

La conservació del derelict *Barceloneta I* al Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya (MAC-CASC).

The conservation of the Barceloneta I shipwreck at the Catalan Underwater Archaeology Centre (MAC-CASC).

Cati Aguer Subirós / catiague@gmail.com

Conservadora-restauradora. Col·laboradora del laboratori de conservació-restauració del MAC-CASC (Museu d'Arqueologia de Catalunya-Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya).

Conservator-restorer. Collaborator with the conservation and restoration laboratory of the MAC-CASC (Catalan Museum of Archaeology-Catalan Underwater Archaeology Centre).

Els treballs de conservació de les fustes arqueològiques del derelict *Barceloneta I* comencen l'any 2008 amb la troballa a l'excavació i continuen amb l'arribada de les peces de fusta al Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya (CASC). El tractament va començar amb l'eliminació de sals i la impregnació fins a la saturació amb polietilenglicol, on hi romanen fins el mes de març de l'any 2015, moment en què les fustes són traslladades al Museu Marítim de Barcelona (MMB) per dur a terme el procediment d'assecatge controlat i/o estabilització, que acaba el mes de novembre de 2015.

Aquest compendi comporta un camí de set anys (2008-2015) transcorreguts des del moment que es descobreix el derelict fins a l'estabilització final a temperatura i humitat ambient. La conservació d'un derelict d'aquestes característiques comporta una feina ingent, en la qual ha calgut dotar-se d'un pressupost extraordinari i la implicació de tècnics especialistes i diverses institucions.

Conservation work on the archaeological wood from the Barceloneta I shipwreck started in 2008 with its discovery during excavation work and continued with the arrival of the wooden pieces at the Catalan Underwater Archaeology Centre (CASC). The treatment started with the removal of salts and impregnation to saturation with polyethylene glycol, and in March 2015 the wood was transferred to the Maritime Museum of Barcelona (MMB) to carry out controlled drying and/or stabilisation. This work was completed in November 2015.

This summary covers a seven-year journey (2008-2015) from the moment the shipwreck was discovered to final stabilisation at ambient temperature and humidity. Conserving a shipwreck of this nature involves a huge amount of work, and requires an extraordinary budget and the involvement of specialist technicians and various institutions.

Paraules clau: derelict, fusta, amarada, polietilenglicol (PEG 4000).

Keywords: shipwreck, wood, soaked, polyethylene glycol (PEG 4000).



[PORTADA] Vista de les fustes travesseres i de la plataforma amb les fustes al damunt, sense aigua i amb aigua (Fotografia: CASC).

INTRODUCCIÓ

La conservació del derelict *Barceloneta I* (Barcelona) es va dur a terme al laboratori de conservació i restauració que el Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya té a la seva seu de Girona. Els treballs s'inicien l'any 2008, quan arriba el conjunt de peces de fusta de l'estructura del buc des de l'excavació, realitzant-se les primeres neteges i l'emmagatzematge provisional abans de començar el tractament pròpiament dit de conservació, que finalitzà l'any 2015. Aquell any es traslladen les peces de fusta al Museu Marítim de Barcelona on acabà el procés d'estabilització a temperatura i humitat ambient.

La conservació de la fusta amarada d'aigua obliga a disposar d'una infraestructura especialitzada per aconseguir uns bons resultats finals atès que aquest tipus de material és molt fràgil si no es prenen les mesures adequades, des del primer moment a l'excavació. En tot moment s'ha de mantenir la fusta humida, ja que un assecatge incontrolat implicaria la pèrdua absoluta i irreversible de la fusta.

L'objectiu principal és evitar l'eliminació de manera brusca de l'aigua, continguda dins dels diferents elements. Per tant, aquesta eliminació s'ha de fer de manera controlada fins a assolir l'equilibri higroscòpic amb la temperatura i humitat relativa de l'atmosfera que els envolta. Per aquest motiu cal iniciar un procés de consolidació de les fustes a fi d'aconseguir la resistència mecànica adequada.

EL PROCÉS DE CONSERVACIÓ

El derelict *Barceloneta I* va aparèixer l'any 2008 dins de l'àrea ocupada pel jaciment arqueològic conegut amb el nom de Baluard del Migdia, entre els eixos viaris de la plaça Pau Vila, carrer del Dr. Aiguader i carrer de la Marquesa, en el districte de Ciutat Vella de Barcelona.¹ Les peces de fusta del vaixell es trobaven dins del nivell freàtic, per tant, estaven amarades d'aigua, element clau per a conservar la fusta.²

PRIMERA FASE: NETEJA I ANÀLISI

El conjunt de peces de l'estructura del buc del vaixell arribà al laboratori de Girona el dia 21 de maig de l'any 2008, cada peça individualitzada embolcallada amb plàstic i el conjunt col·locat sobre un suport de tauler marí. Aquest sistema d'embalatge està pensat perquè conservi la humitat en tot moment i així evitar que les fustes s'assequin durant el transport, la qual cosa provocaria la seva destrucció de forma irreversible.

A l'espai a l'aire lliure que precedeix el laboratori, es desembalaren les peces per tal de procedir a una primera neteja amb aigua. S'observaren cadascuna, individualment, per identificar el seu estat de conservació; es mesuraren una per una, per conèixer el volum aproximat de fustes que teníem, i s'agafaren mostres de fusta per determinar la quantitat d'aigua continguda en les peces. ¹ Les peces venen identificades amb el número arqueològic corresponent, amb cinta de *Dymo*® d'acer

¹ Direcció de la intervenció arqueològica: Mikel Sobrón Rodríguez. Empresa: Codex, Arqueologia i Patrimoni, SCCL. Promotor: Servei d'Arqueologia de Barcelona, Institut de Cultura de Barcelona, Ajuntament de Barcelona.

² AGUER, C.; JOVER, A. "Tractament de conservació dels objectes de fusta dels pous romans de Guissona". A: GUITART I DURAN, J.; PERA I ISERN, J. (eds). *Iesso I. Miscel·lània Arqueològica*. Guissona: Patronat d'Arqueologia de Guissona, 2004, p. 279-284.



inoxidable perforada a cada un dels extrems per poder-la clavar a la fusta amb grapes de fil d'acer inoxidable, del tipus cable de corda de piano. ²

Cadascuna de les peces de fusta tenia el seu corresponent dibuix a escala 1:1, realitzat damunt d'un plàstic transparent, on s'havia resseguit el contorn d'una de les cares amb un retolador permanent i s'havia marcat la situació dels claus, forats i esquerdes més grans.

SEGONA FASE: IMMERSIÓ EN AIGUA

Acabada la primera fase, s'introduïren les fustes dins d'un dels dipòsits del laboratori, submergides en aigua corrent, on van romandre a l'espera del tractament de conservació.



³

Durant aquesta fase es van fent canvis d'aigua però, malgrat això, s'observà una contaminació del bany amb la presència d'organismes vius, per la qual cosa es va afegir un fungicida (ATN JB 48, un agent biocida organosulfurat sense fenol i sense metalls pesants, en una quantitat d'uns 150 grams per cada 1.000 litres d'aigua).³ L'operació es va haver de repetir diverses vegades, fins al moment de començar la neteja de les fustes.

TERCERA FASE: NETEJA

La neteja mecànica i química del conjunt s'inicià el 7 de gener de l'any 2009, començant per treure les peces del dipòsit d'emmagatzematge, una per una, amb l'ajuda d'eslingues d'elevació de polièster subjectades a una grua i col·locant-les sobre la taula de treball del laboratori, o bé, segons el cas, al pati exterior damunt de taules de fusta sobre cavallets. ⁴

La neteja es realitzà amb l'ajuda de mànegues d'aigua i raspalls de niló de diferents formats i dureses, espàtules, bisturí fix i de fulla recanviable, punxons de ferro i fusta i aparell d'ultrasons, entre d'altres eines. ⁴

Els principals objectius de la neteja eren:

- Eliminar la pega que recobreix les fustes, ja que aquesta crea una capa impermeable que fa impenetrable el consolidant que es fa servir posteriorment per conservar la fusta. Un altre avantatge és que, gràcies a la seva extracció, queden visibles on es troben els forats de claus.

- Extreure les restes de sorra, pedretes, llot i diferents restes vegetals procedents del sòl de l'excavació.

[1] Neteja en el pati del laboratori de conservació i restauració del Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya de Girona, en el moment d'arribada d'una peça.

[2] Sistema d'etiquetatge de les peces (Fotografies: CASC).

³ Aquest producte, utilitzat per Claude Michel, responsable del *Laboratoire de conservation-restauration del Musée Cantonal d'Archéologie et d'Histoire-Palais de Rumine, Lausanne*, es compra a l'empresa ATN Diffusion S.A, Châtel-sur-Montsalvans (Suïssa).

⁴ Equip del procés de neteja: Catí Aguer (MAC-CASC), Lluïsa Matas i Esther del Horno (Àbac Conservació-Restauroció, SL).



[3] Fustes dins del dipòsit del laboratori.



[4] Imatge de l'extracció i trasllat d'una de les peces.



[5] Neteja de les fustes (Fotografies: CASC).

- Rascar les zones amb restes de ferro dels forats de claus, per tal d'extreure'l al màxim i minimitzar els problemes d'acidificació de la fusta que poden sorgir en el futur. [5]

(de fil d'acer inoxidable de corda de piano), fent ús de tenalles per a fabricar-les a mida i donar la forma adient, la qual cosa dona estabilitat a les peces i fa més fàcil la seva manipulació. En dues de les taules (BM-T7A i BM-T8) hi havia fragments tan petits que s'optà per protegir-los amb una malla de plàstic fixada amb grapes d'acer inoxidable. [6]

Durant el procés de neteja s'aprofita per unir les peces fragmentades i les esquerdades amb grapes inoxidables

[6] Imatge de detall de les grapes d'acer inoxidable (Fotografia: CASC).



⁵ No es va fer servir tauler marí a causa de les coles, que poden reaccionar amb el polietilenglicol (PEG), emprat a la sisena fase.

Una vegada la fusta va estar tota neta, es comprovà el número de registre arqueològic i es revisaren els croquis fets a l'excavació. En els croquis s'afegiren alguns conceptes més dels que ja estaven marcats. Es crearen unes llegendes amb trames per indicar-ho: forats de claus, unions de fustes, marques deixades pel mestre d'aixa, esquerdes, fissures, trencaments, espigues i forats d'espigues.

Simultàniament, es va realitzar un mostreig de diverses quadernes i taules del folre, amb l'ajut d'un bisturi. En total foren 11 mostres per a les quadernes i 9 mostres per a les taules del folre, per tal d'obtenir una visió general de quin era el tant per cent de contingut en aigua de les fustes. El percentatge sol ser aproximat, ja que cada element té la seva particularitat: hi ha zones més dures, d'altres més toves, més gruixudes, menys gruixudes o fustes d'essència diferent.

La mostra humida, col·locada en una càpsula Petri, es pesà a la bàscula de precisió, introduint-se posteriorment al dessecador durant quatre hores a 80 °C. Passat aquest temps, es tornà a pesar la mostra, un cop seca. Tenint aquestes dues premisses s'aplicà la següent fórmula matemàtica:

$$H = \frac{\text{pes inicial} - \text{pes final} \times 100}{\text{pes final}}$$

El resultat de contingut en aigua de les mostres de les quadernes anava des de 1.152,02% a 414,75% mentre, en el cas de les taules del folre, variava entre 726% a 166,09%.

QUARTA FASE: IMMERSIÓ DINS DEL DIPÒSIT

El dipòsit té un volum de 9 m³, està construït amb acer inoxidable isolat amb alum de roca i equipat amb una bomba per permetre la circulació del producte dins el bany; també disposa d'unes resistències elèctriques a les parets laterals per escalfar el bany i una sonda a l'interior per controlar la temperatura.

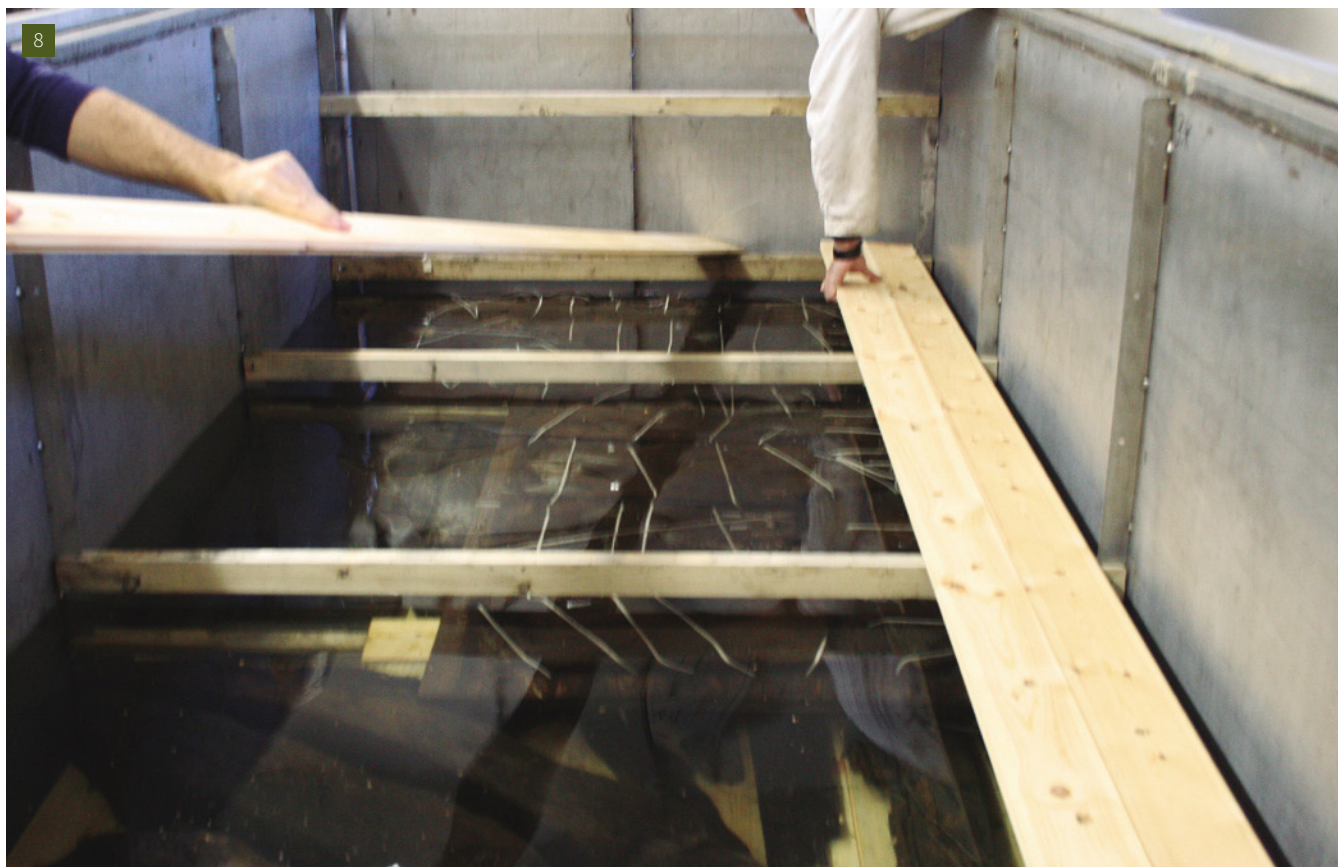
Dins del dipòsit es van col·locar unes barres de fusta de pi de 150 cm de llarg, 4 cm d'amplada i 4 cm de gruix en sentit transversal, en diferents pisos. A cadascun dels extrems de les barres es va fer una incisió vertical recta, d'uns 3 cm, i una perforació horitzontal cilíndrica que les travessà, la qual cosa va permetre subjectar-les amb una espiga d'acer inoxidable (2 mm) en forma de "L" a la barra vertical de secció plana d'acer inoxidable amb perforacions que el dipòsit té soldada als laterals. 7 - 9

Cadascuna de les barres d'acer inoxidable vertical s'enumerà de l'1 al 5, amb un retolador permanent, i les barres de fusta transversals es van denominar seguint el número de la barra vertical, a més del número de pis que correspon. Per al primer pis es va obtenir la següent seqüència: 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6; en el segon pis la seqüència era 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 i així successivament, fins a quatre pisos.

Entre els pisos s'instal·laren planxes de fusta de pi, encaixades entre elles, de 400 cm de llargada i 19 cm d'amplada, seguint la llargada del dipòsit, que van actuar de plataforma per dipositar totes les peces.⁵ Aquestes



[7-9] Vista de les fustes
travesseres i de la
plataforma amb les
fustes al damunt, sense
aigua i amb aigua
(Fotografia: CASC).



⁶ Equip del procés de muntatge de l'estructura dins del dipòsit: Cati Aguer, restauradora col·laboradora del MAC-CASC; Xavier Nieto, director del MAC-CASC, Gustau Vivar, arqueòleg del MAC-CASC i Jordi Ibáñez, mecànic del MAC-CASC.

⁷ PEG 4000 pel seu pes molecular (uma): 4.000 aproximadament.

⁸ JOVER ARMENGOL, A. "Els materials orgànics: de l'excavació al laboratori. Conservació PEG a saturació". A: CAU ONTIVEROS, M. A.; NIETO PRIETO, F. X. (coords.). *Arqueologia Nàutica Mediterrània*, Barcelona: Museu d'Arqueologia de Catalunya-Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya (Monografies del CASC, 8), 2009, p. 629.

es fixaren amb un vis d'acer inoxidable a les fustes transversals per evitar que surin. Es va tenir en compte deixar un centímetre sense fusta a banda i banda per respectar la seva dilatació en el moment que es cobreix d'aigua. La plataforma es va perforar aleatòriament fent forats de 8 mm de diàmetre amb un trepant, per facilitar la circulació del consolidant, que s'afegí posteriorment al bany.⁶ En el transcurs d'emplaçar les fustes per pisos, es va afegir aigua corrent per a que aquestes es mantinguessin amarades d'aigua en tot moment.

CINQUENA FASE: TRACTAMENT DE DESSALATGE

Les fustes es van submergir en aigua corrent per a dur a terme el tractament de dessalatge, és a dir, l'eliminació de les sals contingudes dins dels objectes. Durant aquesta fase es van realitzar diferents lectures de conductivitat elèctrica, amb un conductímetre, per determinar la salinitat de la solució i es van efectuar canvis periòdics d'aigua, fins que la conductivitat es va mantenir estable.

El conjunt de peces de fusta del derelict va romandre dins del bany d'aigua corrent durant dos anys i nou mesos, arribant a una concentració de sals dins del bany de 500 microsiemens (µS).

SISENA FASE: PROCÉS D'IMPREGNACIÓ EN POLIETILENGLICOL (PEG 4000) PER IMMERSIÓ

El mètode consisteix en la substitució de l'aigua que satura el material orgànic per una cera hidrosoluble, anomenada polietilenglicol (PEG), que solidifica en l'interior de les estructures cel·lulars a temperatura ambient i a elevada concentració. De manera gradual i progressiva es força un procés d'intercanvi dins del bany entre l'aigua retinduda per les fustes i la solució del bany, que consisteix en una

solució de PEG 4000 en aigua.⁷ La cera penetra en la fusta per osmosi i s'augmenta la concentració de PEG en el bany a mesura que s'aconsegueix un equilibri entre el contingut de PEG del bany i el de les fustes.⁸

El procés de conservació per impregnació amb PEG 4000 de les fustes començà el 24 de novembre de l'any 2011, introduint-se 6.000 litres d'aigua destil·lada i 600 Kg de PEG 4000 en el dipòsit, que representa un 10 % del total del volum del bany. Es va mantenir aquesta concentració, aproximadament durant dos mesos. Tot seguit, es va afegir PEG 4000 a raó d'un 0,5-1 % setmanal, fins a arribar a una concentració final de 76,7 %. Aquest procés d'impregnació de PEG 4000 durà un període de tres anys, des del novembre de l'any 2011 fins al novembre de 2014.¹⁰

Per controlar que l'augment de PEG 4000 es fa de manera gradual, setmanalment es calcula la concentració d'aquest dins el bany. S'agafa una mostra del líquid dins d'una càpsula Petri i es pesa; seguidament, s'introdueix dins del dessecador a una temperatura de 85 °C durant 4 hores, un cop seca es torna a pesar i s'aplica la següent fórmula matemàtica:

$$\% \text{ PEG} = 100 - \left[\frac{\text{pes inicial} - \text{pes final}}{\text{pes inicial}} \times 100 \right]$$

Durant tot el tractament és indispensable que:

- Les resistències de les parets del dipòsit es mantinguin a una temperatura de 55 °C perquè el PEG no solidifiqui; cal tenir en compte que, a partir d'una concentració major al 60% de PEG en el bany, solidificaria. D'aquesta manera, a més, s'aconsegueix una major penetració de la cera dins de l'estructura de la fusta i s'evita la proliferació de microorganismes.
- La bomba, per a la recirculació del bany, s'ha de programar dues vegades al dia durant una hora, per tal d'aconseguir una bona distribució del producte en tot el dipòsit. En cas d'avaría del termosttat, la bomba quedaria automàticament aturada, gràcies al fet que l'equip disposa d'un sistema de seguretat programat per aturar-se a una temperatura de 30 °C.
- El nivell de l'aigua s'ha de deixar a uns 26 cm del sostre del dipòsit, reservant-se aquest espai per a la inserció hebdomadària del producte, ja que la velocitat de penetració del PEG no és sempre la mateixa i s'ha de mantenir un equilibri entre l'increment de la concentració dins del bany i la capacitat d'absorció de les fustes de naturalesa més dura i de major

[10] Introducció de l'aigua destil·lada i del PEG 4000 en el dipòsit (Fotografia: CASC).



volum, per assegurar que la impregnació es realitzi de manera homogènia en totes elles. Cada setmana s'ha de realitzar un control de l'evaporació de la solució.

Com que els diferents elements que conformen el conjunt de peces de fusta del derelict es poden comportar de manera diferent a conseqüència de la seva naturalesa, el seu gruix, el seu estat de conservació i la seva diversitat morfològica, es trien quatre peces de fusta que s'anomenen "fustes testimoni".⁹ Aquestes són la quaderna BM-Q6, peça bastant gruixuda i dura, la taula BM-TSN-N, peça petita i molt tova, i les taules BM-T3 i BM-T1, peces molt primes i dures.¹¹

La selecció i preservació d'aquestes fustes, a part de la resta, és molt important al llarg de tot el procés de consolidació, ja que s'utilitzen per fer els controls setmanals i assegurar-se que la penetració del PEG dintre de les fustes és correcta. Per poder-les manipular amb facilitat, es col·loquen al damunt d'un plataforma mòbil, que té quatre ganxos a cadascun dels extrems, units a unes cadenes i un garfi.

S'aplicà una metodologia de treball al llarg de tot el procediment que consisteix en:

- Prendre mesures de les peces en tots els sentits de la direcció de la fusta (longitudinal, transversal i tangencial) per comprovar si es produeixen moviments, contraccions i/o disminucions; per aquest motiu es van carregar visos d'acer inoxidable en dues de les fustes.¹²
- Pesar-les setmanalment, per comprovar que el pes es mantingui estable, no s'incrementi ni es redueixi considerablement, ja que s'estableix un intercanvi entre l'eliminació de l'aigua continguda de les fustes i el consolidant afegit.¹³
- Sobreposar al damunt d'un calc,¹⁴ que prèviament hem dibuixat damunt de paper polièster a escala 1:1 amb llapis i resseguit amb retolador permanent, cadascuna de les fustes per tal de poder detectar amb facilitat que aquestes no s'han encongit, no s'han creat fissures, retraccions, distorsions o s'han deformat.
- La impregnació és progressiva i lenta, per tant, la presència del PEG a l'interior de les fustes es fa paulatinament sense que pateixin les seves estructures cel·lulars.¹⁵



[11] Imatge de les fustes testimoni.

[12] Presa de mides (Fotografies: CASC).

⁹ MICHEL, C.; KLAUSENER, M. *Conservation et restauration de deux embarcations gallo-romaines mises au jour à Yverdon-les-Bains (Canton de Vaud, Suisse): Traitements au polyéthylène glycol (PEG) des bois gorgés d'eau*. Lausanne: Musée Cantonal d'Archéologie et d'Histoire de Lausanne, 1999, p. 50.

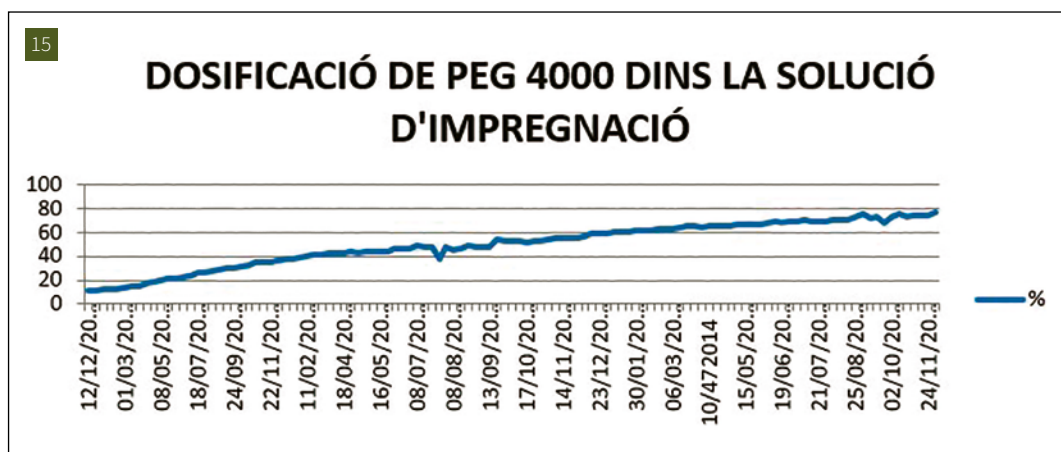


[13] Pesada d'una peça.



[14] Comprovació de la forma i les mides d'una peça damunt del calc (Fotografies: CASC).

[15] Gràfica d'impregnació amb PEG 4000 (Imatge: CASC).



S'arribà al final del tractament de consolidació de les fustes del vaixell *Barceloneta I* quan s'assolí el 76% d'impregnació de PEG 4000 dins del bany, essent el període total dedicat al seu tractament de conservació de tres anys.

SETENA FASE: NETEJA DEL PEG SOBRRANT

Acabat el llarg procés d'impregnació fins a la saturació, es van extreure les peces del dipòsit, una per una, i es van col·locar al damunt de la taula de treball amb l'ajuda d'eslingues d'elevació i una grua; seguidament, amb aigua calenta i esponges naturals, es va anar extraient l'excident de PEG que quedava per sobre d'aquestes.¹⁰ ¹⁶

Gràcies a l'escalfor que tenien les fustes en el moment de sortir del dipòsit de tractament, i ja que el PEG té la propietat d'actuar com a "lubricant", es va donar forma de manera progressiva a alguna d'elles, mitjançant la subjecció amb serjants.

VUITENA FASE: ESTABILITZACIÓ

Acabada la fase de neteja del PEG sobrrant, es va procedir a pesar les peces. Cal comprovar quina diferència de pes hi ha entre les fustes amarrades d'aigua i les fustes tractades amb PEG: el pes no hauria d'haver variat molt, tot i que, per norma, la fusta impregnada amb PEG acaba pesant més.

¹⁰ Equip de treball d'eliminació de l'excident de PEG: Cati Aguer, restauradora col·laboradora del MAC-CASC, Pol Camps, Irene García i Albert Vila, tècnics restauradors *freelance*; Rut Geli, tècnica arqueòloga col·laboradora del MAC-CASC.



16



17

[16] Neteja de l'excedent de PEG 4000.

[17] Vista del recinte provisional construït al laboratori del CASC de Girona (Fotografies: CASC).

Al mateix temps es van anar col·locant dins d'un recinte tancat, per tal de començar el procés d'estabilització fins arribar a temperatura i humitat ambient.

Durant aquest procés es va eliminar de forma gradual el 25% d'aigua que encara quedava dins les fustes, evitant tensions mecàniques entre les zones perifèriques i el cor. Això s'ha aconseguit realitzant un assecatge controlat durant un període d'un any, el temps necessari per a que les fustes es vagin aclimatant a temperatura i humitat ambient.

Al laboratori del CASC es va construir un recinte provisional, una estructura de fusta, tancat amb plàstic de color negre, col·locant-se a terra un suport de palets de plàstic i, a sobre, unes planxes de polietilè d'1 cm de gruix; a mesura que es van entrar les fustes al recinte, es van disposar damunt de pisos de fusta amb una base de polietilè d'1 cm.

En el moment de començar l'estabilització, dins el recinte tancat, s'inicià el procés amb una humitat d'un 90-80% aproximadament i, de manera progressiva, es va reduir fins a arribar a un 60-55%. ¹⁷

[18] Moment del trasllat de les peces amb un camió grua al Museu Marítim de Barcelona (Fotografia: CASC).



Dins la cambra es van introduir uns humidificadors –de tipus ultrasò– col·locats dins d'unes caixes de plàstic amb aigua, que van fer que es mantingués la humitat dins el recinte. Els humidificadors estaven connectats a un temporitzador digital per controlar les hores de funcionament i, així, poder regular la taxa d'humitat.

Ja netes, i quan portaven tres mesos i mig dins la cambra provisional d'estabilització, les fustes del derelict es van traslladar al Museu Marítim de Barcelona per finalitzar el procés d'assecatge controlat.

DESENA FASE: TRASLLAT DEL DERELICTE DEL CASC AL MUSEU MARÍTIM DE BARCELONA

El dia 10 de març de l'any 2015 arribà a la seu del CASC a Girona un camió grua per traslladar totes les fustes al Museu Marítim de Barcelona (MMB). Aquí, es creà un suport a mida per tal de poder encabir totes les fustes en una sola estructura d'emmagatzematge. El mestre d'aixa Gilles Llecha, del Museu Marítim de Barcelona, va construir el suport seguint les mides proporcionades des del CASC. Aquest es va construir de fusta de pi, disposant de cinc pisos i mig, amb unes rodes de niló a la base, per poder-lo moure.

Tots els elements de fusta es van embalar, un per un, amb plàstic de bombolles i amb un suport d'escuma de polietilè

com a base. A més, es van tapar amb un plàstic negre per a una millor protecció. ^[18]

ONZENA FASE: ESTABILITZACIÓ FINAL AL MUSEU MARÍTIM DE BARCELONA

Un cop arribades les fustes al Museu Marítim de Barcelona, es va construir una cambra d'estabilització per a l'assecatge controlat a humitat i temperatura ambient, seguint aquestes passes:

- 1-** Es col·loca un plàstic negre a terra, per protegir la cambra i el seu contingut.
- 2-** Es sobreposa el suport d'emmagatzematge, amb les fustes del derelict.
- 3-** Es construeix la carcassa de la cambra, feta amb barres de fusta de pi, posades en horitzontal, aprofitant el mateix suport que allotja les fustes. A aquestes s'hi afegeixen unes altres barres en sentit vertical. Les barres de fusta s'uneixen amb visos d'acer inoxidable, per evitar l'oxidació, atesa la gran aportació d'humitat que hi haurà a la cambra. A les barres verticals se'ls hi afegeix un tac de fusta gruixut que es fixa a terra amb cinta americana, per aconseguir més estabilitat en el conjunt de l'estructura.



[19] Vista de la cambra d'estabilització per a l'assecatge controlat al Museu Marítim de Barcelona (Fotografia: CASC).

4- Seguidament, s'instal·la un altre plàstic negre, per damunt de la carcassa, i s'enganxa a les barres de fusta amb grapes de ferro per la part exterior. En algun cas s'han de clavar aquestes grapes per l'interior, prèvia protecció amb cinta americana, per tal que no els afecti la humitat de l'interior de la sala.

5- Es deixen dues portes d'accés a l'interior de la cambra: una al costat esquerre, per poder accedir per la part del darrera, i una altra a la part frontal, per accedir a la part del davant. Les obertures se segellen amb una cinta de *Velcro*®, ja que aquest sistema permet poder obrir i tancar l'accés al recinte tantes vegades com sigui necessari. ^[19]

Una vegada construïda la cambra d'estabilització, es van situar sis humidificadors d'ultrasons, una mica elevats de terra i dins de recipients plens d'aigua osmotitzada. Alhora, aquests recipients es van col·locar dins d'altres receptacles (caixes grises de plàstic), que fan la funció de recollida de l'aigua, evitant la seva caiguda a terra. Els humidificadors estaven situats en diferents llocs dins de la cambra, per tal que la humitat quedés repartida de forma homogènia per tot arreu. Aquests aparells es van connectar al corrent elèctric mitjançant un temporitzador, que és el que regeix les hores de funcionament.

També es van col·locar repartits dins del recinte tres *data loggers* (EL-USB-2-LCD de Lascar Electronics),¹¹ els quals donaven les pautes de les condicions d'humitat i temperatura. Després d'un temps, es van instal·lar dos *data loggers* fora de la cambra per controlar la humitat i la temperatura ambient (*Testo Saveris H3D*).¹²

CONTROL DE LES CONDICIONS D'HUMITAT I TEMPERATURA

El control de les condicions d'humitat i temperatura es va fer un cop a la setmana i consistia en:

- Avaluat les dades dels *data loggers* subministrades per les tècniques del Museu Marítim (MMB), Teresa Sala i Cristina Latorre, i Kusi Colonna-Preti, tècnica del Servei d'Arqueologia de Barcelona (SAB).

- Afegir aigua dins dels recipients de plàstic, en el cas que calgués.

- Fer un seguiment de la pèrdua de massa per pesada i mesura dels testimonis.

- Mesurar la taxa d'humitat a l'interior de la fusta amb un *data logger* Testo 606-1®.

- Prendre fotografies del testimonis.

- Programar el temps dels humidificadors.

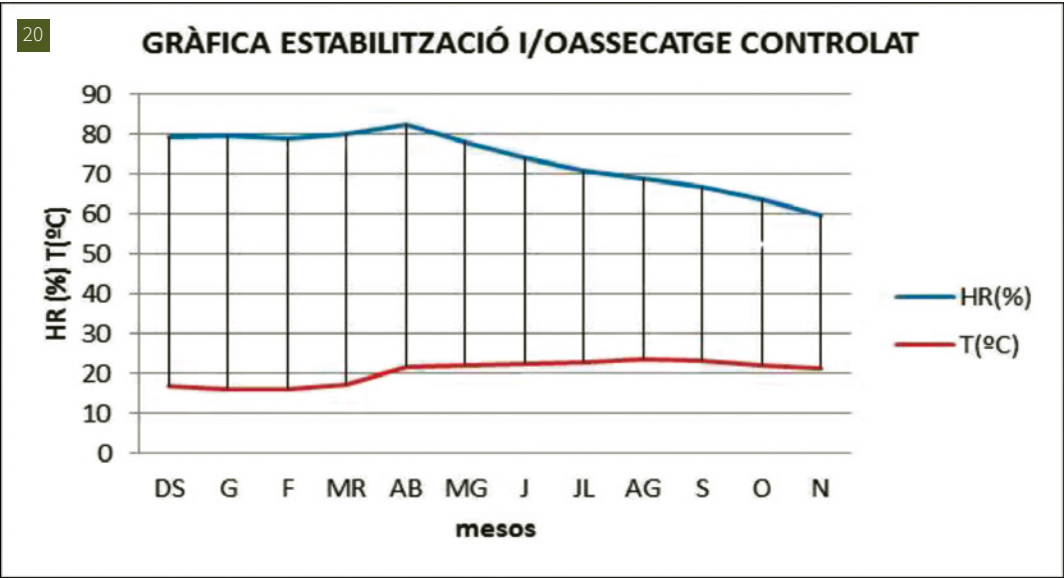
¹¹ Propietat del Museu Marítim de Barcelona (MMB).

¹² Propietat del Laboratori de conservació-restauració del Servei d'Arqueologia de Barcelona (SAB), dirigit per Montserrat Pugès.

[20] Gràfica d'estabilització i assecatge (imatge: CASC).

¹³ Equip de treball de muntatge de la cambra d'assecatge al Museu Marítim de Barcelona (MMB): Cati Aguer, restauradora col·laboradora del MAC-CASC; Rut Geli i Joan Mayoral, arqueòlegs *freelance* i col·laboradors del MAC-CASC; i Pol Camps, restaurador *freelance*. Equip de treball d'assecatge controlat i/o estabilització: Cati Aguer, restauradora col·laboradora del MAC-CASC, Kusi Colonna-Preti, restauradora col·laboradora del Servei d'Arqueologia de Barcelona (SAB), Teresa Sala i Cristina Latorre, restauradores del Museu Marítim de Barcelona (MMB).

¹⁴ Propietat del Servei d'Atenció als Museus de Girona (SAM), dirigit per Jordi Nogués.



Durant els controls hebdomadaris es va anar abaixant la humitat dins del recinte. Es va començar per un % molt elevat –d’entre un 90 i 80%– i es va abaixar progressivament, fins al mes de novembre de l’any 2015, que s’arribà al 59,87 % d’humitat. Aquest procés es va fer de manera gradual, programant el funcionament dels humidificadors durant més o menys hores. A mesura que es necessitava abaixar la humitat, els humidificadors funcionaven menys hores.¹³ ²⁰

En **vermell** són les dades extretes dels tres *data loggers* del Servei d’Atenció als Museus (SAM) de Girona, anomenats:

SAM C12/11-SAM C12/5- SAM C12/2.¹⁴ Es trobaven a l’interior de la cambra d’estabilització.

En **blau** són les dades extretes del *data logger* del Museu Marítim de Barcelona (MMB), anomenat **Confort-Software V3**. Es trobava a l’interior de la cambra d’estabilització.

En **verd** són les dades extretes del *data logger* del Laboratori de conservació-restauració del Servei d’Arqueologia de Barcelona (SAB) anomenat **Data Logger 1**. Es trobava a l’exterior de la cambra d’estabilització.

	DES.	GEN.	FEB.	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEM.	OCT.	NOV.
HR (%)	79,44	79,83	78,88	Del 1 al 10 80,24								
				Del 19 al 27 75,72	82,68	78,33	74,26	71,05	69,12	67,15	63,74	59,87
				El 18 81,5	85,5	79,50	75,10	70,90	70	63,20	60,20	
T (°C)	16,98	16,13	16,09	Del 1 al 10 17,29								
				Del 19 al 27 21,54	21,70	22,12	22,48	22,98	23,83	23,28	22,35	21,50
				El 18 18,2	21,90	22,50	23,10	24,30	24	22,20	22,40	

CONCLUSIONS

M'agradaria destacar que els treballs de conservació de les fustes arqueològiques del derelict *Barceloneta* I comencen l'any 2008 amb la troballa a l'excavació, continuen amb l'arribada de les peces de fusta al Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya (CASC), per començar el tractament d'eliminació de sals i d'impregnació fins a la saturació amb polietilenglicol, on hi romanen fins el mes de març de l'any 2015, moment en què les fustes són traslladades al Museu Marítim de Barcelona (MMB) per dur a terme el procediment d'assecatge controlat i /o estabilització, que acabà el mes de novembre de 2015.

Aquest compendi comporta un camí de set anys (2008-2015) transcorreguts des del moment que es descobreix el derelict fins a l'estabilització final a temperatura i humitat ambient. La conservació d'un derelict d'aquestes característiques comporta una feina ingent, en la qual cal dotar-se d'un pressupost extraordinari i la implicació de tècnics especialistes i diverses institucions.¹⁵ Actualment el derelict ja es troba exposat al públic, des de l'any 2021, al Museu d'Història de Barcelona (MUHBA).¹⁶

AGRAÏMENTS

A Anna Jover Armengol, que em va encaminar en els coneixements aplicats a la conservació de material orgànic submergit.

Al Centre ARC-Nucléart, per encaminar-me en els coneixements per a l'assecatge controlat i/o estabilització.

A Xavier Nieto, per la seva confiança en mi.

¹⁵ Tots els treballs del tractament d'eliminació de sals, d'impregnació fins a la saturació amb polietilenglicol i assecatge controlat i/o estabilització han estat supervisats per Montserrat Pugès, restauradora responsable del Laboratori de conservació-restauració del Servei d'Arqueologia de Barcelona.

¹⁶ Aquest treball ha estat dirigit per Lúdia Font, restauradora responsable del Museu d'Història de Barcelona (MUHBA).

BIBLIOGRAFIA

AGUER, C. "Baluard del Migdia. Conservació del derelict i del pou". *Anuari d'Arqueologia i Patrimoni de Barcelona 2012*, (2014), p. 185-188.

AGUER, C. "Baluard del Migdia. Conservació del derelict i del pou (II)". *Anuari d'Arqueologia i Patrimoni de Barcelona 2014*, (2016), p. 252-253.

AGUER, C. "Baluard del Migdia. Conservació del derelict i del pou (III)". *Anuari d'Arqueologia i Patrimoni de Barcelona 2015*, (2017), p. 229-231.

BERNARD-MAUGIRON, H. [et al.]. *Sauvé des Eaux. Le patrimoine archéologique en bois, histoires de fouilles et de restaurations*. Grenoble: Arc-Nucléart, 2007.

JOVER ARMENGOL, A. (1994). "La consolidación de la madera empapada de la barca de les Sorres X, Castelldefels (Baix Llobregat)". A: ESCALERA UREÑA, A.; PÉREZ GARCÍA, C. (coords.) *X Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales - Cuenca. 29, 30 de septiembre, 1, 2 de octubre de 1994*. Cuenca: Ministerio de Cultura, Secretaría del Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, p. 59-67.

MOLINAS, M. "Baluard del Migdia". *Anuari d'Arqueologia i Patrimoni de Barcelona 2010*, (2011), p. 136-149.

NIETO, X. *Informe sobre el vaixell aparegut a la plaça de Pau Vila, 12-13b de Barcelona i proposta de trasllat i conservació*. Girona: MAC-CAS, 2008.

SIERRA, J. L. "La conservación de la madera en arqueología subacuática". *Monte Bucoiro* (2003), núm. 9, p. 248-249.

SOBERÓN, M. "El port baix medieval de la ciutat de Barcelona: una visió des de l'arqueologia. L'escullera de 1477 i la troballa d'un vaixell tinglat". *QUARHIS* (2010), Vol. II, núm. 6, p. 142-148.