

APLICACIONES DEL PARALOID-B72 COMO CONSOLIDANTE EN PREPARACIONES PALEONTOLÓGICAS

Jose Antonio VILLENA GÓMEZ¹
y Anna GARCÍA FORNER²

¹Museu de la Universitat de València d'Història Natural. C/Doctor Moliner nº 50, 46100 Burjassot (Valencia). Jose.villena@uv.es

²Museu de la Universitat de València d'Història Natural. C/Doctor Moliner nº 50, 46100 Burjassot (Valencia). Anna.garcia@uv.es

RESUM: la preparació paleontològica resulta ser complexa i variable pel que fa als tractaments, ferramentes i productes empleats. En el cas del procés de consolidació, els fòssils poden plantejar metodologies de treball diferents determinades per la naturalesa química de l'exemplar, el grau de preservació i pel destí final que tindrà el fòssil. S'ha empleat el consolidants Paraloid B-72® per les seues característiques fisicoquímiques, acords amb els objectius de preparació i conservació per a presentar les diferents tècniques conegudes de consolidació de tal forma que ens permetan establir criteris d'actuació en exemplars de semblants característiques.

RESUMEN: la preparación paleontológica resulta ser compleja y variable en lo que respecta a los tratamientos, herramientas y productos empleados. En el caso del proceso de consolidación, los fósiles pueden plantear metodologías de trabajo diferentes, determinadas éstas por la naturaleza química del ejemplar, el grado de preservación y por el destino final que tendrá el fósil.

Para presentar las diferentes técnicas conocidas en consolidación paleontológica, se ha empleado el consolidante Paraloid B-72® por sus características físico-químicas, acordes con los objetivos de preparación y conservación, de tal forma que nos permita establecer criterios de actuación en ejemplares de similares características.

SUMMARY: the paleontological preparation turns out to be complex and variable with regard to the treatments, tools and products used. In the case of the consolidation process, the fossils may propose different work methodologies determined by the chemical nature of the specimen, the degree of preservation and the final destination of the fossil. The Paraloid B-72® consolidants have been used for their physicochemical characteristics, in accordance with the preparation and conservation objectives to present the different known techniques of consolidation in such a way as to allow us to establish performance criteria in specimens of similar characteristics.

Paraules clau: consolidació, Paraloid B-72, preparació paleontològica

Palabras clave: consolidación, Paraloid B-72, preparación paleontológica

Keywords: consolidation, Paraloid B-72, paleontological preparation



Fig. 1: gránulos de Paraloid B-72.

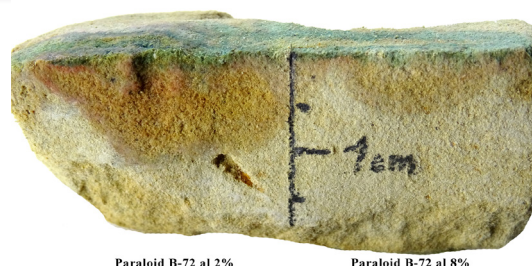


Fig.2: grado de penetración de Paraloid B-72® al 2% de concentración (izquierda) y al 8% de concentración (derecha).

1. INTRODUCCIÓN

La decisión de llevar a cabo una intervención sobre un fósil es el resultado de un estudio previo del material, tras lo cual se realizan las actuaciones necesarias para dejarlo en condiciones de ser manipulado para su investigación o exposición pública, velando siempre por su conservación futura. Los criterios a seguir, siempre se basan en el principio de mínima intervención, es decir, acometer solo los tratamientos precisos, primando la conservación y el registro de la información obtenida tanto in situ como en el laboratorio. En paleontología hablamos de preparación como el proceso según el cual se aumenta la estabilidad química y estructural de un ejemplar fósil con el objetivo de mejorar sus condiciones de estudio, exposición o almacenaje, las cuales, nunca podrán ser las mismas que tuvo originalmente.

Antes de intervenir, se debe realizar una completa descripción y documentación de los elementos en los que se va a actuar, aunque las intervenciones más drásticas de conservación y preparación solo se deben aplicar en los casos más graves de deterioro del fósil que impliquen un riesgo real de fracturación o desintegración.

La preparación paleontológica debe estar muy organizada y previamente tendremos que estudiar el fósil, en ocasiones con técnicas analíticas, y en determinados casos realizar pruebas con algunas de las metodologías y productos antes de aplicarlas finalmente sobre el propio ejemplar. Por esta razón, será necesario realizar un informe de intervención paleontológica donde hacer constar los datos del ejemplar, la descripción físico-química del fósil y de su matriz si es el caso, el estado de preservación, el protocolo de actuación llevado a cabo para el ejemplar con el registro de los tratamientos, herramientas, productos empleados durante el proceso y por último la posible conservación preventiva y/o embalaje (Marín, 2007). Este informe se tendrá en cuenta para realizar futuras intervenciones sobre el mismo fósil o para reproducir el protocolo sobre otros ejemplares similares. Dado

que cada fósil puede resultar ser un caso concreto de una técnica de consolidación paleontológica, hemos seleccionado ejemplares que pueden constituir ejemplos representativos en la aplicación de cada una de las metodologías habituales.

Aunque históricamente se han utilizado resinas naturales y sintéticas con resultados no satisfactorios en cuanto al envejecimiento (Pasíes, 2014), es a partir de la segunda mitad del siglo XX cuando se empiezan a desarrollar diferentes polímeros sintéticos de naturaleza orgánica como resinas y emulsiones de acetato de polivinilo, resinas y emulsiones acrílicas o resinas de nitrato de celulosa, de las que hoy en día, se conocen perfectamente las características físico-químicas de las mismas, así como los efectos a largo plazo de su aplicación, gracias sobre todo, a las cámaras de envejecimiento acelerado y a la experiencia directa del uso de las mismas sobre ejemplares fósiles.

Paraloid B-72® es el nombre comercial de un copolímero acrílico formado por metacrilato de etilo y acrilato de metilo y químicamente es un éster acrílico con un ácido metacrílico que se comercializa en estado sólido como gránulos transparentes e incoloros con una pureza del 100%. Fue descubierto a mediados del siglo XX comenzándose a utilizar en las Bellas artes, Ciencias Naturales y en arqueología (Predebón, 2006), y hoy en día sus aplicaciones se extienden a la paleontología donde es considerado una de las resinas más estables, empleándose como consolidante, adhesivo y también como reintegrante volumétrico mezclado con diferentes cargas o pigmentos. En Norteamérica se comercializa con el nombre de Acriloid B-72.

Aunque en el mercado existen variaciones del Paraloid B-72® (B-82, B-48N y B-67) con características diferentes según la composición química de los polímeros y de las condiciones en que se polimerizaron, en las preparaciones paleontológicas, está ampliamente generalizado el empleo de Paraloid B-72® (Martín y Pozo 2016) frente al resto de variantes, por las mejores cualidades que presenta en la interacción con los restos fósiles. El Paraloid

B-72® pertenece a las resinas de Clase A, según las cuales, corresponden a polímeros con vidas útiles de entre 100 a 200 años (Feller, 1978). Paraloid B-72® es fabricado por la firma Rohm and Hass, una subsidiaria de Dow Chemical.

2. OBJETIVOS

El objetivo consistirá en presentar las diferentes metodologías de consolidación aplicadas en preparaciones paleontológicas atendiendo principalmente a las características físico químicas del ejemplar y su matriz, al tipo de preservación de los ejemplares y al uso final que éstos van a tener. Para complementar estas metodologías se presentarán ejemplos reales con materiales depositados en el Museu de la Universitat de València d'Història Natural y que pretenden servir de guía y de base en la consolidación de materiales fósiles de similares características.

3. CRITERIOS DE APLICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL CONSOLIDANTE PARALOID B-72® EN PREPARACIONES PALEONTOLÓGICAS

Las principales actuaciones en la preparación paleontológica son: la limpieza que puede ser física o química, la consolidación, la adhesión, la reintegración volumétrica y la cromática. En una preparación paleontológica no tienen por qué realizarse todos estos procesos, ni tan siquiera en un orden determinado. La preparación paleontológica no siempre es obligatoria y en muchas ocasiones el resto fósil deberá de permanecer intacto, y más aún, si es previsible realizar análisis cualitativos, registros fotográficos con estereomicroscopios, microscopios electrónicos u otros estudios que requieran que tanto la naturaleza como la estructura química y la superficie del resto permanezcan sin ningún tipo de sustancia orgánica que pudiera distorsionar o alterar la información que nos puede proporcionar el elemento paleontológico. En el caso de tener que realizar estudios o análisis sobre el fósil,

y ser necesaria una consolidación, se puede valorar el empleo de consolidantes de naturaleza inorgánica como el silicato de etilo Estel 1000® (Bisulca et al., 2009) o nanopartículas de hidróxido de calcio Nanorestore® (Natali et al. 2014) que tendrán una mayor homogeneidad y compatibilidad química con la naturaleza inorgánica del elemento paleontológico (Martín y Pozo 2016).

A pesar de no existir un consolidante ideal para todos los casos, sí se estiman cuáles tendrían que ser las propiedades ideales que éste debería tener, y en función de estas características, podemos elegir el consolidante que mejor se adapte a las necesidades del fósil que pretendemos consolidar. En el caso de Paraloid B-72®, se trata de un copolímero acrílico estable, es decir, a lo largo del tiempo no cambiará sus propiedades físicas y químicas. También es totalmente transparente y permanece así durante el transcurso de los años sin volverse de color amarillo u otro color, ya que de lo contrario enmascararía el color original del fósil. El Paraloid B-72® permanece inalterable en contacto con otras sustancias como ácidos o bases fuertes donde frecuentemente se emplea en limpiezas químicas protegiendo al fósil del ácido. La reversibilidad es uno de las propiedades más importantes que posee el Paraloid B-72®, puesto que puede ser eliminado prácticamente al 100% con el mismo solvente en el que se diluyó. También es empleado habitualmente como estrato intermedio entre el fósil y por ejemplo un adhesivo epoxídico lo que proporciona una fácil reversibilidad de éste tipo de compuestos. El Paraloid B-72® es soluble en diversos solventes orgánicos como la acetona, el etanol, White Spirit®, acetato de butilo, Xileno o Tolueno, pero es muy recomendable tener en cuenta los diferentes valores de toxicidad de los mismos. En este sentido, la concentración máxima tolerada (C.M.A), expresada como la cantidad de partes por millón en el aire en la que un operario puede ser expuesto durante 8 horas de la semana laboral, es más favorable para la acetona y el etanol (1000 C.M.A.), mientras que para White Spirit® (500 C.M.A.), acetato de butilo (200 C.M.A.) y para el Xile-

no y Tolueno (100 C.M.A.) las cantidades son más pequeñas y por tanto de mayor toxicidad. Para la manipulación de acetona son aconsejables guantes de caucho de butilo o en su defecto de látex, aunque estos últimos pueden ser permeables a la acetona transcurridos 10 minutos.

Un buen consolidante ha de poseer una penetración suficientemente profunda en el interior de los restos paleontológicos, propiedad muy importante, que está relacionada con la viscosidad (la más baja posible), la tensión superficial del consolidante (ha de ser lo más alta posible), la porosidad efectiva del material a consolidar, la temperatura y el tipo de solvente orgánico utilizado (Laborde, 1986).

El tiempo de evaporación del solvente también influye en la capacidad de penetración, la cual, conviene que sea lenta con el fin de evitar que el polímero sea arrastrado de nuevo hacia la superficie. Este efecto que se conoce como migración inversa, tiene lugar con disolventes como la acetona, de rápida evaporación. Para disminuir el efecto de migración se puede cubrir el ejemplar con láminas de polietileno, disminuir la temperatura ambiental o utilizar vitrinas o campanas donde introducimos el ejemplar consolidado en un ambiente saturado con el solvente usado en la disolución del Paraloid B-72®. Así mismo, también podemos usar para concentraciones muy diluidas el etanol (alcohol etílico de laboratorio), el cual es menos volátil que la acetona proporcionando una mayor penetración del consolidante aunque la solubilidad del Paraloid B-72® es mucho menor. La preparación de una concentración de consolidante ha de ser lo más precisa posible, por lo que además del empleo de balanzas de precisión y de vasos de precipitado graduados, un buen consolidante será aquel formado por un único componente presentado en estado sólido con el que conseguiremos un mayor control tanto de la pureza como de las cantidades cualitativas de consolidante y solvente que deberemos de valorar. Las soluciones consolidantes y adhesivas de Paraloid B-72®, pueden prepararse combinando pesos (gramos) de polímero y

solvente o combinando el peso de un polímero (gr) y un volumen específico de solvente (ml). En cada caso, la concentración resultante se puede expresar como un porcentaje. Para la mayoría de los usos en paleontología la diferencia no es significativa. Lo importante es dejar claro en una etiqueta del envase, qué método y unidades se han utilizado (gr/ml o ml/ml). La forma recomendada de preparar soluciones es combinar proporciones de polímero y disolvente usando unidades de peso a volumen (Davidson y Brown 2012).

Porcentaje (%)	Paraloid B-72®(gr.)	Diluyente (ml.)	utilidad
2	2	98	consolidación en profundidad
3	3	97	consolidación en profundidad
5	5	95	consolidación en profundidad
10	10	90	consolidación superficial
12	12	88	consolidación superficial
30	30	70	adhesivo
40	40	60	adhesivo
45	45	55	reintegrante
50	50	50	reintegrante

Fig. 3: porcentajes habituales de Paraloid B-72® diluidos en acetona y empleados como consolidantes, adhesivo o reintegrante o en preparaciones paleontológicas.

La capacidad de transpiración es un factor que conviene tener en cuenta para evitar que se forme una capa totalmente impermeable que imposibilite que tanto la humedad, las sales o posibles gases producto de alteraciones de sulfuros (pirita, calcopirita, marcasita), queden atrapadas en el interior del resto provocando un colapso o disgregación de la estructura interna. En este sentido, convendrá tener en cuenta en las consolidaciones a nivel superficial, evitar la formación de una capa totalmente impermeable si tenemos evidencias de la presencia de compuestos volátiles o sales en los restos paleontológicos.

Ciertamente el coste económico del Paraloid B-72® puede ser significativo si se necesitan grandes cantidades, pero quizás cuando se trata de materiales patrimoniales únicos, las

características y efectividad del consolidante debe estar por encima de la elección de uno u otro consolidante por este motivo. Para un mismo consolidante puede haber diferencias considerables de precio que también puede depender de la cantidad de gramos adquiridos, así como del proveedor. Aun así, a la hora de preparar el consolidante, conviene preparar y ajustar la cantidad que vamos a necesitar para disolver en acetona y en el caso de que sobre, tendremos que etiquetarlo con los datos de la disolución obtenida, del disolvente empleado, la concentración, el volumen total preparado y la fecha de preparación, que pegaremos en un envase hermético y no soluble en acetona (envases de vidrio o de termoplásticos de polipropileno o polietileno), porque de lo contrario la acetona que es muy volátil tenderá a evaporarse provocando a lo largo del tiempo que el consolidante aumente su concentración en proporciones desconocidas y no controladas.



Fig.4: disoluciones de diferentes concentraciones de Paraloid B-72® con sus etiquetas identificativas a lápiz y tapadas con film de aluminio Mylar® para evitar la evaporación de la acetona y la disolución del plástico del interior de las tapas.

Por último, conviene saber cuál es la temperatura de transición vítrea (Tg), que se define como aquella en la que el polímero pasa de un estado sólido a uno gomoso y pegadizo. Para el Paraloid ésta temperatura es de unos 40°C por lo que en condiciones normales es bastante estable (Horie 2010). La temperatura de ablandamiento, es decir, la temperatura del polímero en el que se vuelve blando y elásti-

co, perdiendo en consecuencia su integridad y rigidez estructural, es de más de 70°C para el caso del Paraloid B-72®.



Fig. 5: efectos de la superación de la temperatura de ablandamiento en nitrato de celulosa usado como adhesivo hace 35 años sobre un resto fósil de mamífero. En la actualidad no se recomienda el uso de nitrato de celulosa como adhesivo definitivo (pegamento Imedio®).

Paraloid B-72® es un compuesto versátil, además de como consolidante puede usarse como protector superficial, disuelto en acetona como un eficaz adhesivo de lento fraguado y mezclado con cargas y/o pigmentos también puede emplearse como reintegrante volumétrico.

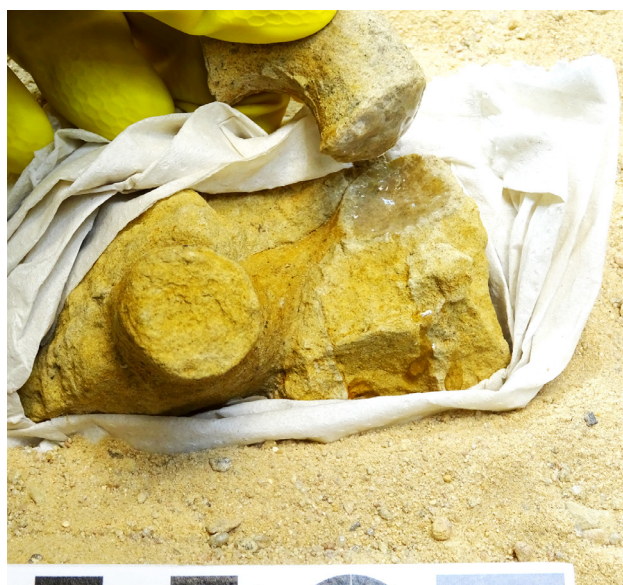


Fig. 6: adhesión del icnogénero *Gyrolithes* con Paraloid B-72® al 35% de concentración [gr./vol] (35gr. Paraloid B-72® en 65 ml. de acetona en volumen total de 100 ml.)

Aunque Paraloid B-72® es resistente a la humedad una vez fraguado, cuando se encuentra disuelto en acetona reacciona formando una emulsión blanca en contacto con el agua, precipitado que podemos eliminar fácilmente para la limpieza de envases. Es compatible con resinas vínicas y siliconas. Respecto a los riesgos del Paraloid B-72®, es combustible y su contacto prolongado sin medidas de seguridad (guantes, gafas de protección y mascarillas de gases) provoca irritaciones en piel, ojos, mucosas y vías respiratorias.

4. METODOLOGÍAS DE APLICACIÓN EN CONSOLIDACIONES PALEONTOLÓGICAS

En todos los casos de consolidación y previamente a la misma conviene realizar una limpieza física de forma ligera, con el objetivo de eliminar restos de polvo o partículas sueltas que pueden perjudicar en una penetración satisfactoria del consolidante.



Fig. 7: limpieza superficial del ejemplar con pera de goma.

Es conveniente, por tanto, limpiar con aire comprimido o con una pera de aire y en determinados casos con un leve cepillado los restos de partículas que puedan estar sueltas sobre el elemento paleontológico. Además, y en el caso de fósiles con evidente porosidad o fisuras, es posible, después de una limpieza física superficial, aplicar acetona para que esta limpie y extraiga tanto restos de hume-

dad como pequeñas partículas en el interior de poros, huecos o fisuras, aumentando así la porosidad efectiva del elemento (Haluska, 2015). A pesar de que existen otros solventes más penetrantes y menos volátiles que la acetona, estos resultan ser mucho más tóxicos o menos solubles, por lo que emplearemos la acetona como el solvente elegido para disolver el Paraloid B-72®. Conviene asegurarnos que el fósil no contiene evidencias de humedades y en tal caso será necesario eliminarla, puesto que reaccionará con el polímero creando un compuesto fibroso y blanquecino ya que el Paraloid B-72® en estado líquido es totalmente incompatible con el agua.



Fig. 8: precipitado blanco y elástico producido por la interacción entre agua y Paraloid B-72®.

En todos los casos de metodologías de consolidación es conveniente introducir el ejemplar recién consolidado en el interior de una campana de gases o urna cerrada, para conseguir un ambiente saturado de acetona (Laborde Marqueze, 1986)

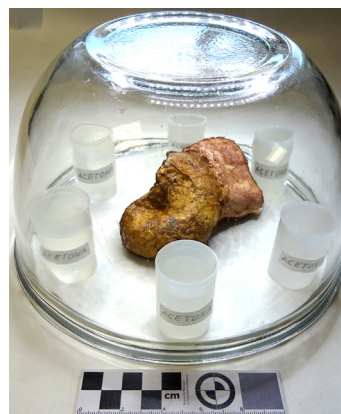


Fig. 9: Ammonites introducido en urna saturada de acetona para evitar la migración inversa del consolidante.

Para cada una de las metodologías de consolidación se acompaña un ejemplo práctico resumido de una aplicación real.

4.1-Consolidación por inmersión

La inmersión completa de un ejemplar en disoluciones poco concentradas de Paraloid B-72® es en ocasiones la mejor forma de consolidación para conseguir una elevada penetración, pero no puede usarse en todos los ejemplares puesto que estos deben de tener una estructura interna lo suficientemente resistente para aguantar la presión ejercida por el fluido cuando penetra en los poros y fisuras que podría ocasionar un colapso de la estructura interna (Aberasturi, 2010). En general, la inmersión no se utiliza para restos poco porosos o para aquellos que tienen una superficie externa compacta, sino que frecuentemente se utiliza para restos de vertebrados, sobre todo del grupo de los dinosaurios y de los mamíferos, cuando estos presentan una gran superficie expuesta de hueso esponjoso o trabecular. Para obtener una mayor penetración y evitar el efecto de migración inversa, se emplean disoluciones poco concentradas generalmente inferiores al 5% dependiendo de cada caso particular. Así mismo, es conveniente utilizar una cámara de vacío o en su defecto una urna o campana con atmósfera saturada del mismo solvente empleado en la disolución del Paraloid B-72® después de sacar el ejemplar de la inmersión. Previamente conviene dejar los depósitos de acetona abiertos dentro de la urna, al menos 1 hora y los ejemplares al menos 24 horas.

4.1.1-Ejemplo de consolidación por inmersión de fragmento de hueso de dinosaurio con conservación de tejido óseo compacto y esponjoso. Destino: exposición en vitrinas

- 1-limpieza física superficial en seco con aire y cepillo.
- 2-limpieza con acetona y cepillo.
- 3-humectación de la superficie con acetona.
- 4-prueba de inmersión de tres fragmentos para comprobar resistencia al colapso y grado de porosidad y penetración del consolidante al 1%, 3% y 5% (pesarlo en balanza de pre-

cisión antes y después de la consolidación al cabo de una hora para ver si hay aumento de peso por la penetración del consolidante).

5-inmersión del resto a consolidar en disolución al 3% de Paraloid B-72® en acetona durante 24 horas.

6-extraer con pinzas metálicas el resto fósil del baño e introducirlo en campana con atmósfera saturada de acetona (48 horas a temperatura entre 18°C y 23°C).



Fig. 10: actuaciones sobre resto óseo de dinosaurio. Fragmento óseo con tejido compacto y esponjoso (A), limpieza con acetona (B), humectación a pincel con acetona (C), inmersión al resto Paraloid B-72® al 3% (D).

4.2-Consolidación por impregnación a pincel

Es el método más usual para piezas con alteraciones a nivel superficial. Se trata de una consolidación de escasa penetración en profundidad que dependiendo del grado de alteración del fósil emplearemos en concentraciones de hasta el 10% donde previamente será necesario realizar, en la medida de lo posible, pruebas con diferentes concentraciones de Paraloid B-72® para comprobar su efectividad.



Fig. 11: consolidación a pincel con estereomicroscopio de Knightia eocaena con Paraloid B-72® al 2%.

Esta técnica se utiliza en la mayoría de grupos fósiles siempre que aguanten el contacto con las cerdas del pincel. Conviene utilizar pinceles de cerdas sintéticas puesto que los naturales absorben durante más tiempo la disolución. El consolidante se aplica en la misma dirección para crear una capa homogénea en cuanto a espesor, teniendo en cuenta que la evaporación del solvente (acetona) es muy rápida. Para evitar esta elevada volatilidad, podemos humectar la superficie previamente con alcohol etílico que actúa como un tensoactivo reduciendo la tensión superficial del elemento fósil, facilitando así la penetración del consolidante. Los posibles restos o brillos excesivos del consolidante en superficie pueden eliminarse con acetona. Este tipo de consolidación puede aplicarse con diferentes grados de concentración en diferentes zonas de un mismo ejemplar si el fósil presenta diferentes grados de alteración. En ocasiones será conveniente consolidar tanto el fósil como su matriz sobre todo en materiales arenosos que presentan una evidente alteración o arenización a nivel superficial. La impregnación a pincel al 10%, también se utiliza como estrato intermedio entre un adhesivo y las dos superficies limpias de una fractura. Los envases de esmalte de uñas son un buen recurso para emplearlos en esta técnica.

4.2.2-Ejemplo de consolidación por impregnación a pincel en *Gyrolites vidali* Mayoral (1987). Destino: prácticas formativas.

Tipo de material: *Gyrolites* conservado en arenas finas limosas amarillentas compactadas. Matriz de arenas cementadas de tamaño medio con evidencias de disgregación superficial. Destino: ejemplar para prácticas didácticas.

- 1-limpieza con aire soplado del ejemplar y su matriz.
- 2-pruebas de consolidación en fragmento de otro ejemplar a concentración de 2% y 5% (observación con estereomicroscopio la presencia de consolidante en superficie)
- 3-humectación con pincel de toda la superficie con acetona
- 4-impregnación a pincel de un ejemplar del

mismo yacimiento y de una matriz al 2%, 3%, 5% y al 8%.

5-dejar fraguar en campana de ambiente saturado en acetona (24 horas)



Fig. 12: pruebas de consolidación en ejemplar del icnogénero *Gyrolithes* y su matriz a diferentes concentraciones de Paraloid B-72®.

4.3-Aplicación por inyección

Este método se emplea en fósiles con una alteración acentuada donde son evidentes grietas y fracturas, las cuales, pueden ser aprovechadas para una aplicación localizada y profunda del consolidante aumentando así su integridad estructural. Habitualmente mediante la inyección se consolida en profundidad algunas zonas inaccesibles del interior del fósil, y a continuación, se realiza otra consolidación por inyección a mayores concentraciones. Se emplean jeringuillas de cristal de diferentes calibres con concentraciones bajas de Paraloid B-72® por lo general inferiores al 5%. Debe controlarse la fuerza con que se inyecta, sobre todo en restos paleontológicos frágiles, ya que puede producirse un colapso parecido al que podría generar una inmersión. La inyección de consolidante suele ser frecuente en restos fósiles de vertebrados donde las grietas pueden alcanzar fácilmente el tejido óseo esponjoso y en moldes internos o compuestos preservados en carbonatos, calcita o margas donde las grietas y fisuras suelen ser limpias y delgadas. Posteriormente, si la grieta es muy grande, se puede rellenar con una concentración de Paraloid B-72® entre el 30% y el 40%

que tendrá propiedades adhesivas. Además de los equipos de protección individual como los guantes o mascarillas para gases, obligatorios en cualquier laboratorio donde se manipulen productos químicos, en esta técnica es imprescindible más si cabe, el empleo de gafas de protección ante el elevado riesgo de salpicadura.

4.3.1-Ejemplos de consolidación por inyección en ammonoideo y fragmento óseo de mamífero. Destino: exposición en vitrinas.

1-limpieza con aire de la grieta o tejido esponjoso y humectación con acetona.

2-preparación de consolidante al 2% y aplicación con jeringuilla en el interior de la grieta.

3-rellenar la superficie interna de las grietas grandes del ammonoideo inyectando con jeringuilla sin aguja a concentración del 30%.

4-mantener el resto fósil en campana con atmósfera saturada de acetona durante 1 hora



Fig. 13: consolidación por inyección al 2% de consolidante en tejido esponjoso de hueso fósil de mamífero y en grietas de un ammonoideo.

4.4-Aplicación por goteo

Se trata de una consolidación puntual utilizada cuando nos interesa controlar algunos factores como: la cantidad de consolidante aplicado, evitar el contacto directo de cualquier objeto usado para aplicar el consolidante y sobre todo si queremos consolidar una zona muy concreta del ejemplar. En este método se emplean concentraciones de hasta el 10% dependiendo del tipo de alteración y fragilidad del resto, aunque es conveniente realizar pruebas para ajustar la concentración y comprobar cuanto se expande horizontalmente el consolidante.

Se intentará no dejar caer la gota y aplicarla por contacto para evitar que el impacto pueda desprender parte del fósil en el caso de ejem-

plares preservados como finas películas carbonosas o fosfáticas sobre sedimentos finos como lutitas, margas o diatomitas.



Fig. 14: consolidación por goteo al 3% de Paraloid B-72® de toda la superficie con pipeta de plástico.

Al tratarse de una consolidación a nivel superficial será necesario limpiar de partículas la superficie del fósil principalmente con aire, un pincel fino si el fósil puede resistirlo o utilizando alcohol etílico capaz de hacer suspender las partículas sueltas. El método de goteo se suele combinar con impregnación a pincel en ocasiones bajo el estereomicroscopio para realizar consolidaciones más precisas o diferenciales en cuanto a concentración. Se utilizan pipetas de plástico de polietileno de baja densidad, frascos de cristal con cuentagotas incorporado o botellines de plástico con cánula prolongada. Invertebrados, crustáceos, restos foliares, peces, escamas, anfibios e insectos conservados en sedimentos lacustres, son frecuentemente consolidados con este método para evitar dañar las delicadas estructuras fósiles conservadas.

4.4.1-Ejemplo de consolidación por goteo de placa de acumulación de gasterópodos. Destino: exposición en vitrinas.

1-limpieza con aire de toda la superficie.

2-realizar prueba sobre ejemplares y sobre muestras de matriz al 3% y 5%.

3-consolidación con pipetas de plástico cada gasterópodo (1 gota al 5%) y de la matriz mucho más porosa y alterada al 3% e inmedia-

tamente introducirla en campana o urna de atmósfera saturada en acetona durante 24 horas.



Fig. 15: pruebas de consolidación de gasterópodos y su matriz para la elección de la concentración adecuada de Paraloid B-72®. Se comprueba el grado de penetración y la resistencia estructural de las muestras.

4.5-Aplicación por pulverización

La consolidación mediante pulverización se usa en restos fósiles muy disgregados y altamente frágiles y/o alterados, donde cualquier otro método podría causar daños irreversibles durante su aplicación. Este método tiene la desventaja de ser muy superficial sin apenas penetración en profundidad, pero resulta ser muy seguro en el contacto entre consolidante y fósil. Tampoco nos asegura una consolidación homogénea en todas las superficies si el resto presenta muchas irregularidades morfológicas puesto que puede ocurrir que el consolidante no llegue a depositarse en todas las zonas o que formemos acumulaciones de consolidante de diferentes espesores como consecuencia de sucesivas pulverizaciones. Para un mayor control de este proceso haremos pruebas de pulverización sobre una superficie de cartulina blanca y sobre el círculo creado dibujaremos un cuadrado y posteriormente recortaremos estas medidas en una lámina de plástico. De esta forma colocaremos la plantilla cuadrada por la superficie del elemento paleontológico y pulverizaremos en el centro de forma vertical las mismas veces cada vez

que desplazamos la cuadrícula, asegurándonos así que toda la superficie se consolida y que la capa creada de consolidante es aproximadamente uniforme. La pulverización de Paraloid B-72® se realiza en primer lugar a bajas concentraciones, siempre inferiores al 5%, pudiéndose aumentar posteriormente en las sucesivas pulverizaciones. También hay que tener en cuenta que durante la pulverización se produce una rápida evaporación del solvente (acetona) pudiéndose depositar el consolidante en forma sólida en el aire por lo que será conveniente trabajar con temperaturas por debajo de los 20°C e introducir rápidamente el fósil bajo campana o urna saturada de acetona al terminar la consolidación. No es aconsejable consolidar todas las caras y laterales de la matriz que contiene el resto fósil puesto que se podría crear un efecto impermeable que no dejara respirar o salir posibles sales, gases o humedad interna que podría colapsar o fragmentar el fósil. Para este método conviene utilizar una campana extractora o un brazo articulado con extractor de gases además de mascarillas, guantes y gafas de protección.

4.5.1-Ejemplo de consolidación por pulverización en placa de lutita bituminosa con restos de flora. Destino: almacenamiento provisional.

- 1-prueba de diámetro de pulverización y dibujo de un cuadrado, recortar plantilla de plástico.
- 2-limpieza con aire de la placa.
- 3-prueba de consolidación al 3 y 5% tanto de ejemplares como de la matriz.
- 4-consolidación de restos de flora con plantilla de 9x9 cm. al 5% de concentración con 3 pulverizaciones por cuadrante de la placa.

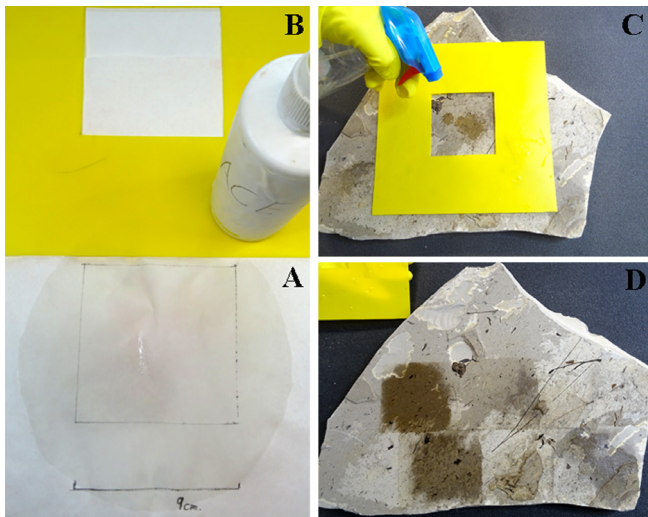


Fig. 16: consolidación por pulverización controlada a partir de una plantilla para crear una capa de espesor homogénea.”

Consolidación al vacío

La pieza se introduce en una campana de vacío para extraer todo el aire de su interior y a continuación se introduce la disolución de consolidante. Es el método más efectivo para lograr una muy buena penetración del consolidante en profundidad (Gómez-Alonso y Gutiérrez del Solar, 1994).

BIBLIOGRAFÍA

ABERASURI, A., 2010. La intervención de fósiles de dinosaurios en la escuela taller de restauración paleontológica. EDITOR CBUC - Consorci de Biblioteques Universitaries de Catalunya.

B. GÓMEZ-ALONSO, P. GUTIÉRREZ DEL SOLAR, 1994. “Restauración de vertebrados fósiles” en Carmen DIÉGUEZ (ed.), Manual de colecta, preparación y conservación de micro-fósiles para colecciones científicas, Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, p. 107-121.

BISULCA, C.; KRONTHAL-ELKIN, L.; DAVIDSON, A. (2009). Consolidation of fragile fossil bone from UkhaaTolgod, Mongolia (late cretaceous) with conservare OH100. Journal of the American Institute for Conservation, vol. 48,

n.º 1, 2009, pp. 37-50

DAVIDSON, A. AND G. BROWN, 2012. Paraloid™ B-72: Practical Tips for the Vertebrate Fossil Preparator. 2012 Collection Forum 26 (1-2): 99-119.

FELLER, R.L. 1978. Standards in the evaluation of thermoplastic resins. Paper 78/16/4. Pp. 1–11 in International Council of Museums, Committee for Conservation, 5th Triennial Meeting. 1–8 October 1978, Zagreb. International Council of Museum, Paris.

HORIE, C.V., 2010. Materials for Conservation: Organic Consolidants, Adhesives and Coatings, 2nd ed. Butterworths, London, Elsevier Ltd., Oxford, UK. 489 pp.

MARTÍN CASTELLANO, E.; POZO CANALES, J. (2016) Consolidación de material óseo fósil: estudio de penetración de consolidantes ph investigación [en línea], n.º 7, diciembre de 2016, pp. 25-51.

<http://www.iaph.es/phinvestigacion/index.php/phinvestigacion/article/view/152>

MARÍA DOLORES MARÍN MONFORT, 2007. “Conservación y preparación fósil en el laboratorio” en Luis ALCALÁ y Alberto COBOS (coord.), Fundamental 10, Laboratorios de Paleontología, Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis, (Teruel), p. 57-64.

HALUSKA, MIGUEL ÁNGEL, 2015. Redescubriendo el Paraloid B-72. <http://conversaonline.wixsite.com/conversa/redescubriendo-paraloid>. ISSN 2422-7234 [Consulta 8 de junio de 2018].

NATALI, I.; TEMPESTI, P.; CARRETTI, E. et ál. (2014). 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, n.º 30, 2014, pp. 660-668

LABORDE MARQUEZE, A. (1986). Conser-

vación y restauración en yacimientos prehistóricos (restos óseos, madera, piedra), Cahier Noir, monográfico nº 3. Ayuntamiento de Gerona, Gerona.

PASÍES OVIEDO, T. (2014). Los trabajos de conservación-restauración en el laboratorio del Museo de Prehistoria de Valencia: problemática de las antiguas intervenciones de investigación [en línea], n.º 3, diciembre de 2014, pp. 1-19 <<http://www.iaph.es/phinvestigacion/index.php/phinvestigacion/article/view/62>>

PREDEBÓN, LUCIMAR INÉS, 2006. Posibilidades plásticas del polímero acrílico paraloid b-72 utilizado como aglutinante pictórico. Tesis Doctoral. Madrid. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Bellas Artes. ISBN: 84-669-2718-2.

SALLY Y. SHELTON, DAN S. CHANEY, 1994. "An evaluation of adhesives and consolidants recommended for fossil vertebrates" en Patrick LEIGGI, Peter MAY (ed.), Vertebrate Paleontological Techniques, Cambridge: Cambridge University Press, v. I, p. 35-58.

VANESA BALLANO, ANA BELLOC, SILVIA FRAGUAS Y LORENA GONZÁLEZ, 2008. "Intervención de conservación en el yacimiento de icnitas de dinosaurio El Pozo (Teruel, El Caste-llar)", Kausis 5 (Zaragoza), p 69-76. Ficha datos de seguridad de Paraloid B-72®: https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/9/SDB_9639_MX_ES.pdf

Ficha características Paraloid B-72®: <http://www.conservation-support-systems.com/system/assets/images/products/B72tech.pdf>



venta on-line de fósiles y minerales

envíos gratuitos a partir de 100 €

www.foolfossils.com