

LA PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA SUBACUÁTICA. PRINCIPIOS Y MÉTODOS

Carles de Juan Fuertes*

INTRODUCCIÓN

El presente artículo, a pesar de su título, no tiene como único fin hacer un repaso de los métodos de rastreo submarino utilizados por la disciplina arqueológica, como pueden ser la realización de "círculos concéntricos" o "calles", ya publicados en numerosos manuales de buceo, sino que pretende incidir en las cuestiones metodológicas necesarias, para que la prospección arqueológica subacuática sea científicamente válida. El fin del presente trabajo es que el arqueólogo subacuático conozca mejor el medio físico en el que debe actuar, cómo son los yacimientos arqueológicos subacuáticos que ha de localizar, con sus características y peculiaridades, cuales son los diversos métodos que existen para prospectar, para que finalmente sea capaz de escoger la metodología más adecuada para cada problemática específica.

Respecto al ámbito de actuación de la arqueología subacuática, hay una realidad patente cuando se revisan las intervenciones realizadas en las últimas décadas y es que la arqueología subacuática, hoy por hoy, es una disciplina científica que tiene su ámbito de actuación principalmente en las aguas someras, aquellas accesibles mediante escafandra autónoma y técnicas de buceo convencional. Por ello, en el presente trabajo, no haremos mención de los principios y métodos de la prospección en cotas batimétricas que van más allá de los límites señalados, ya que estas actuaciones en aguas

profundas son por el momento excepcionales. Por otra parte, si atendemos a las infraestructuras que se construyen en medio marino y que están justificando una gran parte de la actividad arqueológica subacuática que se realiza en la actualidad, observamos que éstas obras se ejecutan mayoritariamente en aguas someras, en fondos comprendidos entre la línea de costa y la cota batimétrica de -30 m.

¿Por qué las infraestructuras marinas justifican una gran parte de la actividad arqueológica subacuática que se realiza en la actualidad? En los últimos años, hemos visto como han proliferado, de manera exponencial, las actuaciones arqueológicas vinculadas a los Estudios de Impacto Ambiental en todas las Comunidades Autónomas. Los objetivos de estas actuaciones presentan matices diferenciadores respecto a la arqueología programada, sobre todo por lo que se refiere a la prospección, que ha generado casi una metodología propia y un procedimiento privado¹, enfocado a cumplir con los fines perseguidos en los Estudios de Impacto Ambiental (E.I.A.)². Sin embargo, la necesidad de poder valorar las afecciones de un proyecto sobre el Patrimonio Histórico y Arqueológico cuando la zona de estudio se encuentra en medio marino o aguas interiores, ha obligado al desarrollo de metodologías de trabajo específicas dada la particularidad del medio subacuático, encaminadas a prospectar sistemáticamente y con detalle las zonas de estudio, para conocer los posibles elementos

*.- Dirección General de Patrimonio Cultural Valenciano. Conselleria de Cultura y Deporte. Generalitat Valenciana (años 2005-2007).

1.- Al señalar que las prospecciones vinculadas a los E.I.A. siguen un procedimiento privado, nos referimos a la relación contractual que existe entre el promotor, sea público o privado, que sufraga los costes del EIA de un proyecto concreto y el profesional liberal (arqueólogo subacuático) responsable de valorar como técnico las afecciones sobre el Patrimonio Arqueológico Subacuático del referido proyecto, para que en base a su trabajo se pronuncie la administración pública competente. En la actualidad, la arqueología subacuática realizada por profesionales liberales se basa mayoritariamente en prospecciones vinculadas a los E.I.A.

2.- Ley 6/2001, de 8 de Mayo, de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. *BOE* 111, de 9-5-2001. Art 2-c) *Evaluación de los efectos previsibles directos o indirectos del proyecto sobre la población, la fauna, la flora, el suelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el paisaje y los bienes materiales, incluido el patrimonio histórico artístico y el arqueológico.*

patrimoniales que allí pudiesen existir como requisito necesario para poder valorar las afecciones del proyecto en cuestión y establecer, si fuese preceptivo, las medidas correctoras o cautelares necesarias.

EL MARCO LEGISLATIVO

La prospección arqueológica, también la subacuática, si atendemos a la legislación estatal vigente (L.P.H.E. 1985) y a las derivadas en las Comunidades Autónomas, consiste en la revisión superficial sin remoción de terreno de la zona de estudio. La redacción de la referida ley, subordinó el patrimonio arqueológico subacuático a los parámetros de actuación de la arqueología terrestre de la década de los ochenta, dejando patente el desconocimiento del medio marino existente. Para poder localizar un yacimiento arqueológico sumergido, en la mayoría de casos, es necesario realizar trabajos que van más allá de la revisión superficial del fondo, dada la dinámica propia del lecho marino, como más adelante explicaremos. Por ello, si atendemos a la legislación actual, en el momento en el que se realice la mínima remoción del subsuelo (p. e. limpieza de arenas) aunque



Figura 1. Columna de la Villa Protiro. *Portus Iulius* (Baia, Nápoles).

vaya enfocada a la localización y cartografiado de un yacimiento, legalmente dejará de ser una prospección, para ser considerado como una actuación arqueológica.

TIPOLOGÍA DE LOS YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS SUBACUÁTICOS

Hemos considerado oportuno establecer una tipología básica de yacimientos arqueológicos subacuáticos, ya que la casuística es enormemente variada (puertos, fondeaderos, pecios, etc.), con el denominador común de su presencia en medio húmedo. En función de sus características y sobre todo de su interacción con el medio subacuático, los yacimientos pueden ser agrupados en la siguiente tipología:

Tipo I: Restos de estructuras originalmente construidas en tierra firme pero que, por variaciones en la línea de costa, actualmente se encuentran sumergidas a muy pocos metros de profundidad. El ejemplo arquetípico sería el yacimiento de *Portus Iulius* en *Baia Sommersa* (Nápoles) en el que por un proceso de bradisismo³ los restos de las estructuras "terrestres" del yacimiento (Fig. 1) se encuentran en la actualidad bajo siete metros de agua (Gianfrotta 1996).

Tipo II: Restos de estructuras construidas para estar en el medio marino (Fig. 2) relacionadas con infraestructuras portuarias o explotaciones pesqueras. Nos referimos a los diques y muelles de un puerto como el de *Caesarea Maritima* (Raban 1985) o a viveros de pescado como las *piscinarii* de Civitavecchia en Roma (Rustico 2004).

Tipo III: Restos de las actividades humanas realizadas en el mar. Comercio, pesca, alimentación, desarrolladas mientras las embarcaciones se encuentran fondeadas o navegando. Se trata de yacimientos, conocidos popularmente como fondeaderos (Fig. 3) que tienen como principal característica la presencia de materiales arqueológicos heterogéneos en cuanto a procedencia, funcionalidad y cronología que, sin presentar las grandes concentraciones de un pecio, sí que abarcan áreas, en algunas ocasiones muy extensas (Aranegui/De Juan/Fernández 2004). Por estas características constituyen el grueso de cualquier carta arqueológica. En un área de fondeo, no es extraña la presencia de pecios.

Tipo IV: Naufragio (normalmente a poca profundidad: 0-13 m) afectado y disgregado por los temporales y el mar de leva. Respecto a los naufragios, los pecios, consideramos necesario hacer una diferenciación respecto al estado de conservación y envergadura del yacimiento que en la mayoría de las ocasiones viene determinado por como incide el oleaje en el lecho marino. Salvo en aguas abrigadas, como las de una

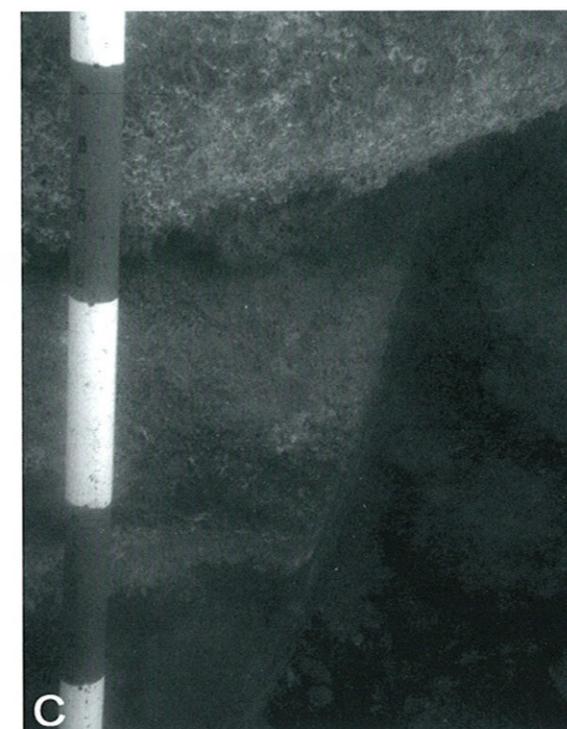


Figura 2. Sillares del Puerto de *Saguntum*. Ejemplo de una construcción portuaria (Grau Vell, Valencia).

A.-Sillares con cobertura vegetal.

B y C.-Vistas de sillares limpios.

D.-Restos de madera entre sillares.

cala, el factor condicionante es la profundidad. El proceso postdeposicional de los yacimientos situados entre la cota de 0 y -13 m aproximadamente (fondos de ola activa⁴) viene determinado por la acción destructora de los temporales en el fondo marino, creándose un tipo de yacimiento que presenta una dispersión y fragmentación importante de sus elementos constitutivos, desapareciendo los volúmenes. Un ejemplo de este tipo de yacimiento sería el pecio de Binissafuller

(Fig. 4) en Menorca en curso de reexcavación (Aguelo *et alii* 2007).

Tipo V: Naufragio en buen estado de conservación. Este tipo se refiere a pecios que generalmente se encuentran en fondos en los que la energía de las olas no incide de manera notable, por lo que se han podido preservar en muy buen estado. El ejemplo paradigmático sería la *Madrague de Giens* (Tchernia/Pomey/Hesnard 1978), que es una de las imágenes más clásicas de la

4.- Entre las crestas de las olas, existe una distancia que es variable denominada longitud de onda del oleaje, expresada en metros. Cuando el fondo marino está a una profundidad igual o inferior a la mitad de la longitud de onda, la dinámica del oleaje incide en el fondo, acentuándose progresivamente dicha acción, cuando para una misma longitud de onda va disminuyendo la profundidad. El fondo marino que sufre la acción de la energía del oleaje es denominado fondo de ola activa. La ola, al sufrir un rozamiento sobre el fondo, pierde parte de su energía, erosionando, fragmentado y desplazando, tanto el sustrato marino como los materiales arqueológicos superficiales.

3.- El bradisismo, del griego *bradiús* (lento) y *seismòs* (movimiento), consiste en un lento movimiento del suelo en sentido vertical

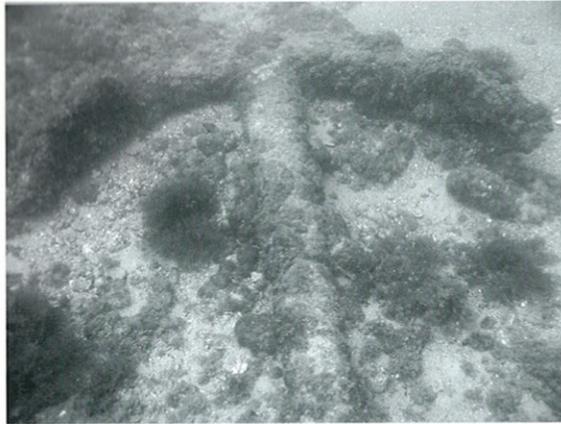


Figura 3. Ancla de época moderna del fondeadero del Tangó (Xàbia, Alicante).

arqueología subacuática. En el litoral peninsular, el pecio de Mazarrón-2, de 8 m de eslora (Negueruela 2004) y el Bou Ferrer (Cibecchini/De Juan/Vento 2006) serían dos ejemplos de este tipo de yacimientos en excelente estado de conservación (Fig. 5), si bien hemos de señalar que tienen una representatividad en los inventarios arqueológicos por debajo del 1%.

Tipo VI: Yacimientos arqueológicos en los actuales niveles freáticos. Existen yacimientos arqueológicos que en el momento de creación, fueron subacuáticos en sentido estricto, pero por una serie de procesos geomorfológicos se encuentran en la actualidad en tierra firme, dentro del nivel freático. Estos yacimientos de corte náutico en los actuales niveles freáticos (puertos, fondeaderos o pecios) deben, a todos los efectos, ser considerados yacimientos subacuáticos, ya que presentan problemáticas parejas a las de los yacimientos arqueológicos subacuáticos en sentido estricto. Las metodologías de excavación y registro en este tipo de yacimientos en niveles freáticos, así como el campo de investigación y conocimiento (arqueología náutica, naval o marítima) requieren del concurso de arqueólogos subacuáticos para su excavación y documentación. Un ejemplo paradigmático de este tipo yacimiento serían las Naves Romanas de Nápoles (Boetto 2005) (Fig. 6).

CASUÍSTICA DE LOS TIPOS DE YACIMIENTOS

Si analizamos la carta arqueológica subacuática de cualquier Comunidad Autónoma, observaremos que



Figura 4. Excavaciones en el pecio de Binissafuller, campaña 2006 (Menorca).



Figura 5. Excavaciones en el pecio de Bou Ferrer, campaña 2007 (La Vilajoiosa, Alicante).

existe una clara distribución en la representatividad de yacimientos. Lo primero a remarcar es que, tal y como ya habíamos señalado, los yacimientos catalogados con corrección, en pocas ocasiones pasan la cota batimétrica de -50 m, estando la mayoría concentrados en las franjas habituales del buceo. Los mayoritarios, en términos generales, son los fondeaderos (Tipo III), situados próximos a la costa, apartados de la ola rompiente y normalmente no más allá de los 20 m de profundidad. Les siguen por número los pecios, si bien tal y como hemos mencionado, los pecios enmarcados en el Tipo IV son muy numerosos, sin embargo los encuadrables en el Tipo V son minoritarios. Por último los restos de estructuras sumergidas (Tipo I y II) tienen igualmente una representatividad escasa en el cómputo total de yacimientos de las cartas arqueológicas subacuáticas.

EL PROCESO POSTDEPOSICIONAL Y LA CARTOGRAFÍA DE LOS FONDOS

Tras la revisión de la tipología de los yacimientos arqueológicos subacuáticos que podemos encontrar

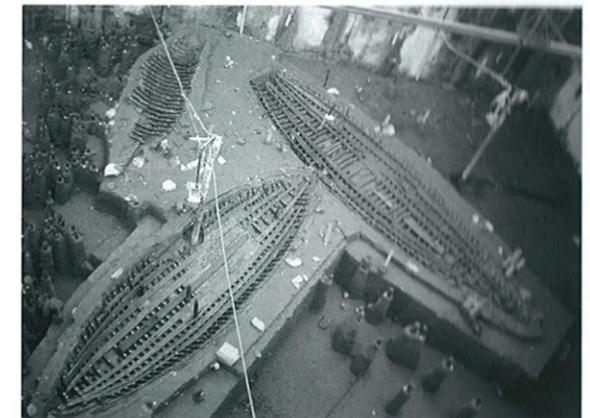


Figura 6. Excavación de las Naves (Nápoles).

en una zona de investigación concreta, debemos analizar con detalle, dada las dinámicas del fondo submarino⁵, cuales han podido ser los procesos postdeposicionales que han sufrido estos yacimientos. El concepto postdeposicional, de origen geológico, fue rápidamente adoptado por la arqueología prehistórica,

5.- Nos concentramos en los fondos submarinos dejando al margen las aguas interiores, con intervenciones mucho más puntuales en la Península Ibérica.

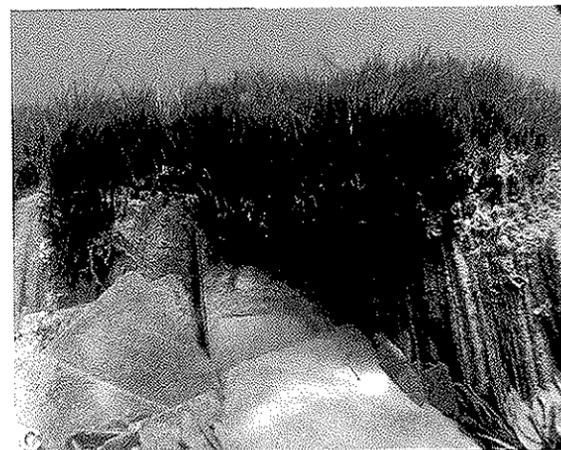
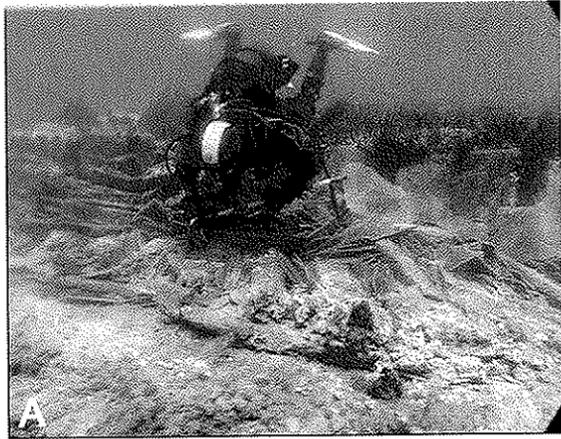


Figura 7. Pecio de las Pizarras (Albufereta, Alicante). En un pecio del s. XIX se puede apreciar como en varios puntos, el rizoma de *Posidonia oceanica*, coloniza y crece sobre el yacimiento, en un proceso por el que acaba enmascarándolo. A y B.-Restos del casco de la nave, cargada con láminas de pizarra. C.-Crecimiento de la *Posidonia oceanica* sobre el yacimiento.

6.- Sirva de ejemplo que en los trabajos de prospección arqueológica en la Bahía de la Albufereta de Alicante, en curso de estudio, hemos podido demostrar que el primer metro de estratigrafía sedimentaria en la bahía procede de arenas de cantera utilizadas en regeneraciones de playas próximas, arrasadas posteriormente por temporales.

7.- Por ejemplo arenas, fangos, detritico, roca, conglomerados, cantos rodados, gravas, coralígeno, junto con *Posidonia oceanica*, *Caulerpa prolifera*, *Cymodocea nodosa*, etc.

aquella que quizás más atención presta a las variaciones producidas en el yacimiento desde su formación. Paradójicamente, en un medio tan dinámico como el subacuático estas variaciones no siempre han sido tenidas en cuenta. El dinamismo submarino viene condicionado, no sólo por los fondos de ola activa ya mencionados, sino por la biología y la geomorfología. Respecto al bentos, señalaremos que en las costas mediterráneas peninsulares, la presencia de la fanerógama marina *Posidonia oceanica*, viva o en forma de mata muerta, condiciona enormemente el cartografiado de los yacimientos, ya que esta planta, con un crecimiento vertical lento, pero continuo, acaba enmascarando yacimientos arqueológicos, quedando los materiales interstratificados en el rizoma (Fig. 7). Ello significa que revisiones superficiales sin remociones, tal y como marca nuestra legislación, no permitirán en la mayoría de las ocasiones detectar y cartografiar yacimientos. Otro tipo de proceso postdeposicional de gran interés para el arqueólogo subacuático, es el ocasionado por la evolución geomorfológica, de origen natural o antrópico, que lleva a un yacimiento que se encontraba originariamente en el nivel superficial del fondo marino a quedar enterrado por fangos o arenas (p.e. deltas fluviales). La modificación de la dinámica marina con la alteración de las corrientes por las construcciones costeras y la pérdida del equilibrio sedimentario (Pardo 1991), crea procesos postdeposicionales recientes que igualmente alteran los niveles sedimentarios⁶, colmatando o desenterrando (Fig. 8).

Cartografía de los fondos.

Desde nuestro punto de vista, no se puede plantear una prospección arqueológica subacuática sin contar con la cartografía de los fondos marinos del área de estudio. Para las aguas más someras y que, como hemos visto, centran el grueso de las actuaciones, las cartografías de nuestro interés no son las geológicas, sino las del bentos. El término cartografía de bentos o de comunidades submarinas, procede del campo de la biología marina. El estudio de los conjuntos de organismos vegetales y animales que viven en estrecha relación con los fondos marinos, que se pueden agrupar en comunidades o biocenosis, entendiéndose como tal a un conjunto de poblaciones de especies que se presentan juntas en el espacio y en el tiempo, ha dado lugar a la creación de cartografías submarinas que delimitan estas comunidades junto con sus sustratos geológicos superficiales⁷, aportando una información imprescindible para el arqueólogo subacuático (Fig. 9) ya que le va a permitir entender los posibles procesos postdeposicionales que



Figura 8. Costa del T.M. de Burriana (Castellón). La construcción del puerto en el pasado siglo para la exportación de la naranja ha provocado una sedimentación muy acusada en su cara N y una fuerte erosión en la S.

han acontecido en el área de estudio, pudiendo elegir la metodología de prospección más adecuada.

DOS TIPOS DE PROSPECCIÓN, LA GESTIÓN E INVESTIGACIÓN Y LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Los parámetros que han regido la arqueología subacuática en los últimos años se encuentran en plena

evolución. Hasta hace unos años, el cartografiado arqueológico subacuático era realizado únicamente por instituciones públicas competentes que tenían como objetivo la elaboración y puesta al día de las cartas arqueológicas subacuáticas, con dos objetivos concretos, la gestión del patrimonio cultural subacuático bajo su competencia y la investigación. Las metodologías de estas prospecciones que hemos definido como de *amplio espectro* (por ejemplo la costa de una comarca), se basan fundamentalmente en la recopilación de informaciones de la gente del mar (pescadores, buceadores, apasionados...) y en el estudio de áreas subacuáticas que pueden proporcionar avances en la investigación. Sin embargo, tal y como hemos señalado con anterioridad, la irrupción de un nuevo marco legislativo (E.I.A.), con un procedimiento privado, ha puesto a profesionales liberales (autorizados por la administración pública competente) a realizar prospecciones arqueológicas subacuáticas, que hemos definido como de *detalle*, encaminadas a las valorar afecciones de un proyecto de obra, en una "parcela marina" concreta

EL OBJETIVO DE UNA PROSPECCIÓN PARA E.I.A.

Para valorar las afecciones de un proyecto de obra (por ejemplo la construcción de un puerto deportivo) sobre el patrimonio histórico, artístico o arqueológico, es requisito necesario conocer si en el área de influencia del proyecto, existen restos patrimoniales que puedan verse afectados. En el caso del ámbito marino, lacustre y fluvial, al no contarse con una carta arqueológica subacuática previa de detalle, no es posible que se puedan valorar las afecciones de un proyecto *a priori*. Si a esto unimos la posibilidad de que en cualquier área subacuática puedan existir

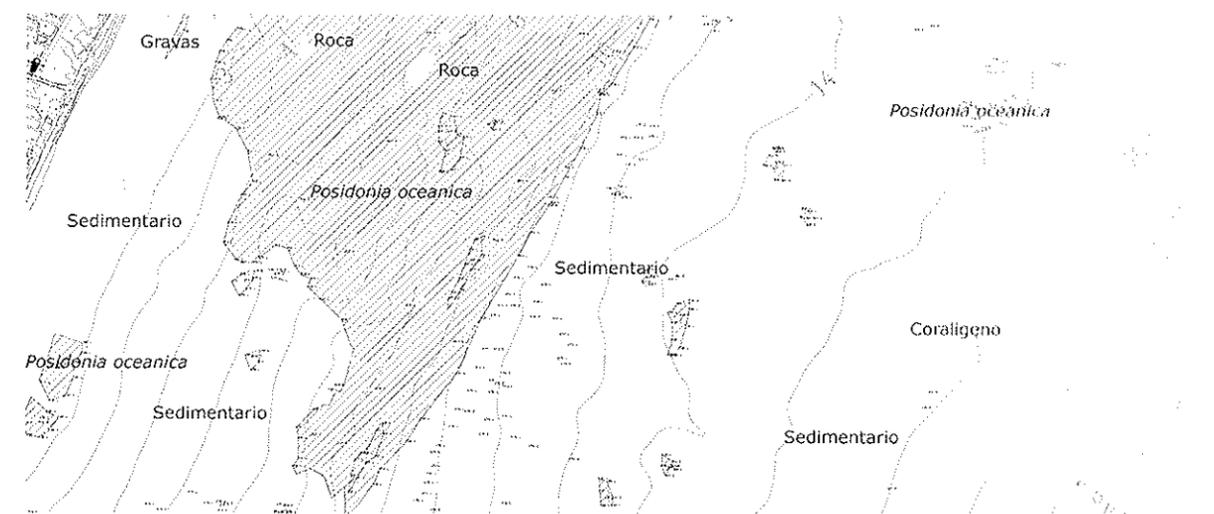


Figura 9. Cartografía bentónica de la costa del T.M. de Cabanes (Castellón).

restos de interés arqueológico⁸, hace necesario prospectar sistemáticamente la parcela marina que se verá afectada por el proyecto, para cumplir con los fines perseguidos en el E.I.A. Una vez conocidos los restos patrimoniales que existen en la referida área, podremos valorar las afecciones reales que presenta el proyecto y establecer las medidas cautelares o correctoras. Este tipo de prospecciones, con la valoración de afecciones derivadas, son de la máxima importancia y exigen un ejercicio de responsabilidad a todas las partes implicadas (administración pública, profesionales liberales, consultoras y promotores) para la salvaguarda del Patrimonio, ya que hablamos de proyectos de obra que en el caso de ser viables y ejecutados, representan la afección completa de la parcela marina en la que se encuadran, con la destrucción de cualquier elemento patrimonial no localizado que en ella pudiese existir, sin posibilidad de reversión. La complejidad del trabajo subacuático, el desconocimiento general del ámbito marino, la falta de personal técnico en arqueología subacuática en las administraciones competentes, junto con el desarrollo de las infraestructuras costeras, está en estos momentos poniendo en riesgo el Patrimonio Arqueológico Subacuático.

128 LAS INFORMACIONES PREVIAS Y CONDICIONANTES A LA PROSPECCIÓN

Con anterioridad a la elección de una metodología de prospección arqueológica subacuática en un área de estudio concreta, es necesario valorar tanto las informaciones previas de las que disponemos, así como los condicionantes que presenta el medio físico y que determinan fundamentalmente el rendimiento de los trabajos subacuáticos. Resumimos algunas de las principales informaciones previas y condicionantes, que combinados, nos van a permitir la elección de la metodología de prospección más correcta.

Informaciones previas

Cartografía histórica y toponimia

En la cartografía histórica encontramos en muchas ocasiones, la situación antigua de la línea de costa, antiguos cauces, áreas lagunares o referencias náuticas, así como topónimos que hacen mención a accidentes geográficos (por ejemplo Cabo de la Nao en Xàbia o Trencatims en Sagunto) e incluso hundimientos.

Archivos históricos

En el caso de que nuestra área de prospección, o línea de investigación, esté relacionada con restos de época medieval, moderna o contemporánea.

Trabajos antiguos

Intervenciones arqueológicas realizadas con anterioridad, fruto de investigaciones no continuadas o extinguidas, nos pueden orientar y dirigir correctamente nuestro planteamiento metodológico. Informaciones sobre los tipos de yacimientos que se localizaron o excavaron, con su georeferenciación son del máximo interés.

Noticias históricas

Recogidas por historiadores (incluso publicadas en prensa) en muchas ocasiones describen hallazgos, áreas de naufragios o avatares que llevaron a ellos.

Noticias orales

Recogidas por gente del mar, como las zonas en las que las redes siempre se han enganchado, o en las que han aparecido objetos en las artes.

Hallazgos casuales

Realizados por personal no cualificado en el área de estudio nos puede ayudar a determinar las áreas de mayor interés para realizar los trabajos marinos.

Cartografía de los fondos, geomorfología y dinámica litoral

Informaciones sobre el medio físico como son, la evolución de la línea de costa, la influencia de cauces de ríos y áreas lagunares, los procesos de colmatación, erosión y la caracterización de los fondos en el área de estudio.

Condicionantes

Batimetría

Contar con la carta batimétrica de la zona de estudio es totalmente necesario, dado que el rendimiento del trabajo del arqueólogo subacuático se ve condicionado por la profundidad. Lógicamente los trabajos subacuáticos se plantean de manera diferente a -12 m de cota batimétrica que a -30 m, o pueden ser inviables a mayores profundidades.

Visibilidad

Es otro de los factores que determinan el rendimiento de los trabajos subacuáticos de prospección. Sin embargo aunque la visibilidad se vea reducida a algunos centímetros, son muchas las actividades que se pueden realizar bajo del agua. En los trabajos de sondeo realizados con mangas de succión, en muchas ocasiones el primer indicio de la presencia de material arqueológico se obtiene al tacto.

Clima marítimo

Los regímenes de vientos y corrientes (superficiales y profundas) influyen tanto en la organización del trabajo en superficie con embarcaciones, como en las inmersiones.

Cartografía de los fondos

Tal y como se ha descrito, la tipología de los fondos, nos condiciona enormemente el desarrollo metodológico. El denominador común de las problemáticas de los fondos,

es que los yacimientos arqueológicos subacuáticos se encuentran enmascarados y enterrados, por estratos o comunidades biológicas.

Medios humanos, materiales y financiación

Las posibilidades con las que contamos en número de personal con capacitación técnica y científica, los medios materiales como embarcaciones, equipos o compresores y, por último, las posibilidades de económicas del proyecto de prospección.

LA ELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA

De cara a la elección de la metodología de prospección arqueológica subacuática, somos de la opinión que si se conjugan el alcance o objetivo de la prospección, más informaciones previas y condicionantes, estaremos en situación de elegir la metodología más apropiada para cada problemática concreta.

LOS MÉTODOS INDIRECTOS Y LOS MÉTODOS DIRECTOS

Los métodos de prospección arqueológica subacuática se dividen entre los realizados mediante el concurso y trabajo de arqueólogos subacuáticos bajo el agua (métodos directos) y las prospecciones realizadas mediante técnicas auxiliares no intrusivas que se basan en la interpretación de los registros adquiridos por equipos (métodos indirectos). No es el objetivo del presente trabajo introducirse en el campo de la prospección con métodos indirectos, los cuales se tratan en otros capítulos de esta obra, sin embargo daremos una breve descripción de los equipos comúnmente utilizados.

1.-Planimétricos, que dan información del nivel superficial del fondo marino: Son varios los equipos que en el mercado permiten este tipo de cartografías del fondo, desde sonares de barrido lateral (*side scan sonar*) de diversas frecuencias hasta costosísimas sondas multihaz (*multibeam*) que dan datos en 3d del fondo. Lo primero a destacar es que, por sofisticado que sea el equipo, no nos va a permitir detectar cualquier elemento situado en el fondo marino. No son infalibles. Los yacimientos arqueológicos de época clásica (p. e. Tipo IV), en la mayoría de las ocasiones, poco tienen que ver con los volúmenes y estado de conservación de pecios de otras cronologías más recientes (Fig. 10), por no mencionar, los yacimientos que quedan totalmente mimetizados en el sustrato marino o interestratificados, que son invisibles a estos equipos.

2.-Información de los niveles enterrados: Existen una serie de equipos como el penetrador de fangos 3.5 kHz (*Sub bottom profiler*) que realizan cortes verticales, "pseudoestratigráficos" para entendernos, permitiendo detectar anomalías enterradas. De interés para el

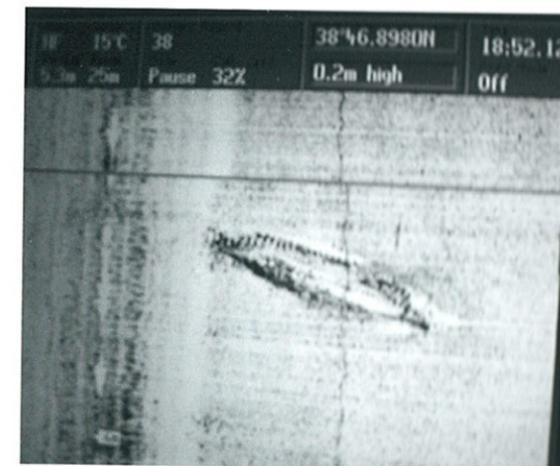


Figura 10. Sonografía de un pecio de época moderna-contemporánea en la bahía de Xàbia (Alicante).

arqueólogo es que son equipos que detectan bien cambios en la consistencia del sustrato y "elementos" interestratificados (es decir, objetos duros en un sustrato blando), pero también tienen sus limitaciones. Para que nos den información representativa, las calles o transeptos a realizar deben de estar muy juntos, a no más de 10 m y si el yacimiento no tiene una cierta envergadura (Tipo I, II, V) los equipos no detectarán nada.

3.-Ferromagnéticos: Los magnetómetros de protones y gradiómetros permiten identificar anomalías de origen ferromagnético en el fondo marino. Las acumulaciones de clavos de hierro de un barco, anclas o artillería, suele ser el indicador principal.

Respecto a los métodos directos de prospección arqueológica subacuática, estos se dividen en visuales sin remoción de terreno y en la ejecución de catas de sondeo.

La prospección de visu sistemática

Inspección de un enclave

Consiste en la revisión subacuática de una zona que tenemos previamente bien posicionada, visitándola, pero sin un plan de recorridos previo (Fig. 11).

Recorridos programados en inmersión

Consiste en batir un área de una manera organizada, mediante varios arqueólogos que llevando un mismo rumbo, ya sea con el apoyo de cabos guía, boyas o brújula, recorren en 100% de la parcela marina a estudiar (Fig. 12).

Acuaplano

Consiste en la realización de recorridos programados y sistemáticos (por ejemplo transeptos paralelos y equidistantes) con una embarcación ligera que lleva al arqueólogo remolcado con un planeador (Fig. 13).

Círculos concéntricos desde coordenadas conocidas
Consiste en la realización de recorridos circulares mediante la utilización de un cabo cogido a un fondeo

8.- A diferencia del ámbito terrestre, en el fondo marino siempre existe la posibilidad de que existan pecios, ya que un barco puede naufragar en cualquier enclave, si bien la probabilidad de su presencia varía en función de numerosos factores.



Figura 11. Localización del Pecio de los Sillares (Albufereta, Alicante).

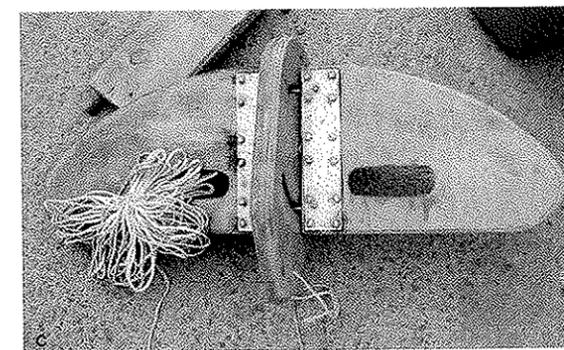
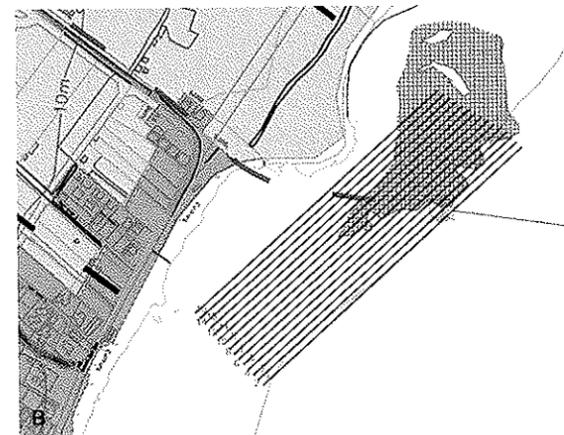


Figura 13. Prospección con acuaplano en Vinaroz (Castellón).
A.-Arqueólogo al inicio de la prospección.
B.-Planificación de los recorridos teóricos.
C.-Acuaplano o planeador.

Figura 12. Esquema de la realización de recorridos programados (AA.VV. 1990).

central, que nos permite realizar una circunferencia con radio igual a la longitud al cabo guía. Al repetir esta acción aumentando la longitud del cabo (radio) las circunferencias descritas son mayores, permitiendo la revisión superficial del fondo (Fig. 14).

Las catas de sondeo y el muestreo sistemático
En muchas ocasiones para confirmar datos que se han obtenido gracias a las informaciones previas o fruto de

los trabajos de *visu*, es necesario limpiar o desenterrar un enclave concreto mediante la utilización de mangas de succión. Cuando se tiene que realizar una verificación de este tipo y no una excavación en extensión de un área bien georeferenciada, una o varias catas de sondeo nos permitirán interpretar la problemática.

Sin embargo, cuando tenemos un área a investigar, con o sin informaciones previas, sin yacimientos georeferenciados, junto con una problemática de medio físico que *a priori* nos descarta la posibilidad de localizar restos en superficie, es necesario "buscar". Para ello,

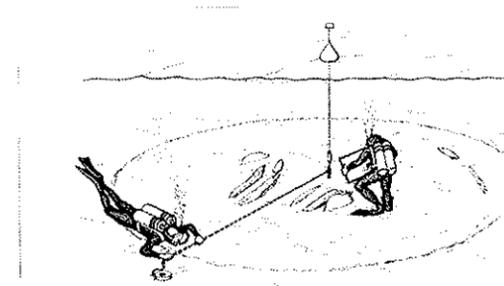


Figura 14. Esquema de la realización de círculos concéntricos (AA.VV. 1990).

desde nuestro punto de vista el método más efectivo y equilibrado es la realización de una serie de catas de sondeo, distribuidas de una manera sistemática en el área de estudio, como puede ser en los vértices de una cuadrícula, que nos permita a modo de muestreo, obtener datos que nos lleven a concentrar los trabajos futuros en los puntos más sugerentes. Esta distribución

de catas de sondeo en cuadrícula, con una equidistancia acorde a la problemática arqueológica de la zona de investigación (por ejemplo cada 5, 10 ó 25 m), nos permite obtener un muestreo estadístico representativo de los niveles enterrados, siendo una metodología de prospección de detalle muy acorde a la problemática de los E.I.A. (Fig. 15)

Pros y contras

Los métodos directos de prospección arqueológica subacuática, realizándose de manera sistemática, permiten la localización de cualquier tipo de yacimiento por lo que son muy fiables, sin embargo requieren de un cierto tiempo de ejecución, ya que al implicar trabajos subacuáticos, éstos son lentos, con los límites que presenta la escafandra autónoma de buceo. Por lo que hace referencia a los métodos indirectos, su principal ventaja es que pueden cubrir grandes extensiones con rapidez y sin límites de profundidad, detectando sin problemas yacimientos de cierta entidad, con éxitos (McCann/Oleson 2004) que llevaron a estos equipos a ser considerados muy útiles para la

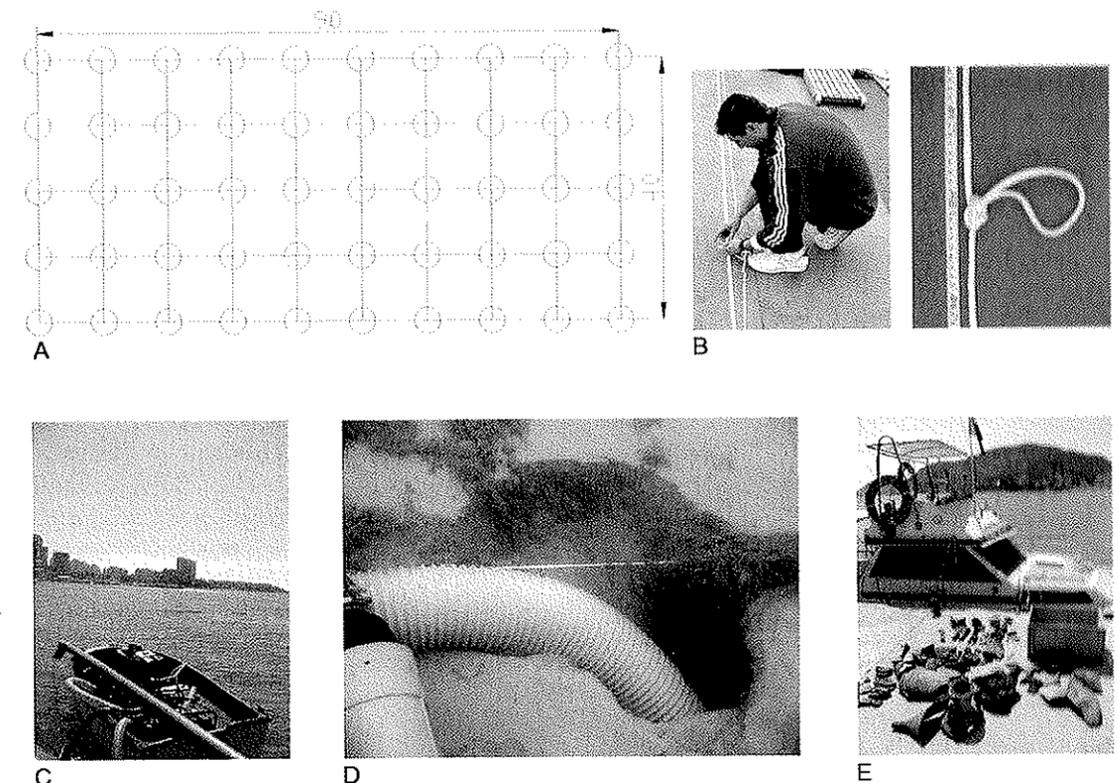


Figura 15. Ejemplo de una de las cuadrículas de prospección con sondeos en la Bahía de la Albufereta con motivo del E.I.A. de construcción de un emisario (Alicante).
A.-Ejemplo de una de las cuadrículas con sondeos en los vértices.
B.-Marcaje métrico de un cabo guía.
C.-Medios necesarios.
D.-Inicio de un sondeo posicionado en el fondo.
E.-Localización de un yacimiento.

arqueología⁹. Su utilización ha ido ligada fundamentalmente a las prospecciones vinculadas a los E.I.A. de las construcciones costeras. Sin embargo su principal inconveniente es que no son útiles para localizar justamente los yacimientos más comunes (Tipo III y IV) en las profundidades de trabajo habituales, por lo que el arqueólogo subacuático debe ser muy precavido con su utilización.

BIBLIOGRAFÍA

AA.VV. 1990, *La Arqueología Subacuática en España*, Madrid.
AGUELO, X., PALOMO, A., PONS, O., DE JUAN, C. 2008, El pecio de Binissafuller, *Jornadas de Arqueología Subacuática de Valencia*, Valencia.
ARANEGUI, C., DE JUAN, C., FERNÁNDEZ, A. 2005, Saguntum como puerto principal, una aproximación náutica, *Mediterranée occidentale Antique: Les échanges (ANSER)*, 75-100.
BOETTO, G. 2005, Le navi romane de Napoli, *La scoperta del porto di Neapolis: dalla ricostruzione topográfica allo scavo e al recupero dei relitti*, *Archeologia Maritima Mediterranea* 2, Pisa-Roma, 63-76.
CIBECCHINI, F., DE JUAN, C., VENTO, E. 2006, Il Bou-Ferrer: Protezione e studio di un relitto del I secolo

nelle acque di Villajoyosa (Alicante, Spagna), *Archeologia Maritima Mediterranea* 3, Pisa-Roma, 43-56.

GIANFROTTA P.A. 1996, Harbour structures of the Augustean Age in Italy, *Kongressband Caesarea Maritima. A retrospective after two milenia, Casarea Maritima 1995*, 65-76.

MCCANN, A.M., OLESON, J.P. 2004, Deep-Water Shipwrecks off Skerki Bank: The 1997 Survey, *Journal of Roman Archaeology, Suppl. Ser.* 58, Portsmouth, 224, 228.

NEGUERUELA, I. 2004, Hacia la comprensión de la construcción naval fenicia según el barco "Mazarrón-2" del siglo VII a. C, *La navegación fenicia, tecnología naval y derroteros*, Centro de estudios fenicio-púnicos, Madrid, 227-278.

NIETO, X. 1984, *Introducción a la arqueología subacuática*, Barcelona.

PARDO, J. E. 1991, *La erosión antrópica en el litoral valenciano*, Valencia.

RABAN, A. (ed.) 1985, *Harbour Archaeology*, BAR International Series 257, Oxford.

RUSTICO, L. 2004, Impianti marittimi per la piscicoltura in età romana, *Lezioni Fabio Faccenna*, Bari, 119-123.

TCHERNIA, A., POMEY, P., HESNARD, A. 1978, *L'epave romaine de la Madrague de Giens (Var)*, XXXIV supplement a Gallia, Paris.

9.- Los trabajos de prospección con métodos indirectos realizados en *Skerki Bank*, que permitieron la localización de varios pecios en buen estado de conservación (Tipo V, según nuestra clasificación) o el cartografiado con sonda *multibeam* de *Portus Iulius* influenciaron nuevos trabajos de prospección con técnicas geofísicas en países como Italia o España, sin que se valorase adecuadamente algunas de las cuestiones que señalamos en el presente trabajo: Tipología/casuística de los yacimientos y procesos postdeposicionales en aguas someras.



Arqueologia Nàutica Mediterrània

MONOGRAFIES DEL CASC 8

Museu d'Arqueologia de Catalunya **Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya**

BIBLIOTECA DE CATALUNYA. DADES CIP:

Arqueologia nàutica mediterrània. – (Monografies del CASC ; 8)
Bibliografia. – Textos majoritàriament en castellà i català, alguns en anglès,
francès, italià i portuguès
ISBN 9788439380825
I. Nieto, Xavier, ed. II. Cau Ontiveros, Miguel Ángel, ed. III. Aguer,
Caterina IV. Catalunya. Departament de Cultura i Mitjans de
Comunicació V. Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya VI.
Universitat de Barcelona VII. Col·lecció: Monografies del CASC ; 8
1. Arqueologia submarina – Mediterrània, Mar 2. Excavacions
arqueològiques – Mediterrània, Mar 3. Mediterrània, Mar – Arqueologia
902.034(262)

Dades Editorials

© De l'edició: Museu d'Arqueologia de Catalunya-CASC
De les fotografies i textos: Autors corresponents

COORDINACIÓ EDITORIAL: Teresa Carreras Rossell

DISSENY GRÀFIC: Josep M. Mir

MAQUETACIÓ I PRODUCCIÓ: Gráficas Varona, S.A.
SALAMANCA

CORRESPONDÈNCIA I
I INTERCANVIS: Museu d'Arqueologia de Catalunya
Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya
Pedret, 95
17007 GIRONA
Tel. +34 97 220 66 31
Fax +34 97 221 04 54
E-mail: maccasc.cultura@gencat.cat
www.mac.cat

ISBN: 978-84-393-8082-5
Dipòsit Legal: S. 1.086-2009