World Archaeology*, 2013, DOI: <https://doi.org/10.1080/00438243.2012.759516>
- [2]. L.S. Owens, “Los restos humanos de Pachacamac” in Pachacamac. El oráculo en el horizonte marino del sol poniente, Banco de Crédito, Ed. Lima: Banco de Crédito, 2017, p-238-249.
- [3]. L.S. Owens and P.A. Eeckhout, “To the God of Death, Disease, and Healing. Social Bioarchaeology of Cemetery I at Pachacamac” en *Funerary Practices and Models in the Ancient Andes. The Return of the Living Dead*, P.A. Eeckhout and L.S. Owens, Eds. New York: Cambridge University Press, 2015, p-158-185.
- [4]. K. Colonna-Prete, “Conservación preventiva en el Proyecto Ychsma (ULB), excavaciones arqueológicas en Pachacamac” en III Jornada de conservación y restauración, 24-26 de noviembre 2020. Lima: Municipalidad de Lima, Gerencia de Cultura, print in press.

Estrategias de conservación del cráneo humano hallado en la sima Marcenejas (Burgos)

Pilar FERNÁNDEZ-COLÓN¹, Manuel ALCARAZ-CASTAÑO², Adrián PABLOS^{1,3}, Raquel LORENZO-CASES¹, Sofía DE LEÓN VERDASCO¹

1 CENIEH, Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana, Paseo Sierra de Atapuerca, 3, 09002 Burgos, España.

2 UAH, Universidad de Alcalá, Área de Prehistoria, calle Colegios 2, 28801 Alcalá de Henares, Madrid, España

3 Centro Mixto UCM-ISCIH de Investigación sobre Evolución y Comportamiento Humanos, Avenida de Monforte de Lemos, 5, Pabellón 14, 28029 Madrid, España.

Correspondencia: pilar.fernandez@cenieh.es

Palabras clave: Conservación preventiva, conservación curativa, hueso, mínima intervención

Resumen

En febrero de 2019 un equipo de espeleólogos descubrió de manera fortuita los restos de un cráneo humano que consideraron “antiguo” durante la exploración de la sima Marcenejas, en Burgos. A la vista de las fotografías que realizaron del hallazgo (*Figura 1*), especialistas de la Universidad de Alcalá (UAH) y del Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH), infirieron el potencial interés científico y su posible asociación a las poblaciones prehistóricas del interior peninsular. El espécimen, que los espeleólogos dejaron *in situ* sin tocarlo, fue rescatado semanas más tarde sumergido en una poza tras haber sido arrastrado por un río subterráneo. Ante el riesgo evidente de que sufriera más daños (advirtieron la pérdida de al menos un fragmento del cigomático derecho), o incluso que se extraviara, lo sacaron de la poza, junto con otros restos óseos localizados en su entorno: el maxilar y parte de la órbita derecha, una vértebra torácica y otros elementos faunísticos postcraneales. Los huesos fueron recuperados en bolsas de plástico que cerraron para conservar la humedad, y los trasladaron a Madrid en coche particular para su estudio [1].

Dada la gran inestabilidad estructural que presentaba el espécimen por su alto contenido en agua y el peso de los sedimentos que colmataban la bóveda craneal, los investigadores detectaron un rápido deterioro de sus paredes óseas principalmente acusada en el foramen magno a la altura de la cresta occipital externa, que comenzó a perder resistencia mecánica. Para frenar este deterioro, trasladaron los restos en las bolsas dentro de un contenedor de polipropileno al Laboratorio de Conservación y Restauración de Bienes

Culturales Arqueológicos y Paleontológicos del CENIEH, en Burgos, donde se activaron a su llegada unas primeras medidas preventivas. Tras registrar la humedad relativa y temperatura del interior del contenedor (67,4 % y 20,5 °C, respectivamente), se depositó en una sala con estabilidad climática (50 % y 20 °C), y se habilitó otro contenedor para separar el cráneo de los demás restos, dejando abiertas en su interior las bolsas de plástico para favorecer la evaporación. Tras evaluar el estado de conservación del cráneo, sus factores de degradación y efectos, se diseñó un plan de actuación con el objetivo de estabilizarlo climáticamente y poder restaurarlo. A lo largo de ocho semanas, se aplicó una estrategia de conservación curativa basada en la mínima intervención —para no dificultar futuros estudios—, y en los sistemas de control de las condiciones ambientales: aislamiento de la sala, climatización, y empleo de reguladores preacondicionados de humedad relativa al 50 % en los contenedores (Art sorb®). La revisión del estado del cráneo fue diaria para evitar la aparición de hongos en superficie y retirar el sedimento en breves periodos de 15 minutos, para favorecer así la desecación gradual y homogénea del espécimen. Este lento proceso continuó hasta que se limpió por completo y alcanzó el equilibrio ambiental con el medio, lo que permitió que se pudiera restaurar, manipular con seguridad y fuera estudiado con el fin de esclarecer su origen (*Figura 2*).



Figura 1.- Descubrimiento casual del cráneo humano por un grupo de espeleólogos en la sima Marcenejas (Burgos).



Figura 2.- Estado de conservación del espécimen tras su estabilización y restauración en las instalaciones del CENIEH.

Referencias

- [1] M. Alcaráz-Castaño, y A.Pablos. “Informe del hallazgo y recuperación de material arqueo-paleontológico en la sima Marcenejas (Lastras de Teza-Valle de Losa, Burgos), y proyecto de investigación para su estudio”. UAH, 2019. No publicado.
- [2] S. Y. Shelton y J. Johnson (1995). “The conservation of sub-fossil bone”. En Collins, C. (Ed.) “The Care and Conservation of Palaeontological Material” Oxford: Butterworths-Heinemann,1995, pp. 59-71.

Conservación y restauración de las osamentas de los primeros mártires de la Revolución Mexicana.

Luisa MAINOU¹, Judith GÓMEZ GONZÁLEZ¹, Irving MINERO ARREOLA², Jorge GÓMEZ-VALDEZ³

1 Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural-INAH, General Anaya S/N Ex, Av. del Convento, San Diego Churubusco, 04120 Coyoacán, Ciudad de México, México.

2 Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México

3 Instituto Nacional de Antropología e Historia, ENAH, Periférico Sur y Zapote s/n, Isidro Fabela, C.P. 14030, CDMX, México

Correspondencia: luisa_mainou@inah.gob.mx

Palabras clave: Diagénesis, remineralización, bioconsolidación, soporte auxiliar.

Resumen

Los hermanos Serdán, Aquiles y Máximo junto con su hermana Carmen, contribuyeron activamente en la preparación e inicios de la Revolución mexicana, convirtiéndose en los primeros mártires de este conflicto armado. Aquiles y Máximo mueren a la edad de 33 y 31 años respectivamente, asesinados por un tiro de gracia en noviembre de 1910 mientras que Carmen sobrevive al movimiento armado y fallece de muerte natural a los 73 años de edad [1, 2].

Sus restos se exhumaron en tres ocasiones distintas y es en el año 2015 que fueron conservados, restaurados y estudiados por un equipo interdisciplinario. Cada una de las osamentas presentó un estado de conservación diferente que correspondió a las condiciones micro-ambientales de sus depósitos funerarios, a la edad de cada uno de ellos y a la manipulación realizada en cada una de las exhumaciones [3, 4].

Para su conservación se aplicó un tratamiento mixto (remineralización y bioconsolidación) que favorece la mejora de las condiciones físicas del hueso. La remineralización ósea es un proceso en el que se utiliza fluoruro de sodio a baja concentración (entre 0.2% y 0.05%) [5, 6]. Este compuesto es una sal inorgánica iónica de fácil y rápida disolución que, al incorporarse a la hidroxiapatita favorece el aumento en la resistencia y dureza del hueso alterado. Por su parte, la bioconsolidación se logra por medio del uso de quitosano a una concentración que varía entre el 1% y el 0.5% [7, 8]. El quitosano es un biopolímero que favorece la consolidación de restos óseos con niveles de alteración diagenética clasificados por Gordon y Buikstra entre la escala de 3

a 5 [9]. Este biomaterial, además, tiene características fúngicas, bactericidas y bacteriostáticas así como adhesivas lo que aumenta sus propiedades como un material adecuado para la conservación de restos óseos [10-12].

La aplicación de este tratamiento mixto (remineralización y bioconsolidación) en los restos óseos de los hermanos Serdán permitió que se realizaran con éxito los estudios bioarqueométricos sin que sufrieran mayores deterioros al ser manipulados exhaustivamente, igualmente el análisis tafonómico se pudo realizar de manera eficaz debido a que las marcas antropogénicas y las causadas por microorganismos e insectos necrófagos no fueron encubiertas por el tratamiento. Igualmente, a los dos cráneos masculinos, a pesar de estar incompletos y presentar necropsia, se logró devolverles su unidad anatómica total por medio de soportes auxiliares internos elaborados con plástico de uretano.

El tratamiento de conservación y restauración que han recibido estos restos óseos en la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural-INAH ha aumentado el tiempo de permanencia en un estado de conservación que los mantiene estables y en mucho mejores condiciones que las que mostraron antes de ser intervenidos. Creemos que se han dignificado y por lo tanto re-significado como héroes nacionales. Actualmente se encuentran resguardados en su antigua casa en la Ciudad de Puebla, hoy Museo de la Revolución Mexicana, donde pueden ser visitados y valorados por el público interesado.

CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LOS RESTOS ÓSEOS DE LOS HERMANOS SERDÁN ALATRISTE

AQUILES SERDÁN



MÁXIMO SERDÁN



CARMEN SEDÁN



Figura 1.- La figura representa una síntesis visual del tratamiento de conservación y restauración de los restos óseos de los hermanos Serdán Alatraste, primeros mártires de la Revolución mexicana. En A1 a A4 se muestran los distintos estados de conservación que cada uno de los esqueletos presentó después de la última exhumación. Se puede observar que el más dañado es el esqueleto de Aquiles Serdán y el mejor conservado es el de Carmen Serdán. En B1 a B4 se muestra el proceso de intervención por medio de la remineralización y bioconsolidación de las tres osamentas. C1, C3 y C4 muestran el buen resultado del proceso de intervención a estas osamentas. En C2 se puede observar la recuperación del cráneo como unidad anatómica del cráneo de Aquiles Serdán gracias al soporte auxiliar interno e independiente de cada uno de los fragmentos preservados.

Referencias

- [1] S.P. Eufrazio, Los Serdán Alatraste Sevilla del Valle, historia testimonial 1909-1911. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Dirección de Fomento Editorial, 2011
- [2] M.E. Rocha, Los rostros de la rebeldía Veteranas de la Revolución Mexicana, 1910-1939. Ciudad de México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2016
- [3] L. Luna, C. Aranda, S. García, T. Kullock, A. Salvarredy, R. Pappalardo, P. Miranda, H. Noriega, "Factores de preservación diferencial de restos óseos humanos contemporáneos de la "colección Chacarita" (Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina)", Revista Argentina de Antropología Biológica, vol. 14, no. 1, pp. 53-67, 2012
- [4] C. Nielsen-Marsh, R.E.M. Hedges, "Patterns of diagenesis in bone I: The effects of site environments", Journal of Archaeological Science, 2000, DOI: <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0537>
- [5] J. Castellanos, L. Marín Gallón, M. Úsuga-Vacca, G. Castiblanco-Rubio, S. Martignon-Biermann, "La remineralización del esmalte bajo el entendimiento actual de la caries dental", Universitas Odontológica, vol. 32, no. 69, pp. 49-59, 2013
- [6] L. Mainou, "Conchas y caracoles exentos de policromía extraídos de contextos arqueológicos. Remineralización" en Conservación "in situ" de materiales arqueológicos: un manual, R. Schneider, Ed. México: INAH, 2000, pp. 109-116.
- [7] L. Mainou, "Conservación de Los Restos Óseos de Los Héroes de La Independencia, Remineralizador" en Los restos de los Héroes en el Monumento a la Independencia, L. Rivero-Weber, J.A. Pompa y Padilla, Eds. México: INAH, INEHRM, 2012, pp. 29-32.
- [8] L. Mainou, "Conservación de Los Restos Óseos de Los Héroes de La Independencia, El Qitosán Como Material Profiláctico" en Los restos de los Héroes en el Monumento a la Independencia, L. Rivero-Weber, J.A. Pompa y Padilla, Eds. México: INAH, INEHRM, 2012, pp. 32-36.

- [9] C. Gordon, J.E. Buikstra, "Soil pH, Bone Preservation, and Sampling Bias at Mortuary Sites", *American Antiquity*, 1981, DOI: <https://doi.org/10.2307/280601>
- [10] M. Kong, X. G. Chen, K. Xing, H. J. Park, "Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: A state of the art review", *International Journal of Food Microbiology*, 2010, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.09.012>
- [11] C.M. Lehr, J.A. Bouwstra, E.H. Schacht, H.E. Junginger, "In vitro evaluation of mucoadhesive properties of chitosan and some other natural polymers", *International Journal of Pharmaceutics*, 1992, DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-5173\(92\)90353-4](https://doi.org/10.1016/0378-5173(92)90353-4)
- [12] N.V. Majeti, R. Kumar, "A review of chitin and chitosan applications", *Reactive & Functional Polymers*, 2000, DOI: [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1381-5148\(00\)00038-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1381-5148(00)00038-9)

De la excavación a la Bodega de Resguardo. Análisis y conservación de los restos faunísticos de la Ofrenda 172 del Templo Mayor de Tenochtitlan.

María BARAJAS ROCHA¹, Israel ELIZALDE MENDEZ¹, Rodolfo AGUILAR TAPIA¹, Jacqueline CASTRO IRINEO¹, Karina LÓPEZ HERNÁNDEZ¹ y Mary Laidy HERNÁNDEZ¹

1 Proyecto Templo Mayor, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Guatemala 60, 06000, Cuauhtémoc, Ciudad de México, México.

Correspondencia: mariabarajas35@yahoo.com.mx

Palabras clave: Excavación, conservación, deterioro, tafonomía, Tenochtitlan

Resumen

Tras el descubrimiento del monolito de Coyolxauhqui en 1978, se iniciaron las exploraciones sistemáticas en la antigua ciudad de Tenochtitlan, en el Centro de la Ciudad de México. A lo largo de 43 años de investigación, en este contexto se han localizado cerca de 204 ofrendas distribuidas en los diferentes cuerpos del Templo Mayor, en los templos aledaños y bajo los pisos de las plazas. Estos depósitos contienen una gran diversidad de objetos en su interior, tales como artefactos de cerámica, lítica, madera, concha y copal, además de un sin número de restos orgánicos vegetales y animales que fueron colocados en las ofrendas con el fin de trasminar ideas para los dioses.

Durante los últimos años, los especialistas del Proyecto Templo Mayor han excavado más de 40 ofrendas al pie de la pirámide principal, desvelando la importancia de este escenario ritual. De manera significativa destaca la abundante cantidad de restos de animales vertebrados. A la fecha se han recuperado alrededor de 100 individuos pertenecientes a cinco grupos: peces, aves, mamíferos, anfibios y reptiles, que fueron dispuestos entre los años 1440-1520 d. C.

La excavación, el registro y la conservación de estos materiales han significado un desafío para los investigadores. En efecto, los vestigios recuperados en las ofrendas sufren una serie de modificaciones, producto de la acción humana y de los fenómenos naturales [1].

Cabe mencionar que una parte de los restos se encuentran inhumados directamente en los pisos y rellenos, y sometidos por tanto a presiones diferenciales. Otro factor de deterioro deriva de las obras públicas modernas, propias de un contexto urbano. Además, la mayoría de las ofrendas permanecieron sumergidas por períodos prolongados debajo del nivel freático, afectando la estructura física y química de los restos [2].

Los restos óseos de la Ofrenda 172 no son ajenos a dichos fenómenos. En este depósito se registraron los huesos de un águila (*Aquila chrysaetos*) y de un lobo gris (*Canis lupus*). Estos restos corresponden a entierros primarios hallados en un contexto secundario, que

posteriormente fueron perturbados durante la construcción de una subestación eléctrica moderna. Entre los deterioros más comunes, se observó que los restos óseos presentan fracturas, coloración diferencial y marcas de desmineralización resultantes de los procesos diagenéticos [3,4] (*Figura 1*).

Este trabajo analiza los agentes de deterioro desde una mirada interdisciplinaria, en donde convergen la arqueología con un enfoque tafonómico y arqueozoológico, así como la conservación. Cabe mencionar que la experiencia adquirida en restauración durante más de cuatro décadas de trabajo, permite también evaluar y ponderar los tratamientos efectuados. Los procesos de conservación se han regido bajo el criterio de mínima intervención, realizando únicamente en casos excepcionales consolidaciones puntuales, uniones de fragmentos y reintegración [5-6] (*Figura 2*).

Considerando que estos materiales continuarán en análisis, se trabaja también para garantizar su preservación. Se realizan embalajes definitivos con materiales inertes, que permiten su traslado a la Bodega de Resguardo, y que contribuyen con su estudio de manera segura. Todas estas acciones son encaminadas hacia el conocimiento y la preservación de los restos óseos.



Figura 1.- Restos óseos de la Ofrenda 172, localizados directamente sobre una capa de argamasa.



Figura 2.- Intervención de una escápula de lobo procedente de la Ofrenda 172. Una vez secos, los restos óseos son sometidos a procesos de estabilización puntual y de unión de fragmentos para su posterior estudio e individualización.

Referencias

- [1]. M. L. Gallardo, “Cráneos de Colibrí de la Ofrenda 100”, en *Casos de Conservación y restauración en el Museo del Templo Mayor*, M. E. Marín-Benito, Ed. México: INAH, 2000, pp. 141-155.
- [2]. L. López Luján, *La Casa de las Águilas. Un ejemplo de la arquitectura religiosa en Tenochtitlan*. México: FCE-Conaculta-INAH, 2006.
- [3]. B. Benítez, E. Leticia, *El deterioro de restos óseos humanos y su relación con el tiempo de enterramiento*. México: INAH, 1999.
- [4]. J. M. Cronyn, *The elements of archaeological conservation*. Londres y Nueva York: Routledge, 1990.
- [5]. M.L. Gallardo, “La conservación preventiva de las colecciones óseas en almacenamiento. El caso del Templo Mayor,” tesis de licenciatura en Restauración de Bienes Muebles, ENCRYM, México, 1999.

- [6]. M.L. Gallardo, “El hueso, composición, deterioro y tratamiento”, en *Conservación in situ de materiales arqueológicos, un manual*, R. Schneider, Ed. México: INAH, 2001, pp. 59-68.

Reconstrucción de un cráneo de bisonte de la sima de Kiputz IX (Mutriku, Gipuzkoa, Euskal Herria) De la extracción *in situ* a su puesta en valor

Giorgio STUDER¹, Pedro CASTAÑOS², Xabier MURELAGA³, Sonia SAN JOSE¹

1 GORDAILUA Centro de Colecciones Patrimoniales de la Diputación Foral de Gipuzkoa. Auzolan 4. 20303 Irun, Gipuzkoa.

2 Sociedad de Ciencias ARANZADI, Zorroaga gaina, 20014 Donostia, Gipuzkoa.

3 Universidad del País Vasco/EHU, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Apartado 644, E-48080 Bilbao.

Correspondencia: ondare2@gipuzkoa.eus

Palabras clave: Cráneo, reconstrucción, restauración, conservación preventiva, puesta en valor

Resumen

En esta comunicación presentamos el proceso de consolidación y restauración de un cráneo casi completo de bisonte (*Bison priscus*) (*Figura 1*) localizado en la sima de Kiputz IX (Mutriku, Gipuzkoa). Durante las excavaciones paleontológicas realizadas en esta sima, se recuperaron más de 18.000 restos faunísticos identificables pertenecientes a ungulados, aunque también se han constatado, entre otros, carnívoros y perisodáctilos, del Pleistoceno Superior [1]. Además del número, es de resaltar el buen estado de conservación de los restos de animales que cayeron en una trampa natural de 6 metros de profundidad y donde la actividad de humanos y/o de otros depredadores es casi inexistente.

El yacimiento de Kiputz IX está situado en la vertiente atlántica de Euskal Herria, en una zona cárstica formada por calizas urgonianas del Cretácico Inferior y a unos 2 kilómetros en línea recta de la línea de costa actual. Fue descubierto en 2003 por el grupo Munibe Taldea de Azkoitia, y excavado por Pedro Castaños, Juan Mari Arruabarrena, Miguel Sasieta y Xabier Murelaga entre los años 2004 y 2007. Se identificaron un total de 7 niveles que van desde 32.810±390 años BP hasta 11.750±60 años BP.

El cráneo que presentamos, forma parte de un conjunto singular de restos de bisonte estepario pertenecientes a un mínimo de 18 individuos, datados mayoritariamente en el Último Máximo Glaciar (nivel F, alrededor de 19000-18000 BP). Perteneciente a un individuo adulto, es excepcional por su gran envergadura (90 cm) y por su estado de conservación, al ser el único ejemplar prácticamente completo de la Península [2].

El objetivo de esta comunicación es describir tanto el complejo proceso de excavación y extracción de los restos fuertemente fragmentados y engasados, como su posterior tratamiento en los laboratorios del Servicio de Restauración Arqueológica y Paleontológica de la Diputación Foral de Gipuzkoa: desde la limpieza del barro y la eliminación de las incrustaciones calizas hasta la consolidación con etil-metacrilato de todos los fragmentos [3]. Para la unión se utilizó resina de tipo poliéster hasta conseguir reconstituir la forma de la cabeza, consiguiendo cuatro fracciones principales compuestas por las dos astas, la parte occipital y la mandíbula superior. Para aumentar su estabilidad, se colocaron varillas de metacrilato transparente en el interior.

Este complicado proceso de consolidación tiene su sentido al ser posteriormente conservado en óptimas condiciones de temperatura y humedad relativa en los depósitos de Gordailua, el Centro de Colecciones Patrimoniales de la Diputación Foral, donde se custodian las colecciones arqueológicas y paleontológicas del territorio histórico de Gipuzkoa.

El trabajo de restauración no solo ha facilitado su disponibilidad para la investigación, sino que también ha posibilitado su puesta en valor. Su montaje sobre un soporte de metacrilato y la caja de depósito y transporte diseñada *ex profeso* (Figura 2) facilitan enormemente el delicado traslado que se necesita para llevarlo ante el público, como la exposición temporal realizada en el Museo de San Telmo (Donostia, Gipuzkoa) durante 2019 y 2020 y en el Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira (Santillana del Mar, Cantabria) en 2021.



Figura 1.- Cráneo de *Bison priscus* de Kiputz IX una vez restaurado.



Figura 2.- Caja de depósito y transporte y soporte de metacrilato diseñados para el cráneo de Kiputz IX.

Referencias

- [1] J. Castaños, P. Castaños, X. Murelaga, y A. Alonso-Olazabal, “Kiputz IX: Un conjunto singular de bisonte estepario (*Bison priscus*) del Pleistoceno superior de la Península Ibérica” *Ameghiniana*, 2012, DOI:[https://doi.org/10.5710/AMGH.v49i2\(529\)](https://doi.org/10.5710/AMGH.v49i2(529))
- [2] J. Castaños, P. Castaños y X. Murelaga, “First complete skull of a late Pleistocene steppe bison (*Bison priscus*) in the Iberian Peninsula” *Ameghiniana*, 2016. DOI:<http://dx.doi.org/10.5710/AMGH.03.06.2016.2995>
- [3] L. López, “Métodos de conservación del material óseo. Paleontología, la enfermedad no escrita”. Barcelona: Masson, 2003.

Los tratamientos de conservación-restauración de los restos faunísticos pleistocenos del Barranc de la Boella.

Lucía LÓPEZ-POLÍN^{1,2}, Elena MORENO-RIBAS^{1,2}, Andrea DÍA-CORTÉS^{1,2}, Noé VALTIERRA^{1,2}, Irene CAZALLA^{1,2}, Júlia JISKOOT¹, Blanca SICILIA¹, Anna MONTEMAYOR¹, Laura GÓMEZ-MORGADO¹, Antonio PINEDA³, Andreu OLLÉ^{1,2}, Josep VALLVERDÚ^{1,2,4}, Palmira SALADIÉ^{1,2,4}

1 Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES-CERCA), Zona Educacional 4, Campus Sescelades URV (Edifici W3), 43007 Tarragona, España.

2 Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Història i Història de l'Art, Avinguda de Catalunya 35, 43002 Tarragona, España.

3 Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología, c/ Profesor Aranguren s/n, 28040 Madrid, España.

4 Unidad Asociada al CSIC, Departamento de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, c/ José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid, España

Correspondencia: lucia.lopezpolin@iphes.cat

Palabras clave: Hueso, restauración *in situ*, consolidación, limpieza.

Resumen

Se resume el trabajo de conservación y restauración realizado sobre los restos faunísticos recuperados en el Barranc de la Boella (La Canonja, Tarragona). Este conjunto de yacimientos presenta una sucesión estratigráfica de 9 metros de potencia, con 6 unidades que van de finales del Pleistoceno inferior al Pleistoceno superior. Se ha excavado en tres localidades: Cala 1, La Mina y El Forn [1] (*Figura 1*).

Las excavaciones en la Unidad II (Pleistoceno inferior final, con una antigüedad alrededor de los 900.000 años) han proporcionado en las tres localizaciones un rico registro paleontológico y arqueológico, entre el que destacan letrinas de hiena y los restos de un mamut con evidencias de actividades de carnicería asociados a las herramientas líticas de tipo achelense más antiguas de Europa [1–3].

Desde que se iniciaron las excavaciones en 2007, en esta unidad se han recuperado aproximadamente 3300 restos faunísticos. La mitad de ellos ha requerido algún tratamiento de restauración. En general, las superficies externas de los fósiles están mal preservadas [4]. Además, muchos son frágiles y están muy fragmentados, por lo que pueden verse dañados durante la excavación. Para evitarlo, gran parte se consolidan ya

en el campo. Para ello, se ha usado la emulsión de PVA Mowilith DMC2, para los restos húmedos y la resina acrílica Paraloid B72 para los secos. En elementos de ciertas dimensiones, se ha sumado a la consolidación técnicas como la extracción en bloque, los engasados, o los soportes de poliuretano.

En el laboratorio, se preparan los restos mediante limpiezas, consolidaciones y reconstrucciones. Se emplea Paraloid B72 como producto consolidante y también para la adhesión y para elaborar masillas de relleno, añadiéndolo a partículas de carbonato cálcico o microesferas de vidrio. Para las limpiezas se han usado predominantemente medios físicos, disolventes y pequeñas herramientas manuales. Al final, los especímenes pequeños y bien preservados habitualmente se disponen en bolsas de plástico ocasionalmente protegidos con plástico de burbujas, mientras que los más delicados y de mayores dimensiones, se acondicionan en espumas de polietileno con encajes hechos a medida. (*Figura 2*)

Las técnicas de conservación utilizadas en este sitio están bien descritas y, de hecho, apenas han cambiado durante décadas [5–8]; son sencillas y versátiles, y también se han empleado específicamente para restos esqueléticos del Pleistoceno [9–12].

Pero, independientemente de la técnica empleada, la clave es adaptar el nivel de intervención -qué se hace y hasta qué punto- al tipo de registro tratado, incorporando a la práctica de la restauración los requerimientos propios los métodos de excavación y de análisis del mismo [13, 14].

Por otro lado, estas prácticas comunes deben revisarse críticamente: hay que evaluar mejor los tratamientos de restauración más utilizados -que no son necesariamente los más nuevos-, como la consolidación con resinas acrílicas o la limpieza con pequeñas herramientas [15].

Nuestro objetivo es contribuir, a través de proyectos como el del Barranc de la Boella, a introducir mejoras en los tratamientos. Ese es el objetivo después de más de una década de trabajos y miles de registros tratados: repensar qué tenemos que investigar para evaluar y mejorar los tratamientos que empleamos con mayor frecuencia porque, en la práctica, funcionan.

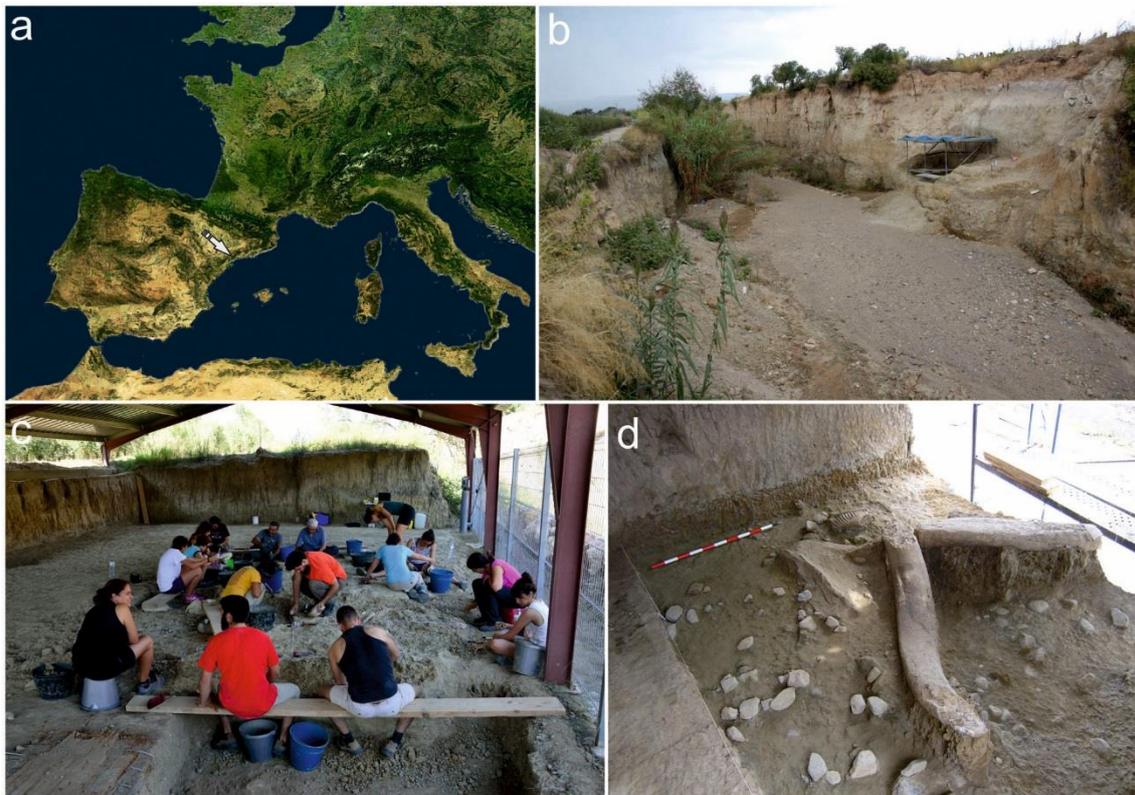


Figura 1.- a) Localización del Barranc de la Boella (La Canonja, Tarragona); b) vista del barranco y del yacimiento del Forn (a la derecha); c) excavación de la Cala 1 en 2018; d) restos de mamut *in situ* en la Cala 1 (2007).



Figura 2.- Restos faunísticos *in situ*, antes y después de la restauración. De arriba abajo: metápodo de équido de la Cala 1; húmero de rinoceronte de la Mina; molar de mamut de la Cala 1.

Referencias

- [1] J. Vallverdú, P. Saladié, A. Rosas, R. Huguet, I. Cáceres, M. Mosquera, A. García-Tabernero, A. Estalrich, I. Lozano-Fernández, A. Pineda-Alcalá, A. Carrancho, J.J. Villalaín, D. Bourlès, R. Braucher, A. Lebatard, J. Vilalta, M. Esteban-Nadal, M.L. Bennàsar, M. Bastir, L. López-Polín, A. Ollé, J. M. Vergés, S. Ros-Montoya, B. Martínez-Navarro, A. García, J. Martinell, I. Expósito, F. Burjachs, J. Agustí y E. Carbonell, “Age and Date for Early Arrival of the Acheulian in Europe (Barranc de la Boella, la Canonja, Spain)”, *PLoS One*, 2014, DOI: doi:10.1371/journal.pone.0103634.
- [2] M. Mosquera, P. Saladié, A. Ollé, I. Cáceres, R. Huguet, J.J. Villalaín, A. Carrancho, D. Bourlès, R. Braucher y J. Vallverdú, “Barranc de la Boella (Catalonia, Spain): an Acheulean elephant butchering site from the European late Early Pleistocene,” *Journal of Quaternary Science*, vol. 30, no. 7, pp. 651–666, 2015.
- [3] A. Pineda, P. Saladié, R. Huguet, I. Cáceres, A. Rosas, A. García-Tabernero, A. Estalrich, M. Mosquera, A. Ollé y J. Vallverdú, “Coexistence among large predators during the Lower Paleolithic at the site of La Mina (Barranc de la Boella,

- Tarragona, Spain),” *Quaternary International*, 2015, DOI: 10.1016/j.quaint.2015.05.006.
- [4] A. Pineda, P. Saladié, R. Huguet, I. Cáceres, A. Rosas, A. Estalrich, A. García-Tabernero y J. Vallverdú, “Changing competition dynamics among predators at the late Early Pleistocene site Barranc de la Boella (Tarragona, Spain),” *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2017, DOI: 10.1016/j.palaeo.2017.03.030.
- [5] E. A. Dowman, *Conservation in Field Archaeology*. London: Institute of Archaeology, 1970.
- [6] D. Leigh, *First Aid for Finds. A practical guide for archaeologists*, 1st ed. Herford: RESCUE, Department of Archaeology, University of Southampton, 1972.
- [7] C. Sease, *A Conservation Manual for the Field Archaeologist*, 1st ed., vol. 4. Los Angeles, United States of America: Institute of Archaeology, University of California, 1987.
- [8] J. M. Cronyn, *The elements of Archaeological Conservation*. London: Routledge, 1990.
- [9] N. R. Larkin, “Literally a ‘mammoth task’: The conservation, preparation and curation of the West Runton Mammoth skeleton”, *Quaternary International*, 2010, DOI: 10.1016/j.quaint.2010.07.002.
- [10] G. G. Beiner y R. Rabinovich, “An elephant task—conservation of elephant remains from Revadim Quarry, Israel”, *Journal of the Institute of Conservation*, 2013, DOI: 10.1080/19455224.2013.796887.
- [11] M.C. Ortega, O. Teresa-Canseco, A. Pastor, J.L. Arsuaga, A. Pérez-González, C. Laplana, B. Márquez y E. Baquedano “In situ conservation strategies at the pleistocene sites of pinilla del Valle, Madrid (Spain)”, *Journal of Paleontological Techniques*, vol. 15, no. 15, pp. 85–111, 2016.
- [12] L. López-Polín, J. M. Bermúdez de Castro, y E. Carbonell, “The preparation and conservation treatments of the human fossils from Lower Pleistocene unit TD6 (Gran Dolina site, Atapuerca) – the 2003-2009 record”, *Quaternary International*, 2017, DOI: 10.1016/j.quaint.2015.09.036.
- [13] L. López-Polín, “Possible interferences of some conservation treatments with subsequent studies on fossil bones: A conservator’s overview”, *Quaternary International*, 2012, DOI: doi.org/10.1016/j.quaint.2011.07.039.
- [14] L. López-Polín, “Interventive conservation treatments (or preparation) of Pleistocene bones: Criteria for covering information from the

- archaeopalaeontological record”, *Quaternary International*, 2015, DOI: 10.1016/j.quaint.2015.05.031.
- [15] N. Valtierra, L. A. Courtenay y L. López-Polín, “Microscopic analyses of the effects of mechanical cleaning interventions on cut marks”, *Archaeological and Anthropological Science*, 2020, DOI: 10.1007/s12520-020-01153-8.

**Restaurar lo intervenido:
Un ejemplo de actuación en fósiles del yacimiento paleontológico de
Casa del Acero (Fortuna, Murcia)**

Elena FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ¹, Javier FERNÁNDEZ MARTÍNEZ¹, Gema SILICEO²
Jordi AGUSTÍ³ y Manuel J. SALESA²

1 Grupo de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNED. C/ Senda del Rey 09, 28040 Madrid (España).

2 Departamento de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC, C/José Gutiérrez Abascal, 2 28006-Madrid (España).

3 IPHES, Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social, Zona Educacional 4-Campus Sescelades URV (Edifici W3), 43007 Tarragona (España).

Correspondencia: elenaferlo@hotmail.com

Palabras clave: Restauración, Paleontología, antiguas intervenciones, técnicas de restauración, adhesivos envejecidos.

Resumen

Las colecciones paleontológicas suponen un testimonio significativo del patrimonio científico y natural de referencia para el conocimiento de los ecosistemas pretéritos [1], y debido a ello, principalmente, asumen una naturaleza “documental” [2]. Esto supone que, los tratamientos de restauración aplicados han de aspirar a proporcionar estabilidad física y química a los fósiles, basándose en una serie de criterios éticos y metodológicos que aseguren su “autenticidad” material y documental.

No obstante, esto no siempre se ha tenido en cuenta en las intervenciones. Las colecciones han sido intervenidas por estudiantes, paleontólogos y restauradores no especializados que, para permitir el estudio de las piezas, han aplicado productos poco estables con criterios estéticos o expositivos, llegando a dañar o cubrir superficies originales. En los últimos años, estas malas prácticas han disminuido y ha aumentado el estudio tanto de materiales como de técnicas en restauración de fósiles [3].

No es raro, por tanto, encontrar piezas que aunque han sido intervenidas hace no muchos años requieren ser restauradas de nuevo para asegurar su preservación y recuperar su correcta interpretación. Dentro de esta casuística, se han restaurado un total de seis piezas del yacimiento mioceno de Casa del Acero (Fortuna, Murcia) excavadas en 2012 y parcialmente intervenidas, que presentaban problemáticas diversas, como restauraciones miméticas que cubrían el original o la falta de una retirada completa de las gasas empleadas para su extracción en campo. Además, esto se unía al empleo de materiales nitrocelulósicos y cianocrilatos (desconociéndose el producto exacto) para engasar,

consolidar y adherir que se encontraban envejecidos, formando películas opacas, de tonalidad amarillenta, elevada dureza y gran adhesión a la superficie.

Con la intención de revertir estas intervenciones, se ha realizado una eliminación de los adhesivos envejecidos mediante tratamientos mecánico-químicos, ablandando con acetona aplicada mediante empacos de pulpa de celulosa, dejando actuar hasta 10 minutos según el grosor de la capa a eliminar y posteriormente rebajando con ayuda del bisturí. En cuanto a la eliminación de las gasas adheridas y las reintegraciones de escayola, se utilizó el mismo método, empleando alcohol para ablandar aunque reduciendo los tiempos de aplicación a 5 minutos máximo. Concluida la intervención se consiguió eliminar gran parte de los añadidos, pero fue imposible retirar la pátina blanquecina de las zonas consolidadas (*Figura 1*) y los restos de escayola de las oquedades (*Figura 2*). Su eliminación completa suponía la pérdida de material original por lo que se optó por protegerlas con Paraloid B72[®] en acetona para evitar que estos materiales añadidos siguieran quedando expuestos a los factores ambientales [4].

Los tratamientos inadecuados producen daños irreparables en las piezas, por ello, toda restauración ha de ir encaminada a minimizar los procesos de deterioro aplicando los criterios de mínima intervención y buscando la preservación de la pieza mediante el uso de materiales reversibles y estables ante el envejecimiento [5]. Es imprescindible, además, que restauradores cualificados y paleontólogos den lugar a un equipo multidisciplinar que asegure la preservación del material fósil, desde su excavación en yacimiento hasta su conservación en el almacén una vez restaurado.



Figura 1.- Retirada de la gasa de protección del fósil CA'12 - 99 (fragmento de fémur de rinoceronte) mediante empaco de acetona y pinzas; así como las manchas blanquecinas superficiales producidas por el adhesivo.



Figura 2.- Eliminación de las reintegraciones de escayola del fósil CA'12 - 115 (radio de rinoceronte) mediante bisturí y los restos de adhesivo de tonalidad amarillenta.

Referencias

- [1] E. Fernández Fernández, F. Marcos-Fernández, J. Fernández Martínez, I. Martínez Fernández y F. Ortega, "Sistemas de almacenamiento y la influencia de las condiciones ambientales en la conservación de macrovertebrados fósiles", *Zubía Monográfico*, no. 31, pp. 303-310, 2019.
- [2] T. Pasies, "Los trabajos de conservación-restauración en el laboratorio del Museo de Prehistoria de Valencia: problemática de las antiguas intervenciones", *Ph investigación*, no. 3, pp. 1-19, 2014.
- [3] R. Chércoles, "Estudio del comportamiento físico-químico de materiales poliméricos utilizados en conservación y restauración de bienes culturales", tesis doctoral, Universidad Complutense, Madrid, 2016.
- [4] A. Aberasturi, "No tocar: fósil en preparación", A. Pérez García, F. Gascó, J. M. Gasulla y F. Escaso, Eds., *IX EJIP*, pp. 25-33, 2011.
- [5] A. M. Macarrón, *Historia de la conservación y la restauración. Desde la antigüedad hasta el siglo XX.*, 3ª ed., Madrid: Editorial Tecnos, 2013.

RESTAURAR LO INTERVENIDO

Un ejemplo de actuación en fósiles del yacimiento paleontológico de Casa del Acero (Fortuna, Murcia)

Elena FERNÁNDEZ Fernández ^{*1}, Javier FERNÁNDEZ Martínez¹, Gema SILICEO², Jordi AGUSTÍ³ y Manuel J. SALESA²



Afiliación de los autores

¹ Grupo de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNED. C/ Senda del Rey 09, 28040 Madrid (España).

² Departamento de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC, C/ José Gutiérrez Abascal, 2 28006-Madrid (España).

³ IPHES, Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social, Zona Educacional 4-Campus Sescelades URV (Edifici W3), 43007 Tarragona (España).

*elenaferlo@hotmail.com



Palabras clave Restauración, Paleontología, antiguas intervenciones, técnicas de restauración, adhesivos envejecidos.

Resumen

Las colecciones paleontológicas suponen un testimonio significativo del patrimonio científico y natural de referencia para el conocimiento de los ecosistemas pretéritos [1], y debido a ello, principalmente, asumen una naturaleza "documental" [2]. Esto supone que, los tratamientos de restauración aplicados han de aspirar a proporcionar estabilidad física y química a los fósiles, basándose en una serie de criterios éticos y metodológicos que aseguren su "autenticidad" material y documental.

No obstante, esto no siempre se ha tenido en cuenta en las intervenciones. Las colecciones han sido intervenidas por estudiantes, paleontólogos y restauradores no especializados que, para permitir el estudio de las piezas, han aplicado productos poco estables con criterios estéticos o expositivos, llegando a dañar o cubrir superficies originales. En los últimos años, estas malas prácticas han disminuido aumentando el estudio tanto de materiales [3] como de técnicas en restauración de fósiles.

No es raro, por tanto, encontrar piezas que aunque han sido intervenidas hace no muchos años requieren ser restauradas de nuevo para asegurar su preservación y recuperar su correcta interpretación. Dentro de esta casuística, se han restaurado un total de seis piezas del yacimiento mioceno de Casa del Acero (Fortuna, Murcia) excavadas en 2012 y parcialmente intervenidas, que presentaban problemáticas diversas, como restauraciones miméticas que cubrían el original o la falta de una retirada completa de las gasas empleadas para su extracción in situ. Además, esto se unía al empleo de materiales nitrocelulósicos y cianocrilatos (desconociéndose el producto exacto) para engasar, consolidar y adherir que se encontraban envejecidos, formando películas opacas, de tonalidad amarillenta, elevada dureza y gran adhesión a la superficie.

Con la intención de revertir estas intervenciones, se ha realizado una eliminación de los adhesivos envejecidos mediante tratamientos mecánico-químicos, ablandando con acetona aplicada mediante empacos de pulpa de celulosa, dejando actuar hasta 10 minutos según el grosor de la capa a eliminar y posteriormente rebajando con ayuda del bisturí. En cuanto a la eliminación de las gasas adheridas y las reintegraciones de escayola, se utilizó el mismo método, empleando alcohol para ablandar aunque reduciendo los tiempos de aplicación a 5 minutos máximo. Concluida la intervención se consiguió eliminar gran parte de los añadidos, pero fue imposible retirar la pátina blanquecina de las zonas consolidadas, como es el caso del fósil CA 12-114, y los restos de escayola de las oquedades, como en CA 12-89. Su eliminación completa suponía la pérdida de material original por lo que se optó por protegerlos aplicando una capa más estable de Paraloid B72* a baja concentración en acetona y así ralentizar el deterioro de estos materiales añadidos, preservando la estabilidad del fósil [4].

Los tratamientos inadecuados producen daños irreparables en las piezas, por ello, toda restauración ha de ir encaminada a minimizar los procesos de deterioro aplicando los criterios de mínima intervención y buscando la preservación de la pieza mediante el uso de materiales reversibles y estables ante el envejecimiento [5]. Es imprescindible, además, que restauradores cualificados y paleontólogos den lugar a un equipo multidisciplinar que asegure la preservación del material fósil, desde su excavación en yacimiento hasta su conservación en el almacén una vez restaurado.

ULNA RINOCERONTE

CA 12-119

HUESO LARGO* RINOCERONTE

CA 12-104

MAXILAR* HIPPARION

CA 12-89

TARSAL MASTODONTE

CA 12-116

RADIO RINOCERONTE

CA 12-115

HEMIMANDÍBULA BÓVIDO

CA 12-114

ESTADO INICIAL



- ADHESIVOS ENVEJECIDOS
- REINTEGRACIONES CON ESCAYOLA



- RESTOS DE GASAS DE EXTRACCIÓN
- ADHESIVOS ENVEJECIDOS



- ADHESIVOS ENVEJECIDOS
- REINTEGRACIONES CON ESCAYOLA



- REINTEGRACIONES CON ESCAYOLA



- ADHESIVOS ENVEJECIDOS
- REINTEGRACIONES CON ESCAYOLA



- RESTOS DE GASAS DE EXTRACCIÓN
- ADHESIVOS ENVEJECIDOS

ESTADO INICIAL

TRATAMIENTO



- PULPA DE CELULOSA + ALCOHOL/ACETONA
- BISTURÍ



- PULPA DE CELULOSA + ALCOHOL/ACETONA
- BISTURÍ + BROCHA



- PULPA DE CELULOSA + ALCOHOL/ACETONA
- BISTURÍ



- PULPA DE CELULOSA + ALCOHOL
- BISTURÍ



- PULPA DE CELULOSA + ALCOHOL/ACETONA
- BISTURÍ



- PULPA DE CELULOSA + ALCOHOL/ACETONA
- BISTURÍ + BROCHA

TRATAMIENTO

ESTADO FINAL



ESTADO FINAL

*Fragmento

Referencias

1. E. Fernández Fernández, F. Marcos-Fernández, J. Fernández Martínez, I. Martínez Fernández y F. Ortega, "Sistemas de almacenamiento y la influencia de las condiciones ambientales en la conservación de macrovertebrados fósiles", Zúbia Monográfico, no. 31, pp. 303-310, 2019.
2. P. Pasies, "Los trabajos de conservación-restauración en el laboratorio del Museo de Prehistoria de Valencia: problemática de las antiguas intervenciones", Ph investigación, no. 3, pp. 1-19, 2014.
3. R. Chércoles, R. "Estudio del comportamiento físico-químico de materiales poliméricos utilizados en conservación y restauración de bienes culturales", tesis doctoral, Universidad Complutense, Madrid, 2016.
4. A. Aberasturi, "No tocar: fósil en preparación", A. Pérez García, F. Gascó, J. M. Gasulla y F. Escaso, Eds., IX EJIP, pp. 25-33, 2011.
5. A. M. Macarrón, Historia de la conservación y la restauración. Desde la antigüedad hasta el siglo XX, 3ª ed., Madrid: Editorial Tecnos, 2013.

AGRADECIMIENTOS

La excavación del yacimiento de Casa del Acero se llevó a cabo en septiembre de 2012, dentro de las actividades financiadas por el proyecto del Plan Nacional de I+D+i COL2008-00034, dirigido por M.J. Saleasa. Por ello, queremos agradecer a la Consejería de Cultura y Turismo de la Región de Murcia por la concesión del permiso de excavación que hizo posible la mencionada campaña en Casa del Acero.

Conservación-restauración de cráneo de subadulto en la necrópolis islámica de la isla del Fraile (Águilas, España): retos y procedimientos

María del Carmen GALVÍN MARTÍNEZ¹, Alejandro QUEVEDO², Juan de Dios HERNÁNDEZ GARCÍA³, Víctor Adrián MORCILLO MILLÁN⁴.

1 Universidad de Barcelona, Facultad de Bellas Artes, Departamento de Conservación-Restauración de Bienes Culturales, 08028, Barcelona, España.

2 Universidad de Murcia, Facultad de Letras, Área de Arqueología, Grupo de Investigación iArqUM, Campus de La Merced, 30001, Murcia, España.

3 Museo Arqueológico Municipal de Águilas, C/ Conde de Aranda, 8, 30880, Águilas, España

4 Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Filosofía y Letras, Departamento de Prehistoria y Arqueología, Lafuam (Módulo X), 28049 Madrid, España.

Correspondencia: mariagm3494@gmail.com

Palabras clave: Conservación-restauración, material óseo antropológico, consolidación, cráneo, Isla del Fraile.

Resumen

El objetivo de esta contribución es acercar al lector a procedimientos de conservación-restauración actualizados sobre material óseo humano de contexto arqueológico a partir de un caso de estudio paradigmático: la isla del Fraile. El yacimiento, ubicado a escasos metros de la costa de Águilas (Murcia, España) y declarado Bien de Interés Cultural, era conocido por sus restos de época romana [1]. Sin embargo, una excavación sistemática realizada en 2020 desveló la existencia de una necrópolis islámica fechada en torno a los s. XII-XIII (*Figura 1*). La preservación de los restos humanos durante la campaña supuso una problemática inesperada, acentuada por la compleja orografía y su carácter insular. Se puso de manifiesto la ausencia de referencias metodológicas ante estas situaciones, así como la importancia de contar con personal especializado durante el trabajo de campo que acompañe y supervise desde la fase de extracción *in situ* de los cuerpos hasta su estudio, almacenado y posible exposición.

La necesidad de intervenir para proteger los restos llevó a desarrollar un plan propio de conservación que contemplase la integridad del material durante todo el proceso. El protocolo que a continuación se presenta fue aplicado sobre el cráneo de un subadulto [2] “tumba nº2”, (*Figura 2*). Esta elección estuvo determinada por el riesgo de descohesión de los huesos craneales, y contempló las siguientes etapas:

-Valoración inicial y extracción en bloque del cráneo. Realización de varias pruebas de resistencia [3] del material que valoraban la respuesta de éste ante ligera presión y la liberación de sedimentos, estimación del estado de fragilidad (fisuras *post mortem* y falta

de cohesión en las suturas craneales debido a la temprana edad del individuo) y extracción en bloque de esta sección.

-Embalaje provisional y transporte al laboratorio. Improvisado con un sobre de papel Kraft ® con interior forrado de film alveolar de polietileno, sellado con cinta adhesiva. Finalmente fue introducido en un envoltorio secundario, una bolsa de polietileno de densidad media-alta para evitar que durante el traslado en barca el material se mojase de forma accidental.

-Microexcavación en laboratorio. El bulto fue abierto una vez llegado al laboratorio, donde con ayuda de utillaje de precisión, el cráneo fue extraído del bloque.

-Limpieza mecánica en seco con utillaje de precisión. Con un pincel de estarcido se eliminaron de forma mecánica los restos de sedimentos de la superficie ósea, sin vaciar el interior del cráneo para evitar la desconexión anatómica.

-Limpieza en húmedo. Superficial, con hisopos impregnados en solución hidroalcohólica, (50:50) [4].

-Consolidación: Aplicada de forma localizada en la bóveda craneal con Paraloid B72 al 3% en acetona.

Gracias a esta modesta intervención se consiguió que el cráneo mantuviera su forma anatómica natural, evitando colapso y una futura reintegración invasiva que no respetase los espacios craneales sin suturar, facilitando su posterior estudio. Este ejemplo ilustra los excelentes resultados que pueden lograrse cuando se tienen en cuenta los códigos deontológicos de la conservación-restauración desde fases tempranas como la extracción del material, evitando cadenas de errores que se traducen en pérdidas.



Figura 1. El yacimiento de la isla del Fraile (Águilas), donde se ha excavado una necrópolis islámica de los s. XII-XIII (foto cortesía Mario Navarro).

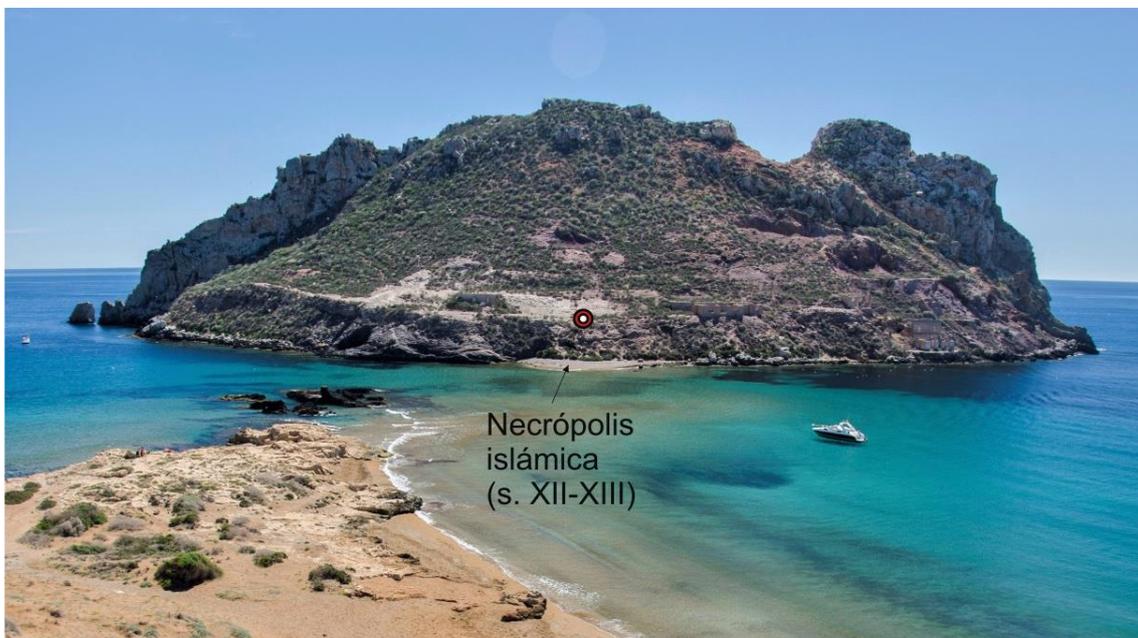


Figura 2. Excavación del individuo subadulto de la tumba nº 2 sobre la que se aplicó un protocolo propio de conservación-restauración (Proyecto Arqueológico isla del Fraile).

Referencias

- [1]. A. Quevedo y J. D. Hernández, “Arqueología de la Hispania Tardoantigua: Un nuevo proyecto de investigación en la Isla del Fraile (Águilas)”. SAGVNTVM. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia. Vol.52, 2020.
- [2]. K. Ramey Burns. Manual de Antropología Forense. Barcelona: Edicions Bellaterra, 2008.
- [3]. L. López Mata. Métodos de conservación del material óseo. Barcelona: Massori, 2003.
- [4]. A. Calvo Manuel. Conservación y Restauración. Materiales, técnicas y procedimientos. De la A a la Z. Barcelona: Ediciones del Serbal, 2003.

Conservación-restauración de cráneo de subadulto en la necrópolis islámica de la Isla del Fraile



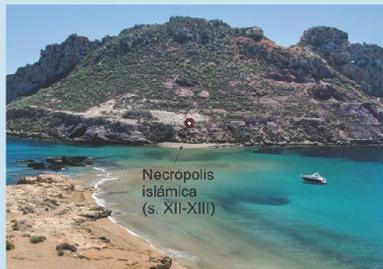
(Águilas, España): retos y procedimientos

Autores: María del Carmen GALVÍN MARTÍNEZ 1, Alejandro QUEVEDO 2, Juan de Dios HERNÁNDEZ GARCÍA 3, Víctor Adrián MORCILLO MILLÁN 4.



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA ISLA DEL FRAILE

- 1 Universidad de Barcelona, Facultad de Bellas Artes, Departamento de Conservación-Restauración de Bienes Culturales, 08028, Barcelona, Spain. mariagm3494@gmail.com
 2 Universidad de Murcia, Facultad de Letras, Área de Arqueología, Grupo de Investigación iArqUM, Campus de La Merced, 30001, Murcia, Spain. alexquevedo@um.es
 3 Museo Arqueológico Municipal de Águilas, C/ Conde de Aranda, 8, 30880, Águilas, Spain museo@ayuntamientodeaguilas.com
 4 Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Filosofía y Letras, Departamento de Prehistoria y Arqueología, Lafuam (Módulo X), 28049 Madrid, Spain. victor.a.morcillo@gmail.com



1 Contexto arqueológico:

La Isla del Fraile está ubicada en la costa de Águilas en Murcia, (España) y ha sido declarado **BIC** como sitio histórico y por su entorno subacuático. Es un yacimiento **unicum**, que alberga vestigios que abarcan desde la época romana del s. V d.C hasta construcciones arquitectónicas del s.XIX. Tras las prospecciones comprendidas entre los años 70 y 2000, en 2020 se emprende la 1ª campaña de excavación con el objetivo de encontrar los primeros niveles de tierra del periodo romano y disipar algunas dudas sobre la supuesta factoría de **garum**. Es entonces, cuando el equipo se topa con una **necrópolis islámica** construida con material de derrumbe en espacios de periodos anteriores (reutilización de espacios). De este modo completamente inesperado, la historia de Águilas se reescribe.

2 Examen y diagnóstico in situ:

Uno de los hallazgos más destacables de la necrópolis es el del subadulto **Tumba nº 2** (de entre 12-15 meses de edad), cuyo delicado estado de conservación condicionaba la fase de levantamiento.

El principal problema se encontraba en la zona craneal, debido a dos factores:

- 1) **Las suturas craneales aún no estaban fusionadas y tenía fisuras postmortem.**
- 2) **El individuo presentaba paleopatologías en el cráneo que hacían la zona occipital muy susceptible a los cambios de humedad relativa.**

Tras varias pruebas de resistencia del material (presión y de liberación de sedimentos) se decide extraer el cráneo en bloque por el alto **riesgo de colapso**.



3 Extracción y embalaje provisional:

La **extracción en bloque** se realizó delimitando un perímetro seguro alrededor del cráneo y bajando el nivel de la tierra unos 20-25 cm. Tras segar el bloque de tierra, con ayuda de una placa de **Aerolam®** se trasladó hasta un lugar seguro para embalarlo.

El embalaje era de tipo provisional (hasta trasladar al laboratorio), por lo que se decidió crear como embalaje primario un **sobre de papel Kraft® con el interior forrado de film alveolar** sellado con **cinta de pintor**. Como embalaje secundario se empleó una **bolsa de polietileno** de densidad media-alta como medida de protección contra el agua (no olvidemos que los traslados al laboratorio se realizan por cortesía de protección civil en barca). La bolsa del cráneo viajó junto a otra con el resto de huesos y un par de **bolsas de polietileno de cierre zip** que albergaban muestras de tierra de la fosa para analíticas, todas en una **caja de cartón de canal doble**. Al llegar al laboratorio se abrirán todas las bolsas para **evitar condensación y proliferaciones de microorganismos**.

4 Tratamientos de conservación:

Una vez en laboratorio, el tratamiento se divide en las siguientes fases:

- 1) **Microexcavación:** con palillos de bambú y paletina de pelo sintético se liberan los restos del bloque de sedimento para consolidarlos.
- 2) **Limpieza:** mecánica en seco con utillaje de precisión como **pincel de estarcido del nº2** para eliminar los restos de sedimentos de la superficie ósea, sin vaciar el interior del cráneo para evitar la desconexión anatómica. Limpieza en húmedo en la que se usaron hisopos impregnados en **solución hidroalcohólica (50:50)**.
- 3) **Consolidación:** Con una solución de **Paraloid B72 al 3% en acetona**, aplicado con pincel de forma superficial y sólo en la zona de la bóveda craneal, de modo que **no se invaliden posibles zonas de extracción de ADN** como el petroso (zona temporal), maxilar o mandíbula.
- 4) **Vaciado:** una vez ha transcurrido un tiempo prudencial de secado del consolidante se procede con un **palillo largo de bambú** a eliminar los restos de sedimentos alojados en el interior del cráneo.

5 Resultados:

Gracias a intervención se consiguió que el cráneo mantuviera su forma anatómica natural, evitando el colapso la fragmentación del material que pudieran ocasionar una futura reintegración volumétrica invasiva y que no respetase los espacios craneales naturales.

De este modo preservamos los restos y facilitamos posteriores estudios físico forenses.



6 Conclusiones:

Este ejemplo ilustra los excelentes resultados que pueden lograrse cuando el equipo es interdisciplinar y se tienen en cuenta los códigos deontológicos de la conservación-restauración desde fases tempranas como la extracción del material, evitando cadenas de errores que se traducen en pérdidas.



¡¡Sigue nuestro trabajo en las redes sociales!!



@isla_delfraile



CRAC
conservadors
restauradors
associats de catalunya



Colecciones osteológicas de referencia de esqueletos actuales: preparación, almacenaje, consulta y usos

Laura ROQUÉ

1 UlnaeBones. www.ulnaebones.com Carrer de la Canal, 22 Vilallonga de Ter, Girona, España.

Correspondencia: ulnaebones@gmail.com

Palabras clave: Esqueletos, colecciones de referencia, almacenaje, preparación, investigación

Resumen

Una colección osteológica de referencia es un conjunto ordenado de esqueletos de fauna o antropológicos identificados y documentados, reunidos por su especial interés o valor. El responsable de crear las colecciones, identificando, esqueletizando y adecuando la entrada a los almacenes es el preparador, generalmente.

Las colecciones osteológicas de referencia son puramente de material orgánico. Este tipo de material es degradable con el paso del tiempo si no se actúa correctamente. Sobre él pueden actuar hongos, insectos y bacterias. Estas consideraciones hacen que sea imprescindible partir de una buena preparación de la muestra y un embalaje adecuado para una prolongada conservación.

La preparación de esqueletos tiene diferentes objetivos, ya sean para museística, exposición o investigación. El montaje de esqueletos es útil para divulgar caracteres anatómicos, anatomía comparada o una visión interna del animal. Los esqueletos desarticulados se pueden preparar con el objetivo de ser consultados por investigadores, manteniendo un esqueleto desarticulado y ordenado. Asimismo, se pueden preparar animales enteros o solamente algunas partes de interés. La restauración de huesos es útil en casos de desintegración, roturas o daños varios en los esqueletos.

Las colecciones osteológicas de referencia son imprescindibles para identificar restos del pasado. Pero también se pueden usar en otros ámbitos como identificación de huesos de cadáveres en el monte, restos en nidos y egagrópilas, estudios de anatomía pre-quirúrgica, patologías osteológicas, etc (*Figuras 1 y 2*). Esto implica una buena preparación de los huesos, que perduren en el tiempo y con información asociada, como el sexo, edad o patologías de cada ejemplar. Cada espécimen se identifica con un número de registro para poder relacionarlo con la base de datos, donde está toda la información asociada.

El almacenaje de los esqueletos debe ser cuidadoso, usando materiales inertes en el tiempo siempre que sea posible y usando cajas para asegurar la integridad de los esqueletos. Es en este momento de vital importancia que los huesos estén limpios,

higienizados y con las condiciones ambientales controladas para evitar el ataque de agentes biológicos como insectos, moho o bacterias, que puedan deteriorar las muestras. Para facilitar la consulta a los investigadores se compartimenta el esqueleto, favoreciendo que solo se acceda al hueso o huesos de interés. El monitoreo de las colecciones de referencia es imprescindible para documentar la falta de elementos, la posible desintegración de algunos de ellos o la aparición de grasa que pueda dañar la colección. Es recomendable un servicio de mantenimiento y conservación preventiva de colecciones.

Nuestro objetivo es una preparación de colecciones osteológicas de manera rigurosa, adecuada y respetuosa con el hueso, junto con un embalaje inerte, conseguimos una larga preservación para este tipo de colecciones. Con esto facilitamos la conservación, las consultas y los futuros usos de las muestras preparadas.



Figura 1.- Quilla patológica de buitre negro.



Figura 2.- Esqueleto desarticulado.

Referencias

- [1] P.A. Del Río Muñoz, Estudio antropológico-forense, antropométrico y morfológico, de la colección de la Escuela de Medicina Legal de Madrid. Madrid: Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, 2000
- [2] C.Y. Henderson y F. Alves-Cardoso, Identified skeletal collections: Testing ground of anthropology. Oxford: Archaeopress, 2018
- [3] L. Roqué, R. Carmona, & J. Quesada, La edad osteológica de los erizos (*Erinaceus europaeus*) a través de su esqueleto. Conference: XII Congreso de la SECEM. Burgos, 2015.
- [4] L. Roqué, A. Lapaz, & C. Orta, Preparación de esqueletos de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*). Presentación CRIP, 2009.

Colecciones osteológicas de referencia de esqueletos actuales: preparación, almacenaje, consulta y usos

Laura Roqué

UlnaeBones. www.ulnaebones.com C/ de la Canal, 22 Vilallonga de Ter, Girona, España.
ulnaebones@gmail.com

RESUMEN

Las colecciones osteológicas de referencia son imprescindibles para identificar restos del pasado (arqueología y paleontología) y del presente (identificación de cadáveres, restos en nidos y egagrópilas, anatomía quirúrgica, patologías, museística, entre otros).

Las osteotecas son de material orgánico, por lo tanto, son biodegradables. Sobre ellas pueden actuar hongos, insectos y bacterias.

Para obtener una osteoteca de calidad es imprescindible partir de una buena preparación de las muestras y un embalaje adecuado con el fin de obtener una prolongada conservación y que perduren en el tiempo. También implica tener información asociada, como el sexo, edad, localidad o patologías de cada ejemplar. Cada espécimen se identifica con un número de registro para poder relacionarlo con la base de datos, donde está toda la información asociada.



PREPARACIÓN

Preparamos esqueletos con información asociada para que sean perdurables en el tiempo con diferentes objetivos. Una osteoteca de calidad implica un gran conocimiento anatómico y del uso de materiales lo más neutros posibles para el hueso.

CIENTÍFICO

- Esqueletos desarticulados.
- Identificación osteológica.
- Veterinaria: anatomía comparada y patología.

HUESO ACTUAL Y FÓSIL

MUSEÍSTICA

- Montaje de esqueletos.
- Anatomía comparada.
- Estética cuidada.

RESTAURACIÓN

- Recuperar hueso alterado por cualquier agente externo.
- Todos los tipos de hueso.



ALMACENAJE

- Uso de cajas para asegurar la integridad de los esqueletos.
- Los huesos deben estar limpios e higienizados.
- Las condiciones ambientales controladas para evitar el ataque de agentes biológicos
- Embalaje para facilitar las consultas y estable en el tiempo



CONSULTA Y USOS

Para facilitar la consulta a los investigadores se propone la compartimentación del esqueleto, para acceder al hueso o huesos de interés.

El monitoreo de las colecciones de referencia es imprescindible para documentar la falta de elementos, la posible desintegración de algunos de ellos o la aparición de grasa que pueda dañar la colección. Es recomendable un servicio de mantenimiento y conservación preventiva de colecciones.

Una osteoteca registrada y documentada es más útil para los investigadores y prestigia la institución.

CONCLUSIONES

Nuestro objetivo es una preparación de colecciones osteológicas de manera rigurosa, adecuada y respetuosa con el hueso, junto con un embalaje estable, conseguimos una larga preservación para este tipo de colecciones. Con esto facilitamos la conservación, las consultas y los futuros usos de las muestras preparadas.

Una osteoteca de calidad tiene una vida más larga.

JUEVES 28/10/2021

Compromiso entre preservación e investigación: análisis de las consecuencias de la preparación de fósiles

Mariana DI GIACOMO¹

¹ Yale Peabody Museum of Natural History, 170 Whitney Ave, New Haven, CT, USA.

Correspondencia: mariana.digiacomo@yale.edu

Palabras clave: Preparación mecánica, preparación ácida, láser Nd: YAG, alteraciones físicas, alteraciones químicas

Resumen

Desde el siglo XIX, los métodos de preparación mecánica y ácida han sido los más utilizados por preparadores de fósiles [1-6]. Esto se debe a que ambas técnicas han probado ser exitosas en remover el sedimento que rodea a los fósiles y en muchos casos, liberándolos del mismo. Ambas técnicas han servido como primer paso para estudiar e interpretar los fósiles encontrados y han influenciado cómo se almacenan los fósiles ya preparados en colecciones de todo el mundo. Sin embargo, sus consecuencias no han sido exploradas en profundidad. Estas se han hecho evidentes en casos en los cuales los fósiles fueron dañados por el proceso de preparación [7-9] y, en la mayoría de los casos, la información ha sido transmitida a colegas de forma oral o ha quedado escrita en cuadernos de laboratorio, ya que pocos preparadores o conservadores que trabajan con fósiles publican sus hallazgos.

El objetivo de este trabajo fue la exploración de las consecuencias de las técnicas de preparación mecánica y ácida, además agregando una técnica poco común, la preparación con láser [10]. Las muestras utilizadas fueron colectadas por un equipo del Smithsonian National Museum of Natural History en la Formación Cloverly en Wyoming, EE.UU. en 2007. Se trata de pequeños fragmentos de hueso fósil, probablemente pertenecientes a dinosaurios del Cretácico temprano. Algunas muestras fueron limpiadas de forma mecánica con herramientas manuales y neumáticas; una de las muestras fue dañada levemente con la herramienta neumática, de forma que el daño no fuese visible a simple vista. Otras fueron preparadas con ácido acético al 5% v/v, siendo primero protegidas con dos capas de Paraloid B-67 en una mezcla de acetona y metiletilcetona, excepto por una de las muestras que fue dejada sin cubrir para conocer los efectos del ácido sobre el hueso. Finalmente, el resto de las muestras fueron preparadas con un láser Nd:YAG (neodymium-doped yttrium aluminum garnet) con una longitud de onda de 1064 nm. Las muestras fueron analizadas visualmente, con un microscopio electrónico de barrido, y con otras técnicas analíticas (XRF, XRD, ToF-SIMS) para entender las posibles alteraciones físicas y químicas que la preparación pudo generar.

El análisis de las muestras bajo el microscopio electrónico de barrido revela que tanto la muestra dañada levemente con la herramienta neumática, como la muestra sin protección durante la inmersión ácida tienen modificaciones físicas a nivel de superficie (*Figura 1*). Esto es evidente también en todas las muestras preparadas con el láser, sin importar los ajustes elegidos durante el tratamiento. Estos resultados demuestran que la preparación, realizada de forma incorrecta, puede ser dañina para los fósiles, sin importar el método que se elija. Por eso mismo, es importante que las instituciones que trabajan con fósiles reconozcan la importancia de tener profesionales de preparación y conservación, ya que su función no solamente afecta la preservación a largo plazo de los restos, sino también las líneas de investigación que se formulan en el futuro [10,11].

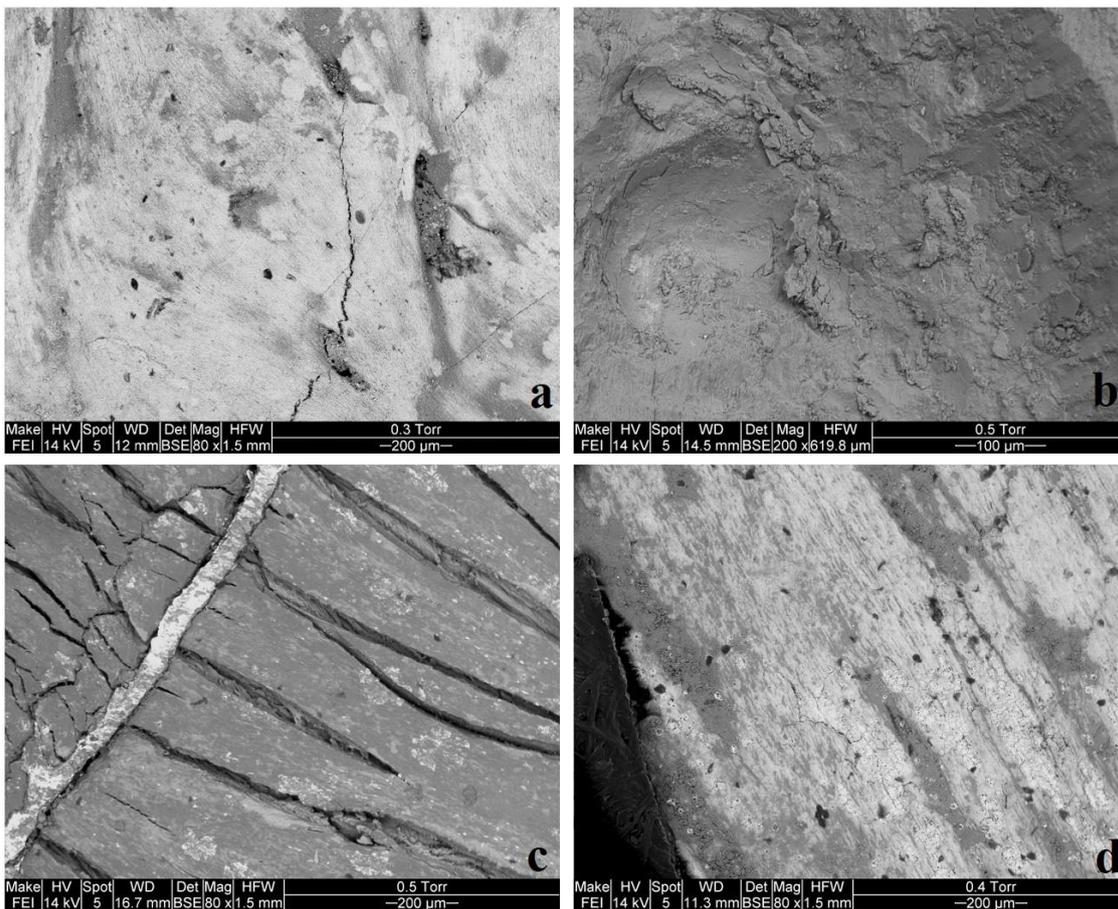


Figura 1.- Modificaciones superficiales observadas bajo el microscopio electrónico de barrido. a. muestra control (80x). b. preparación mecánica dañada intencionalmente (200x). c. preparación ácida sin protección (80x). d. preparación láser (80x; 0.023- 0.23 Jcm⁻²)

Referencias

- [1]. M.A. Brown, “The Development of ‘Modern’ Palaeontological Laboratory Methods: A Century of Progress.” *Earth and Environmental Science Transactions of The Royal Society of Edinburgh*, 2012, DOI: <https://doi.org/10.1017/S1755691013000352>.
- [2]. A. Hermann, “Modern Laboratory Methods in Vertebrate Palaeontology”, *Bulletin of the American Museum of Natural History*, vol. 26, pp. 283–331, 1909.
- [3]. G.A. Cooper, y H.B. Whittington. “Use of Acids in Preparation of Fossils” en *Handbook of Paleontological Techniques*, W.H. Freeman, Ed. San Francisco: 1965, pp 294–300.
- [4]. A.E. Rixon, “The Use of Acetic and Formic Acids in the Preparation of Fossil Vertebrates”, *The Museums Journal*, vol. 49, no. 5, pp. 116–17, 1949.
- [5]. H.A. Toombs, “The Use of Acetic Acid in the Development of Vertebrate Fossils”, *The Museums Journal*, vol. 48, no. 3, pp. 54–55, 1948.
- [6]. P.J. Whybrow, “A History of Fossil Collecting and Preparation Techniques”, *Curator: The Museum Journal*, vol. 28, no. 1, pp. 5–26, 1985.
- [7]. L. López-Polín, “Possible Interferences of Some Conservation Treatments with Subsequent Studies on Fossil Bones: A Conservator’s Overview”, *Quaternary International*, 2012, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.07.039>
- [8]. L.A. Wiest, J.V. Ferraro, K.M. Binetti, S.L. Forman, D.A. Esker, M. Kibunjia, J.P. Brugal y B. Zechmann, “Morphological Characteristics of Preparator Air-Scribe Marks: Implications for Taphonomic Research”, *PLoS One*, 2018, DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209330>
- [9]. R. M. Feldmann, R. E. Chapman, and J. T. Hannibal, “Introduction: Whatever you do, do them no harm,” *The Paleontological Society Special Publications*, vol. 4, pp. i-ii, 1989, DOI: <https://doi.org/10.1017/S2475262200004949>.
- [10]. M.L. Di Giacomo, "The Effects of Preparation on Paleontological Scientific Analyses and Long-term Stability of Fossils", tesis doctoral, Universidad de Delaware, Delaware, 2019.
- [11]. M.A. Brown, A. Davidson, M. Fox, S. Jabo y M. Smith. “Defining the Professional Vertebrate Fossil Preparator: Essential Competencies,” 2012.

El efecto de las limpiezas químicas en material óseo fósil: El caso de la *Cova de les Teixoneres* (Moià, Barcelona)

Irene CAZALLA^{1,2}, Gala GÓMEZ-MERINO^{1,2},
Ruth BLASCO^{1,2}, Florent RIVALS^{3,1,2}, Jordi ROSELL^{2,1}

1 Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social (IPHES-CERCA), Campus Sescelades URV, Edifici W3, 43007 Tarragona, España.

2 Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Història i Història de l'Art, Avinguda de Catalunya 35, 43002 Tarragona, España.

3 ICREA, Pg. Lluís Companys 23, 08010 Barcelona, España.

Correspondencia: icazalla@iphes.cat

Palabras clave: Limpieza química, hueso, ácido acético, conservación - restauración.

Resumen

En el campo de la restauración arqueológica, el método de limpieza generalmente más utilizado en especímenes materiales fósiles es el mecánico. No obstante, en función de las características de cada yacimiento, las matrices sedimentarias pueden resultar bastante duras y una simple limpieza física o mecánica resulta poco eficaz o incluso puede causar alteraciones en la pieza. Este tipo de tratamientos pueden generar vibraciones que, junto con la fuerza ejercida sobre el material, pueden provocar daños que perjudiquen la conservación de los fósiles.

Este es el caso del yacimiento de la Cova de les Teixoneres (Moià, Barcelona) [1,2] en el que los materiales (especialmente restos óseos) presentan concreciones carbonatadas en su superficie. Esto impide en ocasiones el estudio de las superficies corticales, el análisis de la morfología de los restos, dificulta la identificación de posibles marcas producidas por procesos tafonómicos, la toma de medidas, etc.

Una de las alternativas a este tipo de actuaciones (las limpiezas físicas o mecánicas) son las limpiezas químicas [3-6], no obstante, la falta de estudios en este tipo de aplicaciones ha derivado en una falta de protocolos de actuación. Por estos motivos, hemos realizado una investigación experimental acerca del efecto y utilidad de las limpiezas químicas en fósiles procedentes del nivel III de la Cova de les Teixoneres (Paleolítico medio).

En este trabajo presentamos los resultados de un programa experimental orientado a la evaluación del efecto y utilidad de diferentes reactivos aplicados por inmersión (ácido acético, ácido fórmico, hidróxido de potasio, hexametáfosfato de sodio) teniendo en cuenta las variables de tiempo, la concentración y el tipo de producto.

Las muestras se han caracterizado antes y después de las limpiezas a través de diferentes técnicas de análisis: colorimetría, microscopía digital 3D (*Figura 1*), microscopía

electrónica de barrido ambiental (ESEM-EDX) y difracción de rayos X (DRX). Así mismo, se han empleado aparatos para controlar el pH y la conductividad.

Los resultados obtenidos determinan que el tratamiento más efectivo para las muestras tratadas es la inmersión en ácido acético, en detrimento del resto de productos, ya que permite debilitar y en ocasiones eliminar la matriz de los restos sin deteriorar la superficie del hueso.



Figura 1.- Muestras durante el proceso de inmersión.

Referencias:

- [1] J. Rosell, R. Blasco, F. Rivals, A. Cebrià, J.I. Morales, A. Rodríguez, D. Serrat, E. Carbonell, “Las ocupaciones en la Cova de les Teixoneres (Moia, Barcelona): relaciones espaciales y grado de competencia entre hienas, osos y neandertales durante el Pleistoceno superior”. *Zona arqueológica*, vol. 13, pp. 392-402, 2010
- [2] L. Zilio, H. Hammond, T. Karampaglidis, L. Sánchez-Romero, R. Blasco, F. Rivals, A. Rufà, A. Picin, G. Chacón, M. Demuro, L. Arnold, J. Rosell, “Examining Neanderthal and carnivore occupations of Teixoneres Cave (Moia, Barcelona, Spain) using archaeostratigraphic and intra-site spatial analysis”. *Scientific reports*, vol. 11, no. 1, pp. 1-20, 2021
- [3] W. Lindsay, “The acid technique in vertebrate palaeontology: a review”. *The geological curator*, vol. 4, no. 7, pp. 455-461, 1987
- [4] A.E. Rixon, *Fossil animal remains: their preparation and conservation*. London:

The Atholone Press of the University of London, 1976

- [5] H.A. Toombs, A.E. Rixon, "The use of acids in the preparation of vertebrate fossils". *Curator*, vol. 2, no. 4, pp. 304-312, 1959
- [6] S. Val, R. García, D. López, "Preliminary results on the chemical preparation of dinosaur eggshells". *Journal of Paleontological Techniques*, vol. 13, pp. 29-37, 2014

Protocolo de actuación para minimizar los efectos de degradación derivados del uso del MicroCT en el estudio del patrimonio paleontológico.

Sofía DE LEÓN VERDASCO¹, Raquel LORENZO-CASES¹, Pilar FERNÁNDEZ-COLÓN¹

¹ CENIEH, Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana, Paseo de la Sierra de Atapuerca 3, 09002, Burgos, España.

Correspondencia: sofia.deleon@cenieh.es; sofiadlv1@gmail.com

Palabras clave: Microtomografía computarizada, protocolo de actuación, patrimonio paleontológico, conservación preventiva, control ambiental.

Resumen

La microtomografía computarizada (MicroCT) es una variante de la tomografía computarizada, técnica de diagnóstico por imagen que utiliza haces de rayos X y detectores electrónicos que giran en torno a un objeto en posición fija, generando imágenes de sus cortes transversales (*Figura 1*). Presenta un amplio rango de aplicaciones en diversas áreas de investigación, como análisis morfométricos y biomecánicos, microanálisis de estructuras internas, generación de modelos 3D, etc. A mediados de los años 70 comenzó a utilizarse en el ámbito de la conservación del patrimonio cultural, y en 1984 se aplicó por primera vez en el estudio de un cráneo fósil [1].

Actualmente, el MicroCT ha sustituido a otros métodos de análisis destructivos como la toma de muestras, o la toma de secciones y cortes en artefactos o ecofactos para estudiar su interior. Aunque emplea una técnica no destructiva, su aplicación no es inocua para los bienes culturales ya que emite radiaciones electromagnéticas e ionizantes de elevada energía, y comporta una excesiva manipulación del objeto. Debido a esto, el uso sobre patrimonio paleontológico debe protocolizarse para minimizar el riesgo.

El escaneado es un proceso exotérmico que provoca un aumento de temperatura y un descenso de humedad relativa en la cámara del MicroCT. En el estudio del equipo Phoenix v/tome/xs de GE® Measurement, presente en el Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH), el Laboratorio de Conservación y Restauración detectó que la variación de estos parámetros ambientales (máxima oscilación horaria), estaba relacionada con las características del escaneado: posición (tamaño y densidad del objeto, distancia al foco), corriente, potencia, filtros y duración. Estas circunstancias, suponen un riesgo potencial para la conservación de los bienes

paleontológicos dada su sensible naturaleza higroscópica y anisotrópica, cuyo estrés puede generar procesos de degradación [2].

Además, la técnica exige la colocación del objeto inmovilizado en posición axial para el alcance idóneo del rayo. Lo que conlleva la participación de los conservadores-restauradores en cada escaneado de patrimonio: encapsulado del bien en una estructura de poliestireno expandido (permitiendo el paso de rayos X); montaje con cinta de doble cara en una plataforma conforme a su tamaño; colocación en el interior del MicroCT; registro de los parámetros ambientales tanto de la cámara (*Figura 2*), como del Laboratorio de Microtomografía; análisis del estado previo y final del bien. Estas acciones se enmarcan dentro del protocolo de actuación, que desde 2008, el Laboratorio diseña y actualiza siguiendo criterios de conservación preventiva adaptados a las características de los equipos del Laboratorio de Microtomografía Computarizada del CENIEH.

El MicroCT es una herramienta muy extendida de diagnosis, necesaria para el avance de la investigación en el ámbito de la evolución humana, ya que permite el análisis no destructivo del patrimonio paleontológico de alto valor científico y significancia. Por ello, se recomienda su uso limitado minimizando los riesgos reales y potenciales, así como el diseño de estrategias específicas de conservación preventiva [3]: un único escaneado, soporte individual, filtro, mínima energía y corriente acorde a las características del bien, entre otras.

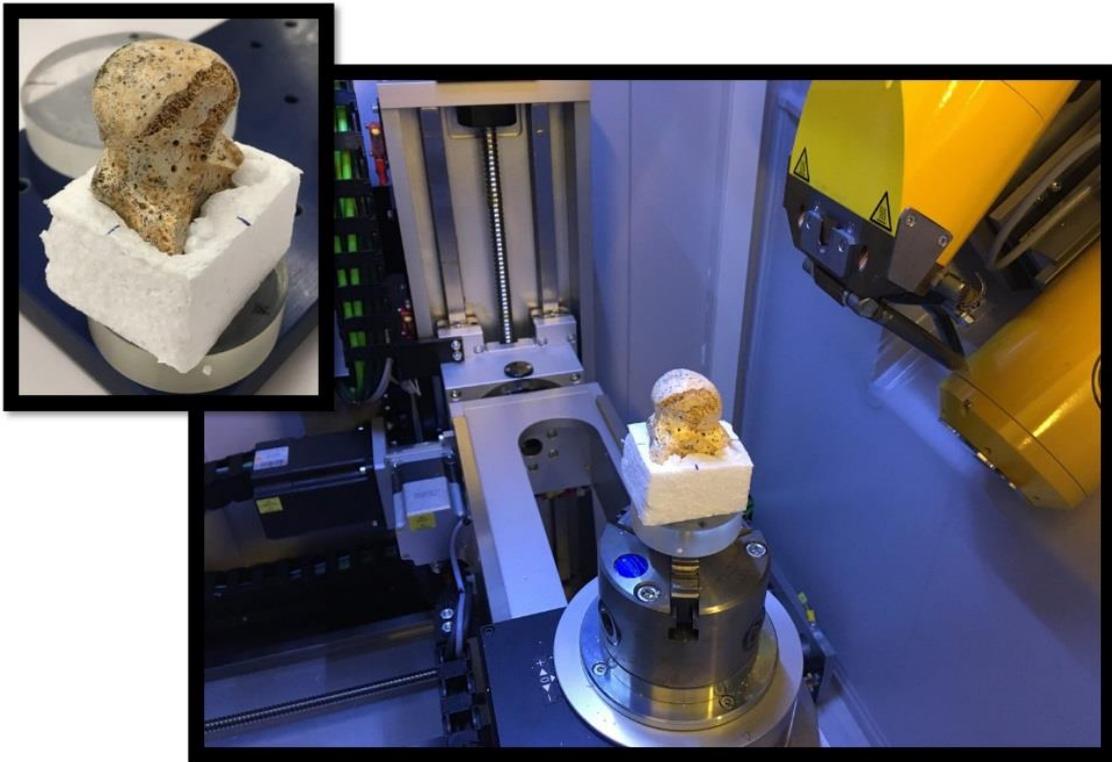


Figura 1.- Colocación de un bien paleontológico junto con el soporte y la plataforma en el interior de la cámara de escaneo del MicroCT.

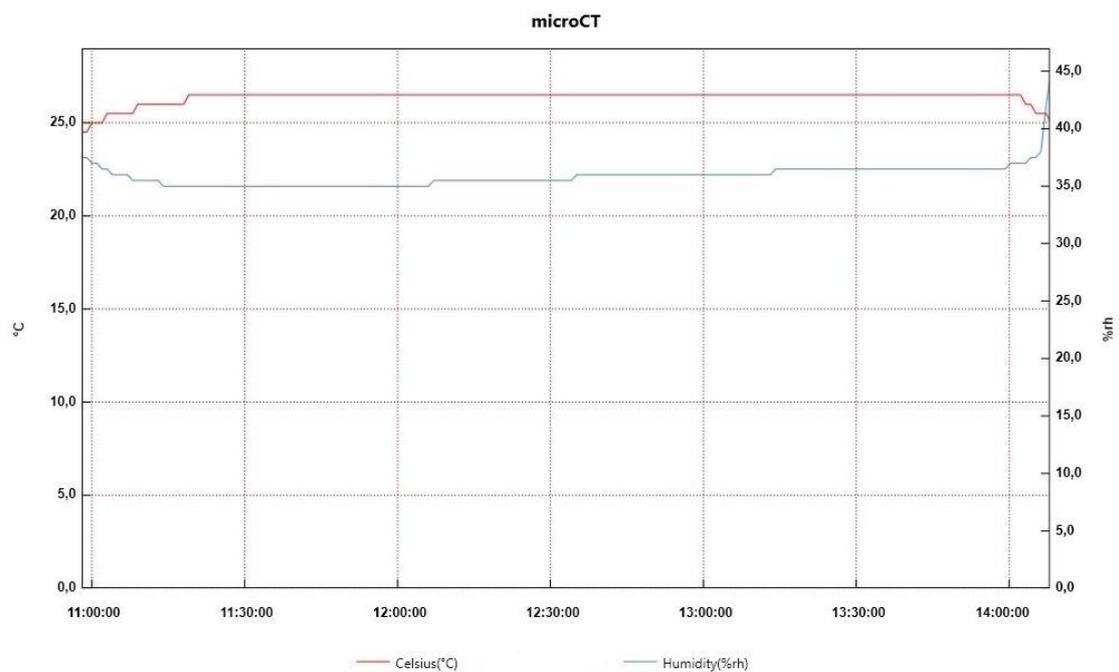


Figura 2.- Monitorización del microambiente en el interior de la cámara del MicroCT Phoenix v/tome/xs de GE® s240 Measurement, durante el escaneo de un bien paleontológico en el CENIEH.

Referencias

- [1]. X. Wu and L.A. Schepartz, “Application of computed tomography in paleoanthropological research”, *Progress in Natural Science*, vol. 19, no. 8, pp. 913–921, 2009, DOI: <https://doi.org/10.1016/J.PNSC.2008.10.009>
- [2]. Canadian Institute of Conservation, Webpage entry “Agent of Deterioration: Incorrect Temperature”, “Agent of Deterioration: Incorrect Temperature” S. Michalski for Canadian Institute of Conservation, 2018. [Online]. Available:<https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/temperature.html> [Accessed: March 15, 2021]
- [3]. E. Lacasa-Marquina et al., (2011). “Microtomografía computarizada y sus efectos sobre la conservación de colecciones paleontológicas: Análisis de una muestra fósil procedente del yacimiento de la Sima de los Huesos (Atapuerca, España)”, presentado en II Workshop de Conservación Preparación-Restauración en Ciencias Naturales, ICP, Sabadell, 2011.

Evaluación de consolidantes en base a nanopartículas aplicados sobre huesos

Ainoa RODRÍGUEZ-RUEDA¹, José M. MARTÍN RAMIREZ², Ana Paula ZADERENKO PARTIDA², M. Pilar ORTIZ CALDERÓN².

1 MIB, Museo Ibero de Jaén, Paseo de la estación nº 41, 23008 Jaén, España.

2 UPO, Universidad Pablo de Olavide. Departamento de sistemas físicos, químicos y naturales, Carretera de Utrera Km 1, ES-41013 Sevilla, España.

Correspondencia: ainoa.rodriguez@juntadeandalucia.es

Palabras clave: Consolidante, huesos fósiles, nanopartículas, patologías, preparación

Resumen

En este trabajo se realiza un estudio comparativo entre dos consolidantes en base a nanopartículas elegidos por tener diferente naturaleza y compatibilidad, relativas al sustrato en el que van a ser aplicados: nanopartículas de hidróxido de calcio en dispersión isopropílica (Nanorestore®) y nanopartículas de sílice en dispersión acuosa coloidal (Nanoestel®), para establecer mediante ensayos científicos la idoneidad de los mismos con relación al sustrato en el que han sido aplicados, en este caso, huesos fósiles procedentes del yacimiento paleontológico Baza 1 (Granada) con una cronología de 4.0-4.5 M.a [1,2]. Como estado de la cuestión cabe mencionar, que el presente trabajo forma parte de una investigación más amplia, aún en proceso, siendo un trabajo innovador e inédito, dada la falta de bibliografía e investigación relacionada con este material salvo pinceladas como el artículo de Natali et al. [3] o el trabajo realizado con el material de la Cueva del Ángel, Córdoba [4].

Las muestras analizadas corresponden a fragmentos de hueso fósil con diversas patologías; astillas indeterminadas, correspondientes a ungulados de tamaño medio-grande, que no aportan información morfológica a los investigadores (*Figura 1*).

Los principales agentes de degradación in situ son: temperatura, humedad relativa, meteorización, compresión del sedimento y plantas superiores cuyas raíces encuentran en los huesos fósiles los nutrientes necesarios para su actividad metabólica [5]. Estas alteraciones generan modificaciones físico-químicas, siendo la más importante la falta de cohesión del material, que se traduce en la disminución de la resistencia mecánica, disgregación, fisuras y fracturas. El tratamiento apropiado para abordar este tipo de patologías es la consolidación.

Para la evaluación de la eficacia de los consolidantes, se ha caracterizado previamente el material y establecidos patrones ex professo antes del tratamiento y después de las diferentes aplicaciones, determinando variables como el aspecto, grado de consolidación,

penetración y compatibilidad, que permitirán la comparación tras cada aplicación de ambos consolidantes. Para ello, se han realizado técnicas morfométricas tales como: microscopio electrónico de barrido (MEB), lupa y fotografía con luz visible; análisis físico-mecánicos: cinética de absorción de agua a presión atmosférica, colorimetría, conductividad y velocidad de propagación de ultrasonidos y, por último, análisis químico, siendo la sonda de energía dispersiva de rayos X la utilizada junto al MEB.

Para comparar los resultados de los dos consolidantes con base en nanopartículas se han establecido, de forma específica, protocolos que permitan dicha comparación: preparación de las muestras (limpieza físico-química y desalación), determinación de la concentración del consolidante (ambos productos se han aplicado a un 5% en sus respectivos diluyentes), periodicidad (aplicaciones cada 7 días, puesto que el tiempo de secado oscila entre 3 y 7 días), vehiculante (etanol aplicado mediante hisopo impregnado), proceso de aplicación (pincel de cerdas sintéticas n.º 2) y secado (cámara desecadora, para mantener estables la humedad relativa y temperatura ambiental).

Los resultados obtenidos permiten determinar que, ambos productos consolidan, debido principalmente a que la porosidad disminuye pasando de un $46\% \pm 2$ a un $38\% \pm 3$ y a que la velocidad de propagación del ultrasonido también disminuye, aunque se dan casos en los que aumenta dicha velocidad, por lo que no se puede dar como concluyente este ensayo. Sin embargo, existen diferencias entre ellos. El consolidante a base de nano-sílice provoca un incremento del brillo superficial y, por tanto, de la luminosidad, aunque al ser menor a 10 no es perceptible por el ojo humano [6]. No penetra en el material, formando capas que se superponen y craquelan dando lugar a zonas desprotegidas, siendo visibles en el microscopio las diferentes capas y la separación entre ellas; el microanálisis marca como elemento mayoritario, Sílice. Sin embargo, en las nanopartículas de hidróxido de calcio, las muestras se tornan blanquinosas, la cortical vira hacia el amarillo y el esponjoso hacia el rojo. Con la aplicación de nanopartículas de hidróxido de calcio, se produce un crecimiento en retícula de calcita, de forma heterogénea, quedando zonas sin proteger, pero siendo compatible con el sustrato. Los microanálisis en dichos agregados dan como elemento mayoritario el calcio (*Figura 2*).

Por tanto, se puede concluir que, las nanopartículas de hidróxido de calcio son más apropiadas para el material estudiado. No obstante, futuras investigaciones han de ir encaminadas a la idoneidad relativa a la aplicación de dichos productos y concentración, siendo un ensayo que se ha de realizar a posteriori. Mencionar otro interrogante a contestar en función de los resultados obtenidos ¿son apropiadas las nanopartículas en el trabajo de campo o, sin embargo, han de quedar ligadas al trabajo de laboratorio?

Agradecer al equipo científico del yacimiento Baza-1, principalmente a Bienvenido Martínez-Navarro, Sergio Ros-Montoya y M^a Patrocinio Espigares Ortiz, su apoyo en la realización de esta investigación y en la cesión de los huesos fósiles, fuente de este estudio.

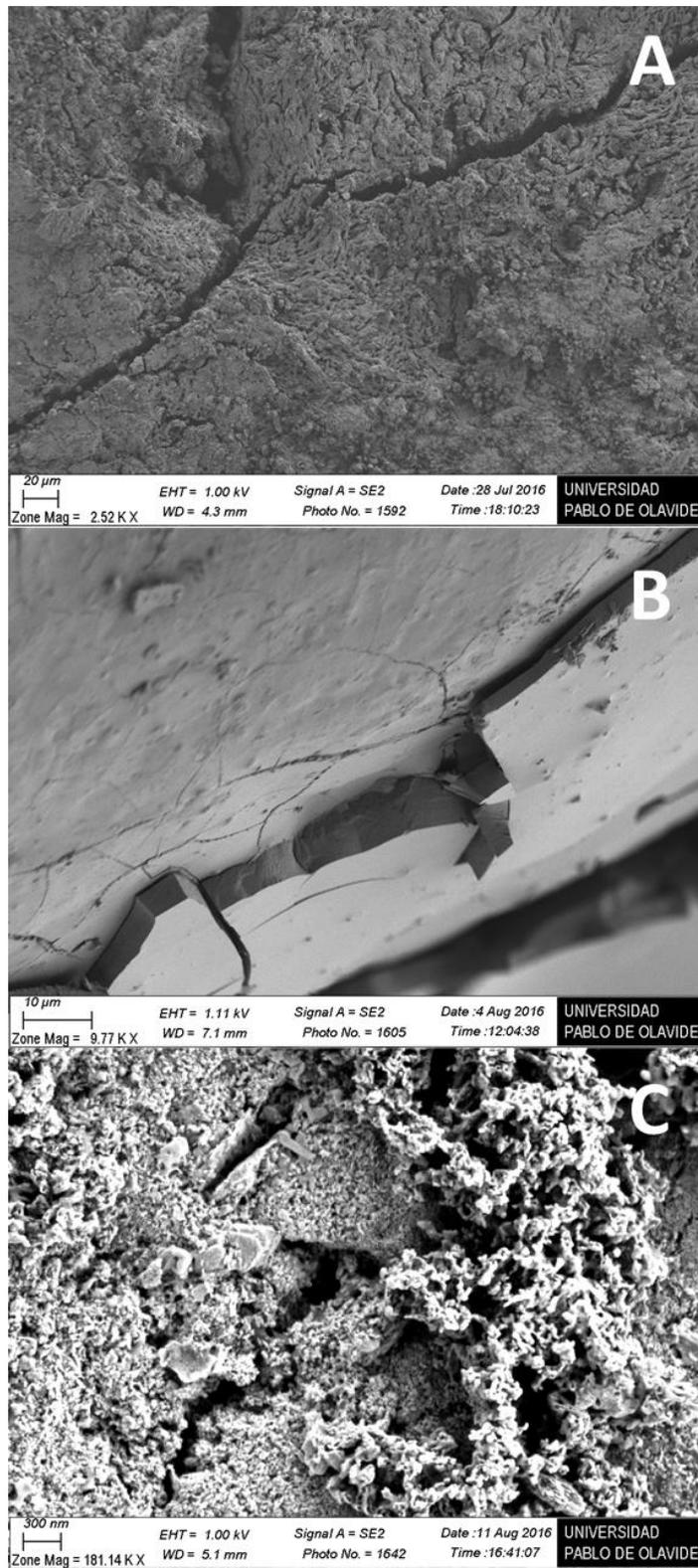


Figura 1 - Imagen macroscópica del material procedente de la excavación (izquierda) e imagen inicial de la astilla (derecha).



Figura 2 – (A) Imagen SEM-EDX de la astilla sin tratamiento. (B) Imagen SEM-EDX tras la 3ra aplicación de Nanoestel®. (C) Imagen SEM-EDX tras la 3ra aplicación de Nanorestore®.

Referencias

- [1] S. Ros-Montoya, B. Martínez-Navarro, M.P. Espigares, A. Guerra-Merchán, J.M. García-Aguilar, P. Piñero, A. Rodríguez-Rueda, J. Agustí, O. Oms, P. Palmqvist, “A new Ruscianian site in Europe: Baza-1 (Baza basin, Andalusia, Spain)”. *Comptes Rendus Palevol*, vol. 16, no. 7, pp. 746-761, 2017.
- [2] B. Martínez-Navarro, S. Ros-Montoya, J.M. Jiménez-Arenas, M.P. Espigares, A. Guerra-Merchán, J.M. García-Aguilar, A. Rodríguez-Rueda, O. Oms. J. Agustí, P. Palmqvist, “El yacimiento paleontológico de Baza-1: un nuevo referente del Rusciniense español”. XXXI Jornadas de Paleontología, Sociedad Española de Paleontología, 2015.
- [3] I. Natali, P. Tempesti, E. Carreti, M. Potenza, S. Sansoni, P. Baglioni, L. Dei, “Aragonite Crystals Grown on Bones by Reaction of CO₂ with Nanostructured Ca (OH)₂ in the Presence of Collagen. Implications in Archaeology and Paleontology”, *Langmuir*. American Chemical Society, 2014, DOI: <https://doi.org/10.1021/la404085v>.
- [4] E. Montilla Jiménez, “Técnicas alternativas de conservación y restauración aplicadas en material paleontológico procedente de yacimientos del Pleistoceno Medio. Ensayos de aplicación en los yacimientos de Cueva del Ángel, Lucena (Córdoba)”. *Revista Atlántica-Mediterránea De Prehistoria Y Arqueología Social*, vol. 17, pp. 93-103, 2015.
- [5] Y. Fernández-Jalvo y P. Andrews, (2016) “Atlas of taphonomic identifications”, en *Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series*. E. Delson y E.J. Sargis, Eds. Dordrecht: Springer, 2016 DOI: 10.1007/978-94-017-7432-1.
- [6] P. Ortiz, V. Antúnez, R. Ortiz, J.M. Martín, M.A. Gómez, A.R. Hortal, B. Martínez-Haya, “Comparative study of pulsed laser cleaning applied to weathered

marble surfaces”, Applied Surface Science, vol. 283, pp. 193-201, 2013.

- [7] Rodríguez Rueda, A. Becerra Luna, J. Martín JM. Zaderenko Partida, A.P. Ortiz Calderón, M. P. «A comparative evaluation of Nano-lime and Nano-silica consolidants on fossils». 3er International Congress Science and Technology for the Conservation of Cultural Heritage, TechnoHeritage, 2017. Cádiz, España.

Consolidación superficial de material fósil mediante carbonatación bacteriana. Resultados preliminares de un tipo de consolidación alternativa.

Silvia MARÍN ORTEGA¹, M. Àngels CALVO², Manuel Àngel IGLESIAS³

¹ Àrea de Conservació-Restauració, Escola Superior de Conservació Restauració de Béns Culturals de Catalunya, Barcelona. marinortegasilvia@gmail.com

² Grup de Recerca en Microbiologia Aplicada i Mediambiental. Departament de Sanitat i d'Anatomia Animals, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona.

³ Secció de Conservació-Restauració, Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona.

Correspondencia: marinortegasilvia@gmail.com

Palabras clave: consolidación, fósil, carbonatación bacteriana, *Myxococcus xanthus*, *Cheirogaster richardi*.

Resumen

La consolidación de material paleontológico se ha realizado habitualmente mediante productos de endurecimiento. Este procedimiento, documentado ya en el siglo XIX [1-3], se desarrolló paralelamente a la consolidación de piedra monumental [4-6] y de bienes arqueológicos [7,8]. Actualmente, el tratamiento consiste en la impregnación mediante polímeros, predominantemente resinas acrílicas [9-13]. Estas impregnaciones, propias de la intervención conocida como preparación paleontológica, intentan conservar la morfología de los fósiles y facilitar su manipulación al realizar los estudios histomorfométricos, histopatológicos, taxonómicos y tafonómicos [9,14]. Por tanto, son tratamientos supeditados a las necesidades de investigación de los paleontólogos. En ese sentido, los criterios de mínima intervención, de respeto por el bien en toda su integridad, de no alteración del material, de reversibilidad, retratabilidad y estabilidad futura, no se tienen plenamente en cuenta. Generalmente, las resinas se aplican de manera sistemática porque se consideran imprescindibles para que los fósiles adquieran una determinada consistencia [15]. Pero los polímeros aplicados sobre materiales porosos, aunque consiguen un endurecimiento eficaz para las necesidades inmediatas, generan cambios de color y brillo, pueden dificultar análisis futuros [16], alteran químicamente el material, incrementan el peso, forman películas superficiales con diferentes coeficientes de contracción-dilatación, obstruyen los poros [17], cambian el comportamiento hídrico-gaseoso y pueden deteriorarse generando nuevos problemas [18-20]. Además, son tratamientos incompatibles, irreversibles y tóxicos [20-22].

Las tendencias actuales de conservación, y la irrupción de conservadores-restauradores en las instituciones que tratan patrimonio paleontológico, apuestan por explorar nuevas vías [16,23]. En esa línea, este trabajo investiga la consolidación basada en la carbonatogénesis mediante inoculación bacteriana de *Myxococcus xanthus* sobre un espécimen *Cheirogaster richardi* de Can Mata (Hostalets de Pierola). La propuesta se ha

ensayado sobre 27 probetas, analizadas antes y después del tratamiento mediante Reflecting Transformation Imaging (RTI), microscopía electrónica de barrido, control de peso, espectrofotometría, pruebas de absorción, control de pH y conductividad, microdureza Vickers y tape test (*Figuras 1 y 2*).

Los resultados indican que la dureza se incrementa prácticamente el doble, de 0,16 kg/mm² a 0,28 kg/mm². También aumenta la cohesión: la totalidad de las partículas disgregadas en superficie quedan unidas al formarse una capa superficial de carbonato cálcico (de 6 µm), sin cambios apreciables en el estudio de rugosidad superficial.

Los cambios de color y brillo son mínimos ($\Delta E < 5$) en casi todas las muestras; y las propiedades fisicoquímicas de pH, conductividad y peso apenas se modifican. Se han observado, en cambio, modificaciones en la porosidad, pero sin obstrucción total.

En conclusión, la biocarbonatación se muestra como un tratamiento válido para consolidar fósiles carbonatados al ser altamente compatible con el original y aportar buenos valores de endurecimiento y cohesión. Además, es un tratamiento no tóxico para el restaurador y respetuoso con el medio ambiente.

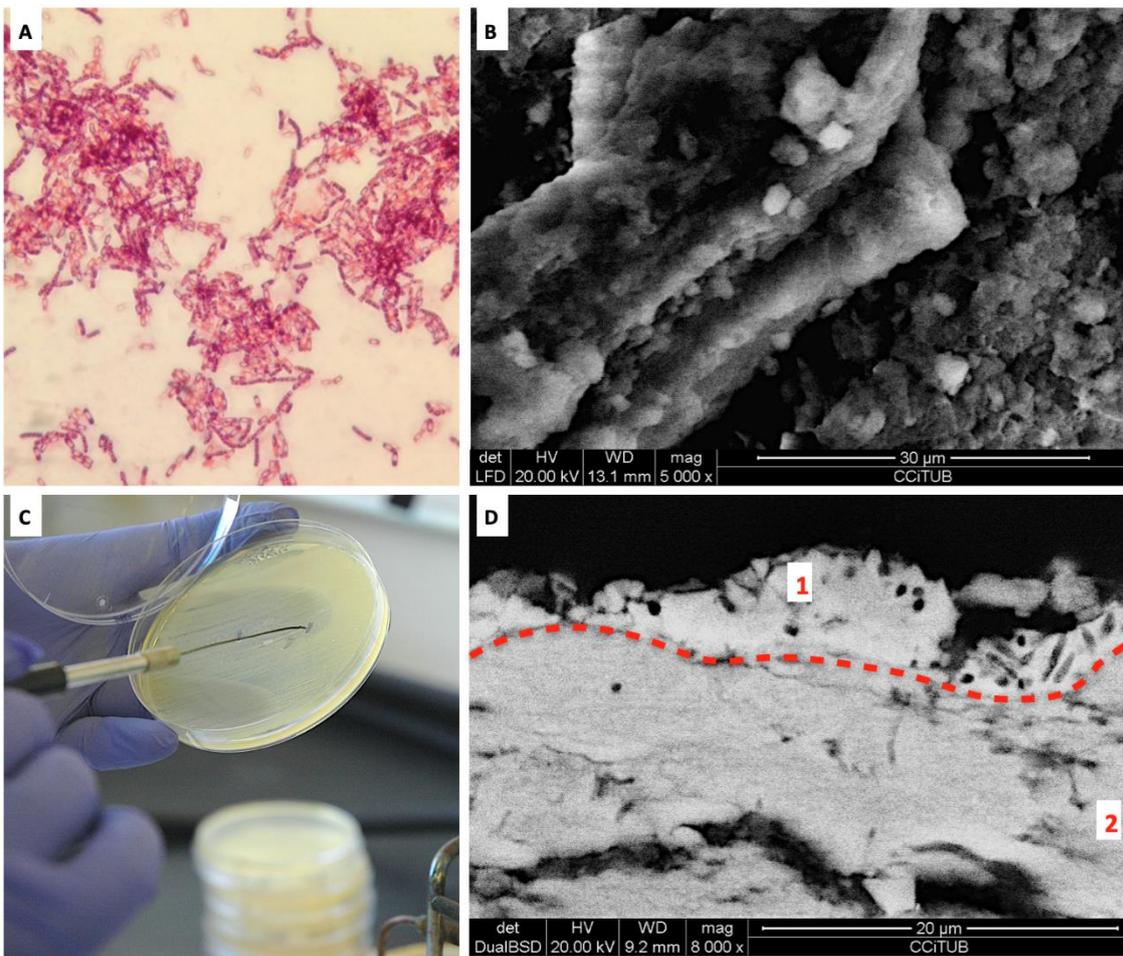


Figura 1.- A) Control del desarrollo microbiológico de *Myxococcus xanthus* durante el tratamiento. B) Imagen SEM-SEI de la superficie de la probeta MN-O1. C) Toma de muestras para el control del desarrollo de microorganismos durante el tratamiento. D) Imagen SEM-BEI de la parte superior de la sección (probeta B-SEM2). En línea roja: límite entre la capa neoformada y la superficie original del fósil. Autora: Silvia Marín.

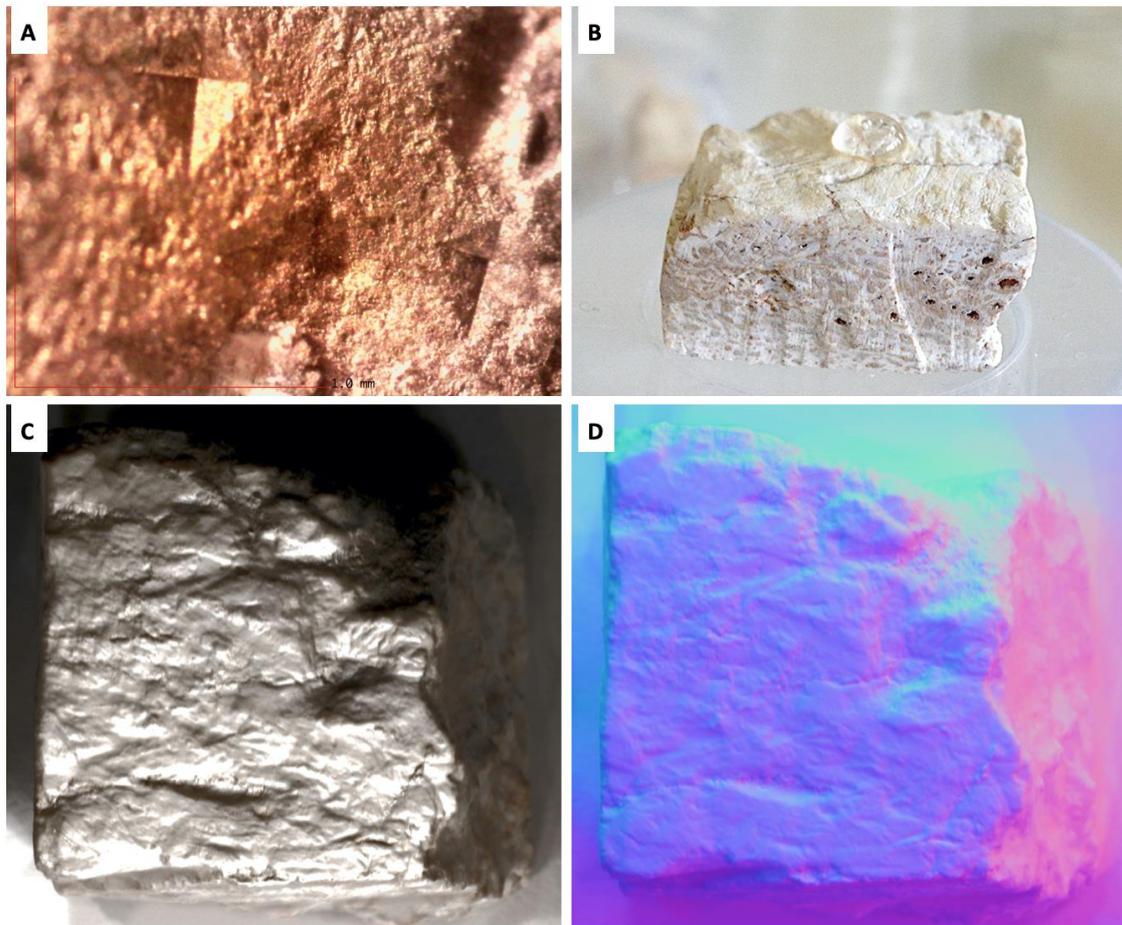


Figura 2.- A) Detalle del análisis de microdureza mediante microindentación. B) Prueba de absorción a la gota. C) Análisis de la rugosidad superficial mediante RTI en modo especular, muestra B-D2. D) Análisis de la rugosidad superficial mediante RTI en mapa de normales, muestra B-D2. Autora: Silvia Marín.

Referencias

- [1] W. M. F. Petrie, *Methods and Aims in Archaeology*. McMillan and Co. London. 1904 (edición de 2011).
- [2] F. Rathgen, *The Preservation of Antiquities*. Cambridge: Cambridge University Press. 1905 (edición de 2013).
- [3] F. M. P. Howie “Materials used for conserving fossil specimens since 1930: a review”. *Adhesives and consolidants: preprints of the contributions to the Paris Congress, 2-8 September* , pp. 92-97, 1984.
- [4] L. Lazzarini y M. Laurenzi *Il restauro della pietra*. Cedam Casa Editrice. Milano. 1986.
- [5] L. Borgioli, “Polimeri di sintesi per la conservazione della pietra”. *Collana i Talenti*. Il Prato. Saonara. 2006.

- [6] C. Horie, *Materials for Conservation: Organic Consolidants, Adhesives, and Coatings*. Butterworth-Heinemann. Oxford. 1989.
- [7] J.M. Cronyn, *The elements of archaeological conservation*. Ed. Routledge. Londres. 1990.
- [8] C. Pedeli, y S. Pulga. *Pratiche conservative sullo scavo archeologico*. Edición del Giglio. Florencia. 2002.
- [9] J.S. Johnson, “Consolidation of archaeological bone: a conservation perspective” *Journal of Field Archaeology*, 21, pp. 221-233, 1994.
- [10] D. De Rossi, S. De Gruchy, y N. C. Lovell. “A Comparative Experiment in the Consolidation of Cremated Bone”. *International Journal of Osteoarchaeology*, 14, pp. 104-111, 2004.
- [11] L.A. Kres y N.C. Lovell, “A comparison of consolidants for archaeological bone”. *Journal of Field Archaeology*, 22 , pp. 508-515, 1995.
- [12] L. López-Polín, J.M. Bermúdez de Castro y E. Carbonell. “The preparation and conservation treatments of the human fossils from Lower Pleistocene unit TD6 (Gran Dolina site, Atapuerca). The 2003-2009 record”. *Quaternary International*, 433, pp. 251-262, 2017.
- [13] X. Aymerich, y M. Rull, “Avaluació de l'eficàcia de la funció protectora del Paraloid® B72 en els tractaments de preparació paleontològica amb àcids dèbils.” *Unicum*, 18, pp. 27-34, 2019.
- [14] S.P. Koob. “The consolidation of archaeological bones”. En: Brommelle, N.S. (Ed.) *Adhesives and Consolidants*. IIC. London. 1984, pp. 98-102.
- [15] S. Val, D. López y R. García “La Història Natural i les seves col·leccions paleontològiques”. *Centre de Restauració i Interpretació Paleontològica. Curatorial*, 1, pp. 30-40, 2014.
- [16] L. López-Polín. “Possible interferences of some conservation treatments with subsequent studies on fossil bones: A conservator’s overview”. *Quaternary International*, 275, pp. 120-127, 2012.
- [17] J. Ashley-Smith, “Adhesives and Coatings”. *The Science For Conservators Series: Volume 3. Conservation Unit Museums and Galleries Commission*. Routledge, Taylor & Francis Group. London and New York, 1992.
- [18] Tiano, P. “Precipitazione bioindotta di calcite per il rinforzo delle pietre monumentali”. En: *I batteri nel restauro. I principi, l’esperienza di laboratorio e i*

- casi studio applicati dalla biopulitura al bioconsolidamento. 28 settembre 2013, Centro Europeo per i Maestri del Patrimonio. Il Prato. Thiene. pp. 241-272, 2013
- [19] F. Jroundi, M. T. Gonzalez-Muñoz, A. García-Bueno y C. Rodríguez-Navarro “Consolidation of archaeological gypsum plaster by bacterial biomineralization of calcium carbonate”. *Acta biomaterialia*, 10, pp. 3844–3854, 2014.
- [20] A. Barberà, S. Marín y P. Rovira, “The removal of Paraloid® coatings with aqueous based formulations. Practical case in frescoes from els Munts roman villa (Catalonia)”. 3rd Green Conservation Conference. Universidade Católica Portuguesa, del 10 al 11 de octubre de 2019. *ECR - Estudos de Conservação e Restauro*, 10, pp. 67-83, 2019.
- [21] J. Delgado Rodrigues, “Consolidation of decayed stones. A delicate problem with few practical solutions”. En: LOURENÇO, P.B., ROCA, P. (eds.). *Historical Constructions*. Guimarães. p. 3-14, 2001.
- [22] M. Matteini “Inorganic treatments for the consolidation and protection of stone artefacts and mural paintings”. *Conservation Science in Cultural Heritage*, 8, 2008, pp. 13-27.
- [23] P. Fernández Colon E. Lacasa Marquina “Criterios de conservación y restauración del patrimonio paleontológico. IV Congreso del GEIIC. Cáceres. pp. 335-339, 2009.

Estrategias de conservación preventiva para la colección de homínidos procedente de los yacimientos de la Sierra de Atapuerca depositada en el CENIEH

Raquel LORENZO-CASES¹, Sofía DE LEÓN VERDASCO¹, Pilar FÉRNÁNDEZ-COLÓN¹

¹ CENIEH, Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana. Paseo Sierra de Atapuerca, 3, 09002, Burgos, España.

Correspondencia: raquel.lorenzo@cenieh.es

Palabras clave: Conservación preventiva, acondicionamiento físico, depósito, control ambiental, Atapuerca.

Resumen

En el Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH), se custodian más de 150.000 bienes arqueo-paleontológicos procedentes de las excavaciones realizadas en los yacimientos plio-pleistocenos de la sierra de Atapuerca (Burgos), declarados patrimonio de la humanidad por la UNESCO. Entre estos bienes se encuentran los restos de cuatro especies pertenecientes al género Homo: Homo antecesor, Homo neanderthalensis, Homo sp., y los pre-neandertales de la Sima de los Huesos. Esta colección de homínidos presenta un gran valor científico [1] que la posiciona en el grado máximo de relevancia cultural y significancia y, por tanto, debe ser especialmente protegida.

La conservación de esta colección, así como de los restos de fauna y lítica de alto valor científico, es una de las líneas prioritarias del Plan de Conservación Preventiva del CENIEH. El objetivo es garantizar su conservación en el tiempo, minimizar las necesidades de manipulación e intervención directa, y salvaguardar su integridad científica y cultural [2].

La naturaleza físico-química de estos restos, los diferentes estados de conservación derivados de los contextos arqueológicos y acontecimientos pre- y postdeposicionales, hacen que surja la necesidad de establecer protocolos de conservación preventiva singulares, englobando las líneas a seguir en la gestión, depósito y conservación de las mismas [3]. La naturaleza higroscópica y anisotrópica de estos restos compromete su estabilidad mecánica frente a fluctuaciones climáticas, por lo que se hace imprescindible poder controlar estos parámetros.

La adecuación de las salas de colecciones del CENIEH a las necesidades de este patrimonio ha requerido la realización de reformas estructurales y climáticas en el edificio. Se ha diseñado un espacio acorazado (*Figura 1*) cumpliendo con la normativa de seguridad de museos, con un ambiente que evita la incidencia del clima exterior y consigue unas condiciones estables, donde se monitorizan a tiempo real los parámetros

de humedad relativa y temperatura permitiendo realizar un seguimiento continuo de los mismos.

En cuanto a la demanda científica de esta colección, además de la creación de un protocolo para su consulta, también se ha tenido en cuenta esta circunstancia para diseñar el acondicionamiento físico. Los contenedores de almacenaje responden a las necesidades de conservación de la colección, principalmente afectada por procesos de degradación mecánicos. Se utilizan materiales inertes como textiles no tejidos y espumas de polietileno de alta densidad. Se distribuyen en cajas transparentes de manera que puedan manipularse de forma individualizada, se adaptan los soportes a la morfología de cada pieza, y se ordenan en los contenedores clasificados por parte anatómica con la señalética correspondiente (*Figura 2*).

Su uso científico, tanto por la frecuencia de consulta como por las necesidades que requiere, las hace susceptibles de ser manipuladas con asiduidad. Esto hace necesario equilibrar su salvaguarda con la investigación, ámbitos que en un primer momento pueden resultar divergentes, pero cuyas diferencias pueden solventarse siempre a través del diseño de estrategias específicas de conservación preventiva [4]. Estos protocolos han resultado ser claves para mejorar la accesibilidad de las colecciones, limitar la manipulación de las piezas y controlar el ambiente en el que se conservan.



Figura 1.- Sala acorazada CENIEH. Vista general.



Figura 2.- Acondicionamiento físico de la colección de dientes *Homo antecessor*. Detalle

Referencias

- [1] Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J., Parés, J. et al. “The first hominin of Europe”. *Nature*, vol. 452, pp. 465–469, 2008.
- [2] European Commission “Hacia una Estrategia Europea sobre Conservación Preventiva”. Adoptada en la Reunión de Vantaa, 21-22 de septiembre de 2000. PC Start- Raphael Programme. European Commission
- [3] IPCE “Plan Nacional de Conservación Preventiva. Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE)” Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. Madrid, 2011.
- [4] Michalsky, S. “Preservación de colecciones. Cómo administrar un museo: manual práctico”. ICOM, París. pp.51-90, 2006.

Técnicas de restauración virtual aplicadas a dos defensas de mamut del Barranc de la Boella

Laura GÓMEZ-MORGADO¹, Lucía LÓPEZ-POLÍN^{1,2}, Josep VALLVERDÚ^{1,2}, Palmira SALADIÉ^{1,2}

1 Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES), Zona Educacional 4, Edifici W3, 43007 Tarragona, España.

2 Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Història i Història de l'Art, Avinguda de Catalunya 35, 43002 Tarragona, España

Correspondencia: lgmrestauracion@gmail.com

Palabras clave: Fotogrametría, *Mammuthus meridionalis*, restauración virtual, reconstrucción 3D, difusión

Resumen

El objetivo de este trabajo es la aplicación de técnicas de restauración virtual 2D y 3D sobre dos defensas de *Mammuthus meridionalis* procedentes del yacimiento arqueológico del Barranc de la Boella (La Canonja, Tarragona), con el fin de ayudar a su conservación, estudio y puesta en valor [1].

Estas defensas se localizaron durante la campaña de excavación del 2007 en un nivel datado en el Pleistoceno Inferior final (1-0,78Ma) y en el que también aparecieron cuatro molares, fragmentos de cráneo y un fragmento de costilla de *Mammuthus meridionalis* [2-5]. Las defensas pertenecen a un individuo adulto, tienen 1,8 metros de longitud aproximadamente y se encontraron entrelazadas, motivo por el cual la extracción se realizó en un único bloque y actualmente se conservan en la misma posición (*Figura 1*). Por el momento, no se ha planteado separarlas debido al nivel de complejidad del proceso y los riesgos que podría suponer para los restos, pudiendo provocar fisuras, desprendimientos o fracturas. Esto, junto a la controversia por la necesidad o no de separarlas, es lo que ha motivado realizar la intervención mediante técnicas digitales tales como la documentación 3D, la reconstrucción virtual o la reproducción 3D.

Para poder trabajar digitalmente con las defensas, el primer paso fue obtener un modelo 3D de alta resolución, que en este caso se consiguió mediante fotogrametría con cámara réflex digital DSLR. Una vez obtenida la copia digital, se realizó la separación de las defensas y se trabajó la malla y la textura resultantes para conseguir un modelo completo e independiente de cada una de ellas. (*Figura 2*).

Con estos modelos, se abre un gran abanico de posibilidades para abarcar diferentes necesidades o intereses. Uno de los trabajos que se ha llevado a cabo ha sido la elaboración de mapas de patologías sobre los modelos 3D [6-7], que permiten visualizarlas desde cualquier punto de vista, a diferencia de las fotografías, que pueden

no abarcar toda la superficie de los restos. Esto puede servir para controlar de manera más precisa la aparición de nuevas patologías, por ejemplo, si se trasladan a otro emplazamiento. (*Figura 2*).

Además, tras un amplio estudio previo y la ayuda de expertos [8-11], se ha podido deducir la posible posición original de estos dientes y plantear una hipótesis reconstructiva de las puntas que no se conservan (*Figura 2*). Esta reconstrucción, así como los modelos de las defensas en sí, pueden ayudar a su estudio sin ponerlas en riesgo, ya que pueden ser estudiadas desde cualquier parte del mundo sin necesidad de tener acceso físicamente a las originales.

Por último, y en cuanto a la divulgación se refiere, se ha realizado mediante encargo a una empresa externa¹ una réplica a escala real de las defensas para colocarlas en su emplazamiento en el yacimiento (*Figura 2*) y poderlas mostrar durante las visitas guiadas, facilitando la comprensión y sensibilizando sobre la importancia de los trabajos arqueológicos y de conservación-restauración.



Figura 1.- Las defensas de mamut durante la excavación y estado actual.

¹ Réplica realizada por la empresa *d'ART Difusió i Conservació del Patrimoni*



Figura 2.- Modelos 3D: separación de las defensas (a); mapa de patologías (b); propuesta de reconstrucción en su posición anatómica (c); réplica a escala real (d).

Referencias

- [1]. L. Gómez, “Técnicas de restauración virtual aplicadas a dos defensas de mamut procedentes del yacimiento arqueo-paleontológico del Barranc de la Boella (La Canonja, Tarragona)”, trabajo de final de máster, Universidad de Alicante, Alicante, 2018.
- [2]. M. Mosquera, P. Saladié, A. Ollé, I. Cáceres, R. Huguet, J.J. Villalaín, A. Carrancho, D. Bourlès, R. Braucher, J. Vallverdú, “Barranc de la Boella (Catalonia, Spain): an Acheulean elephant butchering site from the European late Early Pleistocene”, *Journal of Quaternary Science*, 2015, DOI: <https://doi.org/10.1002/jqs.2800>
- [3]. P. Saladié, J. Vallverdú, Ll. Bennàsar, D. Cabanes, E. Mancha, L. Menéndez, H. Blain, A. Ollé, M. Mosquera, J. Vilalta, I. Cáceres, I. Expósito, M. Esteban, R. Huguet, A. Rosas, A. Solé, L. López-Polín, A.B. García, B. Martínez, E. Carbonell, R. Capdevila, “Resultats preliminars del nivel 2 del sondeig al Centre de Convencions del Barranc de la Boella”, *Cota Zero*, n. 23, pp. 13-19, 2008.
- [4]. J. Vallverdú, P. Saladié, A. Rosas, R. Huguet, I. Cáceres, A. Pineda, A. Ollé, M. Mosquera, A. García-Tabernero, A. Estalrich, A. Carrancho, J.J. Villalaín, D. Bourlès, R. Braucher, A. Lebatard, J. Vilalta, I. Lozano, L. López-Polín, E. Moreno, J.M. Vergès, I. Expósito, J. Agustí, E. Carbonell, R. Capdevila, “El Barranc de la Boella (La Canonja, Tarragona)”, R. Sala Eds., *Pleistocene and Holocene hunter-gatherers in Iberia and the Gibraltar Strait: the current*

- archaeological record, pp. 287-295, 2014.
- [5]. J. Vallverdú, P. Saladié, A. Rosas, R. Huguet, I. Cáceres, M. Mosquera, A. García-Tabernero, A. Estalrich, I. Lozano-Fernández, A. Pineda-Alcalá, Á. Carrancho, J.J. Villalaín, D. Bourlés, R. Brauncher, A. Lebatard, J. Vilalta, M. Esteban-Nadal, M.L. Bennisà, M. Bastir, L. López-Polín, A. Ollé, J.M. Vergès, S. Ros-Montoya, B. Martínez-Navarro, A. García, J. Martinell, I. Expósito, F. Burjachs, J. Agustí, E. Carbonell, “Age and Date for Early Arrival of the Acheulian in Europe (Barranc de la Boella, la Canonja, Spain)”, *Plos One*, 2014, DOI:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103634>
- [6]. L. Olazábal, “Propuesta metodológica para la aplicación de nuevos medios 2D y 3D a los procesos de conservación y restauración de bienes culturales. Estudios de caso: Escultura de Santa Teresa y Grupo escultórico Laoconte y sus hijos”, trabajo de final de máster, Universidad de Alicante, Alicante, 2016.
- [7]. M. Sánchez., “Arqueta napolitana del siglo XVI en el Museo Nacional de Artes Decorativas de Madrid. Documentación 3D, análisis y representación de patologías mediante técnicas 2D y 3D, y restauración virtual”, trabajo de final de máster, Universidad de Alicante, Alicante, 2016.
- [8]. S. Agostini, M.R. Palombo, M.A. Rossi, E. Di Canzio, M. Tallini, “Mammuthus meridionalis (Nesti, 1825) from Campo di Pile (L’Aquila, Abruzzo, Central Italy)”, *Quaternary International*, 2012, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.05.013>
- [9]. W. Garutt, “A skeleton of the Southern Elephant, *Archidiskodon meridionalis* (Nesti, 1825), from a sand-pit near Georghievsk, Northern Caucasus, Russia”, *Cranium*, vol. 15, no.1, pp. 33-38, 1998.
- [10]. E. Maschenko, A. Schvyreva, N. Kalmykov, “The second complete skeleton of *Archidiskodon meridionalis* (Elephantidae, Proboscidea) from the Stavropol Region, Russia”, *Quaternary Science Reviews*, 2011, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2011.06.003>
- [11]. M.A. Rossi, S. Agostini, M.R. Palombo, I. Angelini, S. Caramiello, F. Casarin, E. Ghezzi, F. Marano, G. Molin, P. Reggiani, C. Sangati, L. Santello, G. Socrate, E. Vinciguerra, “*Mammuthus meridionalis* from Madonna della Strada (Scoppito, L’Aquila): diagnostics and restoration” *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, vol. 56, no. 3, pp. 359-373, 2017.

TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN VIRTUAL APLICADAS A DOS DEFENSAS DE MAMUT DEL BARRANC DE LA BOELLA

Laura GÓMEZ-MORGADO ¹, Lucía LÓPEZ-POLÍN ^{1,2}, Josep VALLVERDÚ ^{1,2}, Palmira SALADIÉ ^{1,2}

e-mail: lgmrestauracion@gmail.com / modelos 3D: lauragomez.artstation.com

¹ Institut Català de Paleoeecologia Humana i Evolució Social (IPHES), Zona Educativa 4, Edifici W3, 43007 Tarragona, Spain.

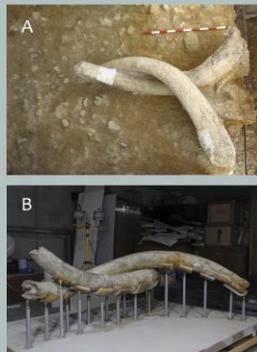
² Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Història i Història de l'Art, Avinguda de Catalunya 35, 43002 Tarragona, Spain.

LAS DEFENSAS

Pertenecen a un individuo adulto de *Mammuthus meridionalis* y fueron halladas en el yacimiento arqueológico del Barranc de la Boella (La Canonja, Tarragona) durante la campaña de 2007, en un nivel datado en el Pleistoceno Inferior final (1-0,78Ma). Miden aproximadamente 1.8m de largo y su gran particularidad es que se encontraron entrelazadas.

Sin embargo, la complejidad del proceso de separación y los riesgos que podría suponer para los restos, junto con la controversia por la necesidad o no de separarlas, es lo que ha motivado realizar una intervención mediante técnicas digitales 2D y 3D que complemente la restauración física y ayude a su conservación, estudio y puesta en valor sin comprometer la integridad de las defensas.

Figura 1: Defensas durante la excavación (A) y su estado actual (B).



LAS TÉCNICAS DIGITALES

Ofrecen nuevas posibilidades en el campo de la conservación-restauración, ya que permiten obtener una documentación gráfica más amplia y realizar actuaciones que físicamente no siempre son posibles.

En este caso, se ha partido de un modelo fotogramétrico de gran resolución para realizar la separación digital de las defensas y, a partir de aquí, generar una serie de recursos tales como: un mapa de patologías de cada una de ellas que puede examinarse desde cualquier punto de vista, una hipótesis de su orientación original y reconstrucción volumétrica de las puntas, y, por último, diferentes propuestas para su musealización.

Además, los modelos obtenidos pueden usarse tanto para su estudio como su difusión, sin la necesidad de acceder directamente a ellas.

DIGITALIZACIÓN Y SEPARACIÓN VIRTUAL



Modelo 3D obtenido mediante fotogrametría digital con cámara réflex DSLR.



Separación, optimización y corrección de la malla y la textura de los modelos resultantes.



Vista superior e inferior de las dos defensas separadas, corregidas y optimizadas.

MAPA DE PATOLOGÍAS E HIPÓTESIS RECONSTRUCTIVA



Mapas de alteraciones sobre los modelos independientes que pueden visualizarse tanto en 3D como en 2D.



Orientación y reconstrucción hipotética de las puntas a partir de un estudio previo. Recreación de eofauna.



Diferentes vistas de las defensas orientadas y reconstruidas mediante modelado 3D.

DIVULGACIÓN Y PUESTA EN VALOR

La Realidad Aumentada es una tecnología que se puede utilizar para facilitar la comprensión de los restos durante las visitas al yacimiento o centro de interpretación desde un smartphone o tablet. De esta manera, se ofrece una experiencia más inmersiva donde poder ver, por ejemplo, las defensas separadas y reconstruidas sobre las originales.

Otra opción es la realización de réplicas (mediante impresión o mecanizado 3D) para hacerlas, sobre todo, más accesibles al público infantil o con discapacidad visual. En este caso, se ha optado por una réplica a tamaño real para mostrarlas en las visitas al yacimiento, que aparte de ser un recurso didáctico, sirven para sensibilizar sobre la importancia de los trabajos arqueológicos y de conservación-restauración.



Propuesta de una aplicación móvil de Realidad Aumentada para visualizar los diferentes modelos. Se pueden rotar y ampliar, ofreciendo una visión 360° de los restos.



Réplica a escala real situada en su emplazamiento original para las visitas guiadas al yacimiento. Realizada por d'ART Difusió i Conservació del Patrimoni.



AGRADECIMIENTOS

A Daniel Tejerina, mi tutor del Trabajo Final de Máster, por su apoyo y dedicación durante el desarrollo de la mayor parte de este trabajo. También a Alejandro Martín, por su ayuda con la aplicación de RA.

A Joan Madurell, por su asesoramiento a la hora de plantear la orientación y reconstrucción de las defensas.

A Francisco Blanco-Moreno (Pacheco), de d'ART Difusió i Conservació del Patrimoni, por su implicación con la elaboración de la réplica.

Restauración virtual de una mandíbula infantil de *Mammuthus meridionalis* del yacimiento de Fuente Nueva 3 (Orce, Granada)

Gala GÓMEZ-MERINO^{1,2}, Carlos LORENZO^{2,1}, Sergio ROS-MONTOYA³, M^a. Patrocinio ESPIGARES³, Robert SALA-RAMOS^{1,2} y Bienvenido MARTÍNEZ-NAVARRO^{1,2,4}

1 IPHES-CERCA, Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social, Campus Sescelades URV, Edifici W3, 43007 Tarragona, España.

2 Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Història i Història de l'Art, Avinguda de Catalunya 35, 43002 Tarragona, España.

3 Departamento de Ecología y Geología, Universidad de Málaga, Campus de Teatinos, 29071-Málaga, España.

4 ICREA - Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats, Barcelona, España.

Correspondencia: ggomez.merino@iphes.cat

Palabras clave: Fuente Nueva 3, Orce, restauración virtual, modelo 3D, fotogrametría.

Resumen

El yacimiento de Fuente Nueva 3 (Orce, Granada), datado en 1,3-1,4 millones de años, está situado en depósitos fluvio-lacustres del Pleistoceno inferior, que han preservado un registro arqueopaleontológico excepcional, con abundante industria lítica asociada a macromamíferos, siendo una de las evidencias más antiguas de presencia humana en Europa.

Fuente Nueva 3 es un yacimiento muy rico en restos de macrovertebrados fósiles, especialmente de proboscideos (*Mammuthus meridionalis*) de los que se han recuperado numerosos registros correspondientes a restos óseos, molares aislados, defensas e incluso esqueletos incompletos en conexión anatómica [1]. Estas acumulaciones son producto de la actividad de humanos (*Homo* sp.) y de hienas (*Pachycrocuta brevirostris*), lo que ha proporcionado datos muy relevantes para los estudios arqueológicos y paleobiológicos: tecnología lítica, taxonomía, biocronología, tafonomía y paleoecología.

Para obtener una mejor documentación de las asociaciones faunísticas, de su relación con las actividades de los homínidos, de la distribución espacial de los registros y de la tafonomía en general, a partir del año 2013 el equipo liderado desde el IPHES inició la aplicación de técnicas de registro mediante escaneado 3D de las superficies de excavación en Fuente Nueva 3. Se utilizó un escáner de superficie de luz blanca Breuckmann y fotogrametría. Estas técnicas son, además, una importante herramienta de conservación “in situ”, ya que, hasta entonces para obtener un registro de la posición original de los materiales, era necesario realizar moldes tradicionales de los suelos arqueopaleontológicos [2-4]. Estos procesos pueden ser agresivos pues los productos para

el moldeo pueden producir alteraciones indeseadas del sedimento y de otros fósiles adyacentes y daños mecánicos involuntarios al retirar las membranas de los moldes.

Durante la campaña de 2013 se descubrieron dos hemimandíbulas que podían pertenecer a un mismo individuo inmaduro de *Mammuthus meridionalis*. Su estado de conservación y su posición en el yacimiento se registraron en 3D con el escáner de luz blanca Breuckmann. Tras los tratamientos de limpieza en el laboratorio se realizó un registro 3D mediante fotogrametría y se comprobó que ambas hemimandíbulas pertenecieron a un mismo individuo infantil lactante. La mandíbula en conjunto, aunque fracturada en dos piezas, está muy completa, conservándose mejor el lado derecho, pues el izquierdo está muy deformado debido a procesos diagenéticos. Por esta causa, y por la ausencia de un fragmento en el lado izquierdo a la altura de la sínfisis, no es posible unir los dos fragmentos de la mandíbula y reconstruirla sin reintegrarla utilizando un material añadido para reforzar la estructura. (*Figura 1*)

La pieza fue entregada a la Junta de Andalucía en 2015, pero se ha realizado un modelo 3D para reconstruir y unir ambos fragmentos (*Figura 2A*). Esta técnica virtual permite reproducir los fósiles a diversas escalas por impresión 3D y obtener reproducciones de las piezas originales para su estudio y exposición sin añadir materiales para su adhesión y/o reintegración (*Figura 2B*). Es una propuesta aplicable a cualquier tipo de fósil, ya que es completamente respetuosa con la pieza original. Además, permite continuar trabajando y realizar propuestas de restauración sin disponer de las piezas originales.



Figura 1.- Mandíbula infantil hallada en la campaña de excavación de 2013 en Fuente Nueva 3 (Orce, Granada) durante su restauración en el IPHES (Tarragona).

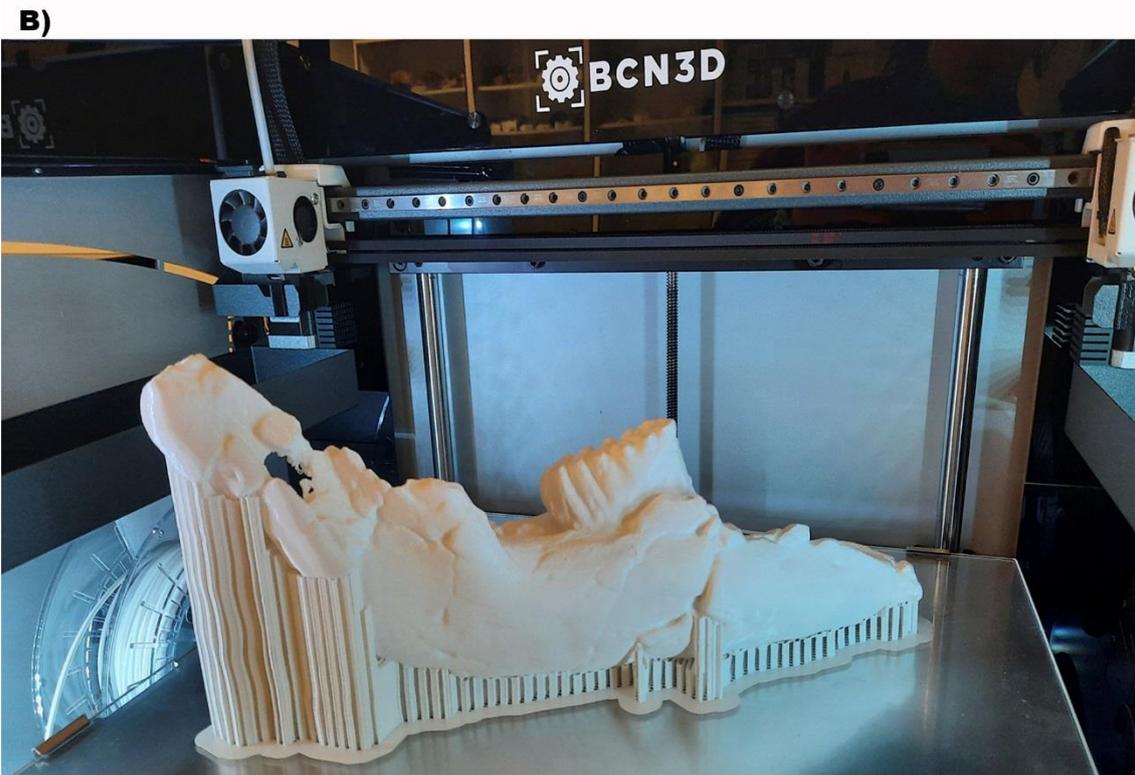
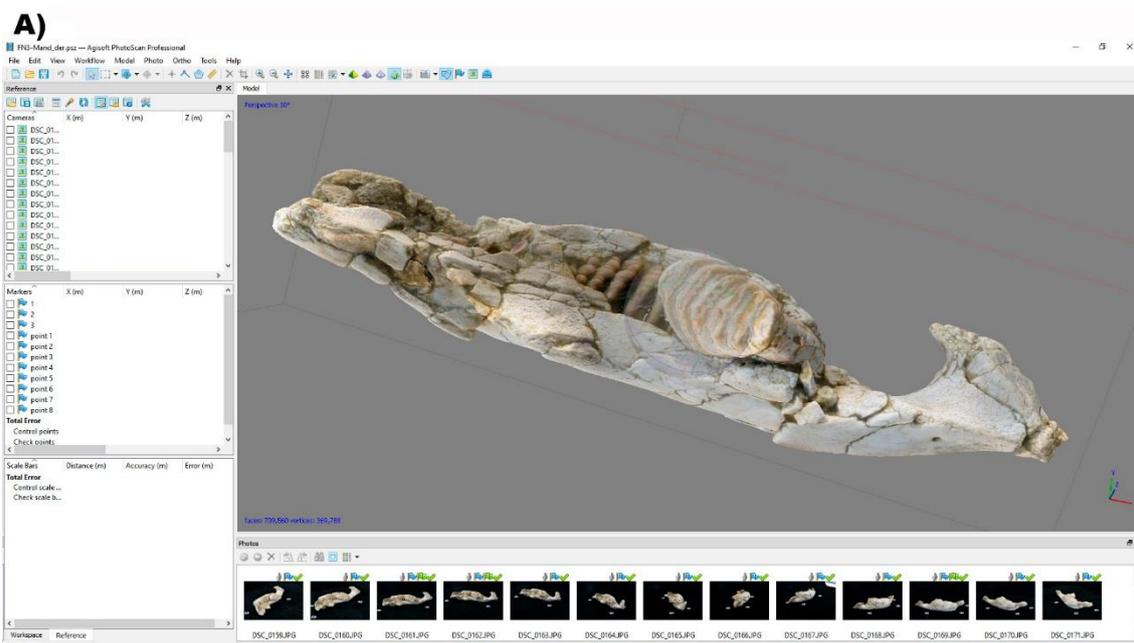


Figura 2.- Hemimandíbula derecha del individuo infantil de *Mammuthus meridionalis* hallada 2013 en Fuente Nueva 3 (Orce, Granada). A) Reconstrucción del modelo 3D a mediante fotogrametría con Agisoft Photoscan; B) Impresión 3D en el Laboratorio de Paleoantropología del IPHES.

Referencias

- [1] M.P.Espigares, B. Martínez-Navarro, P. Palmqvist, S. Ros-Montoya, I. Toro, J. Agustí y R. Sala, “Homo vs. Pachycrocuta: Earliest evidence of competition for an elephant carcass between scavengers at Fuente Nueva-3 (Orce, Spain)”, *Quaternary International*, vol. 295, pp. 113–125, 2013.
- [2] J.J. López-Amador y I. Pellejero-Usón, “Técnicas de preparación de fósiles en yacimientos paleontológicos. Consolidación "in situ" para exponer temporalmente en Orce, Granada” en *Laboratorios de Paleontología*, L. Alcalá y A. Cobos, Eds. Teruel: Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel- Dinópolis, 2007, pp 31- 40.
- [3] S. Val Molina, “Tècniques de reprodució en paleontologia”, *Unicum: revista de l'Escola Superior de Conservació i Restauració de Béns Culturals de Catalunya*, vol. 8, pp. 118-127, 2009
- [4] G. Gómez Merino, L. López-Polín, A. Solé-Raventós y J. Vilalta-Ollé, “Treballs de restauració i d'emmotllament dels materials paleontològics del Camp dels Ninots” en *El Camp dels Ninots: rastres de l'evolució*, G. Campeny y B. Gómez de Soler, Eds. Caldes de Malavella: Ajuntament de Caldes de Malavella/ IPHES, 2010, pp. 177-199.

Restauración virtual de una mandíbula infantil de *Mammuthus meridionalis* del yacimiento de Fuente Nueva 3 (Orce, Granada, España)

Gala GÓMEZ MERINO^{1,2}, Carlos LORENZO^{2,1}, Sergio ROS-MONTOYA³, M^a. Patrocinio ESPIGARES³, Robert SALA-RAMOS^{1,2} y Bienvenido MARTÍNEZ NAVARRO^{1,2,4}



1 IPHES-CERCA, Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social, Campus Sescelades URV, Edifici W3, 43007 Tarragona, España gomez_merino@iphes.cat
2 Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Història i Història de l'Art, Av. Diagonal de Catalunya 35, 43002 Tarragona, España.
3 Departamento de Ecología y Geología, Universidad de Málaga, Campus de Teatinos, 29071-Málaga, España.
4 ICREA - Institut Catalana de Recerca i Estudis Avançats, Barcelona, España

INTRODUCCIÓN

El yacimiento de Fuente Nueva 3 (Orce, Granada), datado en 1,3-1,4 millones de años, está situado en la Cuenca de Baza, en depósitos lacustres del Pleistoceno inferior, que han preservado un registro arqueopaleontológico excepcional, con abundante industria lítica asociada a macromamíferos. Registra una de las evidencias más antiguas de presencia humana en Europa (Figura 1). Es un yacimiento muy rico en restos fósiles de megafauna, especialmente de proboscídeos (*Mammuthus meridionalis*) de los que se han recuperado numerosos restos correspondientes a fragmentos óseos, molares aislados, defensas e incluso esqueletos incompletos en conexión anatómica (Espigares et al., 2013). Estas acumulaciones son producto de la actividad de humanos (*Homo* sp.) y de hienas gigantes (*Pachycrocuta brevirostris*), lo que ha proporcionado datos muy relevantes para los estudios arqueológicos y paleobiológicos: tecnología lítica, taxonomía, biocronología, tafonomía y paleoecología (Figuras 2 y 3).

Para obtener una mejor documentación de las asociaciones faunísticas, de su relación con las actividades de los homínidos, de la distribución espacial de los registros y de la tafonomía en general, a partir del año 2013 el equipo liderado desde el IPHES inició la aplicación de técnicas de registro mediante escaneado 3D de las superficies de excavación en Fuente Nueva 3. Se utilizó un escáner de superficie de luz blanca Breuckmann y fotogrametría. Estas técnicas son, además, una importante herramienta de conservación "in situ" ya que, hasta entonces, para obtener un registro de la posición original de los materiales, era necesario realizar moldes tradicionales de los suelos arqueopaleontológicos (López Amador y Pellejero Usón, 2007; Val Molina, 2009; Gómez Merino et al., 2010). Estos procesos pueden ser agresivos pues los productos para el moldeado pueden producir alteraciones indeseadas del sedimento y de otros fósiles adyacentes, y daños mecánicos involuntarios al retirar las membranas de los moldes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña de 2013 se descubrieron dos hemimandíbulas que podían pertenecer a un mismo individuo inmaduro de *Mammuthus meridionalis* (Figura 4). Se valoró su estado de conservación y se registró su posición en el yacimiento en 3D con un escáner de luz blanca Breuckmann. Para su extracción fue necesario consolidarlas y engasarlas (Figura 5). Los tratamientos de conservación y restauración se llevaron a cabo en el Laboratorio del Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social (IPHES) en Tarragona. En primer lugar, se realizaron unos soportes o "plaster jackets" (Jabo et al., 2006) temporales con gasas de escayola y espumas de polietileno cell aire y etífoamo, para abrir los soportes realizados "in situ" y valorar el estado de conservación (Figura 6). Las piezas presentaban falta de cohesión y sedimento adherido y las intervenciones consistieron en la limpieza mecánica y en la consolidación con Paraloid B72 a diferentes concentraciones en acetona (Figura 7), respetando las modificaciones diagenéticas (agrietamientos, aplastamientos y deformaciones producidos por la presión del sedimento).

Una vez restauradas las piezas se comprobó que ambas hemimandíbulas pertenecieron a un mismo individuo lactante (Figura 8). Se trasladaron al Laboratorio de Paleontología de IPHES, donde se realizó un registro 3D mediante fotogrametría.



Figura 8 Mandíbula original de *Mammuthus meridionalis* hallada en 2013 en Fuente Nueva 3 tras la restauración.



Figura 4 Hemimandíbulas izquierda y derecha del bebé de *Mammuthus meridionalis* engasadas "in situ" durante la excavación de 2013.



Figura 5 Proceso de extracción "in situ". a) Consolidación con Paraloid B72 al 10-15% (p/v) en acetona; b) engasado con gasas adheridas con Paraloid B72 al 20% (p/v) en acetona; c) y d) extracción con martillo y cincel; e) y f) extracción con refuerzos de gasas de escayola.



Figura 6 Secuencia de realización de la "plaster jacket" de la hemimandíbula derecha.



Figura 7 Proceso de limpieza y consolidación.



Figura 9 Digitalización 3D mediante el software Agisoft Photoscan.

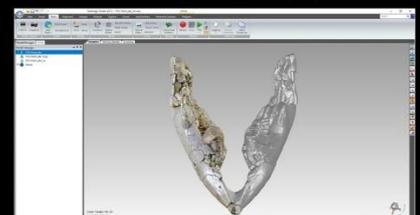


Figura 10 Reconstrucción 3D mediante simetría a partir de la hemimandíbula derecha con el software Geomagic.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La mandíbula en conjunto, aunque fracturada en dos piezas, está muy completa, conservándose mejor el lado derecho, pues el izquierdo está muy deformado debido a procesos diagenéticos. Por esta causa, y por la ausencia de un fragmento anterior en el lado izquierdo, no es posible unir las dos piezas de la mandíbula y reconstruirla sin reintegrarla utilizando un material añadido para reforzar la estructura.

La pieza fue entregada a la Junta de Andalucía en 2015 pero se ha realizado un modelo 3D para reconstruir y unir ambos fragmentos (Figuras 9 y 10). Esta técnica virtual permite reproducir los fósiles a diversas escalas por impresión 3D y obtener reproducciones de las piezas originales para su estudio y exposición sin añadir materiales para su adhesión y/o reintegración (Figura 11). Es una propuesta aplicable a cualquier tipo de fósil, ya que es completamente respetuosa con la pieza original. Además, permite continuar trabajando y realizar propuestas de restauración sin disponer de las piezas originales.

REFERENCIAS

- Espigares M^a, Martínez-Navarro, B., Palmqvist, P., Ros-Montoya S., Toro, I., Agustí, J. et al. (2013). Homo vs. Pachycrocuta. Earliest evidence of competition for an elephant carcass between scavengers at Fuente Nueva 3 (Orce, Spain). *Quaternary International* 295:113-125.
- Gómez Merino, G., López-Pollán, L., Solé Raventós, A., & Vilalta Ollé, J. (2010). Treballs de restauració i demuntament dels materials paleontològics del Camp dels Nincs. In G. Campeny Vall-llobera & B. Gómez de Soler (Eds.), *El Camp dels Nincs: restes de l'evolució* (pp. 177-199).
- Galdeano de Miquelena, A. (2006). *Informe de Caldes de Miquelena*. IPHES.
- Jabo, S. J., Krobjater, P. A., & Grady, F. V. (2006). A Technique to Create Form-Filled, Padded Plaster Jackets for Conserving Vertebrate Fossil Specimens. *Journal of Paleontological Techniques*, 1 (October 2006), (pp. 1-6).
- López Amador, J. J., & Pellejero Usón, I. (2007). Técnicas de preparación de fósiles en yacimientos paleontológicos. Consolidación "in situ" para exponer temporalmente en Orce, Granada. In I. Alcalá & A. Cobos (Eds.), *Laboratorio de Paleontología* (pp. 31-40). Tívoli. Fundación Conjunto Paleontológico de Tívoli. Dimpolés.
- Val Molina, S. (2009). Técnicas de reproducción en paleontología. *Unicum revista de l'Escola Superior de Conservació i Restauració de Béns Culturals de Catalunya*, 8 (pp.118-127).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación y restauración fue realizado dentro del contrato proyecto autorizado y financiado por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía ref. B1204895V15BC. Agradecemos a todas las personas que a lo largo de los años han participado en la restauración, los estudios y las campañas de excavación en los yacimientos de Orce. Por supuesto, no queremos olvidar a todos los habitantes de Orce por el continuo apoyo a las investigaciones.



Figura 2 Fuente Nueva 3 durante la excavación de 2013.

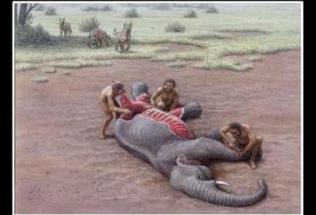


Figura 3 Reconstrucción de Fuente Nueva 3 por Mauricio Antón.

El engrudo de almidón de arroz como adhesivo para hueso arqueológico. Primeras pruebas.

Silvia MARÍN ORTEGA¹

¹ Àrea de Conservació-Restauració, Escola Superior de Conservació Restauració de Béns Culturals de Catalunya, Barcelona.

Correspondencia: marinortegasilvia@gmail.com

Palabras clave: adhesión, hueso arqueológico, adhesivos naturales, engrudo, almidón de arroz.

Resumen

En el campo de la conservación-restauración de hueso arqueológico, el procedimiento de adhesión se ha inclinado por el uso de polímeros acrílicos, vinílicos y nitrocelulósicos [1]-[6], sobre todo desde el último tercio del siglo XX [3]. Aunque estos polímeros consiguen una adhesión eficaz, pueden alterar químicamente el hueso, dificultar análisis futuros [7], [8] y obstruir la porosidad de la zona tratada [9]. Además, pueden deteriorarse acelerando la degradación del bien [10]-[12] y son tratamientos incompatibles, irreversibles y tóxicos [10], [13], [14].

En este sentido, las corrientes actuales de conservación apuestan por explorar nuevas vías que además sean menos tóxicas y más respetuosas con el medio ambiente.

Siguiendo esa línea, este trabajo plantea un método de adhesión basado en el engrudo de almidón de arroz. Los engrudos de almidón se utilizan desde hace siglos en Asia para adherir papel, cuero, madera y tejidos [15]. Y desde hace décadas, se usan en conservación-restauración de documento gráfico [16]-[20] y de pintura sobre tela [21],[22]. El engrudo de almidón de arroz es capaz de adherir madera [17], por tanto, puede ser válido para unir fragmentos de hueso de cierto peso. Además, tiene mayor flexibilidad que el almidón de trigo [16], de hecho, se usa en papel y cuero por su nula capacidad de generar tensiones [23]. Además, posee gran resistencia al envejecimiento, es permeable, no genera cambios de color ni brillo [18] y es muy soluble en agua, por lo que es altamente reversible.

El adhesivo se ha testado en laboratorio mediante pruebas de resistencia a tracción con dinamómetro AFG 250N49 Mecmesin[®], siguiendo la normativa UNE-EN 15870:2009 (determinación de resistencia a tracción en uniones a tope). Se prepararon 15 probetas a partir de hueso arqueológico descontextualizado de Pobleta de Bellveí. Se realizaron cinco adhesiones distintas: Paraloid B-72[®] (resina acrílica), Mowilith 30[®] (resina polivinílica), Pegamento Imedio[®] (resina nitrocelulósica), engrudo de almidón de arroz y engrudo reforzado con papel japonés. Se testaron en ensayo comparativo a tracción (*Figura 1*) y los resultados promedio otorgaron la mayor resistencia al engrudo de

almidón de arroz reforzado con papel japonés: 71,40 Newtons, es decir que se consiguió una adhesión capaz de soportar 7,28 kg de peso. El Mowilith 30[®] tuvo un resultado de 65,55N, el Paraloid B-72[®] de 44,40N, el engrudo de almidón de arroz de 42,45N y el Pegamento Imedio[®] de 25N.

Posteriormente, el adhesivo ha dado buenos resultados en hueso humano y fauna de los yacimientos Camp de les Lloses y Pobleta de Bellveí (*Figura 2*).

En conclusión, el engrudo de almidón de arroz muestra una fuerza adhesiva similar a Paraloid[®] siendo una alternativa natural más permeable, reversible, invisible, retratable, ecológica y atóxica. En caso de necesitar mayor fuerza de adhesión, ésta se puede casi doblar añadiendo tiras de papel japonés del gramaje más fino (3,5g/m²) que queda invisible. Por lo tanto, este sistema puede devenir un tratamiento válido para adherir huesos fragmentados.

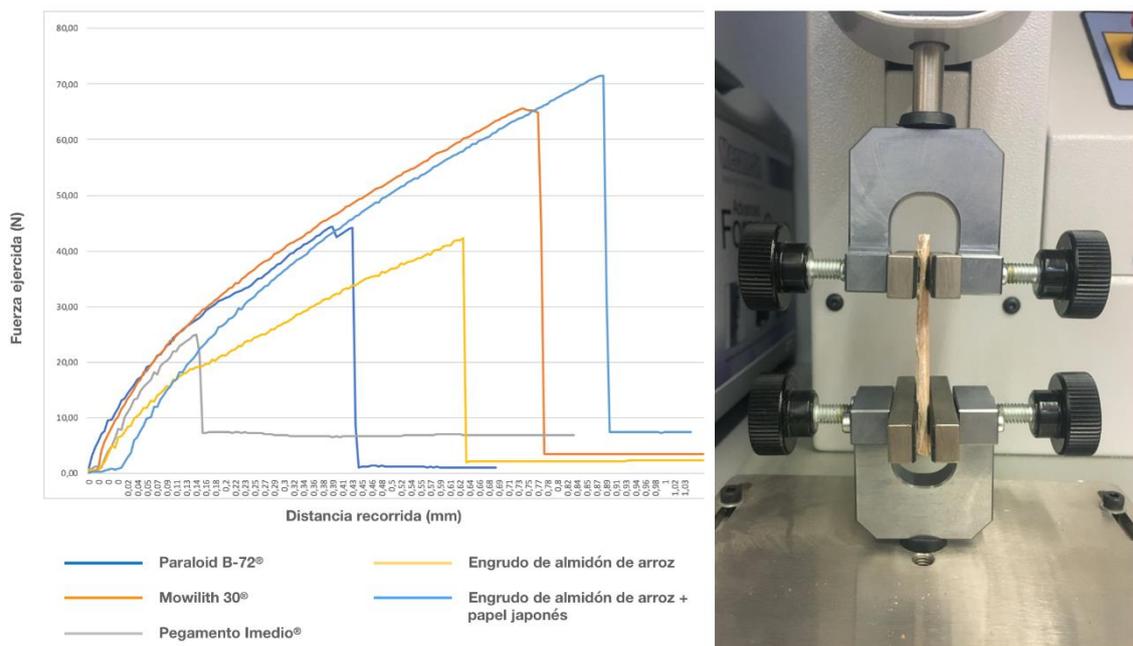


Figura. 1.- Derecha: Imagen de la muestra EAA3 durante la prueba de tracción con dinamómetro AFG 250N49 Mecmesin[®]. Izquierda: Gráfico comparativo de las resistencias a tracción de los distintos adhesivos. El eje vertical muestra los valores de fuerza de tracción en Newtons según la distancia recorrida en milímetros, que se muestran en el eje horizontal.



Figura 2.- Derecha: Proceso de adhesión cerrada mediante la inyección y pincelado de engrudo de almidón de arroz. Unidad Funeraria 4 de La Pobleta de Bellveí, Pallars Jussà. Izquierda: Detalle de una junta de adhesión reforzada mediante papel japonés adherido con engrudo de almidón de arroz. Caballo de época ibérica, Camp de les Lloses, Tona.

Referencias

- [1] C. Horie, “Materials for Conservation: Organic Consolidants, Adhesives, and Coatings”. Butterworth-Heinemann. Oxford. 1989.
- [2] J.M. Cronyn, “The elements of archaeological conservation”. Ed. Routledge. Londres. 1990.
- [3] J.S. Johnson, “Consolidation of archaeological bone: a conservation perspective” *Journal of Field Archaeology*, 21, pp. 221-233, 1994.
- [4] L.A. Kres y N.C. Lovell, “A comparison of consolidants for archaeological bone”. *Journal of Field Archaeology*, 22 , pp. 508-515, 1995.
- [5] D. De Rossi, S. De Gruchy, y N. C. Lovell. “A Comparative Experiment in the Consolidation of Cremated Bone”. *International Journal of Osteoarchaeology*, 14, pp. 104-111, 2004.
- [6] C. Pedeli, y S. Pulga. “Pratiche conservative sullo scavo archeologico”. Edición del Giglio. Florencia. 2002.
- [7] L. López-Polín. “Possible interferences of some conservation treatments with subsequent studies on fossil bones: A conservator’s overview”. *Quaternary*

- International, 275, pp. 120-127, 2012.
- [8] J.A. Eklund y M.G.THOMAS, Assessing the effects of conservation treatments on short sequences of DNA in vitro. *Journal of Archaeological Science*, 37, pp. 2831-2841, 2010.
- [9] J. Ashley-Smith, “Adhesives and Coatings”. *The Science For Conservators Series: Volume 3. Conservation Unit Museums and Galleries Commission*. Routledge, Taylor & Francis Group. London and New York, 1992.
- [10] M. Matteini “Inorganic treatments for the consolidation and protection of stone artefacts and mural paintings”. *Conservation Science in Cultural Heritage*, 8, pp. 13-27, 2008.
- [11] Tiano, P. “Precipitazione bioindotta di calcite per il rinforzo delle pietre monumentali”. En: *I batteri nel restauro. I principi, l’esperienza di laboratorio e i casi studio applicati dalla biopulitura al bioconsolidamento*. 28 settembre 2013, Centro Europeo per i Meisteri del Patrimonio. Il Prato. Thiene. , pp. 241-272, 2013.
- [12] F. Jroundi, M. T. Gonzalez-Muñoz, A. García-Bueno y C.Rodríguez-Navarro “Consolidation of archaeological gypsum plaster by bacterial biomineralization of calcium carbonate”. *Acta biomaterialia*, 10, pp. 3844–3854, 2014
- [13] A. Barberà, S. Marín y P. Rovira, “The removal of Paraloid® coatings with aqueous based formulations. Practical case in frescoes from els Munts roman villa (Catalonia)”. 3rd Green Conservation Conference. Universidade Católica Portuguesa, del 10 al 11 de octubre de 2019. ECR - Estudos de Conservação e Restauro, 10, pp. 67-83, 2019
- [14] J. Delgado Rodrigues, “Consolidation of decayed stones. A delicate problem with few practical solutions”. En: LOURENÇO, P.B., ROCA, P. (eds.). *Historical Constructions*. Guimarães , p. 3-14, 2001.
- [15] CCI (Canadian Conservation Institute). *Wheat Starch Paste*. Notes 11/4. Communications Canada. Ottawa. 1993.
- [16] W. Liszewska, “Japanese Polysaccharide Adhesives. Wheat Starch and Funori in Theory and Practical Conservation Treatments”. *Papier Restaurierung*, Vol. 6, 4, pp. 23-30, 2005.
- [17] A. Rampton, Almidón de casava y almidón de trigo: estudio comparativo para su uso en conservación de papel. II Congreso del Grupo Español del IIC. Barcelona, pp. 49-55, 2005.
- [18] J. Down. *Adhesive Compendium for Conservation*. Canadian Conservation Institute/Sound Diving Publications. Ottawa, pp. 44–51, 2015

- [19] N. Hayakawa. “Scientific approaches for adhesives in the conservation of Japanese paintings”. Adapt & Evolve 2015: East Asian Materials and Techniques in Western Conservation. Proceedings from the International Conference of the Icon Book & Paper Group, Londres, 8-10 de abril de 2015, pp.60-68.
- [20] M. Matsumaru. “Wheat starch paste: a study of cooking profiles and adhesive properties across preparation recipes”. Journal of the Institute of Conservation. Vol. 44, 1 , pp. 25–46, 2021.
- [21] W. Heiber, C. Tomkiewicz, M. Scharff y R. Levenson, Tear mending and other structural treatments of canvas paintings, before or instead of lining. En: J. Hill Stoner, Conservation of Easel Paintings. Routledge. Nueva York, p. 408-442, 2020.
- [22] H. Flock, S. Diebels, E. Jägers y P. Demuth, New Investigations of Adhesives for Tear Repair of Canvas Paintings. Studies in Conservation, 66:6 , p. 321-341, 2020.
- [23] TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry). Starch and Starch Products in Paper Coating. Monograph 17. New York, 1957.



El engrudo de almidón de arroz como adhesivo para hueso arqueológico. Primeras pruebas.

INTRODUCCIÓN

En el campo de la conservación-restauración de hueso arqueológico, el procedimiento de adhesión se ha inclinado generalmente por el uso de polímeros acrílicos, vinílicos y nitrocelulósicos (Horie, 1989; Cronyn, 1990; Johnson, 1994; Kres & Lovell, 1995; De Rossi, De Gruchy & Lovell, 2004; Pedeli & Pulga, 2002), sobre todo desde el último tercio del siglo XX (Johnson, 1994).

Aunque estos polímeros consiguen una adhesión eficaz, pueden alterar químicamente el hueso, dificultar análisis futuros (Eklund & Thomas, 2010; López-Polín, 2012) y obstruir la porosidad de la zona tratada (Ashley-Smith, 1992). Además, pueden deteriorarse acelerando la degradación del bien (Matteini, 2008; Tiano, 2013; Jroundi et al., 2014) y son tratamientos incompatibles, irreversibles y tóxicos (Delgado, 2001; Matteini, 2008; Barberá, Marín & Rovira, 2019).

En este sentido, las corrientes actuales de conservación apuestan por explorar nuevas vías que además sean menos tóxicas y más respetuosas con el medio ambiente.

EL ENGRUDO DE ALMIDÓN DE ARROZ COMO ALTERNATIVA

Los engrudos de almidón (Fig. 1) se utilizan desde hace siglos en Asia para adherir papel, cuero, madera y tejidos (CC, 1993). Y desde hace décadas, se usan en conservación-restauración de documento gráfico (Liszewska, 2005; Rampton, 2005; Down, 2015; Hayakawa, 2015; Matsumaru, 2021) y de pintura sobre tela (Heiber et al., 2012; Floch et al., 2020).

El engrudo de almidón de arroz es capaz de adherir madera (Rampton, 2005), por tanto, puede ser válido para unir fragmentos de hueso de cierto peso. Además, tiene mayor flexibilidad que el almidón de trigo (Liszewska, 2005), de hecho, se usa en papel y cuero por su nula capacidad de generar tensiones (TAPPI, 1957). Además, posee gran resistencia al envejecimiento (Wills, 1984), es permeable, no genera cambios de color ni brillo (Down, 2015) y es muy soluble en agua, por lo que es altamente reversible.



Fig. 1 Secuencia fotográfica de la preparación de engrudo de almidón de arroz. Izquierda: Preparación y enfriamiento del engrudo. Derecha: tamizado mediante sedazo japonés (Norikoshi - Noribori). Imágenes: Silvia Marín.

MATERIALES Y MÉTODOS

Valorando las posibles ventajas, este trabajo plantea un método de adhesión basado en el engrudo de almidón de arroz.

El adhesivo se ha testado en laboratorio mediante pruebas de resistencia a tracción con dinamómetro AFG 250N49 Mecmesin®, siguiendo la normativa UNE-EN 15870:2009 (determinación de resistencia a tracción en uniones a tope).

Se prepararon 15 probetas a partir de hueso arqueológico descontextualizado del yacimiento arqueológico de Sant Feliu de La Pobleta de Bellvei (Pallars Jussà). A partir de dos huesos largos, se crearon probetas de 70 mm de alto por 10 mm de ancho por 4 mm de grueso. Cada muestra se rompió en dos fragmentos consiguiendo una fractura limpia. Seguidamente se procedió a su adhesión y se dejó un tiempo de curado de dos semanas.

Se realizaron cinco tipos de adhesión (tres muestras por tipo de adhesión):

- Paraloid B-72®: resina acrílica (copolímero acrilato de metilo y metacrilato de etilo).
- Mowilith 30®: resina polivinílica (homopolímeros-copolímeros de acetato de vinilo)
- Pegamento Imedio®: resina nitrocelulósica (nitrato de celulosa).
- Engrudo de almidón de arroz: polisacárido (amilosa y amilopectina).
- Engrudo de almidón de arroz reforzado con papel japonés: polisacárido (amilosa y amilopectina) reforzado con dos pequeñas tiras de papel japonés extrafino *Tengujo* (3,5g/m²) adheridas transversalmente a la fractura por ambos lados*.

*Esta opción se valora porque a menudo en adhesión de hueso debemos unir fragmentos muy finos (por ejemplo en cráneos) con adhesiones a tope muy débiles. En el caso del engrudo, a diferencia del resto de adhesivos testados, esta opción de refuerzo puede valorarse porque el papel japonés queda totalmente invisible gracias a que el engrudo de almidón de arroz no satura el color ni incrementa el brillo del hueso.

ESTUDIO ANALÍTICO: RESISTENCIA A TRACCIÓN

Se testaron todas las muestras en ensayo comparativo mediante pruebas de resistencia a tracción con dinamómetro AFG 250N49 Mecmesin® (Fig. 2), siguiendo la normativa UNE-EN 15870:2009 (determinación de resistencia a tracción en uniones a tope).



Fig. 2 Muestra EAA1 durante la prueba de tracción con dinamómetro AFG 250N49 Mecmesin® de la Escola Superior de Conservació i Restauració de Béns Culturals de Catalunya. Imágenes: Silvia Marín.

Los resultados promedio (Fig. 3) otorgaron la mayor resistencia al engrudo de almidón de arroz reforzado con papel japonés, con 71,40 Newtons (se consiguió una adhesión capaz de soportar hasta 7,28 kg de peso). El Mowilith 30® tuvo un resultado de 65,5N, el Paraloid B-72® de 44,40N, el engrudo de almidón de arroz de 42,45N y el Pegamento Imedio® de 25N.

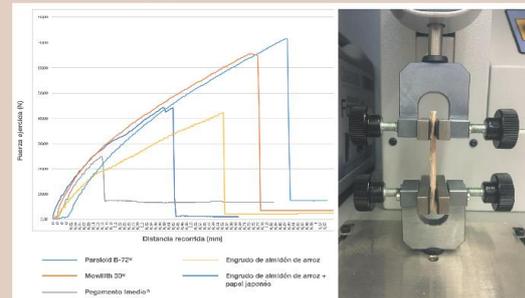


Fig. 3 Izquierda: Gráfico comparativo de las resistencias a tracción de los distintos adhesivos. El eje vertical muestra los valores de fuerza de tracción en Newtons según la distancia recorrida en mm, que se muestra en el eje horizontal. Derecha: La muestra EAA3 durante la prueba de tracción. Imágenes: Silvia Marín.

Tras los análisis, el engrudo se ha testado en restos originales de hueso humano y fauna de los yacimientos Camp de les Lloses y La Pobleta de Bellvei, con buenos resultados (Fig. 4).



Fig. 4 Izquierda: Adhesión reforzada mediante papel japonés. Caballo de época ibérica, Camp de les Lloses, Tona. Derecha: Proceso de adhesión cerrada mediante la inyección y pincelado de engrudo de almidón de arroz. Unidad Funeraria 4 de Sant Feliu de La Pobleta de Bellvei, Pallars Jussà. Imágenes: Silvia Marín.

CONCLUSIONES

Según estas primeras pruebas, el engrudo de almidón de arroz muestra una fuerza adhesiva similar al Paraloid B-72® siendo una alternativa natural más permeable, reversible, invisible, retratable, ecológica y atóxica.

En caso de necesitar mayor fuerza de adhesión, ésta se puede casi duplicar añadiendo tiras de papel japonés con resultados invisibles.

Aunque son pruebas preliminares y todavía hay que analizar muchos factores, este sistema puede devenir un tratamiento válido para adherir huesos fragmentados.

La consolidación de matrices arenosas para la conservación de fósiles

Marta GÓMEZ- LLUSÁ¹, Fátima MARCOS- FERNÁNDEZ^{1,2}, Javier FERNÁNDEZ MARTINEZ¹, Francisco ORTEGA²

1 Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Pintura y Conservación- Restauración. Calle Pintor el Greco s/n, 28040 Madrid, España.

2 Universidad Nacional de Educación a Distancia, Grupo de Biología Evolutiva. Calle Senda del Rey, 9 28040 Madrid, España

Correspondencia: conservaciongbe@gmail.com

Palabras clave: Conservación, restauración, consolidantes, arenisca, fósil.

Resumen

La conservación de los fósiles englobados en areniscas es compleja debido a la heterogeneidad matérica que puede presentar este tipo de roca, cuyo comportamiento ante los factores ambientales es por tanto variable. En muchas ocasiones, la matriz está débilmente cementada, por lo que puede ser muy friable. Esta condición facilita la remoción de la matriz que envuelve los restos fósiles, pero resulta problemática cuando no es posible extraerla de las cavidades del fósil. Para asegurar la estabilidad de estas matrices es necesario proceder a una consolidación adecuada. El resultado de esta consolidación se puede caracterizar por la capacidad de absorción de la matriz, la penetrabilidad de las soluciones consolidantes y la dureza que adquiere la zona consolidada. Estos valores permiten estimar la estabilidad del ejemplar consolidado, lo que permitirá establecer las pautas de actuación para la conservación preventiva y la restauración.

El objetivo de este trabajo es conocer la capacidad de penetración y dureza que alcanza la consolidación en matrices de arenisca mediante consolidantes de uso habitual en conservación paleontológica.

Para ello, se han construido dos probetas que simulan una matriz arenosa compuesta por granos de cuarzo. Una de las probetas se ha aglutinado con agua (Probeta A) y la otra con agua de cal (Probeta B), con la intención de simular las condiciones de dureza y capacidad de absorción de una matriz arenosa y de otra más compacta. Las probetas resultantes presentan distinta friabilidad y dureza, dato cuya variación se estima con un durómetro entre 50-70 HC (Probeta A) y 60-70 HC (Probeta B).

Para las pruebas de consolidación se han utilizado consolidantes de uso común: Paraloid B-72® diluido al 2,5% y 5 % en acetona; acetato de polivinilo (VINAC®) diluido al 3% en acetona y ACRIL ME® puro. Para hacer visible la penetración, se han teñido las soluciones consolidantes con la colorante rodamina B [1], aportándole color al disolvente

y filtrando el sobrante no disuelto. El disolvente teñido se añade a la resina consolidante y la mezcla se aplica por goteo en dosis de 1 ml por muestra. (*Figura 1*).

En cuanto a la penetración (*Figura 2*), tras cortar las probetas transversalmente, se observan dos patrones: una penetración homogénea, como el Paraloid B-72® al 2,5% en acetona en la Probeta B, y otra en la que predomina la penetración en la zona central, como en el caso del Paraloid B-72® al 5% en acetona en la Probeta A.

Por otro lado, la penetración está asociada a la concentración y la mojabilidad siendo mayor en el Paraloid B-72® al 2,5% (menos concentrado y de elevada mojabilidad) y menor para el ACRIL ME® (con baja mojabilidad) (*Figura 1d*).

Como aspecto positivo, todos los consolidantes analizados han conseguido homogeneizar la dureza (*Figura 2*). La mayor dureza ha sido obtenida por el acetato de polivinilo al 3% en acetona en la Probeta A y la menor por el Paraloid B-72® al 2,5% en acetona en la Probeta A, interpretándose que es debido a la menor concentración y mayor penetración de este último.

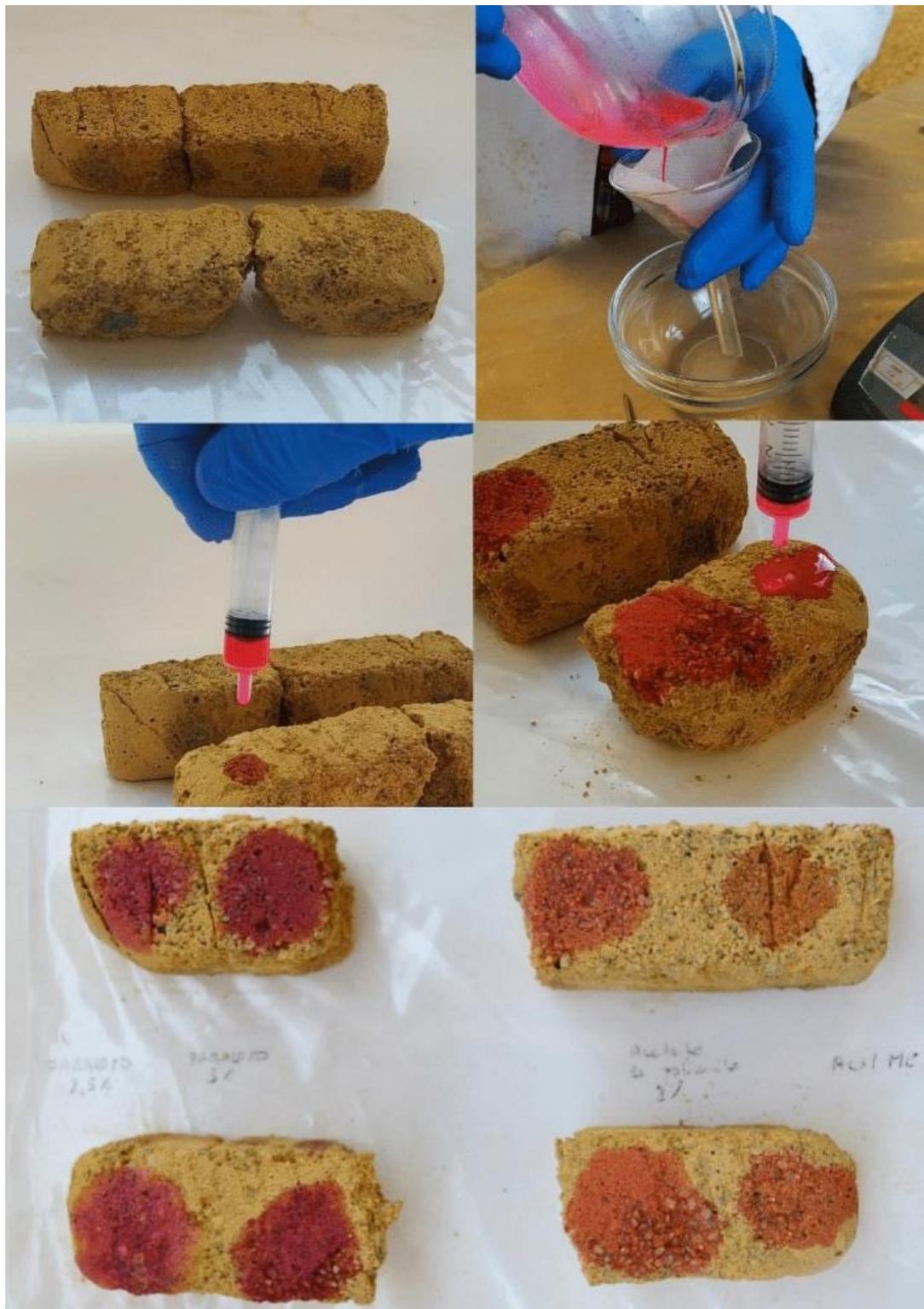


Figura 1.- a) Probeta superior aglutinada con agua (Probeta A) y probeta inferior aglutinada con agua de cal (Probeta B). b) Filtrado del consolidante tras su tinción para eliminar el residuo de rodamina B. c) Aplicación de Paraloid B-72® al 2,5% en acetona sobre la Probeta B a una distancia aproximada de 2 cm. d) Aplicación de ACRIL ME® puro sobre la Probeta B donde se aprecia la baja mojabilidad del consolidante. e) Muestra de todas las probetas tras la aplicación de los consolidantes.

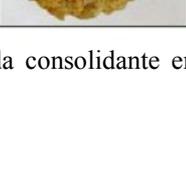
Consolidante	Matriz	Dureza en superficie tras el secado	Penetración	Imagen
Paraloid B-72® 2,5% en acetona	Probeta A	85 HC	1,2cm	
	Probeta B	94 HC	1cm	
Paraloid B-72® 5% en acetona	Probeta A	93 HC	1,1cm	
	Probeta B	92 HC	0,7cm	
Acetato de polivinilo (VINAC®) 3% en acetona	Probeta A	98 HC	0,9cm	
	Probeta B	95,5 HC	1,1cm	
Acril ME®	Probeta A	96 HC	0,7cm	
	Probeta B	96 HC	0,5cm	

Figura 2.- Tabla comparativa de los parámetros de dureza y penetración de cada consolidante en las probetas. Corte transversal.

Referencias

- [1] E. Martín Castellano y J. Pozo Canales, "Consolidación de material óseo fósil: estudio de penetración de consolidantes" Ph Investigación, nº 7, pp. 25-71, 2016.

LA CONSOLIDACIÓN DE MATRICES ARENASAS PARA LA CONSERVACIÓN DE FÓSILES

MARTA GÓMEZ-LLUSÁ ¹, FÁTIMA MARCOS-FERNÁNDEZ ^{1,2}, JAVIER FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ ¹, FRANCISCO ORTEGA ²

¹ UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, DEPARTAMENTO DE PINTURA Y CONSERVACIÓN- RESTAURACIÓN, CALLE PINTOR EL GRECO S/N, 28040 MADRID, ESPAÑA CONSERVACIONGBE@GMAIL.COM
² UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA, GRUPO DE BIOLOGÍA EVOLUTIVA, CALLE SENDA DEL REY, 9 28040 MADRID, ESPAÑA FORTEGA@CCIA.UNED.ES

INTRODUCCIÓN

La conservación de los fósiles englobados en areniscas es compleja debido a la heterogeneidad de este tipo de roca. A menudo, la matriz está débilmente cementada, por lo que puede ser muy friable. Esta condición facilita la remoción de la matriz que envuelve los restos fósiles, pero resulta problemática cuando no es posible extraerla de las cavidades del fósil.

Para asegurar la estabilidad de estas matrices es necesaria una consolidación, que se puede caracterizar por la capacidad de absorción de la matriz, la penetrabilidad y la dureza que adquiere la zona consolidada. Estos valores permiten estimar la estabilidad del ejemplar consolidado.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es conocer la capacidad de penetración y dureza que alcanza la consolidación en matrices de arenisca mediante consolidantes de uso habitual en conservación paleontológica.

Fig 3. Aplicación de ACRIL ME® puro sobre la Probeta B donde se aprecia la baja mojabilidad del consolidante.



Fig 4. Muestra de todas las probetas tras la aplicación de los consolidantes.



CONCLUSIONES

En cuanto a la penetración (Tabla 1), tras cortar las probetas transversalmente, se observan dos patrones: una penetración homogénea, como la del Paraloid B-72® al 2,5% en acetona en la Probeta B, y otra en la que predomina la penetración en la zona central, como en el caso del Paraloid B-72® al 5% en acetona en la Probeta A.

Por otro lado, la penetración está asociada a la concentración y la mojabilidad siendo mayor en el Paraloid B-72® al 2,5% (menos concentrado y de elevada mojabilidad) y menor para el ACRIL ME® (con baja mojabilidad) (Fig 3).

Como aspecto positivo, todos los consolidantes analizados han conseguido homogeneizar la dureza (Tabla 1). La mayor dureza ha sido obtenida por el acetato de polivinilo al 3% en acetona en la Probeta A y la menor por el Paraloid B-72® al 2,5% en acetona en la Probeta A, interpretándose que es debido a la menor concentración y mayor penetración de este último.

BIBLIOGRAFÍA

E. Martín Castellano y J. Pozo Canales, «Consolidación de material óseo fósil: estudio de penetración de consolidantes». *Ph Investigación*, n° 7, pp. 25-71, 2016.

METODOLOGÍA

Fig 1. Filtrado del consolidante tras su tinción para eliminar el residuo de Rodamina B.



Fig 2. Probeta superior aglutinada con agua (Probeta A) y probeta inferior aglutinada con agua de cal (Probeta B).



RESULTADOS

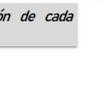
Consolidante	Matriz	Dureza en superficie tras el secado	Penetración	Imagen
Paraloid B-72® 2,5% en acetona	Probeta A	85 HC	1,2cm	
	Probeta B	94 HC	1cm	
Paraloid B-72® 5% en acetona	Probeta A	93 HC	1,1cm	
	Probeta B	92 HC	0,7cm	
Acetato de polivinilo (VINAC®) 3% en acetona	Probeta A	98 HC	0,9cm	
	Probeta B	95,5 HC	1,1cm	
Acril ME®	Probeta A	96 HC	0,7cm	
	Probeta B	96 HC	0,5cm	

Tabla 1. Comparativa de los parámetros de dureza y penetración de cada consolidante en las probetas. Corte transversal.

Montaje y evaluación de una vitrina dedicada a la fauna prehistórica para la exposición permanente del Arkeologi Museoa (Bizkaia).

Laura GARCIA-BOULLOSA

1 Arkeologi Museoa. Calzadas de Mallona, 2. 48006. Bilbao, España.

Correspondencia: arkeologimuseoa.teknikari4@bizkaia.eus

Palabras clave: Conservación preventiva, vitrina, soportes, evaluación, montaje de exposiciones.

Resumen

El objetivo de este póster es mostrar el proyecto de creación de una vitrina dedicada a la exhibición de materiales paleontológicos. Estos materiales, recuperados en diferentes yacimientos de Bizkaia, son muestra de la biodiversidad y de los cambios climáticos ocurridos durante el Pleistoceno y el Holoceno. Algunos de estos restos también documentan las relaciones con los seres humanos que poblaron este territorio durante el Paleolítico, tal es el caso de las poblaciones de neandertales y sapiens.

Para la creación de un recurso museográfico de este tipo, fue necesario establecer un equipo de especialistas, procedentes de distintas disciplinas que trabajaron de manera coordinada, y con una buena comunicación durante las fases de diseño, producción e instalación, lo que hizo posible alcanzar el objetivo final.

Este equipo lo formaron profesionales del ámbito de la museografía y el diseño de exposiciones (arquitectura, diseño gráfico, diseño y montaje de soportes, carpintería metálica, carpintería de madera, iluminación); especialistas en paleontología y personas especializadas en conservación preventiva y curativa, bajo la coordinación de la dirección del Museo.

Las fases de trabajo para la creación de la vitrina fueron tres: diseño, producción e instalación. Así mismo, tras la instalación, comenzó la fase de evaluación y control, para asegurar que el entorno es adecuado para la conservación a largo plazo de un material especialmente vulnerable [1-2].

Se diseñó una vitrina de pared con puerta batiente, con luz tipo LED y texto de apoyo en el interior. Los soportes elegidos para los materiales expuestos son de pared y aéreos. Los soportes de tipo araña, se fabricaron a partir de un vástago metálico fijado a la propia vitrina, del que parten varillas más finas que sujetan la pieza en distintos puntos. Se diseñaron tratando de que fuesen seguros, estables y poco invasivos, es decir, que no interfiriesen en la visión del material paleontológico (*Figura 1*). Se realizó un

compartimento interior para contener un producto amortiguador de la humedad relativa (ProSORB preacondicionado).

Tras haber pasado dos años desde su instalación, hemos evaluado el sistema empleado y hemos propuesto mejoras que permitirán optimizar este tipo de intervenciones. El ProSORB consigue estabilizar las fluctuaciones de humedad relativa, como se aprecia en los registros obtenidos en el exterior y el interior de la vitrina (*Figura 2*). En el caso de los soportes aéreos, aunque posibilitan una adecuada percepción de los materiales paleontológicos, necesitan una fijación metálica que refuerce su unión a la estructura de la vitrina.

Desde el punto de vista de la conservación, durante los montajes de exposiciones concurren una serie de riesgos que hay que valorar. Aunque existen multitud de publicaciones con indicaciones sobre los materiales más idóneos para la fabricación de vitrinas [3-4-5], lo ideal sería la realización de ensayos previos que verifiquen la estabilidad a largo plazo (tales como el test de Oddy o el test de Belstein) [6-7]. La ejecución de estos ensayos requiere un tiempo que debe preverse en el cronograma del proyecto.



Figura 1. - Procesos durante la fase de diseño, producción e instalación de la vitrina. Vitrina instalada en la sala de exposición permanente de Arkeologi Museoa.

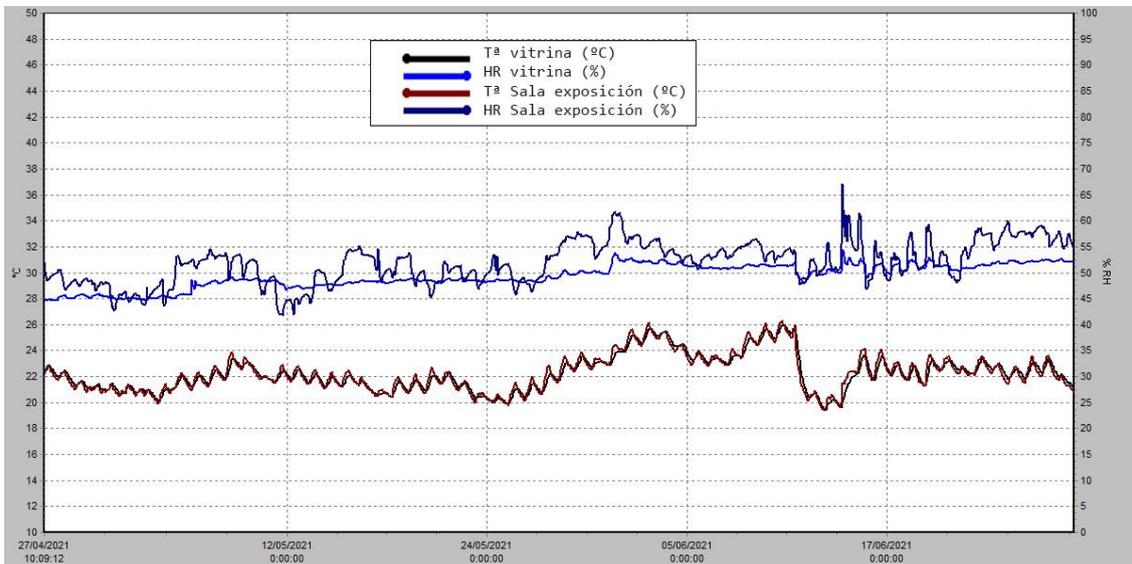


Figura 2.- Registro climático de los valores de humedad relativa y temperatura registrados en la sala de exposiciones y en el interior de la vitrina (Datalogger Eltek.Darca).

Referencias

- [1]. G. Thomson, El Museo y su entorno. Akal: Madrid, 1998.
- [2]. S. de la Baume, “Les matériaux organiques” en La conservation en archéologie: méthodes et pratique de la conservation-restauration des vestiges archéologiques, M. Berducou (coord). Paris: Mason, 1990, pp. 222-270.
- [3]. I. Herráez, J.A. Herráez, N. Valentín, D. Durán, y D. Lafuente, Recomendaciones básicas para vitrinas destinadas a bienes culturales de naturaleza orgánica especialmente sensibles. Madrid: Instituto del Patrimonio Cultural de España, 2018.
- [4]. C. Fernández, F. Arechavala, P. Muñoz-Campos, B de Tapol. Conservación preventiva y procedimientos en exposiciones temporales. Madrid: Grupo Español del IIC (International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works) y Fundación Duques de Soria, 2008.
- [5]. H. Ganiaris, y S. Dean, “Showcase construction: Materials and methods used at the museum of London”, The Conservator, vol 22 no. 1, pp. 57-67, 1998.
- [6]. The Belstein Test: Screening Organic and Polymeric Materials for the Presence of Chlorine, with Examples of Products Tested. CCI Notes, 17/1. Gouvernement de Canada, 1993.
- [7]. S. Wang, L. Kong, Z. An, J. Chen, L. Wu, y X. Zhou. “An Improved Oddy Test Using Metal Films”. Studies in Conservation, vol. 56, no. 2, pp.138-153. 2011.

Montaje y evaluación de una vitrina dedicada a la fauna prehistórica para la exposición permanente del Arkeologi Museoa (Bizkaia)

Laura García-Boullosa
Arkeologi Museoa. Museo de Arqueología de Bizkaia. Calzadas de Mallona, 2. 48006. Bilbao.
arkeologimuseoa.teknika@bizkaia.eus

1 Introducción

El objetivo de este trabajo es mostrar la experiencia de creación de una vitrina dedicada a la exhibición de materiales paleontológicos. Estos materiales, recuperados en diferentes yacimientos de Bizkaia, muestran la biodiversidad y los cambios climáticos ocurridos durante el Pleistoceno y el Holoceno. Se presenta el esquema de organización del equipo de trabajo en las distintas fases, así como los problemas relacionados con la conservación de este tipo de colecciones, la toma de decisiones y la evaluación de la situación actual.

2 Fases y equipo de trabajo

- Equipo de Paleontología
- Equipo de Museografía: Arquitectura/ Diseño gráfico/ Diseño y montaje de soportes/ Carpintería metálica y madera /Iluminación
- Equipo de Conservación: Especialistas en Conservación preventiva y curativa
- Personal del Museo. Coordinación y supervisión del trabajo.

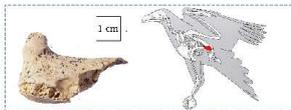
Cronograma y equipo de trabajo				
FASE	4 semanas	4 semanas	2 semanas	En adelante
Preparación y Diseño	- Paleontología - Museografía: Arquitectura/ Diseño gráfico/ Diseño Soportes/ Carpintería /Iluminación - Conservación preventiva y curativa - Personal Museo			
Producción		- Paleontología - Museografía: Arquitectura/ Diseño gráfico/ Creación Soportes/ Carpintería /Iluminación - Conservación preventiva y curativa - Personal Museo		Inauguración
Instalación			- Paleontología - Museografía: Arquitectura/ Diseño gráfico/ Montaje Soportes/ Carpintería /Iluminación - Conservación preventiva y curativa - Personal Museo	
Evaluación				Personal Museo

* En **negrita** se señalan los especialistas del equipo que mantiene un papel activo en cada fase, aunque los 3 equipos estén informados de las decisiones tomadas en cada fase.

3 Dificultades técnicas desde el ámbito de la conservación

- ❌ Decisiones relacionadas con la conservación, ¿en qué fase de trabajo?
→ Desde la fase de diseño.
- ❌ Materiales incompletos de difícil comprensión para el público
→ Mínima intervención, el apoyo gráfico es esencial (Fig. 1).

Fig. 1 Apoyo gráfico empleado para aportar información al público de una manera sencilla y visual.



- ❌ Espacio vertical y limitado (vitrina de pared)
→ Los materiales se expondrán a diferentes alturas. El cálculo del espacio es esencial (Fig. 2b). Diseño de soportes tipo araña (Fig. 2d-e)
- ❌ Vulnerabilidad del material: fragilidad, elevado peso.
→ Necesidad de soportes adaptados a cada material y amortiguados y soportes realizados en resina epoxy. Valorando el peso, las zonas vulnerables, y eligiendo zonas de contacto con el soporte robustas, mostrando zonas seleccionadas por su interés paleontológico.
- ❌ Vulnerabilidad del material: sensible a las variaciones termohigrométricas
→ Valorar métodos activos y pasivos de control climático.
- ❌ Control de materiales de fabricación de la vitrina. Muchos no se obtienen hasta la fase de producción, cuando NO hay tiempo para realizar test de idoneidad del material [el Test Oddy requiere 28 días].

4 Descripción y tipo de vitrina

Se diseñó una vitrina de pared, estanca, con puerta batiente, con luz LED y texto de apoyo en el interior (Fig. 2b). Los soportes elegidos para los materiales expuestos son de pared y aéreos. Los soportes de tipo araña (Fig. 2e), se fabricaron a partir de un vástago metálico fijado a la propia vitrina, del que parten varillas más finas que sujetan la pieza en distintos puntos. Se diseñaron tratando de que fuesen seguros, estables y poco invasivos, es decir, que no interfiriesen en la visión del material paleontológico. Se realizó un compartimento en el interior de la vitrina, para contener un producto amortiguador de la humedad relativa en relación 4,7 Kg/m³(Prosorb®preacondicionado al 55% HR).

Referencias consultadas

- C. Fernández, F. Arachavala, P. Muñoz-Campos, B de Tapol. *Conservación preventiva y procedimientos en exposiciones temporales*. Madrid: Grupo Español del IIC (International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works) and Fundación Duques de Soria, 2008.
I. Herráez, J.A. Herráez, N. Valentin, D. Durán, y D. Lilaunta. *Recomendaciones básicas para vitrinas destinadas a bienes culturales de naturaleza orgánica especialmente sensibles*. Madrid: Instituto del Patrimonio Cultural de España, 2018.
S. Wang, L. Kong, Z. An, J. Chen, L. Wu, y X. Zhou. "An Improved Oddy Test Using Metal Films". *Studies in Conservation*, vol. 56, no. 2, pp.138-153. 2011.



Fig. 2 Fases de trabajo: (a) Intervenciones de conservación curativa para la preparación de los materiales paleontológicos; (b) el diseño de la vitrina, con un estricto control de las dimensiones y los espacios disponibles (Foto: Zorroza S.L.); (c) el montaje de los soportes durante la fase de instalación; (d) soportes aéreos ya instalados; (e) soportes tipo araña.

5 Evaluación de la vitrina

Tras haber pasado dos años desde su instalación, hemos evaluado el sistema empleado y hemos propuesto mejoras.

- El Prosorb® consigue amortiguar las fluctuaciones de HR, como se aprecia en los registros obtenidos en el exterior y el interior de la vitrina (Fig. 3).

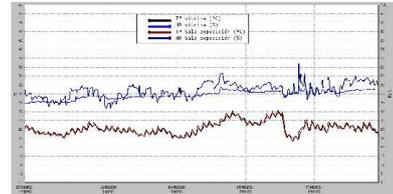


Fig. 3 Gráfica que muestra los registros climáticos (T° y HR) en el interior y exterior de la vitrina. Véase la fluctuación de la humedad relativa en el interior (más estable) en relación a la humedad relativa en el exterior. La temperatura sigue la inercia de la sala de exposiciones.

- En el caso de los soportes aéreos, aunque posibilitan una adecuada percepción de los materiales paleontológicos, necesitan mejorar la sujeción a la base de la vitrina, añadiendo algún elemento que aporte firmeza. Se ha detectado un ligero desplazamiento en los materiales más pesados.
- Por el olor detectado dentro de la vitrina, se sospecha que algún material empleado en su fabricación, posiblemente algún adhesivo, está emitiendo compuestos volátiles. Realizar el Test de Oddy podría ayudar a estimar el riesgo de deterioro. La sustitución de materiales de fabricación de la vitrina en esta fase es más costoso. Como primera opción, se opta por ventilar periódicamente.
- La luz LED no aumenta la temperatura en el interior de la vitrina que, tal y como se aprecia en la gráfica (Fig. 3), sigue la inercia de la propia sala. Su sistema de regulación es eficaz para conseguir valores óptimos de conservación relacionados con el control de la iluminación.

6 Conclusiones



Fig. 4 Imagen general de la vitrina ya instalada.

Sin embargo, se considera necesario redefinir los plazos de las fases de producción y montaje, ya que las verificaciones que permitan la toma de decisiones, están sujetas a plazos de tiempo amplios e ineludibles, que están establecidos por procedimientos.

Asimismo, en este tipo de proyectos debería incluirse dotación para la fase de evaluación, que suele quedar relegada y con insuficiente personal y recursos.

Igualmente, la creación de bases de datos de materiales de fabricación, cuya idoneidad esté reconocida para su uso en conservación, que completen las ya existentes, y que puedan ser suministrados por proveedores locales, facilitaría la toma de decisiones en plazos ajustados de tiempo.

Mediante la creación de equipos de especialistas procedentes de diferentes ámbitos se consigue crear elementos museográficos que permitan la exhibición del patrimonio paleontológico sin perjudicar su conservación. La creación de tres equipos principales (paleontología, museografía y conservación) desde la fase de diseño, logra simplificar el trabajo y evita inconvenientes en fases avanzadas.

GUÍA DE AUTORES

A

Aguilar Tapia, Rodolfo	_____	/90/
Agustí, Jordi	_____	/103/
Araújo, Ana Cristina	_____	/23/
Aymerich, Xènia	_____	/27/30/
Algaba, Milagros	_____	/63/
Alcaraz-Castaño, Manuel	_____	/81/

B

Batallés, Martín	_____	/40/
Barajas Rocha, María	_____	/90/
Bilbao, Miren K.	_____	/77/
Blasco, Ruth	_____	/124/
Buendía Ortuño, Milagros	_____	/69/

C

Calvo, M. Àngels	_____	/136/
Campeny, Gerard	_____	/48/
Castro Irineo, Jacqueline	_____	/90/
Castaños, Pedro	_____	/94/
Cazalla, Irene	_____	/48/97/124/
Colonna-Preti, Kusi	_____	/77/
Costa, Ana María	_____	/23/

D

Daura, Joan	_____	/23/52/
De León Verdasco, Sofía	_____	/63/81/127/142/
Díaz-Cortés, Andrea	_____	/97/
Díaz Pila, Elisabet	_____	/44/
Di Giacomo, Mariana	_____	/40/121/

E

Elizalde Mendez, Israel	_____	/90/
Espigares, M ^a . Patrocinio	_____	/150/

F

Fernández-Colón, Pilar	_____	/81/127/142/
Fernández Martínez, Javier	_____	/103/162/
Fernández Fernández, Elena	_____	/103/

G

Galvín Martínez, María del Carmen	_____	/108/
García-Boullosa, Laura	_____	/168/
Gómez De Soler, Bruno	_____	/48/
Gómez González, Judith	_____	/85/
Gómez-Merino, Gala	_____	/124/150/
Gómez-Valdez, Jorge	_____	/85/
Gómez-Morgado, Laura	_____	/97/145/
Gómez Llusá, Marta	_____	/162/

H

Hernández, Mary Laidy	_____	/90/
Hernández García, Juan de Dios	_____	/108/

I

Iglesias, Manuel Ángel	_____	/136/
------------------------	-------	-------

J

Jiskoot, Júlia	_____	/27/97/
----------------	-------	---------

L

López Hernández, Karina	_____	/90/
López-Polín, Lucía	_____	/48/97/145/
Loredo Jasso, Alan Ulises	_____	/33/
Lorenzo, Carlos	_____	/150/
Lorenzo-Cases, Raquel	_____	/81/127/142/
Luciañez-Triviño, Miriam	_____	/72/

M

Mainou, Luisa	_____	/33/85/
Martínez-Navarro, Bienvenido	_____	/150/
Martínez, María	_____	/57/
Martín Ramirez, José M.	_____	/131/
Marcos-Fernández, Fátima	_____	/19/52/162/
Minero Arreola, Irving	_____	/85/
Marín Ortega, Silvia	_____	/136/156/
Montemayor, Anna	_____	/97/
Morcillo Millán, Víctor Adrián	_____	/108/
Moreno-Ribas, Elena	_____	/48/97/
Morera, Elena	_____	/23/
Murelaga, Xabier	_____	/94/

O

Ollé, Andreu	_____	/97/
Ortega, Francisco	_____	/162/
Ortega, María Cruz	_____	/63/
Ortiz Calderón, M. Pilar	_____	/131/
Owens, Lawrence S.	_____	/77/

P

Pablos, Adrián	_____	/81/
Peters, Renata	_____	/44/
Pineda, Antonio	_____	/97/
Pi Puig, Teresa	_____	/33/

Q

Quevedo, Alejandro	_____	/108/
--------------------	-------	-------

R

Rivals, Florent	_____	/124/
Rodríguez-Rueda, Ainoa	_____	/131/
Roqué, Laura	_____	/113/
Rosell, Jordi	_____	/124/
Ros-Montoya, Sergio	_____	/150/

Roubach, Souhila	_____	/48/
Rull, Marina	_____	/27/30/

S

Sala-Ramos, Robert	_____	/150/
Salesa, Manuel J.	_____	/103/
San José, Sonia	_____	/94/
Sanz, Montserrat	_____	/23/52/
Saladié, Palmira	_____	/97/145/
Sicilia, Blanca	_____	/97/
Siliceo, Gema	_____	/103/
Straulino Mainou, Luisa	_____	/33/
Sedov, Sergey	_____	/33/
Sala, Nohemi	_____	/63/
Studer, Giorgio	_____	/94/

V

Valtierra, Noé	_____	/97/
Vallverdú, Josep	_____	/97/145/
Varela, Luciano	_____	/40/
Vizcarro, Marina	_____	/30/

Y

Yagüe, Almudena S.	_____	/23/27/52/
--------------------	-------	------------

Z

Zaderenko Partida, Ana Paula	_____	/131/
------------------------------	-------	-------



RCR HUESO

1^a REUNIÓN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE HUESO