

# Sistemes de protecció del patrimoni arqueològic cultural subaquàtic en el derelicte *Ses Llumetes*. Actuació de caràcter urgent en un cap conservat *in situ*

A Portocristo, a l'est de l'illa de Mallorca, es troba el derelicte romà del segle I dC, conegut amb el nom de *Ses Llumetes* per la quantitat de lluernes que transportava. Aquesta embarcació causa admiració avui dia per l'excel·lent i sorprenent estat de conservació en el qual es troba la seva estructura naval, malgrat la proximitat amb la costa, el fet d'estar a tan sols tres metres de profunditat i a l'espoliació patida des del seu descobriment. En aquest article es persegueix la difusió d'una actuació de caràcter urgent dins de les tasques de conservació *in situ* i dels treballs d'investigació arqueològica del Projecte Portocristo, així com les labors de protecció realitzades en aquest jaciment.

## **Systems to Protect Underwater Archaeological Heritage in the Wreck *Ses Llumetes*. Urgent Intervention on a Line Preserved *in situ***

*In Porto Cristo, to the east of the island of Mallorca, lies the Roman wreck from the 1st century CE known as Ses Llumetes due to the number of lucernes it was carrying. This wreck amazes to this day due to the exceptional and surprising state of preservation of its marine structure, despite its proximity to the coast, indeed it is at a depth of only three metres, and the fact that it has been plundered since it was discovered. This article seeks to publicise the urgent conservation work carried out *in situ* and the archaeological research undertaken by Project Portocristo, as well as the on-site protection work accomplished.*

**Andrea Sanz Catalá.** Conservadora-Restauradora a l'IBEAM des de 2017. Llicenciada en Belles Arts i Màster Universitari en Conservació i Restauració de Béns Culturals per la Universitat Politècnica de València.  
*Curator-Restorer at IBEAM since 2017. Degree in Fine Arts and a Masters in Conservation and Restoration of Cultural Heritage from the Universidad Politécnica, Valencia.*  
andrea.s.catala@icloud.com

**Sebastià Munar Llabrés.** President de l'IBEAM. Arqueòleg subaquàtic. Llicenciat en Història per la Universitat de les Illes Balears i Graduat en Arqueologia per la Universitat de Barcelona.  
*President of IBEAM. Underwater archaeologist, BA in History from the Universidad de las Islas Baleares and a Degree in Archaeology from Barcelona University.*  
munarlibres@gmail.com

**Guillermo González Lázaro.** Conservador-Restaurador a l'IBEAM el 2016. Títol de Conservació i Restauració Béns Culturals per l'Escola Superior de Conservació i Restauració de Béns Culturals (Madrid). Llicenciat en Història de l'Art per la Universitat d'Oviedo. Màster Universitari en Mètodes i Tècniques Avançades d'Investigació Històrica, Artística i Geogràfica per la Universitat Nacional d'Educació a Distància.  
*Curator-Restorer at IBEAM since 2016. Qualification in Conservation and Restoration of Cultural Heritage from the Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales (Madrid). Graduate in Art History from the University of Oviedo. Masters in Advanced Methods and Techniques in Historical, Artistic and Geographic Research from the National University of Distance Learning.*  
guillesarasua@gmail.com

**Paraules clau:** arqueologia subaquàtica, conservació *in situ*, derelicte *Ses Llumetes*, tractaments d'urgència, materials orgànics.  
**Keywords:** underwater archaeology, conservation *in situ*, wreck *Ses Llumetes*, urgent procedures, organic materials.

**Data de recepció:** 17-10-2018 > **Data d'acceptació:** 23-10-2018 / **Date recieved:** 17-10-2018 > **Date accepted:** 23-10-2018.



## EL DERELICTE SES LLUMETES<sup>1</sup>

El derelicte *Ses Llumetes* o conegut comunament com el derelicte de les lluernes, **1** és un dels jaciments subaquàtics més famosos de la historiografia mallorquina.<sup>2</sup> Es tracta d'una embarcació romana del segle I dC descoberta a mitjans del segle passat. La seva localització, a trenta metres des de la costa i a escassos tres metres de profunditat a la platja de Portocristo (Manacor, Mallorca), el converteix en un jaciment perfecte per a l'estudi i la pràctica de diferents mètodes i productes de conservació, a més de per posar en valor el patrimoni cultural subaquàtic.

En contraposició a l'avantatge que suposa la seva proximitat amb la costa, la seva conservació suposa un repte a causa de l'acció dels corrents, l'onatge, l'exposició directa a la llum solar i les imprudències dels banyistes que, curiosos, s'apropen a la zona de treball.

Dins del Projecte d'Intervenció Arqueològica Subaquàtica aprovat per la *Comissió Insular de Patrimoni Històric del Consell de Mallorca*, es realitzen de manera puntual treballs d'investigació i excavació, en els quals segueixen apareixent parts de l'estructura original de la nau. Com cada any en finalitzar la campanya, les actuacions de conservació i protecció es basen en cobrir el derelict amb una malla tèxtil sota sacs plens de sorra, amb el que s'assegura la salvaguarda de les restes conservades *in situ* i s'eviten les incursions no autoritzades.

## OBJECTIUS

El concepte general de conservar, s'entén com "l'activitat



[1] Vista a dues aigües del derelicte *Ses Llumetes* pròxim a la platja de Portocristo, a Manacor (Mallorca) (Fotografia: Javier Rodríguez).

<sup>1</sup> Aquest article ha estat traduït de l'original en castellà al català per Berta Román Carreras, alumna de tercer curs de l'especialitat de Conservació i Restauració de Béns Arqueològics de l'ESCRBCC.

<sup>2</sup> MUNAR, S. [et al.] "*Ses Llumetes*: excavación arqueológica subacuática de una nave romana del s. I d.C. en la playa de Porto Cristo". A: ANGLADA, M.; RIERA, M.; MARTÍNEZ, A. [coords.] *VII Jornades d'Arqueologia de les Illes Balears (Maó, 30 de setembre i 1 i 2 d'octubre de 2016)*. Maó: Consell Insular de Menorca, 2018, p. 217-224.

<sup>3</sup> Traduït del castellà al català de: MUÑOZ S. *Teoría contemporánea de la Restauración*. Madrid: Síntesis, 2003, p. 19.

<sup>4</sup> ORTMANN, N. "Developing Methodology for Understanding *In Situ* Preservation and Storage from a Practitioner Perspective". A: RICHARDS, V.; MCKINNON, J. [eds.] *In situ Conservation of Cultural Heritage: Public, Professionals and Preservation*. Adelaida (Austràlia): Flinders University, 2009. p. 17-31.

<sup>5</sup> HOLDEN J. [et al.] "Hydrological Controls of *In Situ* Preservation of Waterlogged Archaeological Deposits". *Earth-Science Reviews*. Vol. 78 (2006), núm. 1-2. p. 59-83.

que consisteix en adoptar mesures perquè un bé determinat experimenti el menor nombre d'alteracions durant el temps més gran possible".<sup>3</sup> El derelict *Ses Llumetes* està compost en la seva major part per material de naturalesa orgànica i en constant risc de pèrdua pels motius exposats anteriorment quant a la seva proximitat i accessibilitat, ja que la seva situació és propensa a accelerar aquests processos de degradació o fins i tot podria arribar a la completa destrucció. Així doncs, l'objectiu principal durant les actuacions d'excavació i documentació és evitar al màxim que aquests processos actuïn amb més rapidesa damunt dels objectes conservats en el seu lloc original,<sup>4</sup> ja que es persegueix la conservació *in situ*, és a dir, transformar l'entorn per produir situacions capaces d'alentir aquest deteriorament,<sup>5</sup> tot utilitzant mètodes artificials o naturals amb un caràcter totalment innocu.

En aquest article es parla tant de la metodologia de protecció i cobriment del derelict com d'una acció concreta de caràcter urgent, pel sorprenent descobriment d'un cap conservat intacte a l'interior de l'embornal i

en molt mal estat de conservació,<sup>2</sup> que s'allargava a través de quatre varengues de la banda de babord de l'embarcació. L'única opció real en aquest cas va ser la de la seva documentació i conservació preventiva, ja que qualsevol moviment natural o humà significava la seva pèrdua total i absoluta, situació que sota l'aigua és encara més complicada.

Les intervencions que s'emprenen en aquest projecte es regeixen pels criteris i polítiques d'actuació per a la conservació *in situ* de les restes arqueològiques subaquàtiques segons les normes ratificades en el Tractat de La Valetta de l'any 1992, en la Convenció Europea de Protecció del Patrimoni Cultural Subaquàtic de la UNESCO de l'any 2009 i al capítol de l'ICOMOS de Manteniment i Protecció del Patrimoni Cultural Subaquàtic,<sup>6</sup> concretament als paràgrafs 5 i 10 de l'Article 2 –Objectius i principis generals–, en el qual es recomana la prioritat de la conservació *in situ* enfront d'un altre tipus d'intervencions i, a ser possible, l'ús de mètodes no destructius per a la documentació i estudi dels jaciments utilitzant tècniques de protecció com el reenterrament.



### PROTECCIÓ DEL DERELICTE *SES LLUMETES*

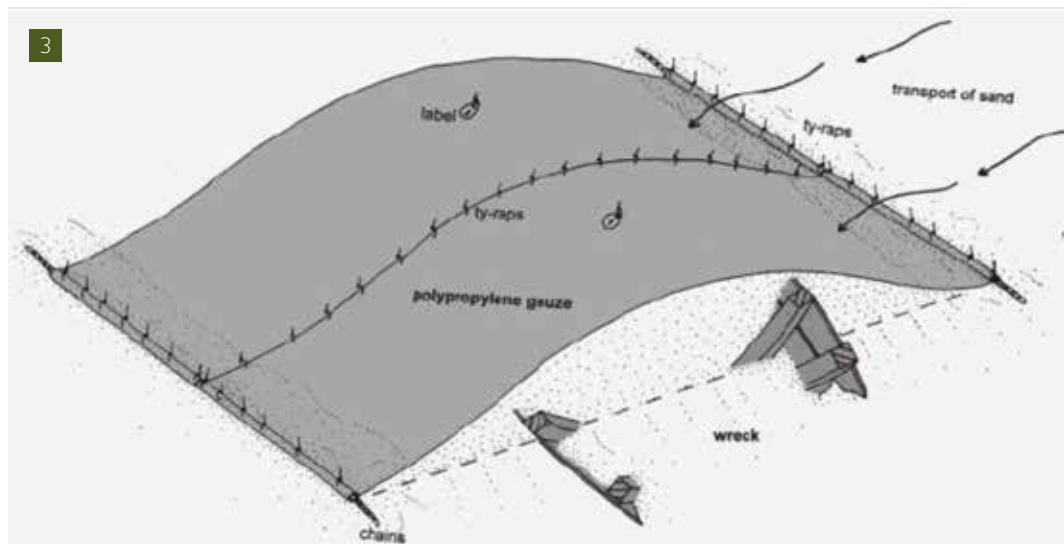
Són diversos els mètodes existents de protecció física per a la conservació *in situ*<sup>7</sup> de jaciments arqueològics subaquàtics; alguns d'ells són els mètodes de cobriment<sup>3</sup> i d'altres els mètodes de barrera amb la utilització

[2] Vista parcial de la Zona 1B del derelict *Ses Llumetes*, concretament on es conserva *in situ* un cap a través de l'embornal entre les quadernes C119 i C124 (Fotografia: Andrea Sanz).

[3] Un mètode que utilitza transport de sediments i una xarxa porosa per cobrir un naufragi amb sediment i prevenir l'atac de cucs (Dibuix: MANDERS, M. *BZN 10 wreck – threatened by nature?* [En línia] <<https://www.abc.se/~pa/publ/bzn10.htm>> [Consulta: 13 octubre 2018]).

<sup>6</sup> ORTMANN, N. "Developing Methodology for Understanding...", p. 17-31.

<sup>7</sup> AL-HAMDANI, Z. [et al.] "Methods for physical protection of wrecks *in situ*". A: MANDERS, M. R. *Guidelines for protection of submerged wooden cultural heritage, including cost-benefit analysis*. WreckProtect Project, 2011, p. 25-46. [En línia] <[https://www.machuproject.eu/documenten/Wreck\\_protect\\_Guidelines\\_Protection\\_wood.pdf](https://www.machuproject.eu/documenten/Wreck_protect_Guidelines_Protection_wood.pdf)> [Consulta: 13 octubre 2018]





[4] Sacs reutilitzats de la protecció com a barrera física per a la contenció de sorra sobre les restes arqueològiques i evitar a la zona la introducció de restes d'algues i altres deposicions que porten els corrents marins (Fotografia: Javier Rodríguez).

[5] Barrera física per la superposició de sacs plens de sorra i malla tèxtil per a la protecció temporal de les restes trobades i excavades (Fotografia: Andrea Sanz).

de materials que separen o envolten directament els mateixos objectes i els allunyen dels riscos.

El conegut mètode dels sacs de sorra ha estat molt utilitzat en el passat en altres projectes així com en aquest mateix en concret, ja que aconsegueix crear un clima anaeròbic que evita la proliferació d'organismes en les restes. A més, els sacs de sorra són reutilitzats durant l'excavació com a pes per immobilitzar material estructural i com a barrera de contenció de sorra durant els treballs anuals d'excavació en el jaciment. [4] això evita que s'introdueixin dins la zona de treball restes d'algues mortes i altres deposicions que el corrent porta.

Les malles de geotèxtil també són utilitzades com a barrera física per prevenir les alteracions *in situ*. Poden ser de teixit sintètic i cobrir llargs espais així com adaptar-se a les formes de les restes conservades gràcies a la seva flexibilitat. [5] També es troben les malles d'algues artificials, que tenen múltiples funcions fora de l'àmbit arqueològic i molts avantatges, però a escala econòmica són de difícil abast. Per finalitzar aquest grup, cal afegir que les malles o xarxes flotants són utilitzades en diversos projectes reals com el derelict *Burgzand Noord 10* als Països Baixos i alguns altres. La idea és similar a les algues artificials, les malles es dipositen sobre les restes arqueològiques protegint-les dels corrents i partícules en suspensió que puguin ocasionar alteracions i creen un cobriment de sorra dipositada de forma natural sobre el derelict.



Altres mètodes per a la protecció física són les diferents formes d'enterrament amb sediment natural. Bàsicament consisteixen a cobrir de nou les restes per a la prevenció de les diferents alteracions que puguin ocasionar els factors externs. És un mètode perfecte en combinació amb els anteriors, tot i que s'ha de tenir en consideració que el sediment ha de ser prou pesat per no desenterrar-se pel moviment natural, però també que no ho sigui en excés per evitar danys sobre les restes més fràgils.

Al derelict de Portocristo s'utilitza la combinació d'enterrament per sorra, cobriment amb malla de polietilè i sacs plens de sorra, que genera un ambient totalment anaeròbic i que evita la presència d'oxigen, així com de qualsevol altre factor natural i de les alteracions més comunes en aquest medi. Això assegura que, any rere any, el derelict es conservi en un ambient estable amb un cobriment i protecció totals.

## Unicum

Arqueologia

<sup>8</sup> CASTILLO, R. "Conservación *in situ* de yacimientos subacuáticos". A: Museos, Mar y Arqueología. Actas de las XII Jornadas de Museología (Cartagena, octubre 2008), *Museo: Revista de la Asociación Profesional de Museólogos de España* (2009), núm. 14, p. 9-41.

<sup>9</sup> CORONEOS, C. "A Cheap and Effective Method of Protecting Underwater Cultural Heritage. The Solway". A: GRENIER, R; NUTLEY, D; COCHRAN, I. [eds.] *Underwater Cultural Heritage at a Risk: Managing Natural and Human Impacts*. Munic: ICOMOS, 2006, p. 55 - 57.

<sup>10</sup> CASTILLO, R. "Conservación *in situ*... p. 9-41.

<sup>11</sup> SANZ, A. *Memoria técnica de la Intervención Arqueológica Subacuática en el pecio de las Lucernas (Portocristo, Manacor)*, 2017. Memòria inèdita.

L'ús de la malla i dels sacs crea un nivell homogeni de protecció dins el fons marí i, a més, el moviment natural del mar<sup>8</sup> alimenta aquest cobriment i aporta una imatge totalment natural. Aquesta capa protectora no és més que un instrument per retardar i frenar, en la mesura del possible, els factors naturals de degradació, tècnica que també s'ha utilitzat amb anterioritat en diferents projectes internacionals amb resultats reeixits com, per exemple, en els derelictes *Solway*<sup>9</sup> i *Clarence* (Austràlia) i en els derelictes *Burgand Noord 3 i 10* (Països Baixos).<sup>10</sup>

Els mètodes utilitzats per a la protecció de les restes arqueològiques subaquàtiques del derelict *Ses Llumetes* són de total efectivitat a causa que, en els treballs de consolidació estructural de l'arquitectura naval durant l'excavació de 2017, es va aplicar una massilla epoxídica de dos components d'enduriment ultra ràpid composta per partícules de bronze que, a més, reacciona quan entra en contacte amb l'aire i s'oxida. Aquest producte va ser utilitzat com a mètode de consolidació temporal en les taules de fusta que conformen les estructures del vaixell amb riscos de pèrdua, moviments o trencaments.<sup>11</sup>

Els objectius de la utilització d'aquest producte eren donar reforç i subjecció a l'estructura naval però, a més,

com a element indicador de la presència d'oxigen. Així, es pretenia demostrar i comprovar la funcionalitat de la protecció utilitzada, una combinació de sacs, sorra i geotèxtil, mitjançant aquest producte indicador amb doble funcionalitat, ja que a més de les aplicacions utilitzades com a consolidació *in situ* en algunes de les taules de fusta del vaixell, es va deixar una proveta a l'exterior per veure de quina manera reaccionava.

Transcorregut un any, es va poder constatar que, amb l'exposició directa als agents externs del medi sense cobrir, aquest producte s'oxida per la seva composició metàl·lica. <sup>6</sup> En canvi, sota les capes de protecció, el producte es manté intacte en el temps i, per tant, indica que s'aconsegueix crear un ambient anaeròbic apropiat per a la correcta protecció i salvaguarda de les restes conservades. <sup>7</sup>

La combinació dels mètodes de protecció utilitzats al Projecte Portocristo genera un volum similar a la superfície marina que es fa més evident a la zona més propera a la costa, on són més visibles els sacs protectors. Això es deu al fet que el derelict no es troba paral·lel al llit marí i al fet que en aquesta zona hi ha menys potència de sediments. També s'ha observat que els corrents generen un petit esvoranc a la superfície de la sorra a tocar del costat d'alta mar dels sacs que són visibles. Aquest fenomen és esmentat per R. Castillo en assenyalar que, si es creen



[6] Resina de doble component d'enduriment ultra ràpid deixada un any a l'exterior, totalment oxidada (Fotografia: Andrea Sanz).

[7] Vista general d'una zona del pallol amb el mètode de consolidació amb resina de doble component d'enduriment ultra ràpid després de la seva aplicació el 2017, sense oxidació visible (Fotografia: Andrea Sanz).



[8] Detall del sistema de cobriment combinat amb sacs plens de sorra, sorra i tela de tipus geotèxtil (Fotografia: Javier Rodríguez).





volums en el llit marí, es pot afavorir el desenterrament de zones adjacents, però que gràcies a la tela i als sacs, el derelictes segueix protegit i conservat.<sup>12</sup>

Cada any es valora l'estat de conservació i es documenten totes les alteracions que ha patit el jaciment des que es va iniciar el seu estudi, ja que els corrents i temporals ocorreguts durant els períodes d'excavació en què el jaciment està destapat han afectat puntualment a les restes, amb la pèrdua d'algunes taules i elements exempts de l'estructura.

Els treballs de protecció basats en el cobriment amb la malla geotèxtil i sacs de sorra realitzats en cada campanya **8** es demostren com un mètode eficaç per minimitzar el deteriorament i assegurar l'estabilitat del vaixell contra impactes naturals i antròpics.<sup>13</sup>

### PROTECCIÓ DEL CAP APAREGUT A L'EMBORNAL

Una acció realitzada i de caràcter urgent, ha estat la protecció *in situ* del cap que travessava els embornals situats entre les quadernes C119 i C126. Aquest element s'ha interpretat com un possible cap embornaler per netejar la sorra i la brutícia que s'acumulava a la sentina i facilitar el pas d'aigua cap a la bomba de buidatge. Aquest fragment es va documentar durant les tasques d'excavació i es va protegir ràpidament, ja que durant la campanya de 2016 i com s'esmenta a la memòria d'intervenció corresponent, es va trobar un fragment sota el casc.<sup>14</sup> El seu estat de conservació era summament delicat i l'extracció hauria suposat amb total certesa la pèrdua dels fragments trobats, ja que només conservava el negatiu de la seva forma, creada a partir d'una prima capa de concreció molt fina i fibres originals adherides a aquesta. Com a acció preventiva i immediata, es va decidir cobrir les restes amb un tub rígid de clorur de polivinil (PVC) i senyalitzar la zona amb una etiqueta per informar a la resta de l'equip de la fragilitat de l'objecte i de la seva ubicació. El PVC ha estat usat en alguns casos com a mètode alternatiu de barrera protectora.<sup>15</sup>

Aquest sistema permet la preservació i protecció *in situ* enfront del moviment natural de les aigües i dels treballs diaris que s'estaven realitzant sobre les restes. A mesura

[9] Sistema de protecció amb tub de PVC sobre el cap conservat *in situ* a l'embornal (Fotografia: Andrea Sanz).

[10] Segellament del PVC a la paret vertical de la varenga mitjançant resina bicomponent de polièster (Fotografia: Javier Rodríguez).

[11] Sistema de protecció utilitzat a la campanya de 2017 amb tub de PVC damunt el cap conservat *in situ* a través de l'embornal de la zona 1B (Fotografia: Andrea Sanz).

que els caps van anar apareixent a les quadernes següents amb l'avenç de les tasques d'excavació es va utilitzar el mateix sistema de protecció. A la imatge **9** es pot observar com es va afegir al tub rígid de PVC una protecció de resina en els extrems per tal d'adherir-lo damunt la superfície lateral de les varengues de fusta. A més, es van col·locar pedres als extrems com a mesura preventiva per evitar que un corrent fort provoqués trencaments o pèrdues tant del sistema de protecció, com de l'objecte protegit. Així doncs, la resina afavoria la unió entre les taules de fusta del pallol, el tub de PVC i les pedres. **10**

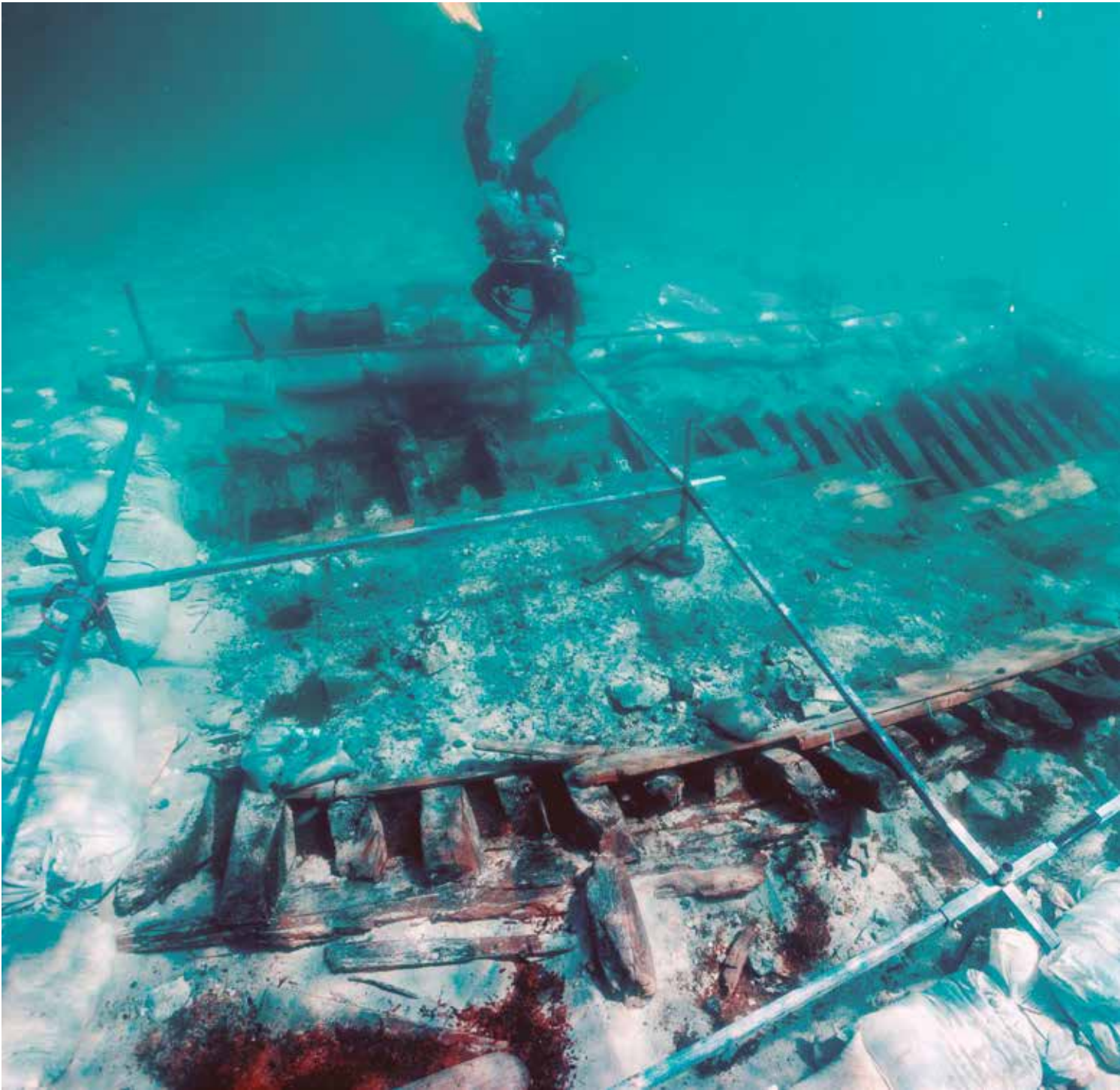
Es va optar per la utilització del tub rígid de PVC en primer lloc per la seva forma còncava, capaç de cobrir sense entrar en contacte directe amb l'objecte i aïllar-lo de cops directes i moviments involuntaris. Hi ha diferents diàmetres d'obertura de manera que la gamma d'elecció és àmplia. Entre molts altres avantatges, cal destacar que els principals components del PVC són el clor, l'etilè i l'aigua, que fan d'aquest producte un material innoce i perfecte per a la conservació *in situ*. També és un material molt resistent a la corrosió per l'acció de l'aigua i de baix cost econòmic.

<sup>12</sup> CASTILLO, R. "Conservación *in situ*..." p. 9-41.

<sup>13</sup> GREGORY, D. "Degradation of Wood". A: KEITH, M. E. [ed.] *Site Formation Processes of Submerged Shipwrecks*. Gainesville: University Press of Florida, 2016, p. 114-132.

<sup>14</sup> GONZÁLEZ G. *Memoria de Conservación y Restauración. Memoria técnica de la intervención arqueológica subacuática en el Pocio de las Lucernas (Portocrista, Manacor)*, 2016, p. 76-111. Memòria inèdita.

<sup>15</sup> AL-HAMDANI, Z. [et al.] "Methods for physical protection..." p. 25-46.



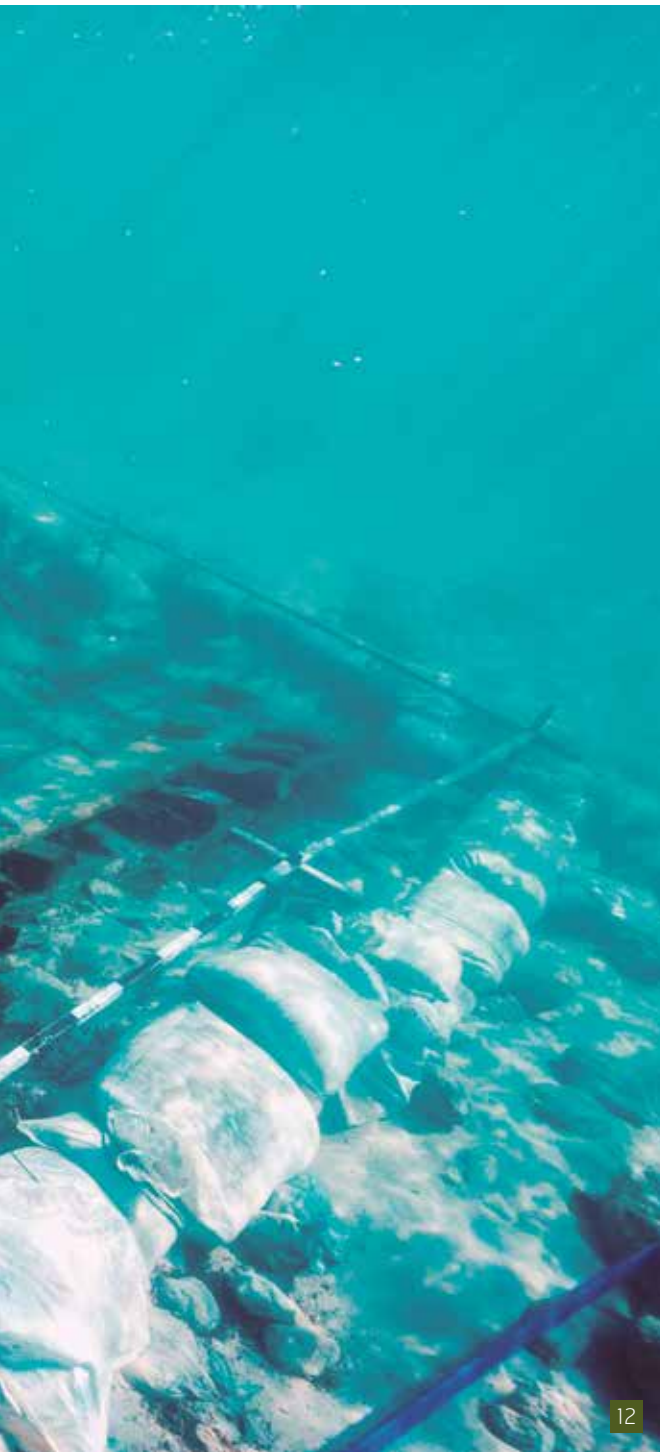
En les últimes actuacions de 2018 sobre les restes i després de la neteja de la zona es pot observar com tots i cada un dels tubs de protecció de PVC segueixen al seu lloc en perfecte estat excepte un, el que va de la quaderna C122 a la C124, que va aparèixer fora de lloc. <sup>[11]</sup> Tot i això, es distingeix perfectament la preservació dels fragments de cap sota el tub i l'embornal. Són diversos els motius pels quals el PVC podria haver-se mogut, el primer d'ells durant el desenterrament i la neteja, produït possiblement per algun moviment involuntari, i el segon podria ser degut al fet que la zona d'unió entre elements (fusta, pedres i

PVC) no estava ben assegurada, ja que alguns tubs no abastaven de banda a banda de les varengues.

## CONCLUSIONS

Tal com s'ha demostrat en aquest article, la combinació dels mètodes de cobriment juga a favor de la bona preservació del derelict, tot i les difícils condicions meteorològiques a les quals està exposat diàriament i de la seva proximitat amb la costa. Gràcies als mètodes de protecció que s'apliquen després de cada campanya d'excavació, el derelict es manté en la seva ubicació





[12] Vista general del derelicte *Ses Llumetes* en la campanya de 2017, durant els treballs de protecció del cap a l'embornal (Fotografia: Javier Rodríguez).

de naturalesa orgànica i, per tant, la seva conservació depèn majoritàriament de les condicions anaeròbiques durant el seu enterrament. Aquest mètode combinat evita la proliferació i desenvolupament d'organismes sobre les restes orgàniques que afecten directament a la seva preservació, sense oblidar que només la zona més pròxima a la costa ha estat afectada per l'atac del mol·lusc xilòfag *Teredo navalis* en algun moment del passat. Un altre factor que es té en compte és la poca distància entre les restes i la costa, factor fonamental per continuar amb aquest sistema, ja que protegeix les restes de possibles saquejos de l'home o d'intrusions no intencionades.

En aquest article, també es fa una especial menció a la intervenció de caràcter urgent realitzada sobre un cap trobat durant les tasques d'excavació a l'embornal entre les quadernes C119 i C126. Recordem que l'estat de conservació en què es va trobar durant la campanya de 2017 era d'una fragilitat extrema i amb elevat perill de pèrdua si es decidia realitzar la seva extracció. L'acció prioritària davant aquesta troballa va ser la de la seva conservació *in situ*, ja que qualsevol altra resultava totalment inviable. El sistema aplicat ha permès la preservació *in situ* i protecció davant del moviment natural de les aigües i dels treballs diaris que es realitzen sobre les restes. Ha resultat ser un sistema que, sense entrar en contacte directe amb l'objecte, és capaç de cobrir-lo i aïllar-lo de cops directes i moviments involuntaris. Entre els avantatges del tub de PVC destaquen que els seus components principals són innocus i adequats per a la conservació *in situ* i també que és un material d'alta resistència mecànica, lliure de corrosió i de baix cost econòmic.

Per concloure, cal dir que després dels primers dies d'iniciar els treballs d'excavació, s'observa com el derelicta queda totalment protegit i invisible en el fons marí, sense crear elevacions que donin proves de la seva ubicació ni deixar

<sup>16</sup> DANILOVIC, V. *In-situ conservation of the shipwrecks in the mediterranean sea*. Treball final de grau. Universitat Ca'Foscari de Venècia, 2014, p. 145-164. [En línia] <<http://dspace.unive.it/handle/10579/5482>> [Consulta: 13 octubre 2018]

original, conserva la seva arquitectura naval i, sobretot, manté les condicions òptimes per a la preservació. <sup>12</sup>

Actualment es coneixen múltiples mètodes de cobriment: sacs de sorra, malles de geotèxtil, algues artificials o, fins i tot, protecció amb caixes de metall o xarxes.<sup>16</sup> Però tot i la quantitat d'opcions disponibles, l'equip va decidir optar per aquelles més econòmiques i capaces de garantir la conservació mitjançant el cobriment combinat de sorra, sacs de sorra i malla, i es basa en el fet que el 90% de les restes conservades són

<sup>17</sup> BJÖRDAL, C. G. "Strategies for Protection of Wooden Underwater Cultural Heritage in the Baltic Sea Against Marine Borers. The EU Project "WreckProtect". *Conservation and Management of Archaeological Sites*. Volume 14 (2012), núm. 1-4, p. 201-214.

<sup>18</sup> PESIC, M. "In situ Protection of Underwater Cultural Heritage". A: LUKA, B. [ed.] *Conservation of underwater archaeological finds*. Zadar (Croàcia): International Centre for Underwater Archaeology in Zadar, 2011, p. 79.

elements a la vista, situació que dificulta mínimament la seva localització tècnica però que, en contraposició, evita les incursions no autoritzades de curiosos i tafaners. Els moviments ocasionats per les mareas ajuden amb el cobriment i homogeneïtzació de tot el sòl, exercint un paper fonamental per a la seva protecció *in situ*. Ja s'ha demostrat que la combinació dels mètodes de cobriment i protecció *in situ* com a barrera física, aconsegueix mantenir el derelictes en bones condicions i evita, en la mesura del possible, que es produeixin alteracions de qualsevol naturalesa.<sup>17</sup>

Posteriorment, i com aconsellen les normatives de protecció, es realitzen visites periòdiques per comprovar el seu estat i verificar que la zona es manté coberta adequadament. Aquest tipus de protecció aconsegueix dissuadir possibles actes vandàlics, però està a mercè de l'acció de les mareas i els corrents. El principal problema en el cobriment i protecció de les restes és el d'assegurar la compactació i estabilitat de la sorra que els cobreix, per la facilitat de ser remoguda i retirada pels corrents, onades i mareas.<sup>18</sup> En aquest cas, els moviments de sorra han jugat a favor nostre.

## BIBLIOGRAFIA

ESPAÑA. MINISTERIO DE CULTURA. *Libro verde. Plan Nacional de Protección del Patrimonio Cultural Subacuático Español*. Madrid: Ministerio de Cultura, Secretaría General Técnica, 2010.

FERRER, R. "Una nave romana". *Tramontana* (1957), Núm. 37, p. 5.

MAARLEVELD, T. J.; GUÉRIN, U.; EGGER, B. [eds.] *Manual for Activities directed at Underwater Cultural Heritage. Guidelines to the Annex of the UNESCO 2001 Convention*. París: UNESCO, 2013.

MUNAR, S. [et al.] "Noves actuacions arqueològiques al port de Porto Cristo. Resultats de la campanya de prospecció i sondejos subaquàtics del 2012". A: MARTÍNEZ, A.; GRAZIANI, G. *VI Jornades d'Arqueologia de les Illes Balears (Formentera, 26, 27 i 28 de setembre, 2014)* Formentera: Consell Insular de Formentera, 2015, p. 295-302.

NORTH, N. A. "Conservation of metals" A: PEARSON, C. [ed.] *Conservation of marine archaeological objects*. Londres: Butterworths, 1987, p. 207-252.

NORTH, N. A.; MACLEOD, I. D. "Corrosion of Metals" A: PEARSON, C. [ed.] *Conservation of marine archaeological objects*. Londres: Butterworths, 1987, p. 68-98.

PINYA, B. "La supuesta nave romana de Porto-Cristo". *Arriba* (1954), Núm. 847, p. 1.

POMEY, P. "Le Navire Romain de la Madrague de Giens". *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*. Vol. 126 (1982), núm. 1, p. 133-154.

PUIG, A. "El derelictes de les llumetes de Porto Cristo (Manacor, Mallorca). Causes i data de la troballa". A: FERRER, A.; SALAS, M. [coords.] *VI Jornades d'Estudis Locals de Manacor. Manacor: fets i protagonistes. 21 i 22 de maig de 2010*. Manacor: Consell de Mallorca, 2011, p. 37-42.