Zubía 36 179-196 Logroño 2018

LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN EN EL YACIMIENTO DE LA VIRGEN DEL CAMPO (ENCISO, LA RIOJA). INTERVENCIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS*

MIREIA FERRER VENTURA[1],
ANGÉLICA TORICES HERNÁNDEZ[1],
RAÚL SAN JUAN PALACIOS[1],
PABLO NAVARRO LORBÉS[1]

RESUMEN

La Rioja presenta uno de los registros paleoicnológicos más importantes del mundo. Entre sus yacimientos principales se encuentra el de La Virgen del Campo (Enciso, La Rioja). Tras la última campaña de 2014, se retomaron las labores de conservación y restauración en julio de 2017, interviniendo sobre patologías generadas por factores ambientales y antrópicos del yacimiento. Se analizaron las actuaciones realizadas en el pasado, así como su estado actual. Tras este estudio se realizó una limpieza mecánica de la parte norte y sur del yacimiento. En esta última parte también se aplicó de manera puntual una limpieza físico-química. Los daños observados muestran que las intervenciones pasadas no se ajustan a las necesidades de conservación del yacimiento. Trabajar este aspecto de la problemática, así como aplicar protocolos y materiales de la conservación y restauración de forma novedosa al campo de la paleontología, son algunas de las perspectivas de futuro propuestas para realizar en las campañas venideras.

Palabras clave: conservación y restauración, La Rioja, piedra, paleontología, yacimientos de icnitas de dinosaurio.

La Rioja has one of the most important paleoichnological records of all the world. One of its main sites is La Virgen del Campo (Enciso, La Rioja). After the last campaign done in 2014, the conservation and restoration of this

* Registrado el 1 de junio de 2018. Aprobado el 10 de diciembre de 2018.

1. Departamento de Ciencias Humanas, Universidad de La Rioja. mireia.ferrer@unirioja.es.

site was resumed in July 2017, working with its environmental and anthropic problems. It was analyzed the actions carried out in the past, as well as the actual status of the site. After this study, it was carried out a mechanical cleaning in both the northern and southern parts of the site, and also a physical-chemical cleaning in the southern part. The anthropogenic damage observed shows that the past interventions did not adjust well to the conservation needs of the site. To work this aspect of the problematic, as well as the application of protocols and materials of the conservation and restoration in a new way to the paleontology, are some of the future perspectives proposed to be carried out in the future campaigns.

Key words: *conservation and restoration, La Rioja, stone, paleontology, dinosaur footprint sites.*

1. INTRODUCCIÓN

El patrimonio paleontológico de la Comunidad Autónoma de La Rioja (España) es de una gran riqueza y diversidad, teniendo una enorme cantidad de yacimientos y de restos paleontológicos. Una de las partes más destacadas de este patrimonio la constituyen los yacimientos de icnitas de dinosaurio. Los yacimientos de icnitas de La Rioja pertenecen al Cretácico Inferior, con edades comprendidas alrededor de los 145 a los 113 millones de años, entre el Berriasiense y el Aptiense (Pérez-Lorente, 2015). Este conjunto constituye una de las regiones con mayor número de huellas de Europa y del mundo, con unas diez mil descubiertas en total, aunque se estima que hay alrededor de veinticinco mil, y en base a datos parciales, la cifra puede elevarse hasta setenta mil (Pérez-Lorente, 2015). Este patrimonio destaca no sólo por su excelente estado de conservación y por la información que aporta a nivel científico, sino por su capacidad de nutrir socioeconómicamente a las poblaciones cercanas a los yacimientos, fomentando el turismo de la región.

Uno de los yacimientos más importantes de La Rioja por este conjunto de motivos es el de La Virgen del Campo, situado en los alrededores de la localidad de Enciso (Figura 1). El yacimiento recibe su nombre de una capilla cercana. Aunque la primera referencia al yacimiento de la Virgen del Campo es de finales de los años 70 (Brancas *et al.*, 1979), la localización exacta del yacimiento no queda claramente establecida hasta los años 80, cuando se comienzan a realizar en el mismo diversas campañas de excavación (Casanovas *et al.*, 1985).

El yacimiento de la Virgen del Campo presenta una estructura compleja, dada las inclinaciones y formaciones abruptas que contiene, habiendo sido ampliado mediante extensiones laterales tras los primeros estudios, lo que llevó a un aumento del número de huellas y rastros que este contenía (Pérez-Lorente, 2015). En la actualidad tiene una extensión de alrededor de unos 5000 m^2, con algunas zonas e icnitas que aún no han sido estudiadas. De manera general se puede separar al yacimiento en dos grupos principales, uno situado en la parte sur y otro en la parte norte (Figura 2). Estas dos partes

(así como las subdivisiones que se le atribuye a cada una de ellas) presentan diferencias en diversos aspectos, como son su contenido paleoicnológico y su estado de conservación.

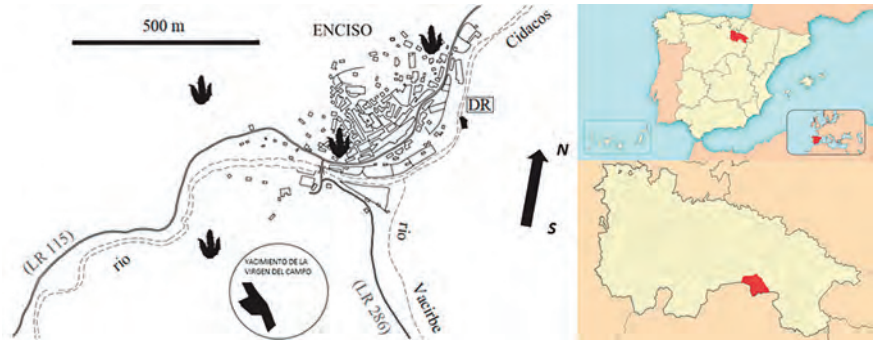

Figura 1. Izda.: mapa de la localidad de Enciso. El yacimiento de La Virgen del Campo aparece rodeado por un círculo. La flecha de color negro muestra el Norte y el Sur. Las huellas de la imagen muestran la situación de algunas icnitas aisladas. Modificado de Pérez-Lorente, 2015. Dcha,, arriba: mapa de España. En rojo se resalta la Comunidad Autónoma de La Rioja. Modificado de Wikipedia Commons. Dcha., abajo: mapa de La Rioja. En color rojo se resalta el municipio de Enciso. Modificado de Wikipedia Commons.



Figura 2. Vista general del yacimiento de La Virgen del Campo. En el centro de la foto se aprecian las esculturas de los dinosaurios, rodeadas, al igual que una gran parte del yacimiento, por un vallado. Las estrellas de color blanco señalan los puntos en los que se llevaron a cabo las labores de trabajo. Modificado de Pérez-Lorente, 2015.

La geología del yacimiento está compuesta por varias capas de arenisca. Esta arenisca es cuarzosa, con un 90-95% de cuarzo, un 5% de feldespato, y un 9% de moscovita, biotita, clorita e interestratificados de esmectitas (Caro

et al., 2003). En la parte norte hay un nivel de esquistos negros con gasterópodos, a cuyos lados hay capas de arenisca con *ripples* y diversas marcas de natación (Pérez-Lorente, 2015), asignadas algunas de ellas a dinosaurios (Pérez-Lorente *et al.*, 2001; Ezquerra *et al.*, 2007; Ezquerra *et al.*, 2010) y a cocodrilos (Ezquerra y Pérez-Lorente, 2003). Estas últimas marcas se atribuyen a dos cocodrilos que flotaban parcialmente en el agua, pertenecientes a la barriga, la cola y las patas traseras (Ezquerra y Pérez-Lorente, 2003). El yacimiento presenta unas líneas de fractura en su parte central. Estas fracturas (que van aproximadamente de dirección norte a sur) son cortadas por otras más irregulares (Pérez-Lorente, 2015). Hay depresiones y lóbulos de lodo relacionados con ellas. La formación de las fracturas afectó a algunas de las huellas presentes en el sedimento, causando su deformación o borrado. Estas fracturas fueron producidas por un terremoto, que dio lugar a movimientos de la cuenca sedimentaria (Pérez-Lorente, 2015).

El yacimiento presenta diversas icnitas de invertebrados, así como marcas atribuidas a ramas y raíces de árboles flotantes (Pérez-Lorente, 2015). Las icnitas de dinosaurio son tanto tridáctilas como tetradáctilas. Un gran número de estas icnitas aún están sin identificar. La mayoría de las icnitas identificadas están atribuidas a dinosaurios terópodos, tanto de pequeño como de gran tamaño (Pérez-Lorente, 2015). En la parte sur hay un grupo de huellas que han sido atribuidas a una posible escena de lucha entre un dinosaurio carnívoro y un dinosaurio herbívoro, representada en el yacimiento mediante dos esculturas de estos animales. El yacimiento contiene varios cientos de huellas, presentes en diversos planos discontinuos.

El yacimiento de la Virgen del Campo presenta varios problemas en cuanto a su conservación. Al igual que otros yacimientos de La Rioja, este se encuentra expuesto a agentes naturales, tanto climáticos como biológicos (Caro *et al*, 2003). Además, el yacimiento presenta una inclinación, con su parte más alta en la zona noroeste (Pérez-Lorente, 2015). Las icnitas se encuentran en estratos de dirección media N156E y buzamiento 20NE (Caro y Pavía, 1998). Esto condiciona el deslizamiento de sedimento proveniente de la cota superior hacia el propio yacimiento, así como la presencia de grietas en la roca por la acción gravitatoria derivada de esta inclinación. Debido a estos factores y a la importancia del yacimiento, se han llevado a cabo diferentes campañas en en los últimos 22 años (veáse Díaz-Martínez *et al.*, 2010; treinta años de trabajo de campo en los yacimientos icnológicos de La Rioja: 1980-2010). En estas campañas (la última fue realizada durante el verano de 2014) se hicieron diversas labores de conservación y restauración, reforzándose los bordes de los distintos estratos, fijándose fragmentos sueltos, y limpiándose y rellenándose las grietas con morteros y siliconas (Pérez-Lorente, 2015). Se ensayó el uso de resinas epoxídicas (Fetadit ®) para rellenar las grietas, y se utilizó mortero vinílico para sellarlas (Caro *et al*, 2003). El área principal del yacimiento fue rodeada con un vallado y un paseo de madera, que se asientan por gravedad, sin necesidad de incluir ningún tipo de anclaje o elemento de fijación (Pérez-Lorente, 2015).

Las campañas en el yacimiento fueron retomadas con el campo de trabajo que tuvo lugar en julio de 2017, centrándose en su limpieza y otras actividades de conservación y restauración. El objetivo de esta campaña fue incidir en las zonas potencialmente más susceptibles de sufrir daños en el futuro, así como de realizar las actuaciones que fueran inmediatamente más necesarias, como se indica más adelante. Además de los daños de origen natural, se intervinieron los daños de carácter antrópico, los cuales fueron producidos principalmente por la degradación de los materiales empleados en campañas anteriores. De hecho, en estos 22 años estos materiales han mostrado no ser los más adecuados para la conservación y restauración del yacimiento. Se conoce la naturaleza de los materiales usados en anteriores campañas gracias a la investigación bibliográfica que ha sido llevada a cabo. La campaña realizada en julio de 2017 en el yacimiento de la Virgen del Campo ha sentado las bases para retomar las labores de conservación y restauración en los yacimientos de icnitas de La Rioja, con las perspectivas de futuro puestas en la introducción de materiales y métodos utilizados de manera tradicional en el campo de la conservación y restauración y su aplicación al campo de la paleontología, con el fin de estabilizar y mantener estos valiosos recursos patrimoniales, científicos y socioculturales a lo largo del tiempo.

2. METODOLOGÍA

Las labores de conservación y restauración en el yacimiento de la Virgen del Campo aquí descritas se realizaron durante la segunda mitad del mes de julio de 2017. Se llevaron a cabo bajo la normativa presente en la actualidad (la Ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español; la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad; y la Ley 7/2004, de 18 de octubre, de Patrimonio Cultural, Histórico y Artístico de La Rioja).

Para afrontar las labores de conservación y restauración, antes de la intervención se realizó un estudio previo (tanto *in situ* como bibliográfico) de las patologías y agentes de degradación del yacimiento, así como de las actuaciones que se hicieron en el mismo en el pasado. El fin de este análisis previo fue establecer las medidas de conservación y restauración que se iban a realizar durante la campaña actual. Tras el estudio, se realizó una primera limpieza del yacimiento. Esta limpieza superficial fue de carácter tanto mecánico como físico-químico. Tras esto, se realizaron unas tareas puntuales de consolidación (mediante el uso de resina epoxídica en áreas con grandes bloques de roca fragmentada o susceptibles de pérdida, evitando la exposición solar del adhesivo) y finalmente, se establecieron unos criterios de conservación preventiva, con previsión para su aplicación futura, como el estudio del medio, del bien paleontológico, del estado de conservación y su diagnóstico, derivados del proyecto COREMANS. Las actuaciones realizadas se hicieron teniendo en cuenta las características del yacimiento, así como el tiempo y la mano de obra disponible durante la campaña de excavación.

La relación completa de los materiales empleados en la campaña de trabajo de 2017 es la siguiente: disolventes (alcohol, acetona, *White Spirit*, agua), algodón, hisopos, guantes, pinceles, escalpelos/bisturíes, botes, vasos medidores, báscula, espátulas, jeringas, agujas, mascarillas, cepillos y recogedores.

El estudio previo del yacimiento, tal y como se ha mencionado anteriormente, fue realizado mediante la consulta de referencias bibliográficas (tanto de artículos puntuales como de obras de revisión) y el estudio *in situ*. La bibliografía permitió conocer mejor aspectos fundamentales del yacimiento como su composición y estructura (tanto geológica como geográfica), así como cuáles fueron las actuaciones aplicadas en el pasado. El estudio *in situ* permitió conocer cuáles eran los agentes causantes del deterioro del yacimiento, sus patologías y los daños que estos causan. El estudio bibliográfico previo permitió conocer también cómo se realizaron estas intervenciones, y la relación de materiales que fueron empleados en las mismas (Caro y Pavía, 1998; Caro *et al*., 2003). Estas referencias fueron utilizadas como apoyo al proceso de conservación y restauración llevado a cabo durante la campaña, ya que contienen información sobre las campañas anteriores.

Tras el estudio previo se llevó a cabo la limpieza superficial del yacimiento, con el fin de eliminar elementos dañinos para la roca, conocer cuál era el estado real del mismo, y prepararlo para su posterior escaneado y digitalización mediante el uso de dron. Se trabajó tanto en la parte norte (en la cual se encuentran las marcas de natación, tanto de dinosaurios como de cocodrilos) como en la parte sur, más concretamente cerca de las esculturas que representan la escena de caza (Figuras 2 y 8).

Esta limpieza fue de dos tipos: una limpieza mecánica para la eliminación de diversos elementos del yacimiento (acumulaciones de sedimento y organismos vegetales) y una limpieza físico-química, más puntual y especializada, para la eliminación de elementos de origen antrópico en la parte sur. La zona norte del yacimiento, así como la parte más septentrional de la zona sur, presentaban un mejor estado de conservación; por ello las labores de actuación no requirieron ser tan específicas como las llevadas a cabo en la parte más meridional de la zona sur, junto a las esculturas. Para obtener una referencia visual de estos puntos, véase la figura 2.

Primero se trabajó en la parte superior de la zona norte, la cual dada su inclinación condicionaba empezar desde la parte más alta a la más baja, con el fin de ser lo más eficiente posible. La limpieza se realizó tanto a nivel general del yacimiento como de forma concreta de cada una de las icnitas. Los materiales empleados durante la campaña fueron los utilizados tradicionalmente en las labores de limpieza, tanto para los sedimentos que se habían acumulado como para las intervenciones anteriores que pudieran tener un efecto negativo en la conservación del yacimiento. En este caso se utilizaron cepillos, pinceles y recogedores para realizar la remoción mecánica del sedimento superficial suelto. En las zonas donde este sedimento era más compacto, así como en las grietas, pequeñas concavidades de la roca y dentro

de las propias icnitas, fue necesario el uso de elementos de incisión (punzones y destornilladores) para eliminar el sedimento depositado.

Además de la eliminación mecánica del sedimento se eliminaron los organismos vegetales. Estos se encontraban principalmente en las grietas y concavidades del terreno, colonizándolas y causando agrietamiento o ruptura de la roca. Es por ello por lo que fue necesario retirar la totalidad de estos elementos, incluyendo las raíces de menor calibre para evitar su recrecimiento. Este paso resulta delicado para la integridad física de la piedra, por lo que se realizó una limpieza más minuciosa de sedimento y las plantas, con el fin de reducir el riesgo potencial de afectar a la roca. Después de esta limpieza mecánica general, también se realizó una limpieza mecánica en zonas puntuales que presentan otros elementos dañinos del yacimiento (morteros y siliconas). Para la limpieza del perímetro del yacimiento se utilizó una desbrozadora.

Tras la limpieza mecánica se llevó a cabo la limpieza físico-química, que se realizó sobre los elementos antrópicos dañinos: manchas de pintura, resinas, morteros y siliconas. Estas manchas de pintura proceden de las esculturas situadas en el yacimiento. Para conocer la naturaleza de la composición de la pintura se realizó un test de solubilidad mediante el uso del triángulo de solubilidad de Teas. Esta es una representación gráfica de los disolventes y de los substratos orgánicos que permite establecer, *a priori*, si un disolvente será eficaz para llevar a cabo la limpieza de un determinado substrato (Doménech, 2013). Para ello se aplicaron a las manchas de pintura tres tipos de disolventes con características físico-químicas diferentes: acetona, alcohol y *White Spirit*. Este último es un hidrocarburo destilado del petróleo, muy utilizado en el campo de la conservación y restauración. Se observó que la pintura se removía mejor con disolventes que se encuentran entre la zona de las cetonas y de los aromáticos en el triángulo de solubilidad de Teas (figura 3). Para disolver la pintura sería por tanto necesario emplear disolventes como el *White Spirit* o la acetona. Se seleccionó la acetona como disolvente para eliminar las manchas de pintura debido a sus características polares (que ayudan a remover la pintura de una forma más eficiente), y porque su uso conlleva una menor peligrosidad para el operario que la utiliza.

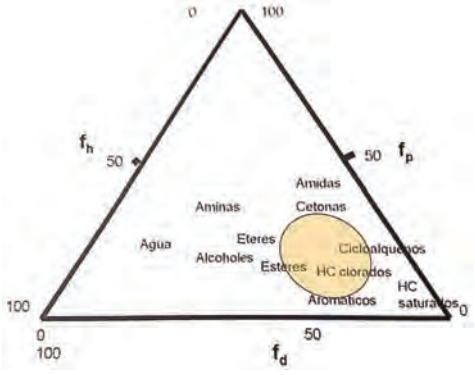

Figura 3. Triángulo de solubilidad de Teas, con distintos disolventes situados en el mismo según su relación de fuerzas por puentes de hidrógeno (fh), por puentes dipolo-dipolo (fp) y por las fuerzas de Van der Waals o de dispersión (fd). La región determinada para la composición de la pintura se encuentra rodeada por un círculo de color amarillo. Modificado de Doménech, 2013.

Se realizaron distintas pruebas mediante hisopo rodado y frotado con este disolvente. Debido al tamaño y grosor de las manchas de pintura, se decidió realizar un empaco sobre las mismas (Figura 4). Este empaco consistía en pasta de celulosa 100% y acetona, tapado mediante *film* plástico para evitar la rápida evaporación del disolvente, con el fin de reblandecer la pintura. Tras ver la actuación del disolvente al realizar la prueba con el hisopo, se decidió dejar actuar el empaco durante 5 minutos, observando el efecto del disolvente sobre la mancha, y evitando que el mismo causara posibles daños a la roca. Viendo que el tiempo de exposición al disolvente no era suficiente y que éste no dañaba a la roca, se realizó un segundo empaco durante 10 minutos, y se retiró la capa reblandecida de pintura mediante hisopo seco. Se realizó un último empaco durante 15 minutos, y se retiró de nuevo la capa reblandecida mediante hisopo seco.



Figura 4. Ejemplo de empaco realizado con el fin de remover las manchas de pintura que presenta el yacimiento. Está compuesto por pasta de celulosa 100% y acetona, cubierto con *film* plástico para evitar su rápida evaporación.

La resina había sufrido un proceso de amarilleamiento y endurecimiento con el paso del tiempo (figura 5). Para su retirada se intentó realizar una limpieza mecánica mediante el uso de herramientas de incisión en aquellas zonas que en las que la resina presentaba una escamación superficial. Se conoce cuál es la resina epoxídica que fue empleada (Fetadit ®), por lo que se aplicaron empacos de acetona y etanol al 50% para intentar reblandecerla y eliminarla.

Núm. 36 (2018), pp. 179-196
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***



Figura 5. Ejemplo de resina envejecida del yacimiento. El impacto visual respecto a la superficie de la roca es evidente.

En el yacimiento de la Virgen del Campo se encuentran distintos tipos de mortero. En ambas partes del yacimiento hay morteros sintéticos, posiblemente los mencionados en Caro y Pavía (1998), que presentan una resina de naturaleza acrílica con otras cargas añadidas. También hay morteros sintéticos de naturaleza mucho más plástica. Presumiblemente estos son morteros de silicona, en algunos casos sin ninguna carga y en otros, mezclados con grava y pequeñas piedras del entorno. Las siliconas y los morteros eran visualmente muy similares, teniendo las primeras un tono más blanquecino y una consistencia más elástica, y los segundos un tono más azulado y una consistencia más firme. Estos elementos, presentes en muchas de las grietas del yacimiento, producen daños tanto estéticos (debido a que sufren cambios de color y/o forma) como estructurales (acidificación de los morteros sintéticos por acción de los agentes ambientales y el cambio de composición químico que han sufrido, afloramientos de sales en la superficie de la roca en forma de costras salinas; figura 6). Para la remoción de las masas de silicona y de mortero se optó por la eliminación directa, retirándolo mediante limpieza mecánica. Esto es debido a su envejecimiento rápido, que hace que la silicona vea reducido su volumen y adherencia, por lo tanto, que sea más fácil de retirar mecánicamente. Sin embargo, lo que ocurre con el mortero acrílico y con aquellas siliconas más jóvenes (que contienen grava añadida a posteriori en su composición) es

que presentan una adherencia mayor, dejando estos materiales una película sobre la superficie de la roca. Para su eliminación se usaron disolventes orgánicos, concretamente acetona disuelta en agua al 70% de volumen. En algunos casos se favoreció el desprendimiento de este material, pero en su mayoría quedaron partes adheridas. Estos restos se eliminaron mediante elementos de incisión, y con la aplicación de la acetona mezclada con alcohol en distintas proporciones: 30/70, 50/50 y 70/30.

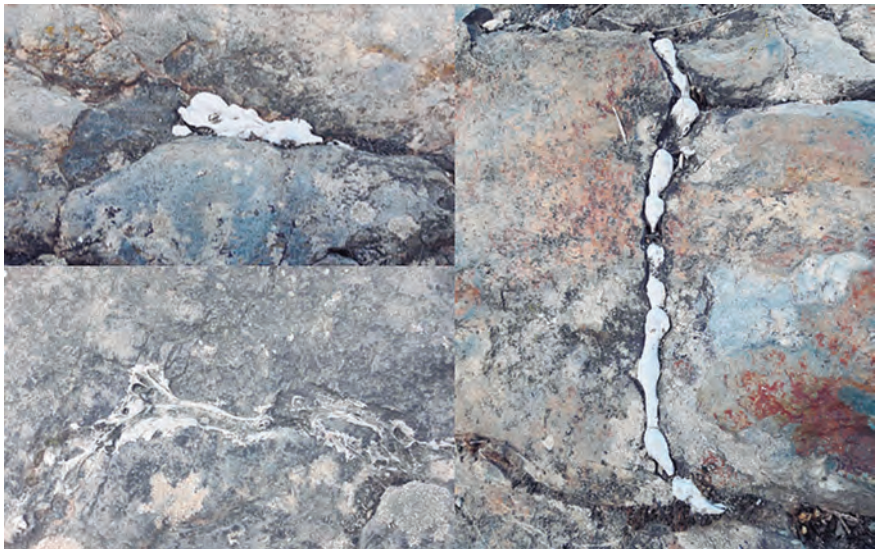

Figura 6. Ejemplos de morteros y siliconas presentes en el yacimiento de La Virgen del Campo.

Por último, en el yacimiento de la Virgen del Campo se puede observar que también se han empleado morteros de cemento (figura 7), los cuales pueden provocan grietas y favorecer la formación de grandes costras salinas (Mas i Barberá, 2010). Estos morteros de resina se fabricaron mezclando sílice muy fina con resina vinílica (Mowilith 50) y sílice muy fina con resina epoxídica (Caro *et al*, 2003). En las fisuras más estrechas solo se realizó el sellado con el mortero antes mencionado (Caro *et al*, 2003). Debido a sus características físicas, la eliminación de estos morteros es casi imposible, suponiendo un gran riesgo para la integridad del yacimiento, ya que no hay una interfase entre ambas. Las sales aparecen en la superficie de la roca en forma de costras salinas y eflourescencias.

Se realizaron adhesiones puntuales utilizando resina epoxídica para reparar la ruptura de alguna de las icnitas (evitando así su destrucción o desaparición por completo) y de algunas otras partes del yacimiento. La aplicación de la resina fue la mínima necesaria, tomando la precaución de que no se utilizase en la superficie del yacimiento para evitar el envejecimiento acelerado. De esta manera se redujo la posibilidad de su contacto con



Figura 7. Ejemplo de mortero de cemento en el yacimiento de La Virgen del Campo. La retirada de estos bloques de material supone un riesgo para la integridad del yacimiento.

el aire y la luz. En las campañas futuras se realizará la monitorización de la misma, tanto de los cambios ambientales (temperaturas y humedad relativa mediante dataloggers), como los cambios físicos mediante comparación de documentación gráfica.

3. RESULTADOS

La limpieza mecánica de la zona sur del yacimiento resultó ser de una mayor dificultad que la de la parte norte, ocupando el mayor número de horas de trabajo durante la campaña (figura 8). La limpieza de las acumulaciones de sedimento y la eliminación de las colonias de organismos vegetales resultaron en una mejora tanto estética como estructural del yacimiento, tanto de la parte norte como de la parte sur. Un ejemplo de esta mejora se puede observar en la figura 9.



Figura 8. Trabajo durante la campaña de julio de 2017 en la parte sur del yacimiento de la Virgen del Campo. Puede apreciarse la irregularidad de la superficie de la roca (parte central de la foto) respecto a la zona del yacimiento del fondo de la imagen.

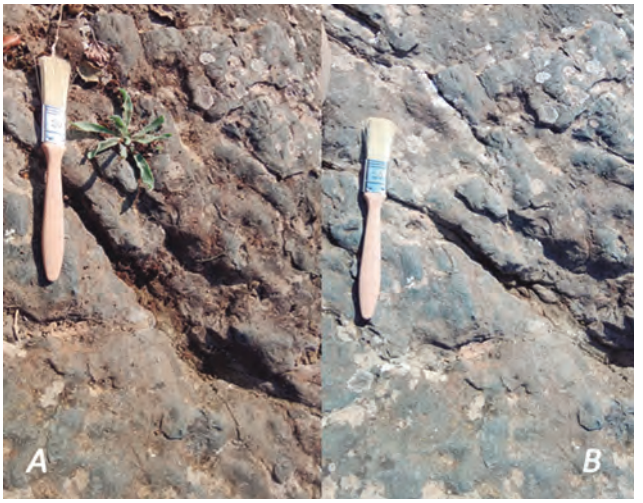

Figura 9. Detalle de la limpieza mecánica llevada a cabo en el yacimiento. A, a la izda.: antes de la limpieza. B, a la dcha.: después de la limpieza, habiendo eliminado el sedimento suelto y los organismos vegetales. La escala se representa mediante una brocha.

Los resultados de la limpieza físico-química son también evidentes en las distintas zonas en las que se llevó a cabo. El estudio de las manchas de pintura permitió conocer el disolvente adecuado para su eliminación, pudiendo retirar la mayor parte del material, y dejando solo pequeñas manchas muy adheridas a la roca del color (figura 10). Las esculturas que representan la posible escena de caza no solo suponen una alteración del estado del yacimiento por medio de las manchas de pintura (aplicada en las esculturas tras su colocación), sino que también presentan como posible daño potencial las

barras de metal que tienen en su base, y que se encuentran en un estado temprano de oxidación (figura 11).

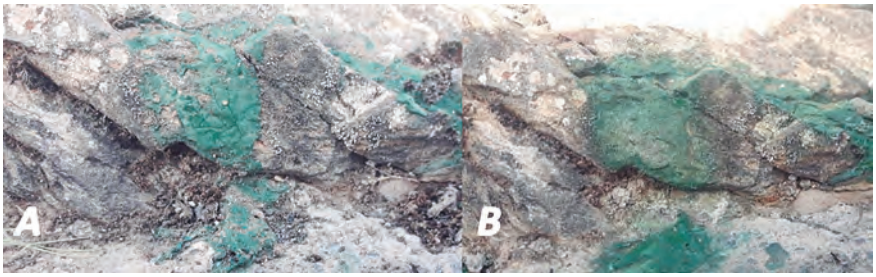

Figura 10. Detalle de las manchas de pintura. A, a la izda.: manchas antes de la limpieza físico-química. B, a la dcha.: después de la limpieza, habiendo eliminado la mayor parte del material.



Figura 11. Vista general de la zona sur del yacimiento y detalle de las esculturas que representan la escena de caza. Se puede apreciar la oxidación del metal empleado en su base, que ha teñido los bloques de pizarra que lo recubren, dándoles un color anaranjado.

Respecto a la resina, se pudo observar que el empleo de empacos de acetona y etanol no surtió el efecto deseado, pudiéndose eliminar solo algunos restos mediante limpieza mecánica.

La eliminación de la silicona y de los morteros se observa en la figura 12. Las distintas siliconas envejecieron de forma que alteraron la estética del mortero, cuya disminución de volumen dio lugar a la formación de pequeñas concavidades, que favorecen a su vez el crecimiento de los organismos vegetales.

Como ya ha sido comentado, también hay que contar con la presencia de los morteros de cemento (figura 7), cuyo tratamiento será uno de los temas a tener en cuenta en campañas posteriores.

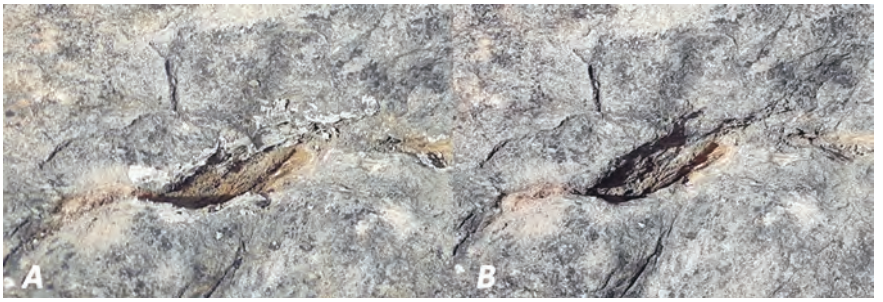

Figura 12. Detalle de una grieta con silicona del yacimiento de La Virgen del Campo. A, a la izda.: grieta con película de silicona a su alrededor. B, a la dcha.: grieta tras su completa limpieza.

4. DISCUSIÓN

La mayor dificultad que conllevó la limpieza mecánica de la parte sur del yacimiento se justifica por una serie de elementos. La presencia de grandes grietas y la mayor discontinuidad de la superficie de la roca del yacimiento condicionan una mayor acumulación de sedimento (figura 11). La cantidad de sedimento y la dificultad para eliminarlo respecto al resto de zonas en las que se trabajó fue considerablemente mayor. Además, estos permiten una acumulación del agua procedente de la parte alta de la ladera en la que se encuentra el yacimiento. Esta combinación del sedimento y el agua crea unos maceteros naturales, ideales para la proliferación de los organismos vegetales. Así mismo, estos organismos compactan y consolidan el sedimento, haciéndolo más difícil de eliminar mediante el barrido. La última campaña anterior a la realizada en 2017 fue llevada a cabo en 2014, lo que supone un periodo de varios años en el que los organismos vegetales recolonizaron el yacimiento, cubriendo gran parte de su superficie. Se espera que la limpieza del sedimento y de los organismos vegetales que se ha realizado (así como el hecho de que vaya a pasar un periodo de tiempo considerablemente menor desde la campaña de 2017 hasta la siguiente) haya evitado al menos de manera provisional la producción de daños de carácter biológico en el yacimiento, y reducido su recolonización. Sin embargo, esto es algo que no podrá ser debidamente valorado hasta el regreso al yacimiento en futuras campañas.

El efecto que tuvo la limpieza mecánica en el yacimiento fue evidente de manera inmediata a nivel estético. Las huellas y rastros se hicieron mucho más visibles y discernibles tras la eliminación del sedimento y las plantas (figura 9), lo cual también tendrá un efecto en la calidad de los modelos digitalizados del yacimiento, que se harán a partir del escaneado mediante dron que fue llevado a cabo tras la limpieza. Por otro lado, la limpieza mecánica también ha permitido que aquellas zonas con riesgo de pérdida por la acción de las plantas se conserven.

Se eliminó la mayor parte de la pintura, como se ha mencionado anteriormente. El daño estructural que estaba causando este elemento era mínimo,

pero no así el daño estético. De estas manchas solo quedó un rastro del color, que posiblemente pueda ser reducido aún más (o incluso eliminado en su totalidad) en el futuro.

A pesar del atractivo y de la capacidad divulgativa que tienen las esculturas que representan la escena de caza, estas crearon daños al yacimiento cuando fueron instaladas. Además de las manchas de pintura que afectaron a las zonas próximas del yacimiento, hay que tener en cuenta que las esculturas se sustentan sobre una base que presenta una serie de barras de metal, las cuales están en un estado de oxidación temprano. Esto implica que la zona está siendo teñida de herrumbre y de otros productos de corrosión propios del metal (figura 11), que pueden pasar a ser un daño estructural si la oxidación afecta a la integridad del metal o de la roca. No se realizaron actuaciones concretas durante esta campaña a este respecto. Uno de los objetivos futuros es considerar este factor y observar cómo varía a lo largo del tiempo. En el caso de que se considere que es necesario, se llevarían a cabo las actuaciones pertinentes.

La eliminación físico-química de la resina no surtió el efecto deseado. Para las próximas intervenciones sería idóneo emplear gelificantes que, además de evitar de forma más eficaz la evaporación de los disolventes, se adhieren mejor a la superficie de la zona a tratar, con lo que el contacto del disolvente y el material a disolver es más directo y, posiblemente, más eficaz. Este sistema podría aplicarse también a los restos de las manchas de pintura.

La eliminación mecánica de la silicona y de los morteros, al igual que ocurre con el sedimento acumulado y los organismos vegetales, presenta una ventaja no solo respecto al punto de vista estético, sino también de la conservación del yacimiento. La silicona es un material que cuando envejece se vuelve muy ácido, y a su vez la roca que está en contacto con ella, y formando costras de sales a su alrededor. Se espera haber reducido considerablemente este proceso al eliminar gran parte de este material de la superficie del yacimiento, dado que el resto del yacimiento, donde no hay material añadido, no presenta costras salinas y otros daños.

Por último, la eliminación de los morteros de cemento es imposible, debido a sus características físicas. Su adhesión y su dureza implican que su eliminación conllevaría la eliminación no solo del mortero de cemento, sino también de parte del propio yacimiento. Para evitar que produzcan más daños se propone controlar la salinidad de estos morteros y su entorno, mediante la eliminación de aquellos morteros degradados que estén creado alteraciones en la roca y observando la evolución en la salinidad del entorno.

En resumen, el yacimiento de La Virgen del Campo fue seleccionado como objeto de este estudio por su interés científico, y al mismo tiempo, por su avanzado estado de deterioro en 1998 (Caro y Pavía, 1998). Los ensayos de envejecimiento artificial acelerado mostraron que los cambios de humedad, de temperatura y la acción del hielo-deshielo no modificaron la forma de las muestras y no se encontraron desperfectos ni en la piedra ni en los

productos empleados (Caro *et al*, 2003). Sin embargo y a pesar de haber realizado estas consideraciones, en el yacimiento se ha producido un mal envejecimiento de los materiales que fueron aplicados en campañas anteriores a la de 2017, debido a los cambios que ha sufrido el material por la exposición a los agentes ambientales, produciendo su envejecimiento. Con la campaña de 2017 se ha pretendido retomar las acciones de conservación y restauración. En este sentido, las previsiones o perspectivas de futuro respecto a la conservación y restauración de La Virgen del Campo, así como del resto de yacimientos de la región en esta última campaña, han estado centradas en la idea de que lo fundamental de trasladar materiales y métodos de la conservación y restauración empleados en la restauración de material pétreo y aplicarlos de manera novedosa a la paleontología, evitarán el uso de otros materiales que han demostrado no ser los más adecuados para la conservación de los yacimientos. De forma concreta, se ha planteado aplicar en futuras campañas los criterios propuestos por el Proyecto COREMANS (Laborde Marqueze, 2013) para la intervención en material pétreo. El objetivo de esta aplicación es observar si este cambio en la forma de intervenir el patrimonio paleontológico puede ayudar a mejorar la conservación de los yacimientos debido al éxito que muestra su aplicación en otros campos en los que también se puede encontrar patrimonio pétreo, como es el caso de la arquitectura, la escultura y la arqueología.

5. CONCLUSIONES

La Rioja (España) contiene un patrimonio paleontológico de gran relevancia, destacando sus numerosos yacimientos de icnitas, que conforman uno de los mayores registros paleoicnológicos del mundo. Estos yacimientos poseen una gran importancia a nivel patrimonial, científico, turístico y sociocultural, y la preservación y conservación de los mismos es una tarea prioritaria.

El yacimiento de La Virgen del Campo, localizado en Enciso (La Rioja, España) es uno de los más importantes de la región, y reúne las características antes mencionadas. Debido a ello, en este yacimiento se han realizado labores de conservación y restauración a lo largo de los años, siendo las últimas realizadas en 2014. Estas tareas se retomaron el pasado julio de 2017, planteando una serie de protocolos y de criterios de intervención, que incluyen la limpieza mecánica y físico-química de diversos elementos que afectaban al yacimiento. Se trabajaron en dos zonas principales, una situada más al norte y otra situada más al sur. La limpieza mecánica resultó de una mayor dificultad en la parte sur debido a las irregularidades y a las grietas del terreno; del mismo modo, la limpieza físico-química se realizó principalmente en la zona sur. La limpieza mecánica fue utilizada principalmente para tratar la acumulación de sedimento, eliminar los organismos vegetales del yacimiento y realizar la remoción puntual de morteros y siliconas previamente aplicados. La limpieza físico-química se usó para la eliminación de los morteros y las siliconas empleados en campañas anteriores, así como de las manchas de pintura procedentes de las esculturas de dinosaurios del yacimiento.

El yacimiento presenta también morteros de cemento, cuya eliminación no es posible debido a que esta presenta un gran riesgo para la integridad del yacimiento. El objetivo de la campaña de 2017 era no solo retomar las labores de conservación y restauración en este yacimiento en concreto, sino también en otros yacimientos similares de la región, con el objeto de aplicar en campañas futuras materiales y métodos de la conservación y la restauración de forma novedosa en el campo de la paleontología, que permitan la preservación y el mantenimiento de este patrimonio paleontológico a lo largo del tiempo.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo ha sido posible gracias a los Cursos de verano 2017 de la Fundación Universidad de La Rioja, que cuentan con el patrocinio del Gobierno de La Rioja, así como a la Cátedra Extraordinaria de Patrimonio Paleontológico de la Universidad de La Rioja. También agradecer la colaboración del Ayuntamiento de Enciso y el parque El Barranco Perdido. Los trabajos de limpieza se realizaron gracias a la colaboración de los alumnos del curso Paleoicnología y Restauración de huellas de dinosaurio (Enciso, La Rioja).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brancas, R., Martínez, J. y Blaschke, J. (1979). Huellas de dinosaurio en Enciso. Gonzalo de Berceo, Logroño, Spain.

Caro, S. y Pavía, S. (1998). Alteración y conservación de los yacimientos de huellas de dinosaurio de La Rioja:" La Virgen del Campo"(Enciso) y" La Era del Peladillo"(Igea). *Zubía*, 16, 199-232.

Caro, S., Pavía, S. y Pérez-Lorente, F. (2003). Intervenciones en la conservación de las huellas de dinosaurio de La Rioja (España). En: *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España*. (Pérez-Lorente, F., ed.). Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 26, 225-238.

Casanovas, M. L., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V. y Fernández, A. (1985). Nuevos datos icnológicos del Cretácico Inferior de la Sierra de Cameros (La Rioja). *Paleontología y Evolución*,19, 3-18.

Díaz-Martínez, I., García-Ortiz de Landaluce, E., Ortega Girela, J. M., Hurtado Reyes, A., Martínez, E., Jiménez, N., Aldaiturriaga, L., Benito, J., Colina, A., Fernández, A., Martínez, J., Ortega, A., Pereda, J. C., Requeta, L. E., Sáinz, J. L. y Pérez-Lorente, F. (2010). Treinta años de trabajo de campo en los yacimientos icnológicos de La Rioja (1980-2010). *Zubía*, 28, 167-178.

Doménech, Mª T. (2013). *Principios físico-químicos de los materiales integrantes de los bienes culturales*. Universidad Politécnica de Valencia. Servicio de Publicación.

Ezquerra, R. y Pérez-Lorente., F. (2003). Reptiles nadadores en el sector oeste del yacimiento de la Virgen del Campo (4LVC, Enciso, La Rioja, España).

En: *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España*. (Pérez-Lorente, F., ed.). Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 26, 215-224.

Ezquerra, R., Doublet, S., Costeur, L., Galton, P. M. y Pérez-Lorente, F. (2007). Were non-avian Theropod dinosaurs able to swim? Supportive evidence from an Early Cretaceous trackway, Cameros Basin (La Rioja, Spain). *Geology*, 35, 507–510.

Ezquerra, R., Costeur, L. y Pérez-Lorente, F. (2010). Los dinosaurios también nadaban. *Investigación y Ciencia: Edición Española de Scientific American*, 411, 80-86.

Laborde Marqueze, A. (2013). *Proyecto COREMANS: Criterios de intervención en materiales pétreos*. Madrid: Ministerio de Educación Cultura y Deporte.

Pérez-Lorente, F., Romero-Molina, M., Requeta, E., Blanco, M. y Caro, S. (2001). *Dinosaurios. Introducción y análisis de algunos yacimientos de sus huellas en La Rioja*. Ciencias de la Tierra, 24. Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, Spain.

Pérez-Lorente, F. (2015). *Dinosaur footprints and trackways of La Rioja*. Bloomington & Indianápolis: Indiana University Press.