

**INSTALACIÓN DE UN LABORATORIO
DE RESTAURACIÓN DE MATERIALES DE
PROCEDENCIA SUBACUÁTICA**

Carlos GÓMEZ-GIL AIZPÚRUA

Dirección Xeral do Patrimonio, Consellería de Cultura de la Xunta de Galicia
Sto. Domingo de Bonaval s/n, 15704 Santiago de Compostela (A Coruña)
carlosgomezgil@terra.es - caizpurua@terra.es

El desarrollo de la arqueología subacuática tuvo a raíz de la invención de la escafandra autónoma a mediados del siglo pasado un gran crecimiento que ha traído como consecuencia el desarrollo de gran cantidad de proyectos de excavación e investigación de restos arqueológicos de dicha procedencia. Hoy en día no se entiende acceder a estos proyectos sin tener garantizado la conservación de los materiales extraídos en estas actuaciones.

La labor de un restaurador, dentro de este campo, es muy variada ya que, a la presencia física en la excavación para realizar las labores de conservación preventiva y extracción de piezas, debemos de sumar las propias del trabajo en el laboratorio de conservación y restauración de dicho material. Si en algo podemos ser caracterizados en una excavación subacuática, desde nuestro punto de vista, es la indefinición *a priori* del número de piezas que se extraerán, y mucho menos de su tamaño, así como de su estado de conservación.

Esta problemática es la que nos va a acompañar a lo largo de nuestro trabajo. Por poner un ejemplo, es estéril definir un tamaño standard de tanques de desalación, ya que lo normal es que nos llegue una pieza para tratar que rebese este tamaño, si por el contrario, optamos por grandes tanques, podemos encontrarnos con la poca operatividad y falta de control en los tratamientos por la presencia de pequeñas piezas en un gran volumen de agua. A todo esto debemos de sumarle la complejidad en la manipulación de dichos materiales, ya que a su fragilidad hay que unir la necesidad de encontrarse hidratados en todo momento, por lo tanto deberemos adecuar nuestro trabajo a las necesidades particulares de cada actuación.

Por desgracia, estamos acostumbrados a trabajar en los laboratorios con espacios previamente acotados y sin posibilidad de ampliarse, por no hablar de su ubicación, normalmente en los sótanos, con poca ventilación y falta de luz natural. Evidentemente estas no son las condiciones ideales para realizar un trabajo adecuado, pero si nos referimos a trabajar con material de procedencia subacuática éste se hace imposible.

La responsabilidad de la conservación de las piezas, es del restaurador. Ésta empieza en la excavación y no termina en el paso de los materiales para su exposición en el museo, sino que durante ésta, se seguirán haciendo controles para garantizar su estabilidad. Por todo esto, en el diseño de los laboratorios han de tenerse en cuenta una serie de factores, que van desde la

entrada de las piezas en el laboratorio, hasta el control de las vitrinas de exposición.

Para el diseño de un laboratorio dedicado a la restauración de materiales subacuáticos, ha de tenerse en cuenta el peso y el tamaño de éstos ya que en una parte importante de los casos, ya sea por los materiales de constitución, o bien, por tener que estar introducidos en tanques para evitar su deshidratación, el peso a trasladar es tan importante que se hace imprescindible la presencia de una grúa que recorra todas las instalaciones, para permitir su transporte durante los procesos a los que hay que someter las piezas.

Estas grúas pueden ser de dos tipos, por un lado tenemos las autónomas, que consisten en la confección de un soporte con ruedas con la suficiente altura y rigidez como para soportar pesos elevados al que acoplaremos un polipasto; este conjunto se podrá trasladar por los laboratorios con el inconveniente de tener que sortear los obstáculos que nos encontremos. Por otro lado, el más efectivo que consiste en un puente grúa que se soporta sobre dos vigas metálicas laterales y que recorre todo el complejo al que se montará el polipasto, este sistema tiene el inconveniente de condicionarte el diseño del inmueble, ya que los laboratorios deberán ser rectangulares.

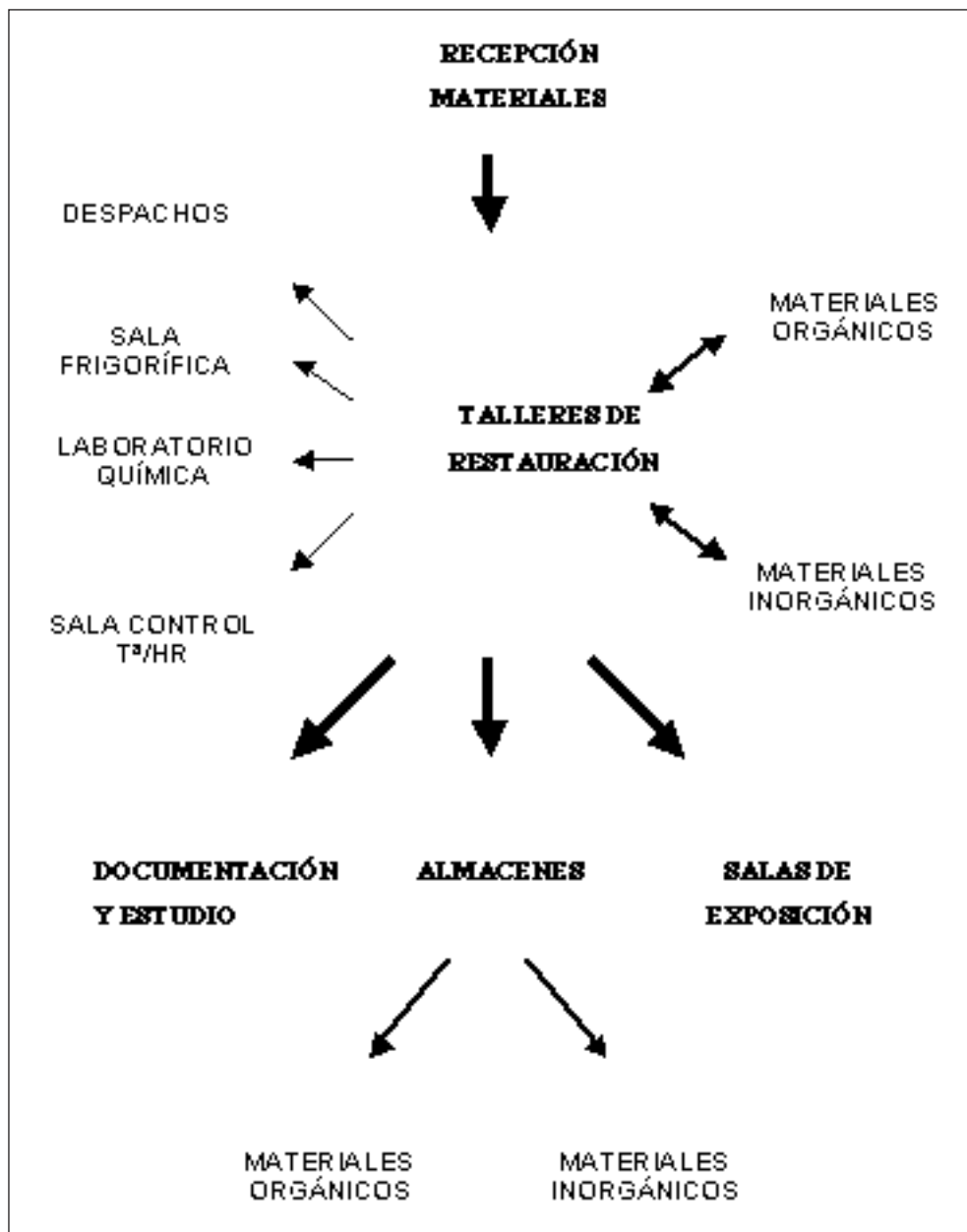
Siguiendo el presente esquema del recorrido de las piezas por los talleres y almacenes, podremos definir tanto el montaje de éstos, como los requerimientos para la organización del complejo.

Se empieza desde la recepción de los materiales por lo que la estancia ha de ser amplia para que puedan acceder vehículos grandes. Aquí comenzará el trabajo de apertura de los expedientes con los trabajos de documentación gráfica y la toma inicial de muestras. Con la ayuda del puente grúa, en el caso de ser necesario, trasladaremos las piezas a los talleres propiamente dichos.

La sala que albergue dichos talleres debería ser lo más amplia posible, con las mínimas barreras arquitectónicas que impidan el movimiento de grandes estructuras y por otro lado ha de ser recorrida por el mismo puente grúa con el que empezamos en la recepción de materiales. El espacio se debe poder organizar adaptando los laboratorios según las necesidades del trabajo. Dicha distribución espacial se puede realizar mediante paneles móviles con el fin de separar las diferentes áreas de trabajo, diferenciando éstas en materiales inorgánicos y orgánicos, pudiéndose subdividir en zona húmeda y seca.

El trabajo con materiales húmedos implica la adaptación del inmueble con suelos que aguanten el agua, fáciles de limpiar y con desagües para la evacuación del agua. Por otro lado, la confección de grandes tanques imprescindibles para trabajar este tipo de materiales hace necesario que el suelo se adapte para soportar dicho peso.

La infraestructura necesaria como la cámara liofilizadora, baños de impregnación, cámaras de vacío, cubas de ultrasonidos y cámaras de ensayos climáticos, hacen necesarias amplias zonas diáfnas debido a su volumen y por la necesidad de prever zonas para la introducción de los materiales en las cámaras.



Las instalaciones necesarias en el laboratorio, y abundando ante la imposibilidad de definir de antemano la zonas de trabajo, deberán colocarse en el perímetro adosadas a las paredes con tomas de agua, luz y aire comprimido, siendo necesaria la presencia de agua desalada, bien dentro de un circuito general o por el contrario con una planta autónoma.

La restauración de materiales subacuáticos y en especial los orgánicos, debido a su complejidad, son procesos multidisciplinarios en los que es

imprescindible que intervengan además del restaurador, como mínimo un químico, ya que han de controlarse multitud de procesos de análisis y ensayos durante el largo periodo del proceso de restauración. Por lo tanto, ha de preverse la presencia de despachos para alojar a los profesionales, así como, la de un laboratorio de química que deberá albergar los aparatos específicos espectrofotómetros, cromatógrafos, densitómetros, balanzas de alta precisión, ordenadores.

Por lo delicados que son estos aparatos se hace imprescindible que este laboratorio cuente con una sala aparte libre de vibraciones, con control automático de T^a/HR y con campanas de extracción de gases.

Dentro de las instalaciones anexas a los laboratorios deberemos de contar con una sala donde poder almacenar los diferentes elementos orgánicos durante los procesos de restauración. Con el fin de evitar la proliferación de microorganismos, si mantenemos ésta a una temperatura de 4° C podemos garantizar su correcta conservación durante este periodo. La instalación de estanterías nos facilitará su correcto almacenaje, aunque debemos de tener en cuenta que este sistema sólo es válido para piezas no excesivamente grandes.

En el caso de grandes piezas optaremos por el sistema empleado en el Centro Nacional de Arqueología Marítima, que consiste básicamente en la recirculación de agua, filtrada y tratada térmicamente a 4° C, sumergiendo las piezas en los tanques. Este sistema tiene múltiples ventajas, ya que no es necesario la adición de fungicida, y por otro lado, al poder regular la temperatura es factible utilizarlo de baño de impregnación, facilitando enormemente las labores de restauración ya que no es necesario mover las piezas durante estos procesos.

Otra de las instalaciones anexas a los laboratorios es la destinada al almacenaje de materiales en proceso de restauración que por composición o estado podríamos definir como muy delicados y por lo tanto no deberían sufrir cambios bruscos en sus condiciones ambientales. Para ello deberemos contar con una estancia donde se podrá regular tanto la humedad como la temperatura dependiendo de las necesidades del material a almacenar. Esto está especialmente indicado para materiales orgánicos en proceso de estabilización, como los metálicos antes de su inhibición.

Una vez concluidas las labores de restauración los materiales pasarán, según el dictamen del personal técnico de cada museo, bien a los almacenes, a las salas de documentación o directamente a las salas de exposición. Aunque no atañen directamente a los servicios de los laboratorios, pero incidiendo en que la responsabilidad de la conservación de las piezas continúa durante los periodos de exposición o almacenaje, para el montaje de los almacenes y en el diseño de las vitrinas de exposición han de tenerse en cuenta una serie de factores:

Los almacenes deberán diferenciarse según los materiales que se depositarán en ellos. La división más natural es la de inorgánicos y orgánicos ya que las condiciones medioambientales son mas dispares, aunque dentro de éstos, y dependiendo de cada pieza en concreto, podremos subdividirlos. El

almacén constituye una de las zonas más importantes de un museo, pues la mayor parte de los objetos permanecen más tiempo almacenados que en exposición. Un almacén debe estar racionalmente organizado, estar bien equipado, ser seguro y estar capacitado de garantizar la conservación de los objetos allí depositados. En cuanto a conservación, lo ideal es evitar la luz, asegurar la limpieza y establecer un buen acondicionamiento climático.

Por lo tanto, los almacenes deberían contar con un control climático diferenciado por zonas estancas, que por desgracia pocos almacenes patrimoniales cuentan, y teniendo en cuenta que nos podemos encontrar con piezas de gran tamaño con los consiguientes problemas de movilidad y almacenaje. Las vitrinas de exposición tampoco se escapan de estos condicionantes pero deberemos prestar atención a la incidencia de la luz sobre las piezas.

Los materiales orgánicos son fotodegradables; dentro del espectro de la luz, van a ser los rayos U.V. los más dañinos, aunque también pueden ser muy perjudiciales los rayos I.R. La madera es más sensible a la radiación U.V. actúa principalmente sobre la lignina dando lugar al oscurecimiento progresivo de la madera. El material óseo se decolora ante la luz, generalmente por la acción superficial de ácidos. Ácidos que la luz también cataliza su formación, como por ejemplo la del de ácido sulfúrico a partir del dióxido de azufre ambiental. La luz incide además en la degradación de los pigmentos tanto en los materiales inorgánicos como en los orgánicos policromados.

Como conclusión, las labores de conservación-restauración de materiales de procedencia subacuática, además de multidisciplinarias, son complejas y largas en el tiempo, por ello deberemos adaptar los laboratorios a los casos concretos, y para todo esto, necesitaremos que conceptualmente, los laboratorios estén preparados para poder modularlos en este sentido.

El resto de las instalaciones no se escapan de estos mismos conceptos, pero incluyendo la parafernalia necesaria para el trabajo con materiales voluminosos. En este artículo hemos obviado la definición de las instalaciones necesarias para albergar el material necesario para realizar inmersiones, que aunque se escapa del concepto de laboratorio, no debemos olvidarnos de su necesidad.

Bibliografía

- AA.VV. (1990): *La arqueología subacuática en España*, Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Murcia.
- AGNEW, N. Y LEVIN, J. (1996): "Adaptar la tecnología a la conservación", *Conservación. Boletín del G.I.C.* XI-(3), Los Ángeles, 16-18.
- AMITRANO BRUNO, R. (1985): "Evolución y desarrollo de los criterios de restauración de la antigüedad al panorama actual", *La Restauración en España, Revista de Arqueología* 47, Madrid, 20-33.
- BERDICOU, M. CL. (edit.) (1990): *La Conservation en Archéologie*, Masson, París.

- BRANDI, C. (1988): *Teoría de la restauración*, Alianza Editorial, Madrid.
- CABRERA ORTI, M^a. A. (1994): *Los métodos de análisis físico-químicos y la historia del arte*, Universidad de Granada, Granada.
- CALVO, A. (1997): *Conservación y Restauración. Materiales, Técnicas y Procedimientos*, Ediciones del Serbal, Barcelona.
- CARBALLO, J. (1927): "Nuevo procedimiento para la conservación de osamentas fósiles", *Bastón de Mando Prehistórico Procedente de la Caverna de El Pendo (Santander)*, Santander, 45-51.
- CARRERAS Y TARRAGO, A., PEDRAGOSA Y GARCÍA, N. y PUJOL ÁLVAREZ, N. (1991): "El papel del conservador-restaurador en el montaje de exposiciones temporales y/o itinerantes", *Actas del VIIº Congreso de Conservación de Bienes Culturales*, Bilbao, 53-64.
- CASADO HERNÁNDEZ, J. (1994): "En torno a la conservación-restauración y sus criterios de actuación en arqueología", *Actas del Xº Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, Cuenca, 127-135.
- CHAVIGNER, F. (1993): "Archeologi e restauratori, la regione della collaborazione", *Archeologia, Recupero e Conservazione*, Firenze, 75-89.
- CLYDESDALE, A. (1982): *Chemicals in conservation: A guide to possible hazards and safe use*, Roma.
- DALFUKU, H. (1979): "Instalación del laboratorio. Ejemplo de un programa de ayuda de la UNESCO a países de las regiones tropicales", *La Conservación de los Bienes Culturales*, UNESCO, París (2ª edición), 89-101.
- FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (1986a): "Una nueva experiencia en arqueología de campo. El laboratorio de conservación y restauración de las excavaciones romanas de Julióbriga (Reinosa, Cantabria)", *Arqueología 13*, Porto, 185-188.
- FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (1986b): "Bibliografía en lengua castellana sobre conservación y restauración de materiales arqueológicos", *Conclusiones y Ponencias del Vº Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Actas de VIº Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, Tarragona, 351-360.
- FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (1986c): "Bibliografía en lengua castellana sobre conservación y restauración de materiales arqueológicos (II)", *Actas de VIº Congreso de Conservación de Bienes Culturales*, Tarragona, 185-191.
- FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (1987): "Museos y conservación", *El Museo de Pontevedra XLI*, Pontevedra, 669- 682.
- FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (1988): "Los laboratorios de conservación en los museos arqueológicos", *Actas del Xº Congreso de Estudios Vascos*, San Sebastián, 469-471.
- FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (1990): *Recuperación y conservación del material arqueológico "in situ". Guía de campo*, Tórculo Ediciones, Santiago.
- FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (1993): "Organización y funcionamiento del

- laboratorio de conservación y restauración", *Arqueología y Conservación* (C. FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, L. CASTRO PÉREZ y F. PÉREZ LOSADA, eds.), Xinzo de Limia, 117-129.
- FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (1996): "Montaje y funciones del laboratorio de conservación en un museo de arqueología", *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*, 23, Madrid, 9-36.
- FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, V. M. (1989): *Teoría y método de la arqueología*, Editorial Crítica, Madrid.
- GILBERG, M. y GRATAN, D. W. (1996): "A dynamic system for removing oxygen from air using an electrochemical cell", *Studies in Conservation* 41-(3), London, 183-186.
- GUICHEN, G. de (1984): *Climat dans le musée*, Roma.
- GÓMEZ GONZÁLEZ, M^a. L. (1994): *Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, Ministerio de Cultura, Madrid.
- HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, F. (1994): *Manual de museología*. Madrid.
- HERRÁEZ, J. A. y RODRÍGUEZ LORITE, M. A. (1991): *Recomendaciones para el control de las condiciones ambientales en exposiciones temporales*, Ministerio de Cultura, Madrid.
- HODGES, H. W. M. (1979): "Instalación del laboratorio. Equipo y operaciones fundamentales", *La Conservación de los Bienes Culturales*, UNESCO, Paris (2^a edición), Paris, 86-97.
- JOVER, A. (1989): "Conseroació y restauració de ls objects arqueologics", *Excavacions Arqueologiques Subaquatiques a Cala Culip (I)*, Girona, 45-55.
- JOVER, A. (1993): "Extracción y tratamiento de objetos arqueológicos submarinos", *Arqueología y Conservación* (C. FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, L. CASTRO PÉREZ y F. PÉREZ LOSADA, eds.), Xinzo de Limia, 73-85.
- MARÍN BAÑO, C. y ZAMBRANO, L. C. (1995): "Conservación preventiva. Actuaciones desarrolladas en el proyecto arqueológico "Nave Fenicia" de Mazarrón", *Cuadernos de Arqueología Marítima* 3, Cartagena, 187-208.
- MICHALSKI, S. (1985): Un módulo de regulación de la humedad relativa, "Museum" 146, Paris, 85-88.
- MOLINA CARRIÓN, M. y SANTIAGO PÉREZ, A. (1988): "Conservación y restauración en el Puerto de Santa María", *Revista de Arqueología* 85, Madrid, 60.
- MOUREY, W. (1987): *La conservation des antiquites métalliques, De la fouille au musée*, Draguignan.
- MURDOCH, L. D. (1978): "A stainless steel treatment tank for the conservation of waterlogged wood", *Studies in Conservation* XXIII-(1), Londres, 69-75.
- NEGUERUELA, I. *et alii*, (1999): "Proyecto museológico para la construcción de la nueva sede del Museo Nacional de Arqueología Marítima y Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas (MNAM-

- CNIAS) Cartagena“, *Cuadernos de Arqueología Marítima* 5. Cartagena pp. 9-50
- NORTH, N. A. (1987): *Conservation of metals*, “*Conservation of Marine Archaeological Objects*“, Londres, pp. 207-252.
- ORGAN, R. M. (1968): *Design for Scientific Conservation of Antiquities*. Londres.
- ORGAN, R. M. (1987): “An adaptable compact modular bench“, *Studies in Conservation XXXII- (1)*, London, 41-46.
- PEARSON, C. (1984): “La conservation du patrimoine subaquatique“, *La Sauvegarde du Patrimoine Subaquatique*, UNESCO, Paris, 79-136.
- PINILLA PINILLA, E. (1982): “Los talleres de restauración en los museos. Criterios básicos“, *Actas de la Primeras Jornadas del Patrimonio Histórico-Artístico*, Vol. II, Burgos, 809-810.
- PORTA, E. (1986): “El conservador-restaurador: Una definición de la profesión“, *Actas de VIº Congreso de Conservación de Bienes Culturales*, Tarragona, pp. 48-51.
- PORTA, E. (1992): “Los ordenadores y adquiridores de datos en las medidas climáticas de los museos“, *Actas del IXº Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, Sevilla, 764-767.
- RINUY, A. y SCHWEIZER, F. (1982): “Application of the alkaline sulphite treatment to archaeological iron: A comparative study of different desalination methods“, *Conservation of Iron*, Greenwich, 44-49.
- SIERRA, J. L. y GÓMEZ-GIL, C. (1996): “Construcción de un sistema de tratamiento térmico para la conservación de los restos del barco fenicio de Mazarrón“, *Cuadernos de Arqueología Marítima* 4, Cartagena, 245-249
- SIERRA, J. L. (1999): “Análisis de los primeros resultados en el tratamiento del barco fenicio de la playa de la isla (Mazarrón)“, *Cuadernos de Arqueología Marítima* 5, Cartagena, 1-58
- SLABCZYNSKI, S. (1964): “Establishing a laboratory for restoration of paintings“, *Museums Journal* LXIV-(1), Londres.
- TILLOTSON, R. C. (1980): *La seguridad en los museos*, Ministerio de Cultura, Madrid.
- I.C.O.M. (1990): *Code de déontologie professionnelle*, París.

**LOS PECIOS DE CALA CULIP (GIRONA) Y CASTELL-
DEFELS (BARCELONA). EXCAVACIONES EN AGUAS
INTERIORES: LA DRAGA DE BANYOLES (GIRONA),
IESSO DE GUISSONA (LLEIDA) Y CAN GUARDIOLA
DE TERRASSA (BARCELONA)**

Anna JOVER I ARMENGOL

Museu d'Arqueologia de Catalunya - Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya
Carrer Pedret 95, 17007 Girona
a.jover@antics.ub.edu

Partiendo de una larga tradición en el campo de la arqueología y particularmente en arqueología subacuática, tal como describe el Dr. Javier Nieto en este libro, y con la excavación del yacimiento de Sa Tuna (Girona) en el año 1981, se consolidó un equipo pluridisciplinar para realizar excavaciones arqueológicas subacuáticas, con el objetivo de desarrollar un proyecto de estudio arqueológico riguroso de los yacimientos subacuáticos, desde la excavación hasta la exposición de los objetos recuperados en el museo. Dentro de este proyecto, la conservación del material subacuático ocupaba un lugar prioritario, pues es de todos conocido, que la degradación de los objetos, en cuanto salen a la superficie y no se toman las medidas adecuadas, puede conllevar deformaciones y pérdidas irreversibles, particularmente con materiales de origen orgánico (FLORIAN, 1990: 5-11) y por tanto era necesario tener una formación específica y estar dotados de los medios adecuados para poder tratar estos materiales. Se hallaron soluciones para conseguir una incipiente infraestructura necesaria para el Centro y facilitar la formación de un especialista para manipular y tratar este tipo de materiales. Con esta filosofía se montaron campañas arqueológicas contando con la participación de una conservadora, cuya intervención empezaba en el momento de la planificación de la excavación.

No siempre es posible conocer el alcance real de un yacimiento subacuático y la riqueza y variedad de los materiales que se recuperarán, pero sí se conoce de antemano el entorno en donde se montará la excavación, la posibilidad de disponer de agua corriente, el tener un lugar para depositar los objetos o tener un almacén en donde guardar materiales y productos para el tratamiento inicial *in situ* de los materiales arqueológicos. El conocimiento de éstos y otros aspectos nos ayudó mucho en el buen funcionamiento de las excavaciones, puesto que permitió ponerse de acuerdo con los arqueólogos a fin de determinar las pautas a seguir para la conservación de los materiales sin que se alterara el ritmo de la excavación. La planificación era imprescindible para poder tener todos los materiales y productos a mano, los envases adecuados, las herramientas para la limpieza y eliminación de lodo, arena, concreciones, provisiones de agua corriente, a ser posible, etc. La preparación para la correcta extracción y conservación de los posibles materiales hallados, es condición indispensable antes de iniciar cualquier excavación, para asegurar su supervivencia.

Después de la excavación de Sa Tuna, arqueólogos, submarinistas, biólogos, arquitectos navales, conservadores, etc., colaboramos organizando la excavación de Culip IV en la zona del Cap de Creus (Girona), bajo la dirección del director del C.A.S.C., Javier Nieto.

Los sondeos indicaban la presencia de *Terra Sigillata* y tomamos las medidas necesarias para tratar la cerámica durante la campaña, de manera que llegara al laboratorio en condiciones para continuar el desalado que iniciaríamos durante la excavación. Probablemente aparecerían restos de la embarcación y teníamos ya un prototipo de tina siguiendo el modelo descrito por L. Murdock (1978: 69-75) para utilizar el método de impregnación con PEG a saturación (DE JONG, 1978: 1-10, CHRISTENSEN, 1970: 6; SAWADA, 1978: 49-58; JESPERSEN, 1981: 72), que nos había dado buenos resultados (JOVER, 1992c) asesorados y habiendo hecho el aprendizaje en Brede (Dinamarca), bajo la dirección de K. Jespersen del Museo Nacional de Copenhague. Estábamos también trabajando y preparados para tratar objetos de metal y manteníamos contactos con W. Mourey del CNRS de Draguignan.

Se inició la primera campaña en septiembre de 1984 en Cala Culip en el Cap de Creus (Girona) y, bajo la gruesa capa de posidonias, apareció un cargamento muy importante de ánforas tipo Dessel 20 y de cerámica de *Terra Sigillata* mayoritariamente. Se trataba del pecio romano Culip IV, datado hacia el año 75 de nuestra era. Para la extracción de las ánforas, debido a su mal estado de conservación, por estar hechas de una arcilla poco compactada y por su baja temperatura de cocción, nos obligó a emplear un artefacto consistente en un aro de hierro algo mayor que el diámetro máximo de las ánforas del que pendía una red, de modo que, descalzando éstas del fondo, introducíamos el aro y la cerámica nos quedaba arropada con la red. Luego con la ayuda de globos, las subíamos hasta la superficie. El tratamiento en la excavación consistía en una limpieza superficial para detectar posibles estampillas o marcas seguida de un desalado con agua corriente.

En cuanto a los vasos y fragmentos de *Terra Sigillata*, la extracción no presentaba ningún problema puesto que su estado de conservación era muy bueno (Lámina I). El gran volumen de material requería una buena organización para rentabilizar los procesos y poder compaginar las actuaciones de limpieza con las de siglado, mediciones, ordenación y



Lámina I

almacenamiento. La cerámica, libre de concreciones, por métodos mecánicos, con ayuda de cepillos, palitos de naranjo o instrumentos de dentista mientras estaba mojada, pasaba a secarse someramente para poderla siglar. El secado no se alargaba más de dos horas para evitar la formación de cristales de sales en superficie. Para las mediciones del diámetro de los vasos, anotación de los distintos punzones asociados en el caso de las *Sigillata* decoradas, sello del fabricante, etc., se usaban plantillas plastificadas para poder superponerlas a la cerámica mojada. Los fragmentos, separados por cuadros de la excavación, formas y partes del vaso, se guardaban en mallas de plástico etiquetadas con papel de poliéster y rotulador indeleble y cerradas con alambre fino forrado de plástico (mallas y alambre usados habitualmente en jardinería). Se colocaron en un refugio de la Cala habilitado como almacén, en cajas de plástico llenas de agua del grifo y se cambiaba el agua diariamente (ROBINSON, 1981:16)

El volumen final de este tipo de cerámica, extraído a lo largo de cuatro campañas (1984-1988), consistió en casi 100.000 fragmentos, que después de un laborioso trabajo de búsqueda y reconstrucción, dio lugar a 814 vasos decorados (NIETO y PUIG, 2001), aparte de los vasos sin decorar.

Material minoritario tratado también *in situ* fueron lucernas y cerámica de paredes finas. En éstas, eliminar las concreciones, requería habilidad y paciencia y pronto aparecieron “especialistas” dentro de los arqueólogos y submarinistas que se dedicaron a tratar este tipo de objetos.

Entre los materiales de naturaleza inorgánica encontramos objetos metálicos que formaban parte de la embarcación, como parte de la sentina de plomo o de un pasador de bronce, y una concreción especialmente interesante que resultó ser el negativo de una pata de cabra de hierro que, en el momento del naufragio, estuvo asociada a un clavo de bronce. Era un ejemplo claro de la corrosión galvánica entre metales de distinto potencial electromagnético, en el que el más noble queda protegido en detrimento del metal de menor potencial, en este caso el hierro. Se hizo una réplica de la herramienta en silicona tal y como se describe en la monografía de Culip IV (JOVER, 1989: 48-52)¹.

Entre los materiales de naturaleza orgánica se hallaron fragmentos sueltos de maderas pertenecientes al casco de la embarcación que se encontraron atrapados entre la carga del barco; por esto no desaparecieron, mientras que el casco de la embarcación se destruyó por los embates de la tramontana y la erosión de la arena del fondo. Estos restos se mantuvieron en agua corriente durante la excavación para eliminar las sales y evitar desecaciones (PEARSON, 1984). Se recuperaron huesos de frutos y semillas que ayudaron a conocer la época del año del naufragio. Otros objetos de distinta naturaleza están descritos en la publicación correspondiente a este yacimiento (NIETO *et alii.*, 1989: 45-226).

Mientras estábamos excavando Cp IV, aparecieron fragmentos de cerámica vidriada de época medieval. Finalizando Cp IV, se realizaron tres sondeos de 1 m² cercanos al yacimiento y se vio lo que sería Culip VI. Los pri-

meros restos que aparecieron fueron parte del maderamen del barco: cuader-
na y tablas del forro en un buen estado de conservación y fragmentos suel-
tos de cerámica de características similares a las que se habían encontrado
excavando Culip IV. La prospección se dio por acabada a finales de octubre
y se preparó, a lo largo del año, una próxima excavación en la misma cala.
El material arqueológico más importante de este nuevo yacimiento, tanto
desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo, eran las maderas del
pecio. En cuanto a la conservación de este material orgánico, podemos dis-
tinguir dos actuaciones bien diferenciadas durante el estudio de la nave
mientras se excavaba y una tercera etapa de tratamiento en el laboratorio de
alguna pieza de madera.

Otro tipo de material tratado en la excavación y más tarde en el laborato-
rio para su conservación, fue la cerámica, que permitió datar la embarcación
en la segunda mitad del s. XIV (NIETO *et alii*, 1989: 261-293).

Visto el volumen y dimensiones del pecio después de una campaña, y aún
sin conocer la envergadura real del buque, puesto que en parte continuaba
enterrado bajo la espesa capa de posidonias del fondo, se decidió hacer el
estudio y la planimetría *in situ*, en futuras campañas. La infraestructura de
que disponíamos en esa época no nos permitía hacer un tratamiento de con-
servación de los restos del barco en el laboratorio y se optó por dejarlo debi-
damente enterrado y protegido, en el fondo (Lámina II).

Era pues imprescindible obtener la máxima información durante las cam-
pañas de excavación, especialmente su arquitectura naval, su sistema cons-
tructivo o las huellas dejadas por el maestro de ribera. Esta información que
podían dar las maderas comportaba una limpieza previa para eliminar la brea
que recubría el interior de la embarcación. Esta capa impermeabilizante
podía tener un grosor de hasta 2 y 3 cm y escondía detalles tan significativos
como la numeración de las cuaderñas, los encajes entre varengas y genoles,
los clavos de unión entre maderas, las dimensiones de las tablas del forro, las
señales de la hoja de la sierra, etc. (Lámina III)

Se hicieron pruebas para eliminar la brea, muy endurecida, sin dañar la
madera y buscando la manera más efectiva de realizar esta operación por la



Lámina II



Lámina III

gran superficie a tratar. El grado de deterioración de las maderas era relativamente bueno (entre un 200 y un 400% de contenido en agua, referido a peso seco) y las superficies en contacto con la pega eran suficientemente consistentes para soportar una limpieza mecánica con herramientas metálicas, como los cuchillos de inmersión, rasquetas, etc. Otros materiales más suaves, probados inicialmente como cepillos de esparto o de nylon o estropajos duros, dejaban intacta la brea y se descartó su uso. Cuando se acabó la eliminación de la brea se vió que las maderas de la embarcación no estaban atacadas por xilófagos y que la degradación sufrida era similar en todo el Culip VI, a pesar de las distintas especies vegetales usadas en su construcción.

Se creyó necesario llevar a la superficie algunos elementos para su estudio y dibujo, y con ellos se tomaron todas las precauciones para evitar desecaciones y se mantuvieron, después de su estudio y mediciones en una tina con agua de mar y tapadas con plástico oscuro hasta su posterior retorno al lugar original.

Mientras duró la excavación se sacaron muestras representativas de las maderas para realizar determinaciones anatómicas y dendrocronológicas², así como algunas piezas para hacer un tratamiento de conservación en el laboratorio.

Acabada la etapa de excavación, hecha la planimetría y el estudio desde el punto de vista de su construcción naval y habiendo sacado a la superficie los materiales arqueológicos para su estudio, inventario y almacenaje, se procedió a tapar el pecio. Se intentó reproducir las condiciones de enterramiento en las que se había mantenido durante estos 700 años para no alterar el material orgánico y crear una barrera para evitar posibles acciones de furtivos. Se cubrió con arena del fondo usando las mangueras de succión y encima se colocaron los bloques de posidonia que se habían serrado y desplazado para estudiar el barco. El rectángulo excavado tenía unas paredes suficientemente elevadas para retener en su interior este material añadido, evitando su desplazamiento en caso de temporales. Al mismo tiempo, se creaba de nuevo una cámara relativamente estanca en la que pronto, la ausencia de oxígeno impediría la actuación minadora del *Teredo navalis*.

Los materiales arqueológicos recuperados de estas excavaciones, debidamente protegidos y embalados y asegurando su grado de humedad se trasladaron al laboratorio del C.A.S.C. en Girona para su conservación y estudio.

Tanto el material orgánico como inorgánico, excepto los metales, se colocaron en tinas para su desalado (ya que el material llegaba limpio de arena y libre de concreciones), separando los materiales según su naturaleza. Se usó agua del grifo con renovación lenta y constante de la misma, haciendo controles periódicos de cloruros en las aguas de lavado hasta conseguir una concentración de cloruros igual a la del agua empleada. En el caso de la *Terra Sigillata* del yacimiento de Culip IV, el periodo de desalado en estas condiciones duró entre 7 y 8 meses y sólo algunas piezas continuaron un tiempo más en una solución de la sal tetrasódica del ácido etilén-diamin-tetraacéti-

co (EDTA) al 5% (p/v) en agua desmineralizada, para eliminar restos de concreción carbonatada que deslucía la abrillantada superficie de la *Sigillata* (Láminas IV-VII).



Lámina IV

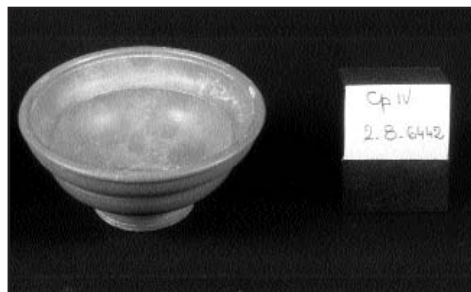


Lámina V

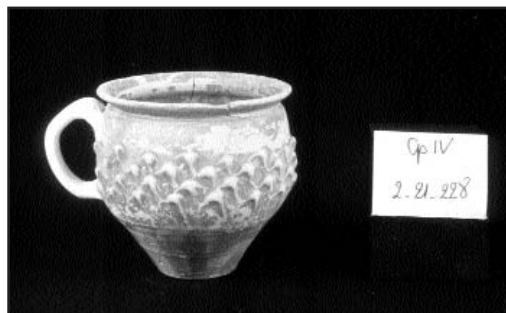


Lámina VI



Lámina VII

En el caso de las piezas más enteras y representativas de la cerámica vidriada del pecio medieval de Culip VI, el tratamiento con sales de amonio cuaternario al 10% en agua desmineralizada devolvió color y brillo al vidriado y aparecieron decoraciones que quedaban enmascaradas bajo una fina capa de concreción (JOVER, 1989: 30-32). Después de la adición de agentes complejantes, la cerámica se sumergió en agua desmineralizada y se sometió a posteriores lavados con cepillo para eliminar los restos de concreción y las sales añadidas.

Toda la cerámica desalada se dejó secar en bandejas con rejilla y se almacenó en espera de su restauración, en el caso que fuera necesario.

Para poder hacer un estudio en profundidad y riguroso de la *Terra Sigillata*, era imprescindible recomponer el puzzle para tener información sobre los vasos, punzones asociados, número de cada forma, *sigilla* asociados a formas, etc. y durante unos cinco años se trabajó en la asociación de fragmentos y en la restauración y consolidación de los 814 vasos decorados y de los lisos. Este trabajo lo llevaron a cabo Margarida Vila, Mercè Farré y Cati Aguer.

En cuanto al material orgánico, se procedió igualmente a su desalado tal como se hizo con la cerámica y las maderas; se trataron con PEG 4000 para

su conservación. El método empleado fue el de impregnación a saturación en caliente, a 60°C y llegando a una concentración del 80% en PEG (Lámina VIII).

Los metales se dejaron en agua desmineralizada en espera de un tratamiento específico dependiendo de su naturaleza (MOUREY, 1987: 97-99). Como objetos metálicos, recuperamos parte de la sentina de plomo, un pasador de bronce y la concreción asociada a un clavo del Culip IV. Todos los clavos de hierro usados en la construcción del Culip VI habían desaparecido debido a la oxidación.

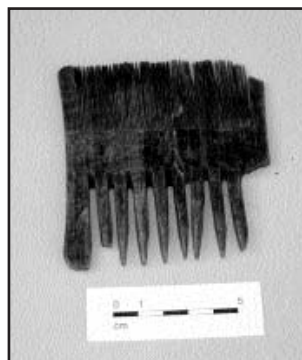


Lámina VIII

Paralelamente a la excavación de Culip VI y durante las obras de construcción del canal de Remo Olímpico de Castelldefels, aparecieron los restos de una embarcación medieval que había permanecido enterrada por la arena en esta zona del delta del Llobregat. Se trataba de una barca de pequeño porte de unos 10 m de eslora, probablemente un *llaüt*, con una capacidad de carga entre 4 y 5,4 Tm. Un hecho remarcable, en cuanto a su gobierno, es que es la única embarcación descubierta hasta el momento con los dos tipos de timón: axial y lateral. Esta barca se dedicaba al transporte de pescado envasado en jarras, probablemente en conserva. La cronología del yacimiento, a partir de la datación de la cerámica, lo sitúa dentro de la segunda mitad del siglo XIV (JOVER y PUJOL, 1992) (Lámina IX).

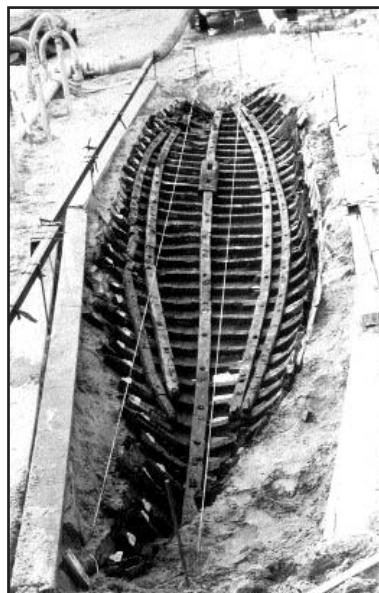


Lámina IX

Al aparecer este pecio, Les Sorres X, se pararon las obras de construcción del Canal en el lugar afectado y se procedió a su excavación, con carácter de urgencia, encargando el proyecto y posteriormente su realización al Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya. Puesto que se trataba de un derrelicto de suma importancia, el proyecto de excavación contemplaba la posibilidad de recuperación de la barca, el estudio de arquitectura naval, su conservación y su posterior montaje en un museo.

Era imprescindible dejar el lugar de la excavación en seco, puesto que la afloración continua de aguas de la capa freática imposibilitaba la eliminación de lodo y arena del interior de la embarcación, y al mismo tiempo este agua desplazaba algunas maderas. Para ello se utilizó el sistema del well-point y a partir de aquí se fue eliminando la arena del interior del pecio sin dañar la estructura. Trabajamos protegiendo siempre las maderas que iban quedando

al descubierto con plásticos oscuros, con riegos constantes, aspersores y mangueras y con la protección adicional de geotextil, que mantenía un grado de humedad satisfactorio. Se hicieron mediciones y la planimetría del buque y debido a su estado de conservación se optó por su desmantelamiento puesto que la resistencia mecánica de la embarcación era prácticamente nula y no hubiera soportado sacarla en bloque: las cuadernas estaban muy fragmentadas y las uniones con las tablas del forro eran inexistentes. Para ello se



Lámina X

montó a pie de excavación un sistema de limpieza, para eliminar la brea, los restos de clavos de hierro y la arena y el lodo que la cubrían (Lámina X). La limpieza mecánica era imprescindible para aplicar posteriormente el tratamiento de conservación a saturación con PEG en caliente. La brea en la superficie de las maderas crea una barrera que dificulta el intercambio entre el agua contenida en éstas y la disolución del baño de tratamiento

y los restos de óxido de hierro reaccionan con el PEG provocando, a largo plazo una desaparición de la madera alrededor de los restos de hierro. Se numeraron las piezas, se dibujaron a escala 1:1 sobre papel de poliéster, se fotografiaron, etc., para que las maderas llegaran al laboratorio en condiciones de ser tratadas inmediatamente. Se tomaron muestras de todas las maderas de los distintos elementos constructivos para hacer análisis anatómicos y dendrocronológicos³. A partir del cálculo del volumen de maderas a tratar se construyó, a pie de excavación, una tina de acero inoxidable 316 para colocar las maderas debidamente ordenadas y calzadas, para hacer en ella el tratamiento de conservación con PEG 4000 a saturación. El volumen de maderas a tratar era de 1.5 Tm y la tina midió 4.5 x 1.5 x 1.5 m, contando con espacio suficiente para los soportes perforados en los que se habían instalado de manera ordenada todos los elementos del barco.

Acabada la excavación se colocaron las bandejas dentro de la tina asegurando su inmovilidad y se trasladó al laboratorio del CASC en Girona. Allí se inició el proceso de desalado con agua corriente que duró aproximadamente un año. Se inició el tratamiento de conservación por inmersión total en PEG 4000 en caliente, a una temperatura de 60°C empezando el tratamiento a una concentración del 10% en agua desmineralizada y con un incremento de la concentración de PEG a razón del 1% semanal hasta llegar a una concentración del 80%. El proceso duró prácticamente 2 años. Al final de este período las maderas se estabilizaron primero en atmósfera al 100% de humedad y temperatura de 60°C para ir eliminando el PEG en superficie, y luego acabando de eliminar el exceso de PEG a temperatura ambiente con ayuda de trapos mojados con agua caliente. Se identificaron todas las made-

ras a partir de los dibujos hechos en la excavación y se perfilaron detalles como agujeros dejados por los clavos, uniones de cuadernas, etc. Los cambios dimensionales fueron prácticamente nulos (Lámina XI). Las maderas así estabilizadas se embalaron para guardarlas en un almacén en espera de la reconstrucción de la barca (Láminas XII y XIII) (JOVER, 1992a; JOVER, 1994).

Desde el año 1999, el centro dispone de un liofilizador (Lámina XIV) con una cámara de 1.80 m de longitud y 80 cm de diámetro, con lo que el tratamiento de maderas empapadas en la actualidad puede hacerse por liofilización (CHAUMAT *et alii*, 1997: 99-110). Después de una puesta a punto del método y vista la respuesta de nuestro liofilizador frente a tratamientos de especies vegetales diversas, de distintos tamaños y con distinto grado de deterioración, hemos tratado material orgánico de excavaciones realizadas en aguas interiores o en yacimientos conservados en nivel freático.

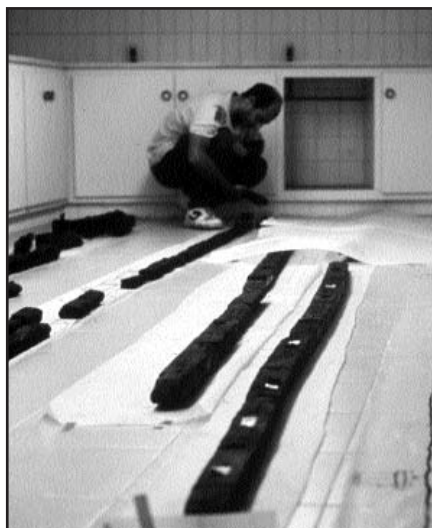


Lámina XI



Lámina XII



Lámina XIII

Este es el caso de los objetos de madera recuperados del yacimiento de la Draga de Banyoles, poblado lacustre del Neolítico (BOSCH *et alii*, 2000), excavado en estos últimos años conjuntamente por arqueólogos de tierra y arqueólogos subacuáticos, unos trabajando en tierra firme y los últimos en el lago. En este yacimiento se han recuperado objetos excepcionales que han sido tratados por liofilización, usando el PEG 400 por inmersión como agente crioprotector hasta una concentración del 20% como máximo, seguida de una impregnación con PEG 4000 de hasta un 40%. A continuación, las maderas se someten a congelación a -35°C y se liofilizan. Las maderas tratadas tenían un grado de deterioración elevado, de hasta el 900% de contenido en agua (referido a peso seco) y a veces fue necesario aumentar la concentra-

ción final de PEG 4000 para darles mayor consistencia. La impregnación de PEG durante el pretratamiento, se hace a 55°C y así evitamos el uso de bicidas en los baños. Hemos tratado también por el método de liofilización restos del suelo de cabañas hechos de lianas y cestería (Lámina XV). El acabado de las piezas consiste en aplicar una fina capa de Paraloid B-72 al 5% en xilol, con pincel o spray.

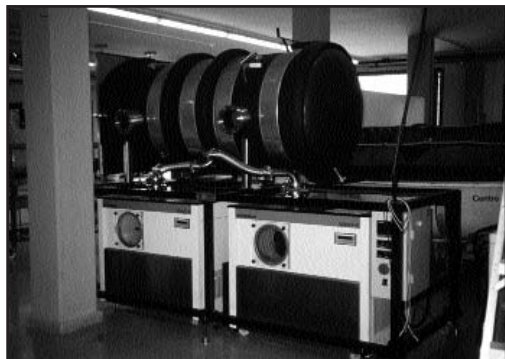


Lámina XIV

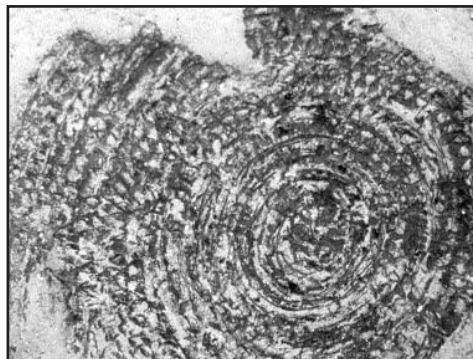


Lámina XV

Los buenos resultados obtenidos con este método, su menor duración respecto al método de la impregnación total y el aspecto final de los objetos tratados, hace que sea recomendable su utilización.

Otro ejemplo de tratamiento de objetos de madera por liofilización fue el yacimiento de Guissona (Lleida), de época romana. Se excavaron dos pozos a nivel freático, gracias a lo cual se habían conservado objetos, frutos secos, etc. (en prensa). El material recuperado era extremadamente valioso puesto que raras veces se encuentra material de origen orgánico en excavaciones terrestres, a no ser que sean restos carbonizados. Estuvimos en contacto permanente con el arqueólogo director de la excavación, para adoptar las medidas necesarias en todo momento y asegurar una buena extracción, mantenimiento durante la excavación y un adecuado medio de transporte hasta el laboratorio. De la correcta manipulación de este tipo de material, depende en parte el buen resultado de la conservación. Los materiales llegaron al laboratorio en perfectas condiciones (Lámina XVI).

También tratamos los restos vegetales de Can Guardiola (Terrassa), de un millón de años, consistentes en troncos y ramas del Pleistoceno inferior, fosilizadas por tanto, pero con un elevado contenido en agua como consecuencia de las condiciones de su enterramiento. A pesar de su mineralización, era imprescindible realizar un tratamiento de maderas empapadas puesto que, dejadas secar en condiciones ambientales, sufrían deformaciones irreversibles. En ellas se identificaron las especies⁴, apareciendo especies hoy extinguidas. El tratamiento fue el de liofilización, similar al descrito anteriormente, pero llegando a una menor concentración de PEG 4000, debido al grado de compactación de estas maderas (Lámina XVII).

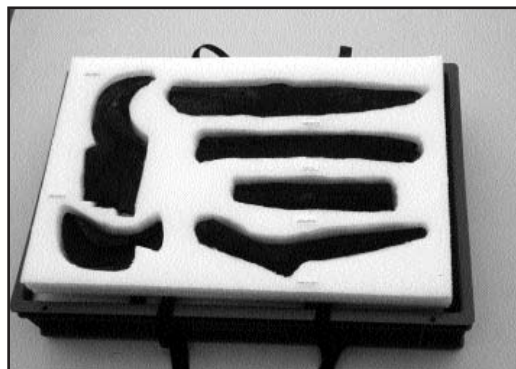


Lámina XVI



Lámina XVII

Iniciamos recientemente el tratamiento de la barca hallada en la ría de Gernika, en País Vasco, que había sido excavada en el año 1999 y se mantenía sumergida en agua. En el momento de su extracción y después de eliminar el lodo y tierra que la cubría, se instaló en una tina de acero inoxidable de 14 m³ de capacidad (Lámina XVIII). Se hizo el estudio, planimetría, se dibujó, se tomaron muestras para análisis anatómicos y se inició un tratamiento con el método de la impregnación a saturación con PEG 4000 en caliente (MICHEL,1999). Se trata de una embarcación del siglo XV a tingladillo, de cabotaje para transporte fluvial y marítimo y los restos que se conservan miden unos 10m de eslora y cerca de 4m de manga. Hecha de roble con las tracas cosidas con clavos de reviro, esta embarcación se conserva tal como se encontró, puesto que las uniones mediante clavos de hierro son todavía firmes. El PEG es reutilizado y tiene una pequeña proporción de fenol usado como inhibidor de la corrosión. El tratamiento se realiza en Guipúzcoa y finalizará dentro de 17 meses aproximadamente, llegando a una concentración del 75%.

Los trabajos de conservación y de estabilización de materiales húmedos a lo largo de estos años, han dado resultados muy satisfactorios gracias a la colaboración de arqueólogos, submarinistas y restauradores, que desde campos distintos han hecho posible la recuperación de objetos únicos, algu-

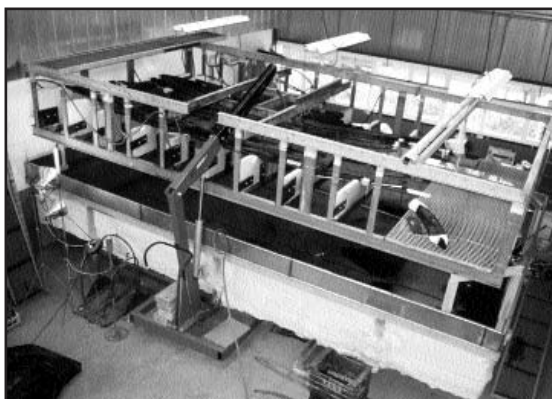


Lámina XVIII

nos especialmente lábiles y gracias a todos ellos, en la actualidad pueden verse en museos.

Bibliografía

- APESTEGUI, C. *et alii* (1998): "Excavacions arqueològiques subaquàtiques a Cala Culip.2", *Culip VI*, Girona, 30-32.
- BOSCH, A. *et alii* (2000): "El poblament lacustre neolític de la Draga. Excavacions de 1990 a 1998", *Monografies del CASC 2*, Girona.
- CHAUMAT, G., RAMIÈRE, R. y GINIER-GILLET, A. (1997): "Utilisation de la lyophilisation sous vide pour secher des bois gorgés d'eau", *Conservació de la fusta arqueològica humida*, Girona, 99-110.
- CHRISTENSEN, B. B. (1970): *The conservation of waterlogged wood in the National Museum of Denmark*, Copenhagen.
- DE JONG, J. (1978): "The conservation of shipwrecks by impregnation of polyethylene glycol", *ICOM Commitee for Conservation*, Zagreb, 7: 1-10.
- DE WITTE, E., TERFVE, A. y VYNCKIER, J. (1984): "The consolidation of the waterlogged wood from the gallo-roman boats of Pommeroeul", *Studies in Conservation 29*, London, 77-83.
- FLORIAN, M. L. (1990): *Archaeological Wood*, Ed. Rowell & Barbour, Washington.
- GOFFER, Z. (1980): *Archeological Chemistry*, New York.
- JESPERSEN, K. (1987): "Precipitation of iron corrosion products on PEG-treated wood", *Conservation of wet wood and metal*, Fremantle, 141-152.
- JOVER, A. (1989): "Conservació i restauració dels objectes arqueològics", *Excavacions Arqueològiques a Cala Culip - I*, Girona, 45-55.
- JOVER, A. (1992a): "Conservació del vaixell Les Sorres X", *Les Sorres X, un vaixell medieval al Canal Olímpic de Rem (Castelldefels, Baix Llobregat) I*, Barcelona, 57-61.
- JOVER, A. (1992b): "Aplicación del PEG a la madera procedente de Culip IV", *Cuadernos de Arqueología Marítima 1*, Cartagena, 57-62.
- JOVER, A. (1992c): "Tratamiento y conservación de maderas: el ejemplo de Cala Culip", *Ciencias, Metodologías y Técnicas Aplicadas a la Arqueología (I.Rodá ed.)*, Fundación La Caixa, Barcelona, 261-269.
- JOVER, A. (1991d): "Tratamiento de conservación de materiales arqueológicos subacuáticos", *Ciclo de Conferencias de Arqueología Subacuática*, Vigo, 51-53.
- JOVER, A. (1993): "Extracción y tratamiento de objetos arqueológicos subacuáticos", *Arqueología y Conservación (C.Fernández Ibáñez, L.Castro Pérez y F.Pérez Losada eds.)*, Xinzo de Limia, 73-85.
- JOVER, A. (1994): "La consolidación de la madera empapada de la barca

- Les Sorres X, Castelldefels (Baix Llobregat)", *Xº Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, Cuenca, 59-67.
- JOVER, A. y PUJOL, M. (1992): "La barca medieval del Canal de Piragüismo. Un testimonio arqueológico excepcional", *El Canal de Piragüisme. El Parc de la Draga i L'actuació urbana de Banyoles per als Jocs Olímpics. Generalitat de Catalunya. Direcció Gral. d'Urbanisme*, Barcelona, 65-67.
- MICHEL, C. (1999): *Conservation et restauration de deux embarcations gallo-romaines mises au jour à Yverdon-les-Bains* (canton de Vaud, Suisse), Lausanne
- MURDOCK, L. D. (1978): "A stainless steel PEG treatment tank for conservation of waterlogged Wood", *Studies in Conservation* 23, London, 69-75.
- NIETO, J. et alii. (1989): *Excavacions arqueològiques subaquàtiques a Cala Culip (I)*, Girona.
- NIETO, J. y PUIG, A. M. (2001): "Excavacions arqueològiques subaquàtiques a Cala Culip.3", *Culip IV: la Terra Sigil.lata decorada de la Graufesenque*, Girona.
- PEARSON, C. (1981): "The use of PEG for the treatment of waterlogged wood. It's past and future". *International Symposium on the Conservation of Large Objects of Waterlogged Wood*, 51-56.
- PEARSON, C., (1984): *La sauvegarde du patrimoine subaquatique*, Paris.
- PUJOL I HAMELINK, M. (1991): *El derelict medieval Les Sorres X, Castelldefels (Baix Llobregat), Exocetus Volitans* 4, 9-10.
- PUJOL I HAMELINK, M. (1992): *Les Sorres X, une épave du XV^{ème} siècle en Catalogne*, Neptunia, 186.
- ROBINSON, W. S. (1981): *First aid for marine finds*, Basildon.
- SAWADA, M. (1984): "Some problems of setting of PEG 4000 impregnated in wood", *Proceedings of the 2 ICOM Waterlogged Wood Conference*, Grenoble, 117-124.

Notas

¹ La réplica en silicona la realizó P. Torras Monzó.

² Análisis realizados por F. Guibal.

³ Análisis realizados por F. Guibal.

⁴ Determinaciones realizadas por R. Piqué.