

Proyecto de re-excavación arqueológica,  
desmontaje y extracción del pecio  
*Mazarrón 2*

---



D. Carlos de Juan Fuertes

DNI 33453651-J; Dr. en Arqueología

# Proyecto de re-excavación arqueológica, desmontaje y extracción del pecio *Mazarrón 2*

---

## Tabla de contenido

<b>1. Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Localización .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Metodología para el desmonte del pecio .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Criterios de la Comisión del Pecio Mazarrón 2 .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. La caja fuerte y el vaciado de arenas .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3. Topografía de los lienzos y documentación fotogramétrica.....</b>	<b>11</b>
<b>2.4. Desmontes aprovechando roturas y juntas arquitectónicas .....</b>	<b>14</b>
<b>3. Soportes y extracción de piezas del agua .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1. Piezas de pequeño formato y su manipulación .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2. Piezas longitudinales de gran formato y su manipulación .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3. Lenzos de tablas del casco y su manipulación .....</b>	<b>26</b>
<b>3.4. La gestión y transporte al Centro de Restauración de la Región de Murcia.....</b>	<b>28</b>
<b>4. La excavación del área limitada por la estructura de protección.....</b>	<b>30</b>
<b>5. La documentación y estudio arqueológico definitivo .....</b>	<b>31</b>
<b>6. Medios humanos .....</b>	<b>31</b>
<b>7. Medios técnicos.....</b>	<b>32</b>
<b>8. Cronograma particular .....</b>	<b>33</b>
<b>9. Presupuesto.....</b>	<b>34</b>

## 1. Introducción

El presente proyecto tiene como objetivo secuenciar las fases para la correcta re-excavación arqueológica subacuática, desmonte y despiezado del pecio de época fenicia **Mazarrón 2**, para su recuperación a superficie y almacenaje en una balsa de desalación, con anterioridad al inicio de su proceso de restauración.

### 1.1. Localización

El pecio **Mazarrón 2** (Fig. 1) se sitúa en la Playa de la Isla frente al TM de Mazarrón unos de 50 m de la línea de costa (Fig. 2 y Fig. 3),

Se trata de un pecio en excelente estado de conservación, en tanto en cuanto que, a diferencia de lo que suele ser común en los yacimientos arqueológicos subacuáticos, conserva tanto la obra viva, como la obra muerta, prácticamente completa y es el único ejemplo, junto con el **Mazarrón 1** de la tradición de construcción naval fenicia en el s. VI a.C.



Fig. 1.-Vista de la zona central del pecio desde la aleta de babor. (Autor: J.S. Miralles)

Fue excavado por el M.N.A.M. bajo la dirección de Negueruela entre 1999 y 2000, siendo objeto de un trabajo de documentación y análisis del estado de conservación por el ARQUA durante tres meses en el año 2008, bajo la dirección de Castillo y Miñano. Se trata de una embarcación de reducidas dimensiones, de 8,15 m de eslora por 2,25 m de manga y 0,9 m de puntal (Negueruela, Ortiz 2004: 234-235), con la proa y popa completamente abiertas sin ningún tipo cubierta o protección, que transportaba como cargamento 2.800 kg de mineral de plomo litargirio, en unos lingotes circulares que se encontraban desmenuzados. Adscrito a la cultura fenicia (Negueruela 1995, 2000, 2000b, 2000c, 2004; Negueruela *et al.* 1995, 2000, De Juan 2013, 2017, 2018) es el único testimonio arqueológico que existe de la construcción naval de la tradición fenicia en el s. VI a.C. (De Juan 2018, 2019).

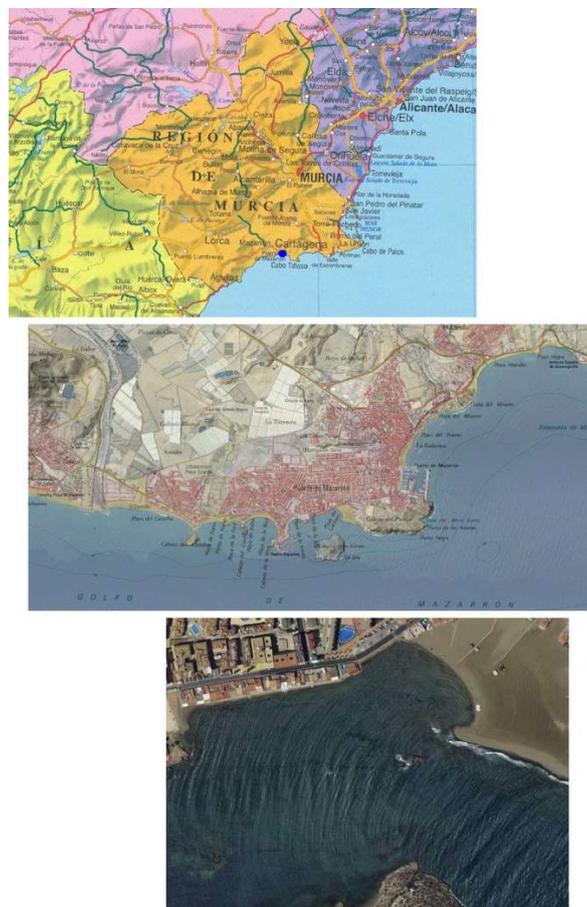


Fig. 2.-Localización la playa de la Isla en el TM de Mazarrón (Murcia)

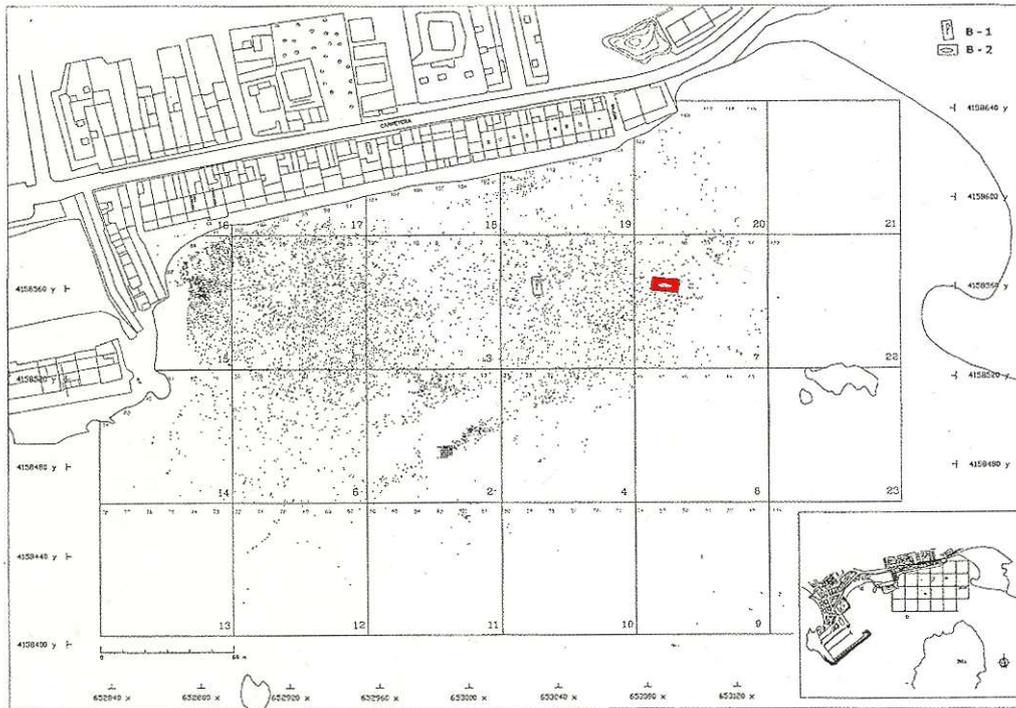


Fig. 3.-Mapa de dispersión de los hallazgos cerámicos en la Playa de la Isla con la situación de los dos pecios; marcado en rojo el Mazarrón 2. (Negueruela, Ortiz 2004: 264)

## 2. Metodología para el desmonte del pecio

Tras varias reuniones de la *Comisión del Pecio Mazarrón 2* desde 2015 las que se valoraron diversas alternativas sobre cómo el pecio podía tener un retorno a los ciudadanos, dentro de una planificación de remodelación de la playa de la Isla sujeta a una Declaración de Impacto Ambiental que ya incidía en la cuestión del pecio **Mazarrón 2**, la *Comisión del Pecio Mazarrón 2* acordó que la extracción del actual emplazamiento del pecio por procedimiento subacuático se revelaba como la mejor opción de todas las posibles.

### 2.1. Criterios de la Comisión del Pecio Mazarrón 2

La *Comisión del Pecio Mazarrón 2* estableció que la mejor fórmula para exponer los restos arqueológicos del pecio en un museo, era de la misma manera que se encuentran en la actualidad como yacimiento arqueológico, completando la divulgación de cómo pudo ser la pequeña embarcación, con una hipótesis de restitución a escala 1:1

Ello sugiere que el proceso de conservación más adecuado para esa línea expositiva sea la liofilización y no la impregnación en polietilenglicol (PEG) a saturación, evitando así el impacto por la tonalidad negruzca que adquieren las maderas tratadas con PEG, como así determinó la *Comisión*. No será por otra parte necesario tratar las maderas restauradas *a posteriori* con calor para darles las formas que acoplen con las líneas

originales de la embarcación, según la metodología de PEG a saturación, puesto que esa no es la propuesta.

La técnica de restauración escogida por La *Comisión del Pecio Mazarrón 2* a su vez, puede condicionar el método a seguir para la extracción del barco. En el caso que nos ocupa, los estudios de fisuras que hemos realizado en el **Mazarrón 2**, partiendo del registro fotográfico de 2008, nos hablan de la dificultad que podría representar hacer la extracción en un único bloque, por el estado en el que se encuentra el pecio (Fig. 4).



**Fig. 4.-Zona central del pecio donde se advierte la presión de una formación rocosa que ha fracturado el casco y ha deformado la quilla. (Autor: J.S. Miralles)**

Por otra parte, las capacidades de los cilindros de las liofilizadoras de los laboratorios de restauración de referencia en Europa, invalidan ese planteamiento, ya que no pueden dar cabida al volumen métrico del **Mazarrón 2** de una pieza.

La *Comisión del Pecio Mazarrón 2* estableció pues que la mejor fórmula para la recuperación a superficie de las piezas constitutivas de la embarcación era aprovechando las fisuras principales y juntas arquitectónicas para crear porciones de la embarcación, cuyas dimensiones máximas serían las que permitiera su manipulación (subacuática y terrestre) y fundamentalmente por motivos obvios, la entrada al cilindro de la liofilizadora a utilizar, sin olvidar que el congelador debe igualmente permitir la entrada y manipulación de la pieza con su soporte.

## 2.2. La caja fuerte y el vaciado de arenas

Como un método de conservación *in situ* del pecio y como protección frente al expolio y a la acción del mar, ARQUA instaló en el año 2000 un cerramiento completo denominado coloquialmente “caja fuerte” el cual consiste en una estructura rectangular metálica (10 x 6 aprox.) que literalmente cierra al pecio, el cual se había previamente enterrado en sucesivas capas de arena, geotextil, gravas y paños de verja metálica, por encima del nivel de arenas del fondo marino (Fig. 5).

Se consideró hace dos décadas como un verdadero hito para la conservación *in situ* atendiendo a la problemática específica del pecio **Mazarrón 2**. La cara superior de la estructura de cerramiento estaba compuesta, siguiendo un orden cartesiano, por cuadros metálicos de plancha perforada, los cuales descansan a su vez sobre once largueros transversales al eje mayor de la caja. Cuadros y largueros estaban bloqueados por ejes que hacían la función de pasadores con cerrojo.

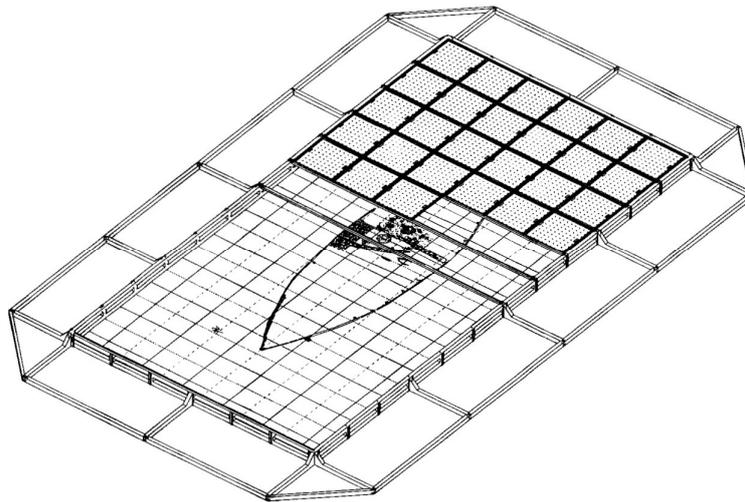


Fig. 5.-Diseño de la caja fuerte. (Negueruela *et al.* 2004:456)

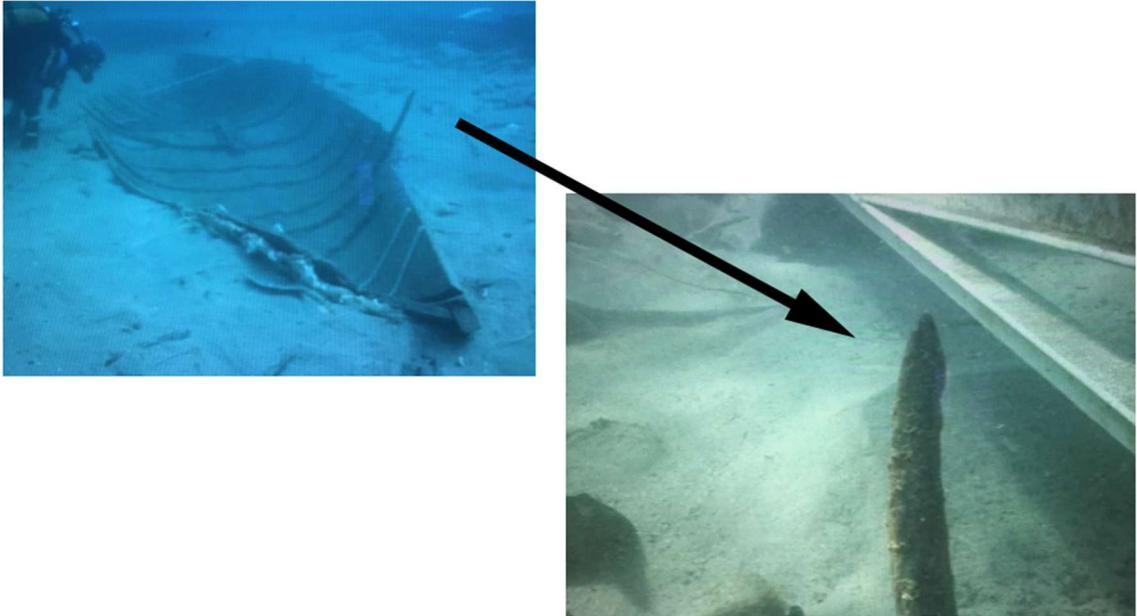
Por ello la “caja” permitía su apertura y cierre completo o por partes. Durante los trabajos ejecutados por el ARQUA en 2008 se repararon y sustituyeron aquellas partes y piezas de la estructura de cerramiento que estaban en peor estado por la acción corrosiva del mar (Fig. 6).



Fig. 6.-Caja Fuerte abierta durante los trabajos de ARQUA en 2008 (Autor: De Juan a partir de fotogramas de J.A. Moya)

El lapso de once años entre la referida actuación y la actualidad, ha sido muy prolongado y la caja fuerte ya no puede cumplir con la función de protección del oleaje que tenía a la vez que se interviene en el pecio, con la diaria apertura y cierre de las tapas, por el estado de deterioro. A la vez que existen dudas sobre si toda esta estructura podría haberse enterrado por la energía y vibración que produce el oleaje en el fondo marino, amenazando al pecio. Ello podría haber generado presiones y desplazamientos de arenas en el sustrato que entierra al **Mazarrón 2** (Fig. 7) durante la última década.

La protección del oleaje al intervenir en el pecio es una cuestión prioritaria ya que el **Mazarrón 2** se encuentra a 2'5 m de profundidad batimétrica (estando el pecio enterrado a no más de 1 m de profundidad dentro del sustrato arenoso del enclave). Por ello, no puede dejarse sin protección física durante la excavación subacuática ya que el mar de leva, incluso con alturas de olas pequeñas de 50-60 cm, podría afectar al yacimiento. Si bien, se trata de un área donde la agitación producida por el mar es pequeña, cuando esta tiene orientación de W a E, se acelera fuertemente el oleaje y las corrientes submarinas por un efecto *venturi* causado por modificaciones en el litoral. El estado ruinoso actual de la caja fuerte, no permite proceder como se hizo en el pasado, tal y como se pudo observar en las inspecciones de diciembre de 2018 realizadas por la DG de Bienes Culturales (Fig. 8) por lo que no se puede plantear su apertura y cierre diario, para la realización de los trabajos programados.



**Fig. 7.-Situación de uno de los largueros a escasos cm de la cuaderna superficial en el año 2008. (Autor: De Juan a partir de fotogramas de J.A. Moya)**

Por ello, desde el punto de vista de la metodología, tras la apertura de la caja con la retirada de los sacos de zorra, piedras, pesos muertos, tapas cuadradas (Fig. 8), será preceptivo metodológicamente no desenterrar en su totalidad el pecio como aparentemente sería lo lógico, sino preservar este dentro del sustrato de arena que lo protege del oleaje, poniendo en luz únicamente las partes altas del pecio de manera secuencial, es decir en los sectores en los que se planifique actuar (p.e. 4 áreas de 2,50 x 2,50 m aproximadamente, Fig. 9). A la vez, se tendrán preparados adyacentes al tramo de trabajo una cantidad suficiente de pequeños sacos de arena de 2 a 5 kg y otros de mayor peso (20 kg) que permitan consolidar sustrato y restos arqueológicos mientras se actúa en el sector elegido. Cada sector de trabajo podría ser rápidamente protegido en el caso de un parte meteorológico desfavorable en aproximadamente 2 horas bien re-enterrándolos con arenas (6,25 m<sup>3</sup> para enterrarlos completamente, gracias a las descargas de las mangas de succión por agua) o bien protegiéndolos mediante los referidos sacos de arena, si no ambos métodos.



Fig. 8.-Fotomosaico de trabajo de la cara superficial de la caja fuerte, realizado con la intención de valorar su estado (Autor: J.A. Moya, Universidad de Alicante)

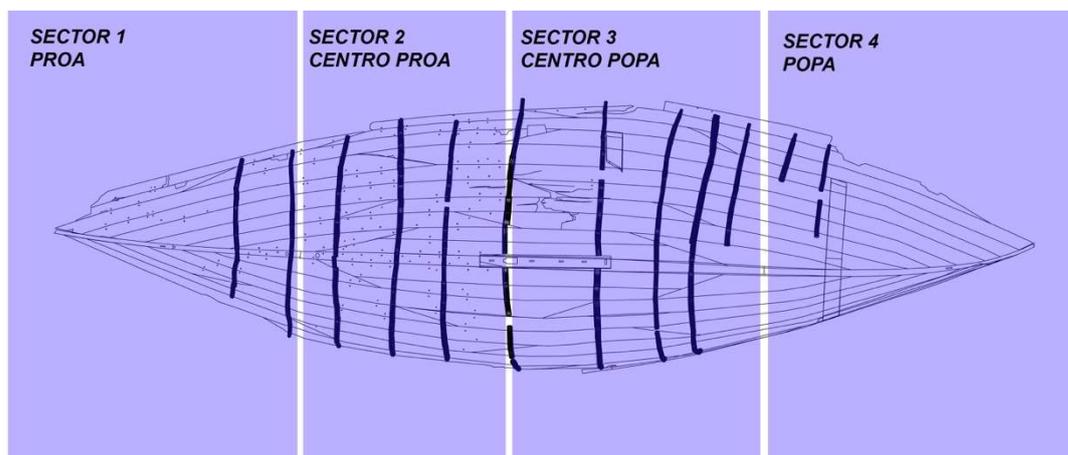


Fig. 9.-División de las zonas de actuación en el pecio *Mazarrón 2*. (Autor: De Juan, sobre planimetría de J.L. Casabán)

De esta manera, poniendo en luz sectores del pecio (p.e. partiendo de la eslora, secuenciar el desenterrar el pecio por tramos de 2,50 m de longitud aproximadamente) y tomando decisiones en el terreno por la dirección facultativa en función de las observaciones *in situ*, se irán secuenciando las fases de desenterramiento y desmonte del pecio atendiendo a los criterios establecidos por la Comisión (*Vid. supra*) teniendo como objetivo prioritario que el desmonte del pecio sea en el menor número de porciones posibles, que puedan ser posteriormente tratadas por liofilización, intentando que el eje axial central pueda salir de una pieza (Fig. 10) siempre y cuando su estado algo combado lo permitiese. Para ello será necesario valorar la consistencia de la quilla, las juntas de las piezas llamadas “atunes” y los rayos de unión de los tramos del eje axial (En círculos rojos, Fig. 10).

En referencia a la caja fuerte y los desmontes, no se planifica inicialmente retirar todos los largueros transversales porque algunos de ellos pueden seguir cumpliendo la función de bastidor de trabajo para los arqueólogos y restauradores durante gran parte de la actuación (Fig. 8). En la fase final de extracción, cuando los trabajos de recuperación se concentren en el tramo central del eje axial del barco (Fig. 10), se retirarán aquellos largueros que puedan dificultar la operación<sup>1</sup>.

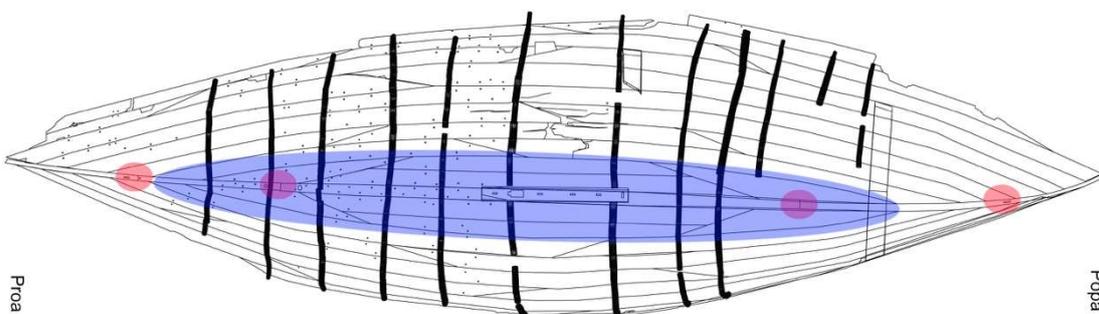


Fig. 10.-En azul área central eje axial del pecio que se intentará extraer en una única porción. En círculo, juntas eje axial. (Autor: De Juan, sobre planimetría de J.L. Casabán)

### 2.3. Topografía de los lienzos y documentación fotogramétrica.

Una de las principales cuestiones referidas a la extracción de piezas de madera de debajo del agua y aun más en el caso de un barco entero como el que nos ocupa, es la topografía de todas las piezas, tablones, baos, esquirlas y demás maderas, que permitirá el inventario, la gestión del proceso de conservación. En el proceso de remontaje, como si de un puzzle 3d se tratase, gracias a la topografía, se podrán volver a colocar todas las piezas en su lugar correspondiente en el pecio (sobre un soporte temporal que deberá fabricarse *ex profeso* en el museo a la vez que se remonta el pecio<sup>2</sup>). Para ello se diseñará una ficha de inventario específica con todos los campos de registro necesarios

Dentro del pecio tenemos claras cuatro secciones, en función de los tramos del re-excavación (Fig. 9) que se vayan desenterrando por las cuestiones de seguridad, que previamente hemos señalado. Dentro de estos sectores, a su vez tenemos los dos

---

<sup>1</sup> Una vez acabada la intervención con el desmonte y retirada del pecio, cepo de ancla, cabos y otros eventuales materiales que pudieran aparecer, debería planificarse en el futuro la retirada completa de los restos de la caja del fondo marino.

<sup>2</sup> Se podrá decidir en su momento, la mejor fórmula para que el soporte temporal sea sustituido por el definitivo.

costados de la embarcación, que dividimos en babor y estribor, lo que permiten volver a dividir el pecio en ocho sub sectores (Fig. 11).

Desde el punto de vista del desmontaje de las cuadernas en cada sub sector, hemos numerado con la referencia **C** (C-1, C-2, C-3, etc.) las 12 unidades que se documentaron por Casaban en la campaña de ARQUA de 2008. Para su registro topográfico, y partiendo siempre de la referida planimetría, crearemos el acrónimo C-1-1, C-1-2, C-1-3, para ir numerando de manera correlativa todos los fragmentos de una cuaderna, comenzando la numeración desde el costado de estribor en dirección al costado de babor (Fig. 12), señalando en la ficha de inventario la referencia topográfica de la pieza (p.e. C-1-6 en Babor 1) .

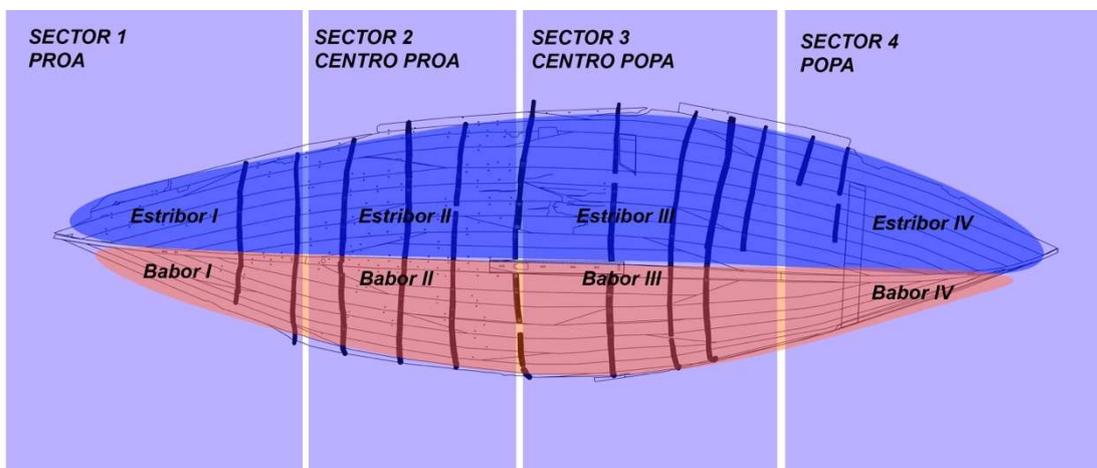


Fig. 11.-División del pecio en ocho subsectores de trabajo. (Autor: De Juan, sobre planimetría de J.L. Casabán)

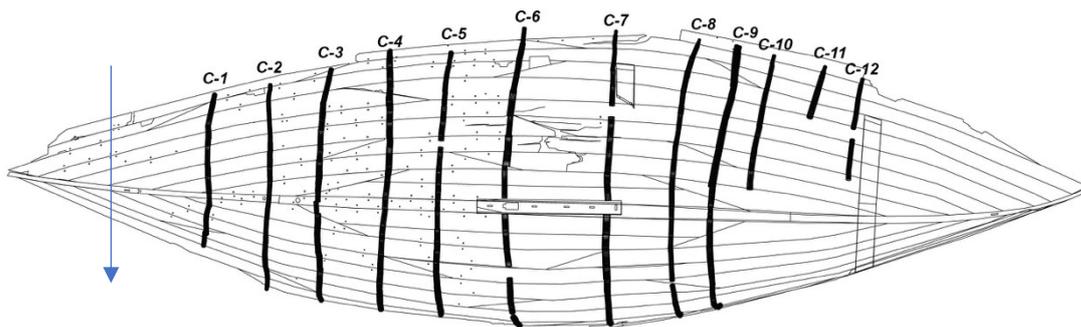
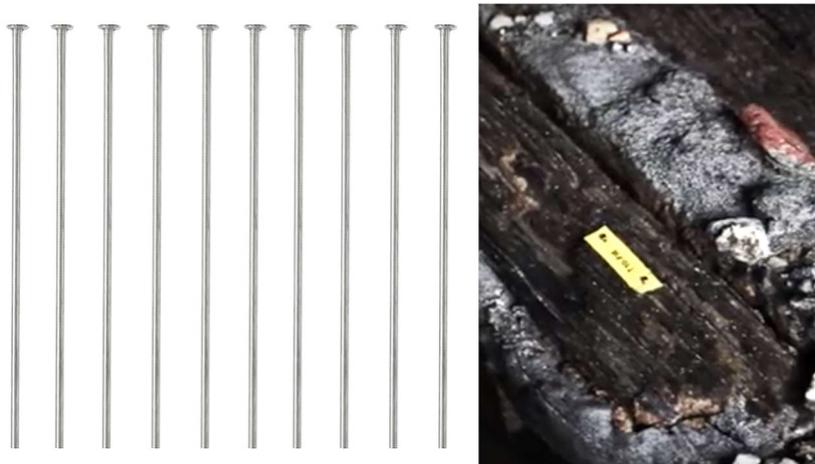


Fig. 12.-Numeración de las cuadernas y sentido del desmonte. (Autor: De Juan, sobre planimetría de J.L. Casabán)





**Fig. 14.-Ejemplo de agujas-clavo de acero inoxidable fijando etiqueta identificativa en vinilo en una tabla del pecio Arles Rhône 3. (Fuente: Musée Départemental Arles Antique)**

Por lo que hace referencia a los sectores puestos en luz (p.e. Sector 1 Proa) se documentarán mediante fotogrametría con la intención de recomponer un modelo 3d del pecio, con la cara interior del casco documentada al 100 % y la exterior, documentada en función de las posibilidades que ofrezca el sustrato arenoso y la consistencia de la madera. Esta documentación será de gran ayuda, junto con la planimetría realizada en 2008 por J.L. Casaban, para reforzar la el trabajo de topografía de maderas y las porciones. Tras la documentación en laboratorio, con anterioridad al proceso de conservación (Dibujo interpretativo a escala 1:1 y registro fotográfico y fotogramétrico completo), contaremos con una valiosa información, tanto para la gestión del proceso de restauración (separaciones inesperadas de piezas, esquirlas perdidas, etc.), peso y volumen métrico de las maderas etc., como fundamentalmente para la fase final museográfica, con el conveniente remontaje del pecio sobre una cama-soporte específica.

#### 2.4. Desmontes aprovechando roturas y juntas arquitectónicas

Haciendo un repaso de la documentación fotográfica realizada en la campaña del año 2008 podemos observar varios niveles de conservación de los elementos constitutivos de la embarcación. Por lo que hace referencia a las cuadernas de sección circular, muchas de ellas están quebradas por lo que no forman una única pieza lineal como lo fueron originariamente (Fig. 15, Fig. 19), por lo que su extracción parece aparentemente sencilla, ya que las resinas protectoras del casco no parece que las mantengan unidas a las tablas. Para los pequeños fragmentos de cuadernas un revestimiento plástico y una bandeja parecen suficientes, sin embargo, para aquellas que presentan tramos en mejor estado de conservación, se deberán extraer del agua con un soporte rígido adecuado que permita su fijación por medio de vendas textiles ordinarias de algodón y que eviten daños al cruzar la “frontera” mar-aire.



**Fig. 15.-Fisura en una cuaderna que la separa dos tramos. (Foto: J.S. Miralles)**

Por lo que hace referencia al estado de conservación de las tablas del casco, podemos observar tres grupos principales. Las tablas se diferencian entre las que presentan un buen estado de conservación sin fisuras de consideración (*tipo 1*, Fig. 16), las que, aparentando buen estado, en realidad presentan muchas fisuras estando las partes en conexión, pero siendo únicamente la esponjosidad de las maderas resinosas junto con la arena fangosa y las pequeñas concreciones, lo que las mantiene unidas (*tipo 2*, Fig. 17) y por último, las tracas del casco quebradas (*tipo 3*, Fig. 18) situadas justo encima de la piedra que deforma la nave, así como otros puntos, donde las fisuras son visibles y evidentes, muchas veces sin que exista conexión entre las partes y donde no parece que se haya conservado la madera con su grosor original.

Los tres tipos de señalados pueden combinarse en un mismo lienzo de tablas del casco (p.e. 1 m<sup>2</sup> de tablas) por lo que será necesario tomar, para cada sector a extraer, la mejor decisión de por donde se realizará la separación de un lienzo de tablas del casco de la nave (desde el desmonte por separación mecánica de las fisuras o mediante el corte por hoja de sierra caladora de marquetería, de las espigas de unión entre tracas) así como qué método de extracción del agua (bandeja y vendaje exterior, cama de resinas, envoltura plástica sencilla, etc.) se aplica en cada caso. Al no existir una planimetría de detalle que recoja este plan completo de fisuras que hemos podido observar en la documentación fotográfica (Fig. 4) y planimetría de Casaban, con los tres

estados de conservación de las maderas observadas, muchas de las decisiones deberán tomarse sobre el terreno.



Fig. 16.-Ejemplo de maderas *tipo 1* en buen estado de conservación para su extracción (Foto: J.S. Miralles)



Fig. 17.- Ejemplo de maderas *tipo 2* con fisuras, pero en conexión (Foto: J.S. Miralles)



Fig. 18.- Ejemplo de maderas *tipo 3* con numerosas fisuras sin conexión, con la cara inferior posiblemente erosionada. (Foto: J.S. Miralles)



**Fig. 19.-Unión entre la quilla y primer tramo de la roda por encaje “dientes en línea”. (Foto: J.S. Miralles)**

En el caso de que se considerase necesario realizar una separación mecánica de una porción por corte perpendicular a las tablas (Fig. 20), se aprovecharía la línea transversal de situación de la cuaderna más próxima.



**Fig. 20.-Ejemplo de sierra caladora manual para cortar madera.**

Respecto a la unión de los extremos distales de las tracas del casco con el eje axial, la documentación fotográfica presenta dos escenarios, el de separación física en las zonas de proa y popa (Fig. 16), por deformación completa de las líneas originales y la unión firme de las hiladas T-1 y T-2 así como las tracas de apardura al eje axial en el centro de la embarcación. Ello sugiere dividir en tres sectores el eje axial del barco, los dos tramos de roda, la quilla y los dos tramos del codaste. Los tramos que conforman proa y popa, es decir la roda y el codaste podrán separarse de las tablas del casco mediante el corte por cutter o sierra manual de pequeño formato (Fig. 20) de las espigas de unión, para salir del agua mediante un soporte específico para estas piezas. Por lo que hace referencia al centro del eje axial, tenemos la intención de que sea un único conjunto para salir del agua: la quilla, las tracas de apardura, la carlinga y los tramos de

cuaderna C-6 y C-7 que gracias a juntas a media madera pasan bajo la referida pieza. Aplicando una densidad elevada a la madera empapada de agua de  $1000 \text{ kg/m}^3$  el conjunto al que nos referimos nos da unos valores en kg que permitirán su manipulación manual por un equipo humano de cuatro personas (estimación al alza de aproximadamente 120 kg)

### 3. Soportes y extracción de piezas del agua

El principal problema en la extracción de madera arqueológica del mar reside en que cualquier pieza puede movilizarse con suma facilidad bajo el agua, porque la madera ha perdido sus características físicas y las células de celulosa se encuentran saturadas de agua, por lo que el peso subacuático de la pieza es sorprendentemente ligero, ya que prácticamente estamos movilizándolo su volumen métrico en agua, dentro del agua. Pero el escenario cambia radicalmente cuando llegamos a la frontera entre el agua y el aire. Por un lado, la vibración que produce el oleaje casi imperceptible bajo el agua para los arqueólogos si las condiciones meteorológicas son favorables, se convierte en una incomodidad cuando llegamos a superficie y estamos manipulando una pieza arqueológica. Esta puede deteriorarse por el ajetreo del oleaje en el cruce de la "frontera" agua-aire. Por otra parte, fuera del agua la pieza pesa lo correspondiente, al menos a la densidad del agua en  $\text{kg/m}^3$ , por lo que aquella madera que pesaba unos cientos de gr, pasa a pesar unos kg (sin que mecánicamente la madera pueda aguantarlos) por lo que la cama de soporte ha de estar diseñada para soportar el peso de la pieza o piezas de madera con seguridad y preservar sus formas. A su vez, el equipo humano ha de contar con la información sobre el peso a movilizar antes de iniciar cada una de las maniobras de recuperación. *Tapewares* con tapa y cama inferior de arena, soportes longitudinales hechos con tablero de pino lastrado por plomo, bandejas de plástico con cama de arena<sup>5</sup> y bandejas de gran formato de plancha de inox perforada (para desaguar el agua) con nervios de refuerzo, camas específicas hechas con resinas *composite* que fraguan bajo el agua y otras similares, buscan crear los soportes sobre los que se disponen las piezas o porciones del casco a extraer del agua. Para ello, vinilo, *films* plásticos de diverso grosor, bolsas de plástico con zip, vendas textiles, diversos tipos de *foams* de polietileno y poliuretano, etc. se convierten en un material auxiliar importantísimo para fijar las piezas de madera o porciones de casco a las camas y poder así proceder a su extracción fuera del agua.

---

<sup>5</sup> Se reduce así flotabilidad del plástico a la vez que se aporta una base modificable.

### 3.1. Piezas de pequeño formato y su manipulación

Las piezas de pequeño formato (Fig. 21) del **Mazarrón 2** (esquirlas, lengüetas, clavijas, cuerdecitas, tramos cortos de cabos<sup>6</sup>, etc.) son de las piezas más sencillas de movilizar porque tan solo se requiere de pequeños *taperwares* con una pequeña cama de arena, que se cierran bajo el agua llenos de arena y agua, para proceder a su extracción, cuando estos se pueden movilizar a mano. También bandejas de plástico con una cama de arena previa, donde colocar la pieza y con mas arena marina se colmata, permiten la extracción con mucha facilidad del agua de las piezas de pequeño formato (hasta 50 x 30 x 5 cm).



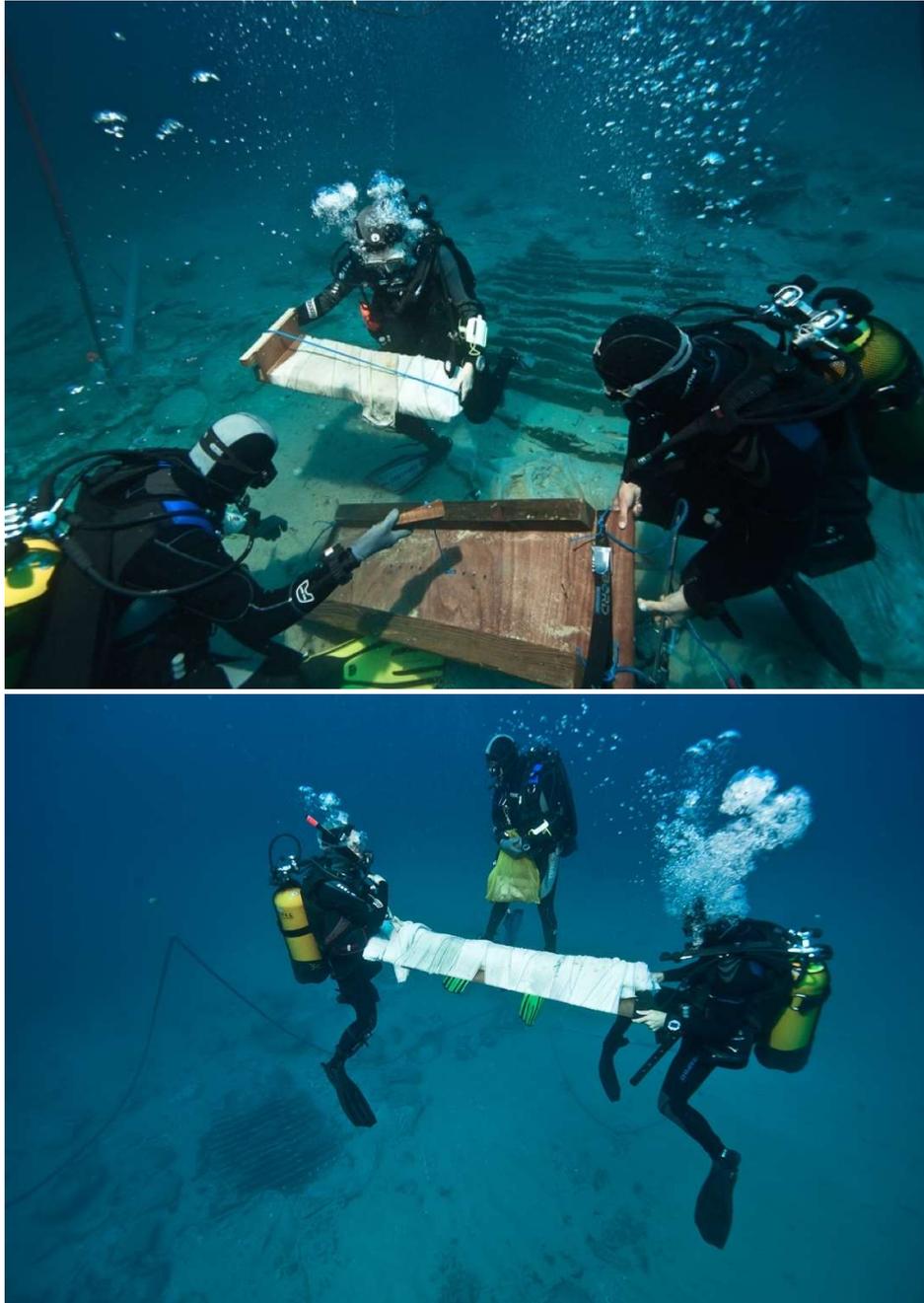
Fig. 21.-Piezas de pequeño formato extraídas del pecio *Cap del Vol* (Girona) bajo la dirección de G. Vivar, C. De Juan y R. Geli. (Autor: De Juan)

### 3.2. Piezas longitudinales de gran formato y su manipulación

Roda, codaste, quilla, carlinga o fragmentos de estas del **Mazarrón 2**, son también piezas relativamente sencillas de manipular en todos los aspectos una vez se han puesto en luz aisladas, ya que sus formas longitudinales, siempre presentan una de sus caras prácticamente planas, lo que favorece, a pesar de su tamaño, el poderlas colocar sobre una cama reforzada horizontal, para evitar abombamientos al salir del agua y manipular manualmente (Fig. 22, Fig. 23).

---

<sup>6</sup> Al tratarse de un pecio ya excavado no se prevén sorpresas en la aparición de material orgánico frágil en la cara interna del casco. Bajo él, se procederá en su momento si aparecieran nuevos elementos.



**Fig. 22.-Extracción de tablas del casco y una varenga del pecio de *Owest Giraglia 2* (Córcega). Dirección de la operación C. de Juan (Autor: T Seguin-DRASSM)**



**Fig. 23.-Extracción a superficie de parte de un curvatón del pecio *Bou Ferrer* (La Vilajoiosa, Alicante)-  
*UNESCO Best practices Underwater Cultural Heritage*. (Autor: De Juan)**



**Fig. 24.-Cuadernas del pecio romano de La Albufereta (Alicante) extraídas a superficie para su estudio en  
2002, bajo la codirección de Fernández y De Juan (Autor: A. Fernández)**

La metodología más usada para extraer este tipo de piezas consiste en colocarlas a mano, dado su peso liviano subacuático, sobre la cama o bandeja de las medidas

precisas para que el 100 % de la pieza quede dentro del soporte, para a continuación ayudándose se diversos *foams* y vendas textiles, forrar todo el conjunto, para que la pieza de madera quede completamente fijada al soporte y se pueda manipular sin riesgo. Por ejemplo, en el caso de los baos, se procederá de esta manera.

En el caso de que la pieza presente algún tipo de curvatura por torsión, se deberá tener en cuenta este aspecto al colocarla en la cama antes de salir del agua<sup>7</sup> y durante todo el proceso posterior.

Por experiencias previas en yacimientos como *Cap del Vol* o *Cala Cativa*<sup>8</sup> (CASC-MAC Girona), consideramos que piezas longitudinales de más de 4 m presentan dificultades de manipulación para un equipo humano y es complicado el evitar que pueda haber fallos en la operación que pueden quebrar la pieza de manera incontrolada, por lo que es preferible realizar separaciones bajo el agua y colocarlas en bandejas o camas de formatos más cortos (Fig. 25).



Fig. 25.-Pieza longitudinal de 1.5 m extraída del pecio *Cala Cativa* (Girona) bajo la dirección de G. Vivar, C. De Juan y R. Geli. (Autor: De Juan)

---

<sup>7</sup> Siendo el objetivo remontar el pecio tras el proceso de conservación tal y como fue descubierto, es importante no forzar las piezas hacia el aplanamiento durante la manipulación y liofilización, puesto que luego en el proceso de remontaje, se generarán aberraciones ya que las piezas que no casarán por haberse deformado de manera rectilínea.

<sup>8</sup> Ambos proyectos fueron galardonados con *UNESCO Best practices Underwater Cultural Heritage*.

En este grupo de piezas tenemos el eje central del barco (Fig. 27) que se intentará extraer de una pieza siempre que su estado, algo curvado, lo permita. En función del desarrollo de las operaciones previas se valorará la adecuación o no de esta propuesta, fundamentalmente atendiendo al estado de conservación de la pieza y al peso en kg que pueda alcanzar el conjunto al extraerlo del agua (150 kg aproximadamente con marco), que sea lógico y posible el manipularlo entre cuatro personas, en sus diferentes fases de transporte por carretera y depósito en la piscina de desalación. Proponemos, siguiendo un método ya ejecutado en el pecio de *Cavoli* (Cerdeña) bajo la dirección de Martín-Bueno<sup>9</sup> (1993:63-65), (Fig. 26), crear una cama tipo somier mediante una estructura perimetral rectangular a la pieza de 4 x 0.80 m, construida en viga de acero en sección H y que se situará a la misma cota de fondo de la pieza a extraer. Mediante la manga de succión se excavarán canales transversales para pasar 20 cinchas planas de carga de 1 m de longitud y 10 cm de anchura, cuyos extremos deberán unirse a la estructura, hasta completar el 100 % de la longitud de la pieza, quedando pues próximos a la horizontalidad. Después mediante un globo elevador de 200 Kg situado en el centro de la estructura rectangular y unido por cabo a sus vértices, se empezará la operación de elevación, añadiendo aire de manera gradual y progresiva. En estos momentos se añadirá el *foam* necesario en los cantos de las tracas de aparcamiento para que no se rocen con las cinchas, ni bascule el conjunto hacia un lado. Mientras las mangas de succión, en paralelo, irán vaciando la cara externa del conjunto a extraer. Gracias a esta operación y a la entrada gradual de aire en el globo, en una fase que puede llevar 3 horas, habrá desaparecido el efecto ventosa de la arena y la pieza podrá separarse del fondo para ser transportada hacia la orilla (Fig. 28). La carlinga se considera parte de este conjunto, así como los dos tramos de las cuadernas (C-6 y C-7, Fig. 12) que pasan por su cara inferior gracias a una junta a media madera (Fig. 27). La manipulación en tierra ha de hacerse por un grupo de al menos seis personas para evitar flexiones en el marco exterior.

---

<sup>9</sup> MARTIN-BUENO, M. (1993): *La nave de Cavoli y la arqueología subacuática en Cerdeña*. Zaragoza.



Fig. 26.-Estructura portante para el traslado de un fragmento del casco del pecio de *Cavoli* (Cerdeña). (Martín-Bueno 1993:63)

Por lo que hace referencia a los cabos asociados al ancla que se documentaron en el año 2000, nos encontramos ante un material que es ligero y frágil a la vez que puede tener una disposición que puede ser longitudinal, curvada o formando un cúmulo. No contamos con información precisa sobre las dimensiones, diámetro y trenzado de la estacha que va al ancla, así como tampoco sobre el tipo de anudado usado para amarrar dicha pieza, cuyo brazo principal fue recuperado en el año 2000, así como parte del secundario que estaba ya fracturado. El cepo, de particulares características y de gran interés, permanece enterrado dentro de la caja (*Vid. infra*). En el caso de estos cabos, será necesario tomar decisiones en el terreno y quizás tenga sentido el separarlos en tramos de fácil manipulación en soportes longitudinales. Ello será de ayuda también en el proceso de restauración.

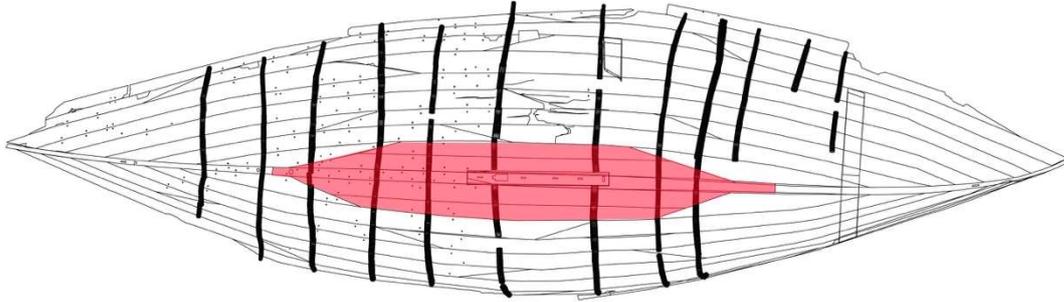


Fig. 27.-En rojo, zona central eje axial con carlinga que proponemos extraer de una pieza. (Autor: De Juan, sobre planimetría de J.L. Casabán)

### 3.3. Lienzos de tablas del casco y su manipulación

Por lo que hace referencia a los lienzos de tracas del casco, nos encontramos ante la parte que puede presentar mayores dificultades ya que como hemos señalado, aun concentrándonos en un área reducida por los motivos de seguridad expuestos, una misma porción puede tener tablas con diversos tipos de conservación, alternándose dentro de las hiladas, lo que puede dificultar también la elección de las líneas de separación mecánica de las tablas que conformen un lienzo. Al no contar con información arqueológica previa no podemos *a priori* planificar zonas de separación, más allá de las grandes fisuras documentadas adecuadamente por Casaban. Por otra parte, no queremos dejar de mencionar que no sabemos el proceso que ha seguido la caja de protección en la última década (enterramiento sobre el pecio y/o basculamiento) y si esta puede estar comprimiendo o guillotinando en parte al pecio, por movimientos de las arenas en el interior, que pueda dar como resultado un escenario completamente inesperado al abrir la caja.

Tras la apertura de la caja, el método de desenterramiento para cada uno de ocho sub sectores (Fig. 11) se iniciará por la cara interior del casco para evaluar las dimensiones de la porción a extraer dentro de la zona de trabajo en la que se esté actuado. Se retirarán en primer lugar los fragmentos de cuadernas según el procedimiento descrito, desde el costado de estribor en dirección al costado de babor (Fig. 12), para dejar la zona de trabajo con tracas sin elementos transversales. Podremos valorar, en función de los partes de clima marítimo, si en algún caso puede tener sentido abrir un poco más de lo planificado, para hacer un lienzo especialmente alargado (hasta 4 x 1 m).

Una vez seleccionadas las tablas, etiquetadas de acuerdo al método topográfico descrito y tras su documentación gráfica y fotogramétrica se decidirá la mejor estrategia para su extracción, caso por caso. El método será la creación de camas con las formas del negativo de la cara exterior del casco de la porción a extraer. Ello se logrará mediante una serie nervios de *foam* de poliuretano de alta densidad transversales al casco del

**Mazarrón 2** que previamente habremos cortado con las formas complementarias a las secciones transversales de las tablas. Cumplirán la función inversa de las cuadernas soportando el peso de la porción al salir en posición horizontal del agua. El modelo 3d obtenido con la fotogrametría permitirá obtener estas secciones transversales de la porción de casco a extraer con mucha agilidad. Estas secciones impresas a escala 1:1 serán de ayuda como plantillas para preparar los soportes específicos en poliuretano de alta densidad que unidos a la bandeja rígida de inoxidable por medio pegamento específico, situaremos en la cara externa del casco.

Cuando la cama/bandeja esté lista para la porción a extraer, entonces se situará de la mejor manera y ángulo en la cara exterior del casco para que pueda recibir la porción de tablas de manera suave. Tras las separaciones mecánicas de los lienzos del casco, el grupo de tablas del costado se deberán dejar caer de manera controlada hacia el exterior donde previamente habíamos dispuesto la bandeja de trabajo específica para esa porción. Se habrá realizado gracias una importante retirada de arenas del exterior de la zona a actuar que permita desarrollar la maniobra de manera favorable.

Para ello, con anterioridad al inicio de los trabajos será necesaria la asistencia de una carpintería metálica, que proveerá de una serie completa de bandejas de inox perforadas, (de diversas medidas para las piezas longitudinales), según las capacidades de la liofilizadora a utilizar, y que planteamos se refuercen soldando una serie nervios de vigas en H para evitar abombamientos al salir del agua, su número deberá abarcar una superficie de aproximadamente 25 m<sup>2</sup>. Como pensamos que los estándares de la extracción de las porciones del casco se moverán en bandejas de 2,5 x 1 m serán necesarias al menos 10 unidades. Estas bandejas permitirán mediante separadores verticales específicos y seguros que eviten un colapso, el que se puedan apilar a modo de estanterías, tanto en la zona de almacenaje temporal, como en la piscina de desalación

La anchura de la porción de tracas no superará nunca el metro de anchura, ni los 4 m de longitud, si bien como hemos señalado los 2,5 m de longitud será nuestro estándar. En este momento es cuando hay que planificar con detalle los puntos de separación mecánica, bien por las fisuras o bien por las juntas arquitectónicas, cortando las lengüetas de unión de las tracas con una sierra plana de marquetería (Fig. 20).

Una vez existe separación mecánica de las tablas y está la cama colocada bajo el conjunto de tablas a extraer (por el exterior del casco), el equipo de arqueólogos y restauradores deberá de manera completamente manual hacer reposar la porción a extraer sobre la bandeja-soporte. En este momento se generarán esquirlas que se recogerán una a una y se guardaran en bolsas *zip* de pequeño formato que irán asociadas topográficamente a la porción (pueden servir de analíticas o para que vuelvan a su lugar de origen en el laboratorio). Después se intentará movilizar la bandeja con la

porción reposando en ella, hacia una posición lo más horizontal posible para fijar (vendas textiles y/o mallas tubulares, etc.) las tablas a la bandeja y así poderlas extraer.

Existe también la posibilidad de camas de resina *composite* específicas con las que se puede forrar completamente el lienzo de manera previa a la separación mecánica (bien por fisuras existentes o bien por el corte planificado de lengüetas por hoja de sierra de pequeño formato). Este lienzo forrado completamente de *composite* se depositará, tras el endurecimiento de las resinas, que puede ser superior a las 24 h, hacia el exterior del casco en una plancha de metálica con nervios de refuerzo para su extracción a modo de bandeja fuera del agua.

### 3.4. La gestión y transporte al Centro de Restauración de la Región de Murcia

La salida del agua de las bandejas con las porciones del casco puede hacerse dependiendo de las medidas de la pieza. Las de pequeño formato lógicamente se pueden subir de manera manual a la embarcación o plataforma de trabajo. Para las de formato grande, ya sean longitudinales o porciones del casco, pueden ser desplazadas por bajo del agua por los arqueólogos y restauradores ayudados por globos elevadores hacia la caseta de almacén temporal (Alternativas de emplazamiento, Fig. 28) y ser extraídas manualmente haciendo pie por las playas para acabar depositándolas en la piscina<sup>10</sup> de mantenimiento (Fig. 29). Dependiendo del tipo de pieza, puede salir del agua ya envuelta en plástico transparente para preservar la humedad o realizarse esta operación con anterioridad al transporte.

Cada operación de transporte de las piezas por carretera ha de planificarse y realizarse con sumo cuidado. Por una parte, hay que asegurar que en ningún caso las maderas puedan perder la humedad una vez se encuentren de camino a la piscina de desalación, ya que las dañaría de manera irreversible y por otro, su manipulación y carga deberá asegurar que no se puedan dañar, por fricciones entre ellas, erosiones, bamboleos dentro de bandejas, etc. Por ello pensamos que las piezas deberán ir envueltas en plástico y con humedad lógicamente, pero no en recipientes con agua.

---

<sup>10</sup> Esta piscina puede estar llena de agua salada gracias a una motobomba, por lo que no es necesario un registro de agua corriente

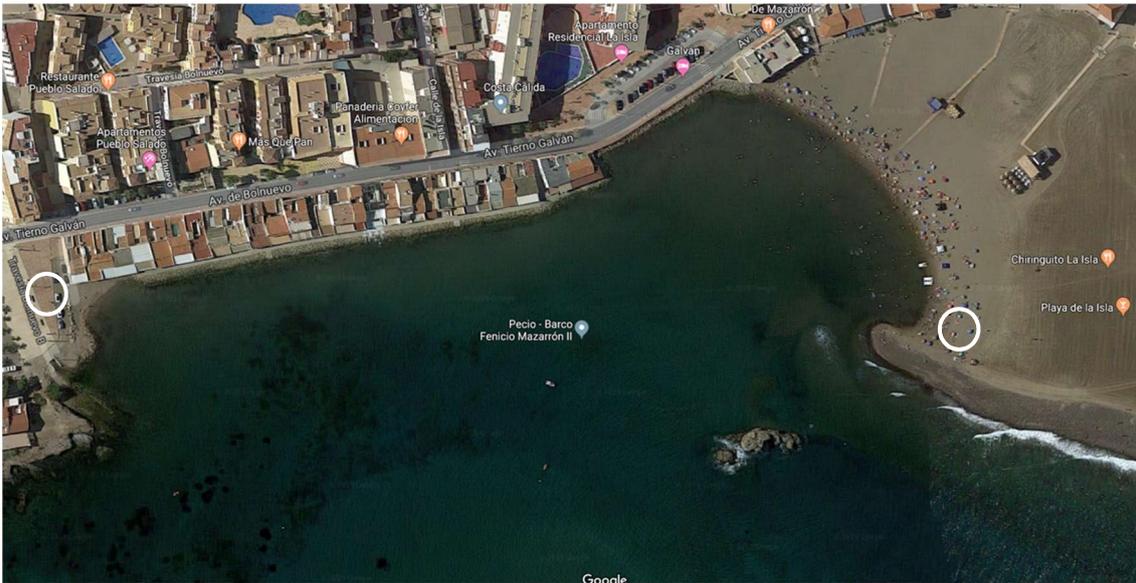


Fig. 28.-Alternativas para situar la caseta de almacén provisional de maderas y materiales

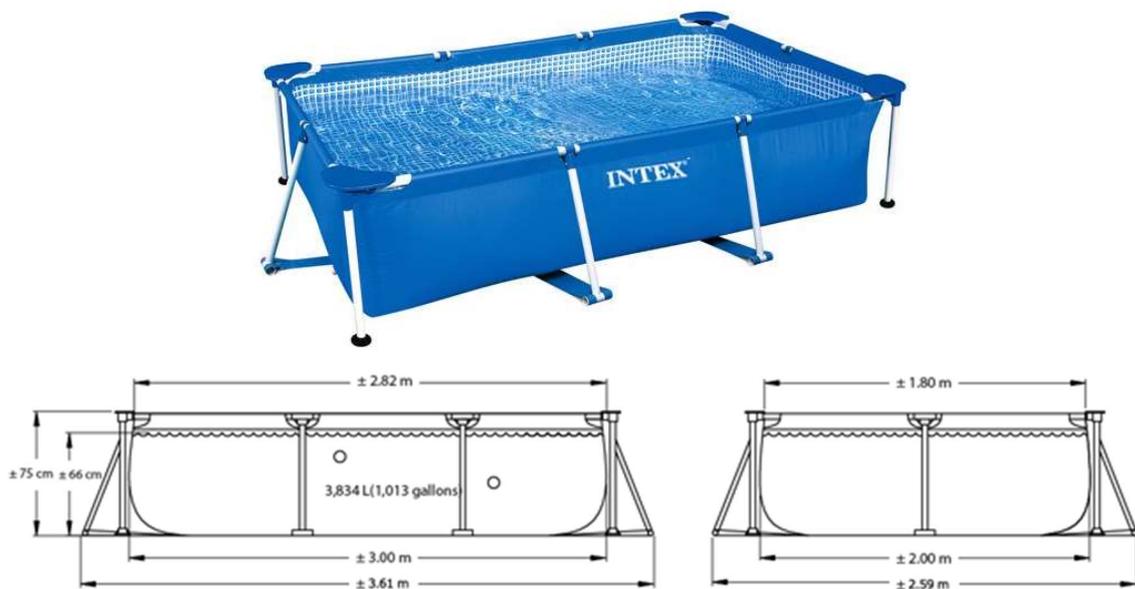


Fig. 29.-Ejemplo de piscina de mantenimiento y desalación temporal usadas en el tratamiento de las ánforas del pecio *Bou Ferrer* (La Villajoyosa, Alicante)

El transporte desde La Playa de la Isla al Centro de Restauración puede realizarse con un furgón que presente al menos una capacidad de carga de 2,5 m de longitud.

Según la cartografía, el Centro de Restauración se localiza a 67,7 km de la zona de almacenaje temporal (1 hora aproximada de transporte). Planificamos de 4 a 6 viajes de furgón para llevar las maderas en las bandejas grandes a Murcia. Las de pequeño formato pueden transportarse en vehículos utilitarios.

Por una cuestión lógica de seguridad, en ningún caso se plantea que las maderas del pecio de **Mazarrón 2** pasen la noche en la zona de trabajo, por lo que habrá que secuenciar y adaptar los horarios de los funcionarios del Centro de Restauración a una organización en las que las piezas salen a media mañana del agua para ser transportadas a Murcia por la tarde. Si la agilidad del proceso permitiera evitar el depósito intermedio en la piscina provisional, así se procedería.

#### 4. La excavación del área limitada por la estructura de protección.

Desde un punto de vista metodológico, la excavación de esta área de en torno a los 15 x 15 m se realizará una vez que el pecio haya sido ya retirado del fondo, para descartar la presencia de cualquier otro elemento de interés. Por experiencias similares, en el entorno del casco y fundamentalmente por debajo de él, pueden aparecer toda una serie de materiales arqueológicos livianos, incluyéndose los orgánicos, que la misma dinámica del mar entierra por debajo de la embarcación. Por lo que hace referencia a los cabos que van al ancla, su anudado y el cepo pendiente de extracción, estos se estudiarán y se extraerán según los métodos anteriormente descritos (Fig. 30)

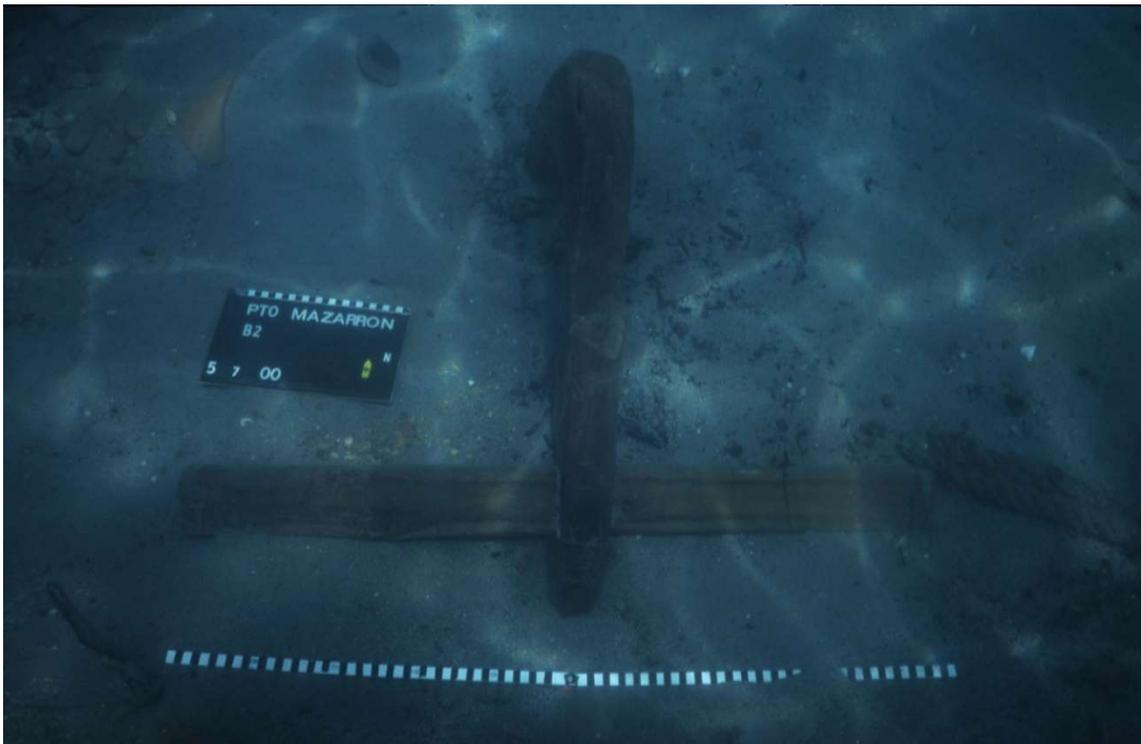


Fig. 30.-Vista cenital del ancla aparecida al lado del pecio *Mazarrón 2* del que presumiblemente forma parte. (Foto: Archivo ARQUA)

## 5. La documentación y estudio arqueológico definitivo

Una parte importante para la gestión de la restauración del pecio y también para su estudio de arquitectura naval son los dibujos interpretativos a escala 1:1 una vez las maderas estén en el Centro de Restauración de la Región de Murcia, por lo que se tienen que planificar tres semanas de trabajo en la referida institución<sup>11</sup>. Este dibujo interpretativo ira acompañado de un registro fotográfico y fotogramétrico de las maderas. Al estar trabajando sobre material orgánico sin restaurar, tanto el dibujo como el registro gráfico se concentrará en la cara interior del casco, para no mover las maderas de sus soportes más allá de lo estrictamente necesario, quedando la exterior pendiente de realización para el momento en el que las maderas hayan sido tratadas y puedan ser manipuladas para el remontaje. La memoria de la actuación contendrá la descripción de todo el proceso de re excavación, desmonte y extracción así como también el estudio arqueológico derivado de dicho trabajo.

## 6. Medios humanos

Para la reexcavación, desmonte y extracción del **Mazarrón 2**, nos encontramos ante un yacimiento en el que no es deseable, ni es requerida, la participación de un gran número de profesionales, por una cuestión obvia de dimensiones del pecio y espacio físico para actuar por sectores (*Vid. Supra*). Somos de la opinión que es preferible prolongar los trabajos en el tiempo alguna semana más por un equipo pequeño y muy especializado, antes que plantear un equipo más amplio. Por ello planteamos como medios humanos para la ejecución:

- Arqueólogo especializado en arqueología naval con amplia experiencia en la excavación de pecios, que será aportado desde fuera de este proyecto y será quien asuma la dirección facultativa y redactará la memoria científica de la intervención.
- La Texas A&M University aportará, tras aprobarlo la Comisión, la asistencia del profesor Dr. Christopher Dostal para coordinar todos los aspectos referidos a la conservación futura de las maderas.
- Dos arqueólogos especialistas en la excavación de pecios.
- Restaurador especializado en la actuación subacuática
- Restaurador ayudante
- Especialista en imagen, video y en fotogrametría subacuática.

---

<sup>11</sup> Utilizaremos como método de dibujo el calco de proyecciones verticales de puntos sobre vidrio horizontal.

- Técnico en fotogrametría para los trabajos en el laboratorio, para redacción de memorias.

## 7. Medios técnicos

Los medios técnicos son los comunes a las intervenciones en aguas someras. Gracias a las modificaciones en la legislación de buceo es viable con algunos matices utilizar un suministro de aire desde superficie.

En referencia al material para la extracción será necesario : Cajas de plástico, bandejas de diversos tamaños, cajas cerradas tipo *taperware*, bolsas de plástico, *foams* de diversos compuestos, densidades y tamaños, rollos de venda de algodón, rollos de red de malla fina, tablones, planchas de madera, 10 planchas de inox perforado y reforzadas con viguetas (1,5 x 1 m), 10 planchas de inox perforado y reforzadas con viguetas (2,5 x 1 m), cuadro soldado de viguetas de (4 x 0.80 m). Resinas y compuestos para la fabricación de bases y camas subacuáticas.

Aparte del material de buceo es necesario: Plataforma de trabajo, navegación y almacén en tierra

- 4 Boyas para balizamiento. Bollarines y plomos para marcaje submarino 100 m de cabo de nylon.
- Niveles de burbuja
- Embarcación neumática de 7 m. Embarcación/pontona de fibra. Proponemos la utilización de la que existe en ARQUA y que se usó en 2008. Pabellones y banderas
- Bidones para gasolina
- Dos mangas de succión por agua, dos motobombas de 5.5 cv
- 4 m de manguera amarilla rígida
- 30 m de manguera plana
- Racores y llaves de las mangas de succión
- Canastos de plástico
- 4 globos elevadores de 100 kg y 1 globo de 200 kg junto con redes para la ascensión de materiales
- Balsa para el almacenaje de material arqueológico. Almacén material y mesa.
- Juego de bandejas para materiales orgánicos.
- 4 tablas de metacrilato y libretas papel poliéster para dibujo
- 1 rollo de papel poliéster
- Hojas de plástico vinilo blanco para el etiquetado, hojas de plástico vinilo amarillo y cinta aislante, rotuladores indelebles. Lápices
- 2 cintas métricas flexibles
- 2 metros de carpintero

- 2 plomadas
- 10 m de goma elástica. 100 m de alambre blanco para marcar
- 2 cajas de herramientas para motores y excavación
- 2 Amarres en el Club Náutico
- 6 equipos completos de buceo. 14 botellas de buceo de 12 l.
- Compresor de baja.
- Cámara fotográfica digital submarina y sistemas de marcaje para la realización de fotogrametría. Cámara de filmación profesional
- Ordenador portátil. Impresora
- Vehículos

## 8. Cronograma particular

<b>Semana 1</b>
Desplazamiento equipo humano y técnico-1 día. Montaje excavación: embarcaciones de apoyo, mangas de succión, fondeos, etc. Caseta de excavación y balsa provisional-1 día. Apertura de la caja fuerte, retirada o serrado de cierres pasadores y martilleado concreciones de las planchas cuadradas-2 días Delimitación del pecio dentro caja, situación extremos, vaciado de arenas, preparación de sacos-1 día.
<b>Semana 2</b>
Excavación sector 1. Estudio despiezado y recuperación a superficie Subsector 1 estribor; Estudio despiezado y recuperación a superficie Subsector 1 babor. Localización cepo ancla.
<b>Semana 3</b>
Excavación sector 2. Estudio despiezado y recuperación a superficie Subsector 2 estribor; Roda tramo 1
<b>Semana 4</b>
Excavación sector 2. Estudio despiezado y recuperación a superficie Subsector 2 babor. Roda tramo 2
<b>Semana 5</b>
Excavación sector 3. Estudio despiezado y recuperación a superficie Subsector 3 estribor
<b>Semana 6</b>
Excavación sector 3. Estudio despiezado y recuperación a superficie Subsector 3 babor
<b>Semana 7</b>
Excavación sector 4. Estudio despiezado y recuperación a superficie Subsector 4 estribor; Estudio despiezado y recuperación a superficie Subsector 4 babor; Tramos de codaste
<b>Semana 8</b>
Sector eje central del pecio.

Trabajo de gabinete post excavación
8 semanas para el estudio de las maderas en laboratorio y redacción de memorias

## 9. Presupuesto

CONCEPTO	PRESUPUESTO		
EXTRACCIÓN MAZARRÓN 2			
DESCRIPCIÓN	DIA	UNIDAD	IMPORTE
<b>Equipo humano</b>			
01 Técnico arqueólogo subacuático	115,00 €	44	5.060,00 €
01 Técnico arqueólogo subacuático	115,00 €	44	5.060,00 €
02 Técnico restaurador subacuático	100,00 €	44	4.400,00 €
03 Técnico ayudante en restauración	90,00 €	44	3.960,00 €
04 Técnico imagen científica subacuática	100,00 €	44	4.400,00 €
05 Especialista en fotogrametría	120,00 €	10	1.200,00 €
<b>Medios Técnicos</b>			
Embarcaciones	3.000,00 €	1	3.000,00 €
Pantalán a tierra	3.000,00 €	1	3.000,00 €
Mangas de succión	35,00 €	44	1.540,00 €
Suministro de aire	3.000,00 €	1	3.000,00 €
Caseta almacén/laboratorio	35,00 €	44	1.540,00 €
Material embalaje y protección	6.000,00 €	1	6.000,00 €
Material extracción	14.675,16 €	1	14.675,16 €
Piscinas almacenaje temporal	110,00 €	4	440,00 €
Material buceo	40,00 €	44	1.760,00 €
<b>Alojamiento y dietas</b>			
Dietas	40,00 €	230	9.200,00 €
<b>Transporte</b>			
Materiales fungibles y vehículos transporte	20,00 €	44	880,00 €
<b>Análisis</b>			
Laboratorios	25,00 €	50	1.250,00 €
<b>Total actuación subacuática</b>			
			70.365,16 €
Colaboración redacción memoria 2%			1.407,30 €
<b>COSTES DIRECTOS</b>			<b>71.772,46 €</b>
COSTES INDIRECTOS 13%			9.330,42 €
BENEFICIO INDUSTRIAL 6%			4.306,35 €
<b>IMPORTE BASE</b>	<b>21% IVA</b>		<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>
85.409,23 €	17.935,94 €		<b>103.345,17 €</b>

Madrid a 10 de Mayo de 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carlos de Juan Fuertes', written in a cursive style.

Fdo.: D. Carlos de Juan Fuertes

DNI: 33453651-J

DR. en Arqueología

## ANEXO

### “PROYECTO DE RE-EXCAVACIÓN ARQUEOLÓGICA, DESMONTAJE Y EXTRACCIÓN DEL PECIO MAZARRÓN 2”

#### “NORMAS DE SEGURIDAD DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO”

La reexcavación, desmontaje y recuperación a superficie de los restos del pecio Mazarrón 2, es una intervención científica sobre el Patrimonio Cultural Subacuático de la Región de Murcia que requiere, por su especificidad, unas mínimas directrices sobre la seguridad, salud e higiene en el trabajo, que la empresa adjudicataria deberá de suscribir. Tratándose de una actuación científica subacuática, los riesgos para la salud son los inherentes a este tipo de intervenciones, si bien la escasa profundidad de trabajo, junto con una buena planificación y un equipo humano experto, garantiza la imposibilidad de que se produzcan accidentes disbáricos de buceo.

#### Actuación subacuática

Las normas de seguridad a cumplir durante toda la intervención subacuática quedan reflejadas en la **Orden de 20 julio 2000 por la que se modifican las normas de seguridad para el ejercicio de actividades subacuáticas, aprobadas por Orden de 14 de octubre de 1997**. ([https://www.boe.es/eli/es/o/2000/07/20/\(2\)](https://www.boe.es/eli/es/o/2000/07/20/(2))), equivalentes a las del buceo recreativo, si bien ello no implica que se puedan implementar algunos puntos referentes a la seguridad que tradicionalmente han formado parte de las actuaciones del buceo profesional, como son que durante la intervención haya un responsable que ejerza a modo de jefe de equipo y que verifique que los tiempos de inmersión no contradicen lo escrito en **Orden de 14 de octubre de 1997 por la que se aprueban las normas de seguridad para el ejercicio de actividades subacuáticas** ([https://www.boe.es/eli/es/o/1997/10/14/\(2\)](https://www.boe.es/eli/es/o/1997/10/14/(2))), que el equipo humano se encuentre en el estado físico necesario para el buceo, así como que todo el material técnico se encuentre en perfecto uso.

Se deberá preparar con anterioridad al inicio de los trabajos un breve dossier con los miembros del equipo subacuático, las titulaciones que habilitan para el buceo científico en el contexto de La Playa de la Isla y CV resumidos, junto con la descripción de la actuación a realizar, para ser puesto en conocimiento de la Capitanía Marítima de Cartagena.

La zona de trabajo subacuática deberá estar delimitada en superficie mediante boyas que indiquen que esta prohibida la entrada y el baño en la referida zona, para evitar incidentes y/o accidentes. Por lo que hace referencia a las eventuales embarcaciones de apoyo a la excavación y recuperación arqueológica, deberán de estar despachadas en la Capitanía Marítima de Cartagena, siendo este un requisito necesario, de acuerdo a la legislación. Será de obligado cumplimiento que la propulsión se encuentre desembragada del motor, siendo preferible tratándose de embarcaciones menores, que estas estén apagadas cuando haya arqueólogos buceando en la zona de actuación. Éstas portarán siempre el correspondiente distintivo Alfa para advertir a otras embarcaciones que hay buceadores en el perímetro.

#### Los trabajos científicos en superficie

Si bien el grueso de los trabajos científicos se centran en el ámbito subacuático, también va a haber fases en tierra, por lo que la empresa adjudicataria deberá contar con un plan de prevención de riesgos laborales que incluya un **plan de emergencia y evacuación** en el caso de incidente y/o accidente (de leve a grave) para recibir la correspondiente atención médica, plan específico para la actuación en Mazarrón.

Madrid a 10 de Mayo de 2019



Fdo.: D. Carlos de Juan Fuertes

DNI: 33453651-J

DR. en Arqueología