



# PHICARIA

VI ENCUENTROS INTERNACIONALES DEL MEDITERRÁNEO

NAVEGAR EL MEDITERRÁNEO



PHICARIA

**PHICARIA**

VI Encuentros Internacionales del Mediterráneo.  
Navegar el Mediterráneo.

**© de los textos y las imágenes:**

Sus autores.

**© de esta edición:**

Universidad Popular de Mazarrón.  
Concejalía de Cultura.

**COORDINACIÓN EDITORIAL**

José María López Ballesta.

**EDICIÓN CIENTÍFICA**

María Milagros Ros Sala.

**PORTADA**

Muher.

**IMPRIME**

I.G. Novoarte, S.L.

ISBN: 978-84-697-9948-2

Depósito Legal: MU-179-2018

Impreso en España / Printed in Spain

# ÍNDICE

CONDICIONES Y CONOCIMIENTOS NAÚTICO-MARINOS EN LA ANTIGÜEDAD. Pere Izquierdo i Tugas .....	17
IL NAUFRAGIO DI SAN PAOLO A MALTA ( <i>ATTI DEGLI APOSTOLI, 27</i> ). TRA LA VITA E LA MORTE SUL MARE. Stefano Medas .....	37
EL MEDITERRÁNEO ARCAICO COMO ESCENARIO BÉLICO. Adolfo J. Domínguez Monedero .....	53
DE SIROS A KYRENIA: EMBARCACIONES EN EL MEDITERRÁNEO ORIENTAL HASTA EL FINAL DE LA ÉPOCA CLÁSICA. Jorge García Cardiel .....	81
COMERCIO FENICIO A TRAVÉS DE LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL YACIMIENTO SUBACUÁTICO DEL BAJO DE LA CAMPANA. ESTUDIO PRELIMINAR. Juan Pinedo Reyes .....	99
LA FUNCIÓN MECÁNICA DEL COSIDO EN LOS BARCOS GRIEGOS ARCAICOS. Xavier Nieto Prieto .....	117
UNA INTERPRETACIÓN NAÚTICA A LA ESTIBA DEL CARGAMENTO EN EL PECIO BOU FERRER. Carlos de Juan Fuertes .....	131
EL ESTUDIO DE LA NAVEGACIÓN ANTIGUA (S. II A.C. - S. VI D.C.) A TRAVÉS DEL PAISAJE COSTERO EN LAS COSTAS DE LA CARTAGINENSE. Felipe Cerezo Andreo .....	147
PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y ASPECTOS RELIGIOSOS DE LOS LINGOTES CON FORMA DE PIEL DE TORO EN EL MEDITERRÁNEO DURANTE EL II MILENIO A.C. Álvaro Gómez Peña .....	163
LA NAVEGACIÓN EN LA CERDEÑA PREHISTÓRICA. Claudia Pau .....	183
ROMA Y LA PRIMERA GUERRA PÚNICA: UNA POTENCIA TERRESTRE ANTE LA GUERRA MARÍTIMA. Gerard Cabezas Guzmán .....	189
EL MONOPOLIO DEL COMERCIO MARÍTIMO ORIENTAL BAJO LA ÉLITE PUTEOLANA. Rebeca Arranz Santos, Clara Ramos Bullón y Carlos Díaz Sánchez .....	199
TOPONIMIA Y NAVEGACIÓN FENICIA EN EL EXTREMO OCCIDENTE EN LOS INICIOS DE LA COLONIZACIÓN. José Luis López Castro .....	217
MAGISTRADOS NAVALES EN LA REPÚBLICA: EL CASO DE LOS <i>DUOVIRI NAVALES</i> . Julián Espada Rodríguez .....	227
DELITOS MARÍTIMOS COMETIDOS TRAS UN NAUFRAGIO Y SU RESPONSABILIDAD PENAL DERIVADA. Teresa Encarnación Villalba Babiloni .....	235

# **CONDICIONES Y CONOCIMIENTOS NÁUTICO-MARINOS EN LA ANTIGÜEDAD**

---

PERE IZQUIERDO I TUGAS

# CONDICIONES Y CONOCIMIENTOS NÁUTICO-MARINOS EN LA ANTIGÜEDAD

PERE IZQUIERDO I TUGAS

En el año 1878, el bricbarca *Pablo Sensat*, construido ese mismo año en Blanes, batió el récord de la travesía atlántica, tardando sólo quince días entre Nueva York y Cádiz, con velocidades de crucero de dieciocho nudos, propulsada por un fuerte viento de popa. Ese mismo barco tardó luego veinticinco días en completar su periplo hasta Barcelona, a causa de los vientos adversos.

La nave había empezado ese viaje yendo hasta Manila desde Barcelona sin escalas, antes de la obertura del Canal de Suéz. Para circunnavegar África, puso rumbo a Brasil hasta ver la costa americana, y sin tocarla, viró al sureste para ganar la costa surafricana y aprovechar así los vientos alisios y contra-alisios. Desde Manila, con productos orientales, hizo escala en Saigón y se dirigió directamente a Cienfuegos y La Habana por la misma ruta del cabo de Buena Esperanza. Con productos cubanos, terminó su periplo americano en Nueva York, de donde salió de vuelta a Barcelona cargada de ladrillos, un producto que tenía un valor añadido mínimo, porque el negocio ya estaba hecho y querían regresar con dólares frescos (Masó 2009).

Este viaje inaugural de una nave mítica de la última época de esplendor -por ahora- de la navegación a vela, nos enseña muchas cosas sobre cómo debía de funcionar la navegación en la antigüedad. Conocimientos y prácticas antes comunes entre la gente de mar, que se han perdido con la moderna navegación comercial. Con barcos mucho menos dotados para navegar en condiciones desfavorables que una bricbarca del siglo XIX, las largas esperas, la irregularidad de los tiempos de navegación entre puertos, las rutas largas y complejas, los rodeos para aprovechar los vientos más regulares y los viajes en lastre con mercancías de valor escaso, tenían que ser el pan de cada día.

A medida que la investigación arqueológica avanza, se hace más evidente la estrecha relación entre la navegación y la expansión del *Homo sapiens*, desde la más remota prehistoria de nuestra especie.

Probablemente fueron grandes canoas monóxilas las que llevaron a nuestros primeros congéneres a través del estre-

cho de Bab el Mandeb en la salida de África de nuestra especie, y luego hasta las costas de Australia, adonde llegaron hace por lo menos 42.000 años (Gillespie 2002).

Las primeras embarcaciones fueron troncos caídos. Inmensos troncos arrastrados por los ríos hacia el mar, en un mundo de selvas vírgenes. Varios troncos atados permiten hacer balsas estables. Si un tronco tenía una cavidad natural, flotaba mejor y podía transportar a más gente, más provisiones y más agua dulce para el viaje. Si no la tenía, era posible vaciarlo con fuego controlado. Pronto debimos descubrir que los troncos de forma recta, limpios de ramas, navegaban mejor, y algunas ramas podían ser utilizadas para remar. La similitud entre las palabras *ramus* y *remus* no parece casual, y se encuentra también en lenguas indoeuropeas no latinas como el gaélico, donde *rahm* significa tanto rama como remo.

Había nacido la piragua monóxila, la primera embarcación artificial gobernable. Con el tiempo, el invento sería perfeccionado y fabricado con hachas y azuelas de piedra tallada, y luego de piedra pulida.

Las piraguas monóxilas más antiguas conservadas datan del Mesolítico. Aparecen en lugares tan distantes como Corea o Kuwait, y en petroglifos de Azerbaidjan. Se han hallado muchas en Europa, pero ninguna, por el momento, en nuestras costas mediterráneas. Las más antiguas, por el momento, han sido halladas en Pesse, Holanda (8265±275 BP), en Dümmerlohausen (Alemania, 7610 ± 100 BP), en Korsnåvn/Meljø y Lystrup (Dinamarca, 6260 ±95 BP, i 6110 ± 100 BP respectivamente), y en Francia, en Noyen-sur-Seine (7960 ± 100 BP, que calibrados corresponderían a una datación absoluta entre el 7190 y el 6450 a.C.) y en Nandy, donde se hallaron dos, de pino, de unos ocho metros de longitud, datadas por radiocarbono en 8059 ± 53 BP (7245-6710 a.C. calibrado) y 7991 ± 53 BP (7040-6620a.C.).

La piragua del Neolítico antiguo hallada en el lago de Bracciano, que se expone en el Museo Pigorini, se data entre el 5750 y el 5260 a.C.. Tenía más de diez metros de eslora y una manga de un metro (Fugazzola-Delpino y Mineo

1995). Estas piraguas monóxilas no eran muy diferentes de las que todavía hoy se construyen y utilizan en varias partes del mundo, desde Filipinas a la Amazonia.

Sabemos que en la península ibérica todavía se usaban en época romana, ya que las cita Estrabón en el Cantábrico y el Guadalquivir (Geo. II, 2.3 y III, 3.7). En Portugal se han hallado algunas alto-medievales (Alves 1986), datación que puede corresponder también a un hallazgo mal publicado de las marismas de Doñana. Una piragua de datación desconocida fue hallada en el río Ulla, en Galicia, y destruida (Masó 1992). Actualmente se expone una reconstrucción en el *Museo Arqueológico e Histórico de San Anton*, en A Coruña.

Durante el Neolítico, el dominio de la navegación fluvial y marítima era ya notable, como lo demuestran los hallazgos de piraguas, el poblamiento de las islas mediterráneas y la circulación de materias primas como la obsidiana de las Lipari y de Cerdeña. Esta última ha sido identificada muy recientemente en yacimientos neolíticos catalanes del Bajo Llobregat, el Vallés i el Penedés. Aunque los prehistoriadores suponen que se llevaba por mar hasta las costas más cercanas y luego por tierra (Bosch 2012), no sería imposible una ruta directa entre Cerdeña y la Península Ibérica ya en ese período.

Es en ese momento cuando a alguien se le ocurrió añadir un tablón a cada banda de un tronco vaciado, para aumentar su capacidad de transporte. La innovación se produjo posiblemente en Egipto, donde el Nilo ofrecía una verdadera autopista de agua y los troncos grandes no debían de abundar. Acababa de nacer la construcción naval. Con el tiempo, el tronco vaciado se transformaría en quilla, a medida que se añadían más tabloneros a ambos lados, y pronto también para formar una cubierta.

Parece que también fueron los egipcios los que desarrollaron el aparejo vélico, para aprovechar el viento como fuerza motora, y los que definieron la jarcia necesaria para aguantar los mástiles y transmitir el impulso a la embarcación. Inventaron o perfeccionaron los timones laterales o de espadilla para gobernar el rumbo, timones que siguieron siendo utilizados hasta finales de la Edad Media (Raurich, Pujol, Martín Jover, Izquierdo y Garrido 1992). Las maquetas y representaciones que han pervivido nos muestran ya todos los elementos de las naves de vela posteriores. Además, afortunadamente, disponemos de embarcaciones enteras perfectamente conservadas, depositadas cerca de las pirámides para que los faraones pudieran travesar los cielos en compañía del dios Ra (Jenkins 1980).

Algunas de estas naves presentan indicios de haber navegado antes de ser depositadas, y se supone que se utilizaron como naves funerarias para llevar la momia del faraón hasta su lugar de reposo eterno. Hasta el presente se han hallado más de veinticinco, datadas entre el 3100 y el 1814

a.C.. Su eslora podía superar los 43 metros y la manga puede llegar hasta casi seis metros (Landström 1970).

Otras embarcaciones menores egipcias se construían atando haces de juncos o papiros. Simultáneamente, en Mesopotamia, otra civilización fluvial en una zona desprovista de grandes árboles, se inventaron naves de cestería, de forma redonda, conocidas como *kuffas*, similares a algunos botes de salvamento actuales. Las naves egipcias tenían también capacidad de navegar por mar, y se utilizaron pronto para importar a Egipto lo que los egipcios necesitaban y no podían producir en su tierra, como la madera del Líbano, o minerales y metales del mar Rojo. No eran los únicos que navegaban por el Mediterráneo. En el mar Egeo y en el Mediterráneo Central, durante la Edad del Bronce, los llamados Pueblos del Mar consiguieron construir una flota capaz de invadir Anatolia, Siria, Canaan y Chipre, y poner en jaque a Egipto, que en ocasiones los había utilizado como mercenarios. Se les cita por primera vez en Biblos, actualmente en Líbano, en un obelisco egipcio datado entre el 2000 y el 1700 a.C..

Previamente, los minoicos habían levantado una civilización marítima entre Creta y la Grecia continental. Sus contactos con Egipto demuestran su capacidad de hacer navegación de altura, de atravesar los mares sin referencias terrestres. Aparecen entonces las naves de guerra, con propulsión mixta de remos y vela, para aumentar la maniobrabilidad y la velocidad punta, precedentes de las galeras.

Un fresco de Akrotiri nos muestra la primera representación de una gran batalla naval, entre minoicos y piratas no egeos, posiblemente libios. Hacia 1175 a.C., en la llamada batalla del Delta, los egipcios de Ramsés III, viéndose inferiores en el combate naval contra los pueblos del mar, prepararon una emboscada con arqueros en las bocas del Nilo, y salieron victoriosos.

En el mundo griego, en el que la navegación se remonta también como mínimo al Mesolítico, el pecio más antiguo conocido es el de Dokós, datado hacia al 2200 a.C., del que no se ha conservado madera. La nave más antigua conocida y estudiada en el Egeo, fue hallada en Uluburun, en la actual Turquía, donde naufragó a finales del siglo XIV a.C., aunque se supone que procedía del actual Líbano (Pulak 1998 y Yalcin, Pulak y Slotta 2005).

En el mismo momento, en las costas de Siria y Canaán se desarrolla el sistema de unión de las tablas del forro mediante lengüetas de madera, predominante en época clásica y que se denominaba *punicana coagmenta* (Catón, De Agri. XXI, 18,9). No es necesario recordar que las naves púnicas navegaban, ya en esta época, hasta las costas de Britania en búsqueda de estaño y que los púnicos fundaron Utica, Cádiz y Lixus entre el siglo XI a.C. y principios del IX a.C. (Mederos y Ruiz Cabrero, 2004).

Fueron navegantes fenicios los que circunnavegaron por primera vez el continente africano entero en dos años y medio a finales del siglo VII a.C., por encargo del faraón Neco II (Mederos y Escribano, 2004), y también los que, capitaneados por Hanón, exploraron las costas del golfo de Guinea.

A pesar de su presunta filiación fenicia, este método de construcción naval llamado *punicana coagmenta* aparece también claramente descrito ya en la Odisea (Od. 5.244-57), y no está para nada claro su origen real (Meijer y Sleeswijk 1996). En general, se cree que la construcción naval griega seguía originalmente el sistema de cosido entre tablas inventado por los egipcios, adoptando posteriormente el método púnico, que se habría generalizado en el siglo IV a.C.

Las naves micénicas de guerra, llamadas pentecónteras por sus cincuenta remos, fueron el precedente y el modelo básico de todas las naves de guerra de los dos milenios siguientes.

Enmarcado en tiempos micénicos, el gran ciclo mítico de Iliada y la Odisea nos ofrece una cantidad excepcional de información sobre las características y las dificultades de la movilidad por vía marítima a finales de la Edad del Bronce (Cuisenier 2001). En la Iliada se nos relaciona el origen de los contingentes que participan en la guerra de Troya, des de la isla de Rodas hasta el mar Jónico y desde Creta hasta Tesalia. En la Odisea, se narra el periplo de unos navegantes que no pueden regresar a su casa porque no consiguen encontrar condiciones marítimas adecuadas para ello, y terminan visitando todas las costas del Mediterráneo. Es probable que esta fuese una situación relativamente común entre los navegantes de la Antigüedad. Como veremos, el camino más rápido entre dos puertos no siempre puede ser el más corto, e itinerarios aparentemente erráticos podrían ser el resultado de factores naturales ineludibles. No en vano, la Odisea nos recuerda, repetidamente (Od. 9, 78; 11, 10; 12, 152 y 14, 256):

ἡμεῖς δ' ὄπλα ἕκαστα πονησάμενοι κατὰ νῆα  
ἤμεθα· τὴν δ' ἄνεμός τε κυβερνήτης τ' ἴθυνε.

*Izado el aparejo, nos sentamos,  
y el viento y el timonel guiaron la nave.*

Las naves de guerra eran los únicos grandes barcos que se movían a fuerza de remos, por lo menos durante las batallas, aunque también disponían de velas para aprovechar la fuerza del viento, y tenían unas características formales muy distintas de las naves mercantes: eran muy alargadas, con poca capacidad de carga, podían llevar a bordo máquinas de guerra y pronto incorporaron una prolongación de la quilla, el espolón, que no sólo servía para embestir y romper

el casco de las naves enemigas, sino también para romper la resistencia del agua al avance de la nave y facilitar una mayor velocidad punta. Cuando los antiguos se apercibieron de la capacidad del espolón para romper la ola que el propio avance de la nave genera, lo incorporaron también a algunas naves mercantes, aunque también es posible que esa fuese su función original en las primeras galeras. Su sucesor en las naves mercantes actuales se denomina bulbo y hace la misma función.

Respecto al aparejo vélico, la vela dominante en época antigua era la cuadrada, llamada también en terminología náutica, curiosamente, vela redonda, por la forma abombada que toma cuando la hincha el viento, montada sobre un solo palo, desplazado hacia proa, o sobre dos o tres palos en las naves mayores. Se trata de un tipo de vela ideal para navegar con vientos favorables, pero muy ineficiente cuando los vientos venían por la banda, y absolutamente inútil con los vientos en contra. Para mejorar su rendimiento, tenían cabos que permitían rizarlas y disminuir su superficie de forma, si se quería, disimétrica.

Las velas latinas, triangulares o “de tajo”, se han considerado tradicionalmente una invención del océano Índico, llevada por los árabes al Mediterráneo a partir del siglo VII d.C. Pero hay discusión sobre el tema, con pruebas -discutidas- de su uso esporádico desde el siglo I d.C. (Basch 2001), como una evolución mediterránea de la vela cuadra plegada, y su uso se podía haber extendido durante la antigüedad tardía, antes de la llegada de los árabes (Whitewright 2008 y 2009). La fuerza del viento se transmite a la nave mediante la carlinga, que puede ser una pieza de madera que se fija sobre la quilla y, cuando las hay, de las cuadernas, o una pieza compuesta formando caja, o hasta un simple agujero en la quilla misma. En ocasiones, entre la carlinga y la quilla hay una pieza que refuerza el conjunto, el palmejar. En la cavidad de la carlinga se encaja el mástil, que más arriba se apoya en una pieza gruesa en forma de U, llamada enfogonadura. En época antigua, la sujeción del mástil estaba pensada a menudo de manera que se pudiese abatir y levantar con facilidad.

Originalmente, las naves egipcias no tenían cuadernas. El costillar de los barcos es una innovación posterior que, durante mucho tiempo, tuvo sólo una función de refuerzo. Como los metales no se habían descubierto todavía cuando se desarrolló la construcción naval, las maderas iban encajadas y cosidas mediante cuerdas que pasaban por pequeños agujeros, practicados con mucha precisión y después tapados con espigas y calafetados para evitar la entrada de agua. Las naves cosidas fueron adoptadas también por los pueblos europeos de la Edad del Bronce, como lo demuestran los hallazgos de las últimas décadas en Inglaterra. Una de estas naves, de unos 9,5 metros de eslora y datada entre el 1570 y el 1525 a.C., está expuesta en el Museo de Dover.

La técnica de unir las maderas de las naves con ligaduras habría sido adoptada también, muy posteriormente, por los grecojónicos, y sería su rasgo específico y distintivo en época clásica, según algunos autores (Pomey y Rieth 2005). Esta técnica de construcción naval, que será la base de la de época clásica, era esencialmente diferente de la que conocemos desde época medieval hasta el presente. En la construcción naval “moderna”, después de preparar la quilla con la roda y el codaste, se dispone en el centro la cuaderna maestra, que define la forma de la nave en su punto más ancho y a la que se da forma a partir de una plantilla llamada gálibo. Cuando se han puesto algunas cuadernas, se fijan algunos tablones de punta a punta, las formas o lisas, que marcan la forma de las cuadernas restantes. Una vez puestas todas las cuadernas, se forran con tablones, que se van doblando con agua, calor y abrazaderas, y clavando desde el exterior, hasta conseguir una forma hidrodinámica perfectamente cerrada.

Los primeros buques construidos con este sistema “moderno”, primero las cuadernas y luego el forro, datan de época tardorromana y altomedieval. Hay casos de construcción mixta, como las naves encontradas en la Bourse de Marsella, actualmente expuestas (Gassendi y Cuomo 1982). Parece que la innovación se produjo primero en el mundo romanocéltico (Mc Grail y otros 1997) y que se inspiró en las estructuras de las embarcaciones hechas con pieles cosidas, propias de los celtas, aunque esta propuesta es discutida (Pomey y otros 2013).

En el Mediterráneo el sistema aparece en la antigüedad tardía y está documentado en el último cuarto del siglo VI en Oriente, en el pecio Dor D (Israel, Kingsley 2002), y en Occidente en el siglo VII, el pecio Saint-Gervais II (Jézégou 1985).

La construcción de las naves antiguas era completamente diferente. Igualmente se comenzaba poniendo primero la quilla, pero después las tablas del forro se iban cortando con la forma adecuada, una por una, acoplándolas mediante costuras de cuerda o, en el caso de los fenicios, los griegos y los romanos, habitualmente, de pequeñas placas de madera, llamadas lengüetas, encajadas entre tablón y tablón y fijadas con espigas transversales también de madera. Este último método es el que las fuentes denominan *punicana coagmenta*, sin que sea, en absoluto, exclusivo del mundo púnico (Sleeswyk, 1980). Construir una nave de esta manera pide disponer de mucha madera de buena calidad y de mano de obra abundante y barata. Una vez había terminado el buque, se podía reforzar con cuadernas, a menudo discontinuas, habitualmente clavadas desde el interior. Para hacer más resistente el buque, se podían poner dos cintas o tablones más gruesos, que inicialmente se disponían por debajo de la línea de flotación, y a menudo se tensaba la estructura con una cuerda que iba desde una rueda hasta la otra. Esta cuerda,

que se podía tensar, aparece mencionada, por ejemplo, en el relato del naufragio de San Pablo (Hechos de los Apóstoles, 27.17). Dada la dificultad de construir con este sistema, en época romana se documentan sistemas mixtos en los que los varengas, la parte central de las cuadernas, se ponen encima de las primeras hiladas del buque y sirven para fijar algunos de los tablones del forro, y lo mismo se hace después con la prolongación de las varengas, las ligazones.

También empezó en época romana el uso esporádico de clavos, pernos y remaches de hierro y de bronce, así como el recubrimiento del buque con planchas finas de metal, habitualmente de plomo, para evitar la acción de los moluscos xilófagos como el *Teredo navalis* o broma.

Las cualidades náuticas de las embarcaciones antiguas están fuera de duda, así como su capacidad de navegar a velocidades considerables, como se ha comprobado experimentalmente en la reconstrucción del pecio griego de Kyrenia, del siglo III a.C. (Τσάλας 1987). En su magnífico estudio comparativo de la eficiencia entre velas cuadras y latinas aplicadas a embarcaciones antiguas, Julian Whitewright (2008 y 2009), resume admirablemente las noticias existentes en las fuentes sobre duración de viajes y valora cuáles podían ser las direcciones aprovechables para la navegación en función de ambos tipos de vela, llegando a la conclusión que la eficiencia de la vela latina no sería mucho mayor que la de una vela cuadra con rizos y artémion bien gobernada. Según este autor, en ambos casos, para una nave romana típica era posible navegar de bolina, a muy poca velocidad, siempre y cuando el viento fuese flojo, e incidiese en un ángulo máximo respecto al rumbo de entre 60 y 65°, y el oleaje no llegase en la misma dirección que el viento. En la práctica, estas condiciones se dan mayoritariamente durante los terrales, brisas que aparecen al final de la noche hasta primera hora de la mañana, que permitirían las aproximaciones a la costa dando bordos. En el caso de las naves de fondo plano o cuasi plano, estas capacidades se verían seriamente mermadas al no disponer de quilla para frenar la deriva.

En las naves antiguas, la navegación óptima se produciría con vientos por las aletas, con los que una buena nave con vela cuadra podría alcanzar los doce nudos. La velocidad media de las fuentes textuales sobre navegaciones con vientos favorables recogidas por Whitewright es de 4,4 nudos, mientras que en condiciones adversas la media cae a 1,8 nudos.

La capacidad de las embarcaciones antiguas para navegar contra el viento y del través están fuera de toda duda (Arnaud 2011b, Whitewright, 2008 y 2009). La capacidad náutica de la propulsión con vela cuadra no parece que sea peor que con la vela latina (Campbell, 1995). Pero también es evidente que a partir de un ángulo de 90° entre el rumbo

y la dirección del viento, la dificultad de mantener el rumbo se incrementa, mientras decrece el avance efectivo. Además, si las olas vienen de la misma dirección, navegar del través puede ser arriesgado e incómodo.

El intento de Parker (1992) de sistematizar la información sobre embarcaciones antiguas hundidas en el Mediterráneo y las provincias romanas, inventariaba 1.189, de las cuales el 77% eran de época romana, especialmente entre el siglo II a.C. y el siglo II d.C. Esa base de datos es actualmente mantenida dentro del *Oxford Roman Economy Project* y cuenta ya con 1.784 pecios<sup>1</sup>. Desgraciadamente incluye muchos errores ortográficos en la toponimia. Muchos países han hecho esfuerzos serios para ponerse al día en su identificación, catalogación y protección, y se han hecho hallazgos espectaculares, como los 39 pecios romanos localizados en una sola hectárea de uno de los antiguos puertos de Pisa, actualmente bastante lejos del mar (Bruni 2000), o los de Yenikapı que ya fueron presentados en la IV edición de *Phicaria* (Segarra 2016). Entre estas naves hay los únicos restos conocidos de una probable nave de guerra romana. Se conoce otra púnica, encontrada en Marsala, en Sicilia, con 35 metros de eslora y 4,8 de manga y con abundantes restos del avituallamiento, que incluía agua, vino, carne seca y unos curiosos cestos llenos de cáñamo (Frost 1981).

La nave romana más grande estudiada hasta el presente es la de la Madrague de Giens, en Provenza (Tchernia y otros 1978), hundida entre el 75 y el 60 a.C., con una eslora de unos cuarenta metros, un desplazamiento de unas 550 toneladas y un cargamento de unas 8.000 ánforas de vino de Etruria. Barcos de estas dimensiones debían de cubrir las grandes rutas de abastecimiento del Imperio Romano, y llegarían a Roma cargados de trigo a razón de tres diarios (Pujol 2009).

En las costas mediterráneas hispánicas, las embarcaciones antiguas suficientemente estudiadas o publicadas no son muchas, pero sí permiten algunas deducciones. En general se trata de embarcaciones medianas o pequeñas, entre 9,5 y 25 metros de eslora, con la única excepción del Cabrera III que alcanzaba unos 35 metros e iba de la Bética, seguramente desde Cádiz, hacia Roma por la ruta de Baleares, hacia el año 257 d.C. (Bost y otros 1992).

Sobre la escasa muestra de naves de las que tenemos datos dimensionales, la eslora media de las que naufragaron en nuestras costas es de 16,9 metros y la de los pecios con cargamento de origen tarraconense encontrados en otras costas, de 19 metros (Izquierdo 1994; Liou y Corsi 1985). Pero no

hay que presuponer que las embarcaciones de menores dimensiones se dedicaran necesariamente al cabotaje. Incluso en los tiempos de los grandes barcos de vela del siglo XIX encontramos osados marinos capaces de hacer comercio transatlántico con faluchos, el menor barco mercante de la época, con esloras de entre 11 y 20 metros, y hasta a arriesgarse con ellos a viajar a Sierra Leona a cargar esclavos, desafiando el bloqueo inglés<sup>2</sup>, para luego llevarlos a Cuba.

Las naves más antiguas encontradas en las costas de la Tarraconense serían las fenicias de Mazarrón (Negueruela y otros 2000) y del Bajo de la Campana (Mederos y Ruiz Cabrero 2004), en Murcia, del siglo VII a.C., y la griega arcaica de Cala Sant Vicenç, de los últimos años del siglo VI a.C., encontrada cerca de Pollença (Nieto y Santos 2008). El grueso de las naves antiguas hundidas en nuestras costas se sitúa, sin embargo, como en el resto del Imperio (Parker 1992), entre el siglo II a.C. y el siglo II d.C., y se vincula fundamentalmente con el comercio del vino layetano (Izquierdo 2009).

Las naves antiguas con cargamento tarraconense conocidas tienen una característica singular que se mantenía en la construcción naval tradicional catalana medieval (Pujol 2012), moderna y contemporánea (Roig 1929), y que tiene semejanza con las antiguas naves egipcias (Belov 2009) y de la Edad del Bronce (Clark 2004): las tracas de apardura, o sea los primeros tablones del forro, a ambos lados de la quilla, se disponían horizontalmente, en lugar de orientarse con un fuerte ángulo ascendente (Izquierdo 1994), como ocurre en otras naves antiguas (Tchernia y otros 1978).

Como además la quilla de estas naves no está muy desarrollada y es en realidad un tablón algo más grueso, podemos considerar que se trata prácticamente de naves de fondo plano, apropiadas para remontar ríos y navegar por los lagos litorales y los estuarios y relativamente fáciles de sacar a la playa, siempre y cuando no estuvieran muy cargadas.

El fondo plano tiene, sin embargo, un grave inconveniente: con vientos laterales, la nave se desplaza también lateralmente, lo que se veía agravado por el uso de las velas cuadradas. Estas naves únicamente pueden avanzar eficientemente con vientos favorables, que soplen en la misma dirección de su rumbo (Whitewright 2008 y 2009). En la construcción naval catalana posterior, este inconveniente se ve paliado triplicando la quilla con dos tablones, paralelos a ésta, que sobresalen mucho del casco y que incrementan enormemente la resistencia al desplazamiento lateral, llamados *escuas* o *escobes* (Roig 1929). No sabemos, sin embar-

<sup>1</sup> El día 1 de marzo de 2017. [http://oxrep.classics.ox.ac.uk/databases/shipwrecks\\_database/](http://oxrep.classics.ox.ac.uk/databases/shipwrecks_database/)

<sup>2</sup> Great Britain. Parliament. House of Commons. *House of Commons Papers*. H.M. Stationery Office, 1847, p. 93.

go, en qué momento se introduce esta innovación, ni tampoco en qué lugar exacto, aunque parece propia y exclusiva de algunas naves de la costa catalana y, como mucho, provenzal. No sería extraño que se acaben encontrando *escuas* en pecios romanos con cargamento tarraconense.

Uno de los mejores ejemplos de nave antigua de la tarraconense es el pecio de Cap del Bol, excavado por Federico Foerster y Xavier Nieto en los años 70 del siglo XX en el Port de la Selva (Nieto y Foerster 1980), y denominado en la bibliografía, erróneamente, Cap del Vol o Cap del Volt. Esta nave llevaba un cargamento de ánforas de vino del tipo Pascual 1, fabricadas con toda probabilidad en Badalona o en sus alrededores, en la última década antes del cambio de Era. En este y otros pecios se documenta la unión de las cuadernas mediante ligaduras, sin que se pueda llegar a hablar propiamente de naves cosidas. Recientemente, la excavación del Cap del Bol ha sido retomada por el Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya, que ha trabajado en él entre 2012 y 2016.

A la espera de la publicación científica completa de los resultados, el pecio ha sido presentado como una nave ibérica (Vivar, Geli y De Juan 2012). La base de esta afirmación, aparte de las singularidades constructivas que también se encuentran en otras naves de la zona catalano-provenzal, es la presencia de una moneda muy desgastada, seguramente un as ibérico de Arse / Sagunto, que había sido depositada voluntariamente a la base del mástil, dentro de la cavidad de la carlinga. Se trata de un hecho habitual en las naves antiguas que se ha interpretado como una costumbre votiva pero que podría tener otras explicaciones de tipo tecnológico. Estos ases ibéricos, a menudo probablemente acuñados por los mismos romanos después de la conquista, tuvieron una circulación muy larga. En cambio la vida útil de las naves de madera era mucho más corta, quizá de unos quince o veinte años de media. Justamente las naves catalanas de época contemporánea tenían la consideración de ser muy longevas, porque estaban hechas con madera muy gruesa, lo que por otra parte las hacía bastante pesadas. Esto contrasta con otras tradiciones navales que empleaban maderas más delgadas, para hacerlas más baratas y más ligeras. Pero esta longevidad excepcional raramente podía llegar los ochenta años (Roig 1929).

No cabe duda que los iberos navegaban (Playà 2006). Tenemos plomos comerciales que mencionan iberos desde el siglo V a.C. (Santiago 1989 y 1990; Lejeune, Pouilloux y Solier, 1990; De Hoz, 1999), y las fuentes nos lo indican desde el momento mismo de la conquista romana, cuando los pescadores de Tarragona enseñan a Escipión la ruta hasta Cartago Nova y el punto débil de la ciudad (Liv. XXVI, 45, 7). En cuanto a los productos iberos que se encuentran en abundancia en todo el Mediterráneo Occidental, los his-

toriadores tienden a atribuir la difusión a los comerciantes griegos y púnicos, pero no hay ninguna razón por la que los iberos no pudieran llevarlos ellos mismos.

Hasta el presente no se ha estudiado ninguna nave propiamente ibérica. Lo podría ser la de Binissafüller, en Menorca, que llevaba entre otros objetos ánforas ibéricas y que también presenta las cuadernas ligadas; pero también podría ser perfectamente una nave púnica ebusitana, que es la interpretación habitual, ya que sus características coinciden con la tradición fenicia (Aguelo y Pons 2011). En cualquier caso, está claro que la tradición de atar o “coser” elementos de las naves procede del Mediterráneo Oriental, y que podía haber llegado a nuestras costas a través de los púnicos y los griegos simultáneamente, y también de los navegantes y comerciantes egipcios directamente, cuya presencia está documentada en Empúries (Ruiz de Arbulo y Vivó 2008).

Otras embarcaciones cargadas con vino de origen tarraconense fueron equipadas, en la primera mitad del siglo I d.C., con grandes *dolia* que permitían transportar vino a granel y que las transformaban, prácticamente, en naves-cisterna (Marlier y otros 2008). El invento está relacionado con un momento de fuerte competencia de las diferentes provincias romanas en la producción y la exportación de vino, en el que parece que nuestra provincia reaccionó apostando por la cantidad y la rebaja de los costes, con la invención de este tipo singular de embarcación, que también fue utilizada para transportar el vino de la Campania. El sistema tuvo una duración muy limitada, dado que las consecuencias de la ruptura de las jarras durante una tormenta eran funestas para la estabilidad de la construcción y provocaban el naufragio (Nieto y Raurich 1998).

### Navegar el Mediterráneo Occidental

Valga este resumen esquemático y sin duda osado para enmarcar la descripción de los factores naturales que condicionaban la navegación antigua en el Mediterráneo Occidental dentro de una tradición náutica de origen prehistórico, ampliamente desarrollada mediante un conocimiento empírico de las particularidades de cada rincón de la costa y del comportamiento del clima.

Los factores naturales que hay que considerar para comprender la navegación antigua son, en primer lugar, la topografía de las costas Mediterráneas, las posibilidades de refugio que ofrecían y las posibilidades de orientarse en el mar antes de la invención de la brújula; en segundo lugar, sus condiciones meteorológicas y oceanográficas, el régimen de vientos y de corrientes que facilita la navegación en determinadas direcciones y la dificulta o imposibilita en otras, y el efecto del oleaje.



**Figura 1.** Principales señas costeras y espacio marítimo comprendido dentro de su visibilidad teórica, según Schüle (1970) e Izquierdo (1996).

El Mediterráneo es un mar único en nuestro planeta. Prácticamente cerrado, excepto en Gibraltar y el Bósforo, se divide en cuencas profundas separadas por penínsulas e islas, generalmente abruptas, que en días claros permiten disponer de referencias visuales para la navegación hasta distancias considerables.

Estas referencias visuales fueron mejoradas en la antigüedad con la construcción de faros, algunos de los cuales se han conservado hasta la actualidad. Hay faros romanos por todo el Mediterráneo y también en las costas atlánticas del imperio (Peña, 2005), de modo que también tenía que haberlos en nuestra costa mediterránea, aunque la evidencia arqueológica sea por ahora escasa.

No siempre es posible navegar con buena visibilidad. Las diferencias de humedad y temperatura entre el agua, la tierra y el aire causan a menudo brumas y nubes estacionarias que indican dónde están las montañas y las costas aunque no se vean. Pero también pueden desorientar completamente al navegante. Si no es posible ver la posición del sol o de las estrellas, mantener un rumbo es imposible.

En días excepcionalmente claros, es perfectamente posible observar referencias terrestres desde prácticamente cualquier punto del Mediterráneo Occidental. Hay fenómenos de refracción atmosférica de la luz que permiten ver montañas

situadas mas allá de la visibilidad directa, como el famoso ejemplo de los avistamientos del monte Canigó desde Marsella, a 263 kilómetros de distancia. En estas condiciones, es muy fácil determinar el rumbo exacto hacia Mallorca desde Barcelona, o el de Ibiza desde el Cabo de la Nao. En días de visibilidad normal, bastará con mantener ese rumbo mediante la observación de la posición del sol y de las estrellas. Si el cielo se encapota, a falta de otros puntos de referencia, el único indicador del rumbo será la dirección del propio viento y de las olas.

Los antiguos reconocían ocho vientos y, por lo tanto, ocho rumbos, aunque tenían nombres específicos para otros intermedios (Vitruvio, *De Architectura*, I.6; Pomey 1995). No es posible pedir más precisión a un timonel que trabaja sin brújula. Si se desea ir hacia el norte, por ejemplo, mantendrá el sol por la banda de estribor por la mañana, a popa al mediodía, y por la banda de babor por la tarde. Por la noche, mantendrá la proa hacia las Osas (Medas 2004). Era imposible calcular la deriva, ni evitar márgenes de error de hasta 15 o 20°. Esto se llama navegación a estima. En el momento de la travesía en que el navegante veía alguna señal terrestre conocida, podía rectificar el rumbo en dirección a su verdadero destino. Por precaución elemental, si había que seguir la costa se haría guardando la máxima distancia posible, sin perder las referencias de orientación.

Las costas que conocieron los navegantes antiguos eran considerablemente distintas a las actuales. Por de pronto, eran mucho más recortadas que en la actualidad, como resultado de la gran subida del nivel del mar que se produjo al final de la glaciación de Würm, conocida como transgresión Flandriense. En el Rosellón (Tushingham y Peltier 1992) se ha estimado que, hace tan sólo 12.000 años, el nivel del mar era 70 metros inferior al actual. Hace 6.000 años todavía estaba a 12 metros por debajo, y la estabilización en el nivel actual se debía producir entre la edad del Bronce y el cambio de Era.

Como resultado de esta subida del nivel del mar, los deltas y valles bajos de ríos y arroyos quedaron inundados, creando estuarios donde se empezaron a formar nuevos deltas, albuferas y lagunas delimitadas por cordones de sedimentos. Los importantes cambios de la línea de costa desde la Antigüedad están siendo estudiados arqueológicamente desde los primeros trabajos de los años 80 en Andalucía (Hoffman 1988) y la desembocadura del Llobregat (Izquierdo 1986). Los actuales deltas se han formado todos a partir de la Alta Edad Media, y plantean un verdadero reto arqueológico en la localización de antiguas líneas de costa e instalaciones portuarias (Izquierdo 2009).

Estos estuarios, actualmente colmatados, ofrecían muchos más refugios naturales que en la actualidad, lo que sin

duda favoreció el desarrollo de la navegación marítima. En época romana, la costa estaba jalonada por ciudades portuarias en las que los barcos y los comerciantes debían de encontrar refugio y servicios: Rhode, Emporiae, Blanda, Iluro, Baetulo, Barcino, Tarraco, Dertosa, Valentia, Dianium, Alonis, Lucentum, Portus Illicitanus, Carthago Nova,... (Izquierdo 2009 y 2009b). La arqueología portuaria todavía tiene mucho futuro en nuestro país. Los trabajos que actualmente está haciendo el equipo de Simon Keay en Tarragona, por ejemplo, prometen resultados espectaculares. Hay que considerar que la situación de algunas de estas ciudades es inmediata a las escasas vías fluviales que serían navegables en la Tarraconense: el río Ebro, los tramos bajos del Ter, el Fluvià y el Llobregat, y los estuarios de los demás ríos (Izquierdo 1990).

La mayor parte de la redistribución de los sedimentos a lo largo de la costa, dándole cada vez un perfil más rectilíneo, es realizada por la corriente general del Mediterráneo Occidental, que peina toda la costa en el sentido contrario al de las manecillas del reloj. Esta corriente es profunda y prácticamente no afecta a la navegación, en cuanto sus efectos en superficie se ven modificados por el viento reinante. No es el caso de la región del Estrecho, donde la diferencia de nivel causada por la evaporación del Mediterráneo genera una corriente muy intensa, que frenará a las embarcaciones que naveguen hacia el Atlántico y acelerará las que vayan hacia el Mediterráneo.

En cualquier caso, hay que tener presente que el navegante tiene una concepción espacial inversa respecto a la gente de tierra. La percepción del espacio mediterráneo en la antigüedad ha sido tratada recientemente por Kowalsky (2012). Aunque se atribuye la creación de la primera carta de navegar a Marino de Tiro en el siglo I d.C., no parece que su uso fuese generalizado (Pujol 2008).

También hay que recordar que los navegantes de la Antigüedad llevaron a término exploraciones fuera del Mediterráneo que demuestran sus enormes capacidades marineras: Pitheas e Himilcón exploraron el Atlántico Norte hasta el círculo polar (Salviat 2003, Pujol 2008), y Hanón las costas de África hasta el río Senegal; y que por lo menos desde época imperial se disponía de un Periplo del Mar Eritreo que contenía consejos náuticos para navegar hasta la India (Vallerin 1978).

### *Mare apertum, mare clausum*

Según nos detalla Vegecio, a efectos náuticos el año se dividía entre el *Mare clausum*, mar cerrado, que empezaba el 11 de noviembre, y *Mare apertum*, la temporada de navegación, que se inauguraba el 11 de marzo con la procesión del *Navigium Isidis*, tan bellamente descrita en la Meta-

morphosis de Apuleyo (*Met.* 11.16–17). El mismo Vegecio recomendaba restringir las maniobras navales al período comprendido entre el 27 de mayo y el 14 de septiembre (*Epitoma rei militaris* 4.39).

La efectividad de este calendario náutico ha sido discutida y matizada por numerosos autores, y en opinión de Beresford (2013) sería aplicable básicamente a las naves de guerra, muy sensibles al oleaje, mientras que las grandes naves de comercio podrían capear los temporales invernales en alta mar, y embarcaciones menores podían aprovechar períodos favorables para hacer pequeños transportes. Siendo posible este tipo de navegación, en las fuentes se cita como excepcional, y habría que enmarcarla en las condiciones marítimas que se dan en los meses invernales, con temporales virulentos de levante y de tramontana contra los que no es posible navegar de bolina y que empujan directamente contra la costa; cielos cubiertos y brumas que dificultan la orientación; y períodos de calmas absolutas seguidos de vientos de rumbo imprevisible.

Beresford (2013) señala que una ola de solo dos metros de altura podía acabar con una flota de galeras. La longitud de estos barcos, y su escaso puntal y calado, implicaría su inmediato naufragio en caso de temporal.

### *Vientos, olas y corrientes*

No es posible comprender el funcionamiento de la navegación en época antigua sin conocer el comportamiento de la climatología, poniéndola en relación con las capacidades y limitaciones técnicas de las naves de la época (Trevor 1983; Ruiz de Arbulo 1990; Díes 1994 y 2004; Guerrero 2004; Izquierdo 1996; Braemer 1998; Moreno 2005; Mauro 2013).

Hay cuatro factores que determinan la climatología general del Mediterráneo: las masas de aire tropical continental formadas en el norte de África, las masas de aire polar continental procedentes de Rusia, las masas de aire atlánticas de origen subpolar y la alta temperatura de la superficie del mar, que origina una gran evaporación.

En verano, el anticiclón de las Azores se sitúa sobre el Mediterráneo Occidental, de forma que las borrascas originadas en el frente polar suelen seguir trayectorias muy septentrionales, afectando a lo sumo el golfo de León. Cuando domina el anticiclón, se produce un régimen de tipo tropical que se caracteriza por la estabilidad atmosférica, con brisas de tierra nocturnas y brisas de mar diurnas que, en algunas zonas, pueden llegar a frecuencias del 80 al 90% de los días. Las brisas de mar pronunciadas aumentan bruscamente al aproximarse el verano y su fuerza se incrementa cuando coinciden con corrientes generales, con costas montañosas

y en contacto con corrientes marinas frías y con llanuras que penetran en el mar. Las brisas pierden fuerza a pocas millas de la costa. En alta mar, suelen seguir el curso solar con 90° de retraso.

El invierno es la temporada del mal tiempo, con temporales peligrosos que suelen ser de levante o de norte. Entre ambas estaciones, se dan dos fases de transición muy inestables: en primavera se producen contactos súbitos entre masas de aire frías y cálidas, mientras que en otoño el aire superficial húmedo y caliente asciende hasta entrar en contacto con capas frías formando tempestades muy peligrosas.

Las borrascas se forman cuando una bolsa de aire templado queda incrustada en aire polar y crea una ola de presión que arrastra detrás un frente frío. En el hemisferio norte tienden a girar sobre sí mismas en sentido contrario a las agujas del reloj, y a circular de oeste a este. A su paso, los vientos rolan (Sleight 2005).

Este régimen general viene modulado por la orografía, que genera múltiples microclimas locales en los que los vientos son desviados por efecto de los montes y la distribución de las masas terrestres y marinas. Estudios como el de Belov (2015) sobre las maniobras posibles dentro del puerto de Alejandría deberían de aplicarse al estudio de todos los puertos y fondeaderos romanos, ahora que las estadísticas meteorológicas son tan accesibles para prácticamente cualquier punto de la costa.

La mayoría de las hipótesis sobre cómo afectan estos factores atmosféricos a la arqueología náutica se ha fundamentado, básicamente, en la experiencia práctica, la información histórica de épocas relativamente recientes, datos etnográficos y los derroteros de época moderna y contemporánea. Las fuentes clásicas dan muchas referencias dispersas, pero los autores antiguos, aunque sean testigos, no son jamás marineros.

Los derroteros de la Edad Moderna contienen numerosas indicaciones específicas para embarcaciones impulsadas con vela cuadra, indicando los lugares donde tienen que esperar vientos favorables según el rumbo que quieran tomar. En los más recientes, se ofrece información estadística sobre los vientos en distintos puertos, que muestran distintos grados de direccionalidad durante los meses de navegación antigua. En algunos casos, hay direccionalidades muy fuertes que condicionaban absolutamente los rumbos efectivamente posibles (Izquierdo 1996).

La fiabilidad de estos datos sobre vientos ofrecida por los derroteros, así como su grado de detalle, era relativa. De

hecho, las series bien sistematizadas de direcciones y velocidades exactas en un número de observatorios suficiente para construir un modelo general tienen poco más de veinte años.

Últimamente se han puesto a disposición de los investigadores todos los datos brutos disponibles y datos estadísticos desde 1958, tanto en formato WMS para ser utilizados en Sistemas de Información Geográfica, como mediante visores específicos. En este sentido, es especialmente interesante para los arqueólogos la consulta de datos históricos mediante el visor de la página web de Puertos del Estado<sup>3</sup>. Mediante ese visor es posible obtener todo tipo de gráficos estadísticos para una infinidad de puntos, incluyendo los de vientos y oleaje. Para preparar este artículo, se solicitaron datos precisos de vientos al Institut Cartogràfic de Catalunya, y facilitaron las lecturas cada media hora de velocidad media del viento, dirección media, dirección y velocidad de la racha máxima en trece observatorios de la costa, lo que permite observar con todo detalle la dificultad de encontrar vientos favorables concatenados para desplazarse directamente entre las ciudades costeras y las vías fluviales.

Una batería de datos de este calibre, analizada correctamente mediante un sistema de información geográfica, permitiría verificar y revisar nuestras concepciones sobre las rutas de navegación antiguas. Se trata, en todo caso, de un proyecto que excede la ambición de esta ponencia, y que probablemente se deba de desarrollar desde un equipo pluridisciplinar y con la ayuda de las herramientas informáticas necesarias para analizar los millones de registros que la administración pone actualmente a nuestra disposición.

Simplemente analizando someramente los datos, es posible percibir hasta que punto son mayoritarios los días adversos para la navegación, incluso durante el *mare apertum*.

En primer lugar, hay que considerar las calmas. Sin viento no hay fuerza motriz, y es impensable mover embarcaciones mercantes a remo, excepto en maniobras portuarias. En buena parte de la costa mediterránea, las calmas pueden reinar hasta el 15% del tiempo estival, a menudo alternadas con vientos muy débiles, de dirección variable. Entre calmas y vientos de fuerza 1, durante un 40% del tiempo de navegación, o más, es imposible navegar a vela a más de dos nudos. La proporción de calmas disminuye si nos acercamos al estrecho de Gibraltar, donde la diferencia térmica entre el Mediterráneo y el Atlántico impone un régimen de vientos bidireccional. O sopla viento de levante, o sopla de poniente, pero casi siempre habrá viento.

<sup>3</sup> <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

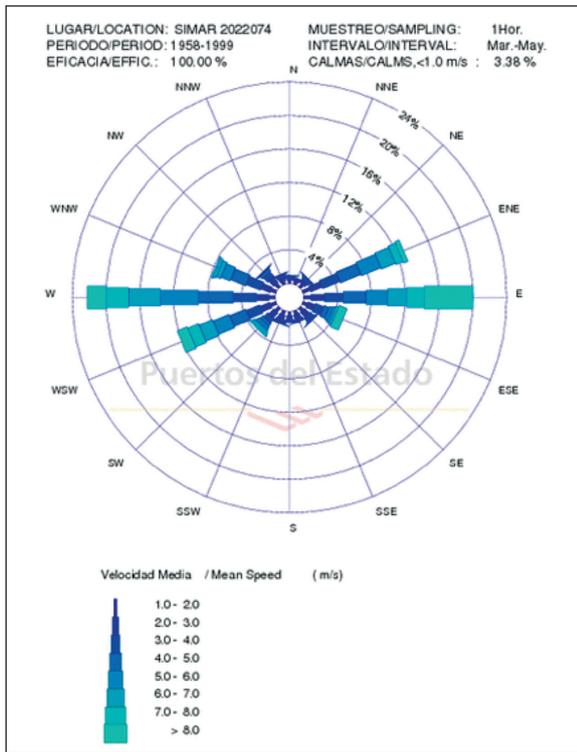


Figura 2A. Estrecho de Gibraltar, media 2006-2016. PRIMAVERA.

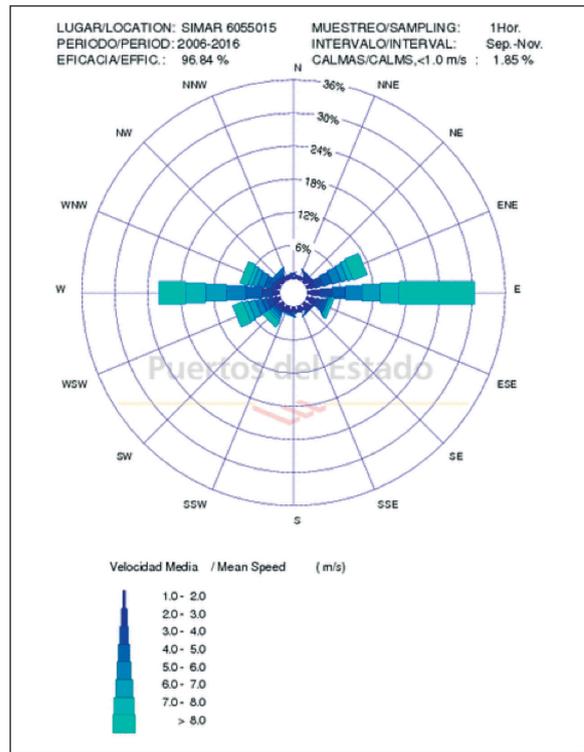


Figura 2C. Estrecho de Gibraltar, media 2006-2016. OTOÑO.

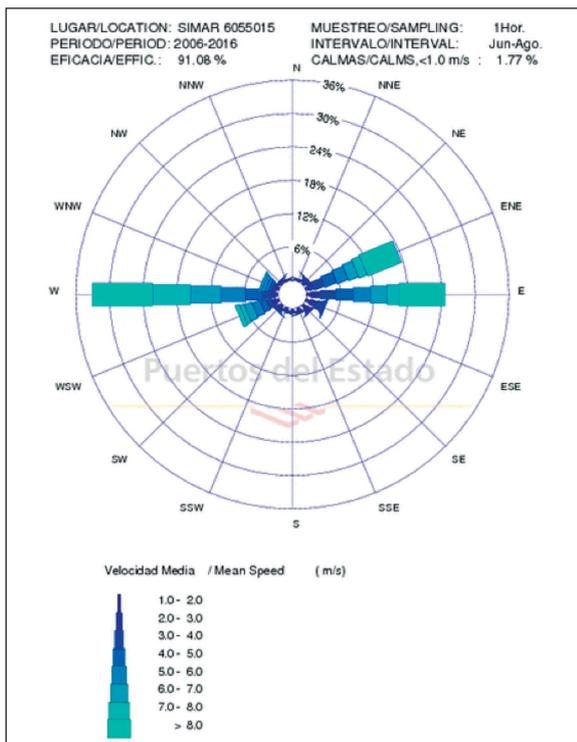


Figura 2B. Estrecho de Gibraltar, media 2006-2016. VERANO.

Esta direccionalidad del viento en el Estrecho de Gibraltar facilita atravesar el Estrecho en ambos sentidos, este-oeste, y oeste-este, y también el paso entre continentes, pero hay que observar que buena parte de los vientos que vamos a encontrar aquí es demasiado fuerte para la navegación.

Hay que considerar como aprovechables para navegar con una nave antigua de vela cuadrada, únicamente los vientos de popa (Izquierdo 1996; Whitewright 2008 y 2009). Como dice Hesíodo (*Los trabajos y los días*, 644), “confía tus mercancías a naves grandes. Cuanto mayor sea su carga, mas considerables serán tus ganancias, siempre que retengan su soplo los vientos contrarios”.

Hay regiones y temporadas en los que la navegación en una cierta dirección es tarea casi imposible. Veamos, por ejemplo, el régimen de vientos del golfo de Valencia durante el verano: las probabilidades de encontrar un viento que permita adentrarse en la mar en dirección este son realmente muy bajas. Además, los vientos dominantes del primer y segundo cuadrante levantan oleaje dificultando la navegación del través y hacen imposible remontar el viento. En situación de estabilidad meteorológica, la meseta actúa como un auténtico horno, calentando masas de aire que al ascender atraen fuertes brisas marinas. Los terrales, vientos adecuados para

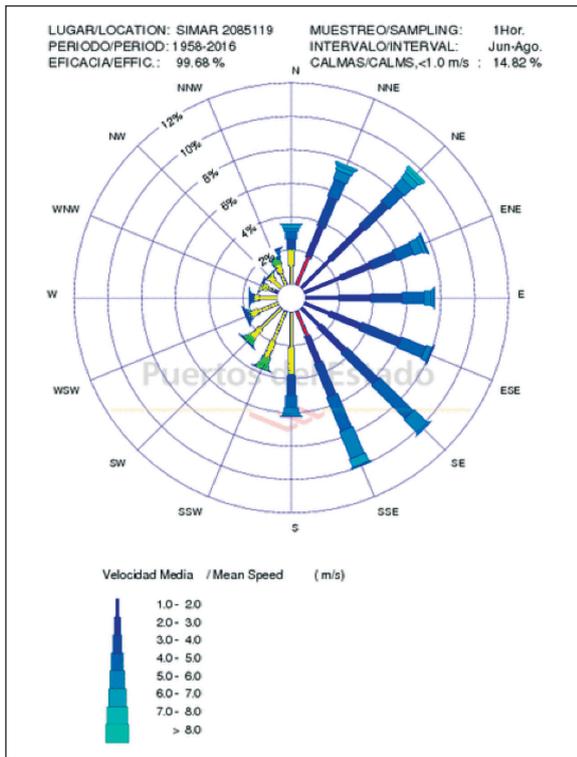


Figura 3. Golfo de València, media 1958-2016, verano. Se han coloreado los vientos que permitirían la salida directa hacia el Este.

zarpar y tomar mar duran muy poco tiempo, al amanecer, y solo es eficiente navegar costeano, con riesgo de colisión con la costa si el viento arrecia.

Los datos estadísticos disponibles actualmente nos permiten disponer de rosas de los vientos para prácticamente cualquier punto del Mediterráneo y para el período que se desee. Esta selección de puntos con sus medias estadísticas durante la primavera permite apreciar la fuerte direccionalidad de los vientos en la mayoría de zonas, con la excepción de las Baleares, que disponen con regularidad de vientos procedentes de todos los cuadrantes.

Durante la primavera los vientos que encontramos en el Mediterráneo Occidental pueden ser, según la zona, omnidireccionales (Barcelona, València, Baleares), bidireccionales (Gibraltar, Cabo de Gata, Iol Cesarea, Marsella), o fuertemente direccionales, como es el caso de las zonas del cabo de Creus y la desembocadura del Ebro, con vientos dominantes de componente norte; o el estrecho de Bonifazio con vientos de poniente. Es el momento ideal para viajar hacia Italia por la vía directa, mientras que la ruta inversa será mas fácil siguiendo la costa norte.

Durante el verano, en general, se incrementa la direccionalidad de los vientos mas frecuentes. Es difícil encontrar buenas condiciones para doblar los cabos de Creus, de Palos



Figura 4. Rosas de los vientos en el Mediterráneo Occidental durante la primavera. Medias 1958-2016.



Figura 5. Rosas de los vientos en el Mediterráneo Occidental durante el verano. Medias 1958-2016.



Figura 6. Rosas de los vientos en el Mediterráneo Occidental durante el otoño. Medias 1958-2016.

y de Gata en dirección norte, o adentrarse hacia el levante desde los golfos de San Jordi y de València. Si se consigue alcanzar la proximidad de las Baleares, se puede navegar hacia cualquier punto de la costa continental.

En otoño, el paso de las borrascas y el fin del régimen de brisas incrementa la direccionalidad norte de los vientos en algunos puntos, como el Cabo de Creus, la desembocadura del Ebro o Menorca, mientras que en otras zonas como el golfo de València los vientos se hacen más diversos.

En las últimas décadas, en este campo, la arqueología marítima ha reproducido el estéril debate entre determinismo y posibilismo que mantuvo entretenidos a los geógrafos un siglo antes. Han argumentado posiciones más o menos deterministas, en distintos grados, Rougé (1981), Ruiz de Arbulo (1990), Pryor (1995), Izquierdo (1996), Braudel (1998), Moreno (2005), Whitewight (2008 y 2009) o Mauro (2013). Otros autores han puesto de relieve la capacidad del ingenio humano como vencedora de cualquier dificultad, como Arnaud (2005 y 2011), Abulafia (2011) o Cerezo (2013), que afirma que “la historia de la relación de hombre con el Mediterráneo no está determinada por unas condiciones naturales estrictas [...], sino que más bien es una historia donde la habilidad e inteligencia desafían esas condiciones”.

Tenemos que acordar que la capacidad humana para superar dificultades es enorme. Pero también hay que entender que hay situaciones en las que es imposible la navegación en determinadas direcciones, por efecto de vientos, corrientes u oleaje, otras en las que es muy difícil o imposible la navegación en cualquier caso y todavía otras, las calmas y los vientos flojos, en las que sólo es posible moverse a remo. En general, la bibliografía actual sobre navegación a vela (Sleight 2005) considera que únicamente son aprovechables los vientos entre fuerza 1 (1-3 nudos, entre 0,5 y 2 m/sg) y 5 (17-21 nudos, 6,6-8,7 m/sg). Esta última fuerza del viento quedaría reservada a navegantes expertos, pero hay que suponer que los marinos de la Antigüedad lo eran. Las velocidades del viento adecuadas para navegar con soltura quedarían limitadas a fuerza 2, 3 y 4 de la escala de Beaufort. Cuando los vientos fuertes proceden del mar, el oleaje que provocan puede mantenerse fuerte e impedir la navegación costera. Esto implica que incluso en los mejores períodos estivales, en muchas zonas las condiciones desfavorables impidan la navegación durante un tercio del tiempo.

Ante la aparición súbita de un temporal, el navegante antiguo estaba obligado a correrlo, por lo que cualquier navegante prudente se mantendría tan alejado como fuese posible de la costa situada a sotavento. Como observa Díes

Cusí (2004, p.65) para la navegación fenicia, “navegar con vela cuadra pegado a la costa es **muy peligroso**<sup>4</sup> y el buen marino lo evitará siempre que pueda si no quiere poner en riesgo buque, tripulación y mercancía”.

Hay que considerar que si un temporal empujaba una embarcación hacia la costa, el único modo de capearlo era mediante las anclas, dejándolas colgando con la esperanza que agarren en el fondo y resistan la fuerza de los elementos. No es extraño que se hallen tantas cerca de costas rocosas y en muchos pecios.

Las rutas que proponen Díes Cusí (1994 y 2004) y Guerrero (2004) para la navegación arcaica en el Mediterráneo Occidental, y el uso generalizado de la navegación de altura ya desde la protohistoria, parecen aplicables a la navegación posterior. Contrastar su funcionalidad real con los datos existentes actualmente mediante la aplicación de un Sistema de Información Geográfica en el que se considere la evolución detallada de los vientos en condiciones reales permitiría ver hasta qué punto eran posibles, imposibles, fáciles, difíciles, rápidas, lentas, seguras o peligrosas cada una de las rutas marítimas. Ambos autores ponen de relieve el papel de redistribución de rutas que tuvieron las islas del Mediterráneo, especialmente Ibiza y Sicilia. Por ejemplo, el viaje hacia oriente de Carthago a Tiro costearo África se estima que podía costar a los navegantes fenicios hasta 41 días de navegación, mientras que se podía hacer en 25 días pasando por el sur de Sicilia (Díes Cusí 1994). El viaje inverso siguiendo la costa africana, en cambio, se podría hacer en 20 días o quizás menos, dada la predominancia del levante. En este contexto actuaría también como nodo la isla de Pantellería (La Rocca 2012).

#### **Los conocimientos náuticos de los marinos antiguos**

Aún hoy los buenos marinos pueden estimar con facilidad la fuerza del viento por la formación de crestas blancas en las olas. Cuando las crestas blancas proliferan, el viento tiene fuerza 5 y hay que empezar a pensar en buscar refugio

Una buena observación del cielo bajo permite pronosticar cual será el tiempo y la dirección del viento en las próximas horas, mientras que la parte alta del cielo facilita pistas sobre el tiempo que vendrá posteriormente. El acercamiento de una borrasca suele ir precedido por la aparición de finas capas de cirros formando barreras, que por su dirección y velocidad permiten estimar las características del temporal entre 12 y 24 horas antes de su llegada. La aproximación del frente cálido se nota luego por la

<sup>4</sup> Negrita del autor.

formación de cirroestratos, que forman un halo alrededor del sol y la luna. El viento rola normalmente en el sentido contrario a las agujas del reloj, normalmente al E o SE, y después empieza a llover y se pierde toda la visibilidad (Sleight 2005).

También las olas suelen anunciar con tiempo suficiente la entrada de vientos de mar, de modo que un aumento del oleaje procedente de una dirección distinta a la del viento actual nos suele informar de un cambio inminente de las condiciones meteorológicas. Otros anuncios de la entrada de mal tiempo corresponden a la formación de nubes sobre determinados montes y zonas muy concretas

A partir de un trabajo de campo etnográfico con los pescadores de las islas Eolias, Cuisenier (2001) pone en duda la base científica de la relación entre vulcanismo y predicción del tiempo que aparece en varias fuentes clásicas desde la Odisea. Es posible que en realidad tanto las fuentes como los pescadores eolios no utilizaran las fumarolas como indicio de cambio de tiempo, sino las nubes estacionarias que en ocasiones se forman en orografías abruptas, como suele ser el caso de los volcanes, pero también de muchas otras elevaciones.

Aparte de sus capacidades de observación, los navegantes antiguos empleaban un único instrumento de navegación, del que tengamos información, el escandallo, pieza cóncava de plomo que permitía conocer la profundidad y las características del fondo antes de echar el ancla, y para valorar el riesgo de embarrancar en la aproximación a la costa y en condiciones de mala visibilidad (Pomey 1997; Pujol 2008). En esas condiciones, para evitar chocar contra otras embarcaciones, está documentado el empleo de bocinas hechas con el molusco conocido como cuerno marino (*Charonia lampas*, Nieto y otros 1989).

Con respecto a la orientación astronómica, Estrabón (XVI, 23-24) atribuye a los sidonios, o sea a los fenicios, el desarrollo de las técnicas de navegación astronómica, que en su caso se basaba en la posición de la Osa Menor, en contraste con los navegantes griegos, que según las fuentes solían fijarse en la Osa Mayor. Sobre este tema son muy interesantes los trabajos de Stefano Medas (2000, 2004 y 2008), que a partir de la arqueoastronomía define las áreas en las que era posible durante la Antigüedad observar las Osas en posición circumpolar.

En la Antigüedad, el eje de rotación de la tierra no coincidía con ninguna estrella. Ambas Osas giraban alrededor de un punto negro en el espacio. Medas (2004) nos aclara que la Osa Menor podía llegar a desviarse del norte verdadero hasta 12°, y que la navegación antigua, cuando se perdían de vista las referencias costeras, no se basaba en la determinación de la posición exacta sobre una carta marina, sino

en una estima de carácter difuso basada en el rumbo, las condiciones del mar, la fuerza del viento y la duración media del viaje, en base a la experiencia, la práctica y el sentido marino de los navegantes.

En cualquier caso, es difícil e impreciso navegar a vela fijando un rumbo solamente con la posición del sol y de los astros. La brújula y la navegación instrumental han hecho caer en el olvido el grado de dificultad de las responsabilidades del timonel, y existen conocimientos que sólo podríamos recuperar si intentamos redescubrirlos con la arqueología experimental.

A la dificultad de mantener un rumbo fijo, hay que añadirle la compensación de la deriva lateral causada por el empuje del viento. Y tener siempre en consideración la necesidad de ganar barlovento en tramos difíciles, como el Cabo de la Nau o el golfo de València, en los que es fácil quedar a la deriva. Los derroteros anteriores al vapor insisten en este hecho, que impedía el cabotaje siguiendo la línea de costa y acercaba las rutas hacia las Baleares.

Este papel de nodo de rutas marítimas que tenían que ejercer las Baleares y las Pitiüses (Moreno 2005), agraciadas por sus regímenes de vientos, tiene que ser considerado cuando se plantean hipótesis sobre la organización del comercio marítimo antiguo o sobre la ruta que siguió una determinada embarcación en función de su cargamento. Si la mayoría de los viajes, entre norte y sur, y también entre la Península Ibérica y la Itálica, se hacían pasando por las islas o cerca de ellas, es seguro que, por lo menos en determinados momentos, su papel en la redistribución de productos fue mucho más importante de lo que dan a entender los materiales de origen balear hallados en las costas.

Pero también es posible que en otros períodos hicieran como el *Pablo Sensat* ante Brasil, vislumbraran el Puig Major o el Toro para después poner rumbo a otra parte. La respuesta nos la va a dar la arqueología submarina.

### Bibliografía

ABULAFIA, D. (2011): *The Great Sea: A Human History of the Mediterranean*, Oxford University Press, Oxford.

AGUELO, Jordi y PONS, Octavio (2011): "El derelicto de Binissafüller. Amics del Museu de Menorca, Campaña del 2011". Disponible en: <http://www.cime.es/WebEditor/Pagines/file/Ambit/Gener2012/EL%20DERELICTE%20DE%20%20BINISSAF%20C3%9ALLERcorregit.pdf> [consulta agosto 2013].

ALVES, Francisco J.S. (1986): "A piroga monóxila de Geraz do Lima", en *O arqueólogo português*, IV, 4, p. 209-234.

ARNAUD, Pascal (2005): *Les routes de la navigation antique: Itinéraires en Méditerranée*, Éditions Errance, Paris.

ARNAUD, Pascal (2011): “Ancient sailing-routes and trade patterns : the impact of human factors”, en *Maritime archaeology and ancient trade in the Mediterranean. Oxford: School of Archaeology*, University of Oxford, p. 61-80.

ARNAUD, Pascal (2011b): “Sailing 90 degrees from the wind : norm or exception?” en *Maritime technology in the ancient economy. Ship design and navigation. Portsmouth (Rhode Island), Journal of Roman Archaeology*, pp. 147-160.

BASCH, Lucien (1972): “Ancient wrecks and the archaeology of the ships”, en *IJNA*, 1.3, p. 1-58.

BASCH, Lucien (1996): “La voile latine, son origine, son évolution et ses parentés arabes”, en TZALAS, H. (ed.), *Tropis VI, 6th International Symposium on Ship Construction in Antiquity*, Atenas, p. 55-85

BELOV, Alexandre (2009): “The Shipwrecks of Heracleion-Thonis: An Overview”, en BELOVA, G. A. (ed.): *Achievements and problems of modern Egyptology. Proceedings of the international conference. September 29-October 4, 2009, Moscow*, Moscú, p.107-118.

BELOV, Alexandre (2015): “Navigation within the Great Harbor of Greco-Roman Alexandria”, en *Essays in Honour of Galina A. Belova*, Moscú, p. 45-72. Disponible en: [https://www.academia.edu/3775330/Navigation\\_within\\_the\\_Great\\_Harbor\\_of\\_Greco-Roman\\_Alexandria](https://www.academia.edu/3775330/Navigation_within_the_Great_Harbor_of_Greco-Roman_Alexandria) [Consulta 23/2/2017].

BERESFORD, James (2013): *The Ancient Sailing Season*, Leiden.

BOSCH, Josep (2012): “Producir, distribuir y redistribuir”, en *Congrés Internacional Xarxes al Neolític – Neolithic Networks, Rubricatum. Revista del Museu de Gavà*, 5, p. 575-579.

BOST, Jean-Pierre; CAMPO, Marta; COLLS, Dalí; GUERRERO, Víctor & MAYET, Françoise: *L'épave Cabrera III (Majorque)*, Paris, 1992.

BRAUDEL, Fernand (1998): *Memorias del Mediterráneo: Prehistoria y Antigüedad*, Cátedra, Madrid.

BRUNI, Stefano (ed.) (2000): *Le navi antiche di Pisa. Ad un anno dall'inizio delle ricerche*, Pisa.

CAMPBELL, I.C. (1995): “The latin sail in World History”, en *Journal of World History*, 6, 1, p. 1-23.

CASSON, Lionel (1971): *Ships and seamanship in the Ancient World*, Princeton.

CEREZO ANDREO, Felipe (2013): “Los condicionantes náuticos en la comprensión de los contextos arqueológicos subacuáticos”, *I Congreso de Arqueología Náutica y Subacuática Española*, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Cartagena, p. 442-458.

CLARK, P. (2004): *The Dover Bronze Age Boat*, Swindon.

CUISENIER, Jean (2001): “Pratiques nautiques et cosmologie : l’Odyssee d’Homère revisitée”, en *Ethnologie française*, 31, 4, p. 725-739. Disponible en: <http://www.cairn.info/revue-ethnologie-francaise-2001-4-page-725.htm> [Consulta: 3 de diciembre de 2016].

DE HOZ, Javier (1999): “Los negocios del señor Heronoiyos. Un documento mercantil, jonio clásico temprano, del Sur de Francia”, dins LOPEZ PÉREZ, J.A. (ed.): *Desde los poemas homéricos hasta la prosa griega del siglo IV d.C.*, Madrid, p.61-90.

DÍAZ DEL RIO RECACHE, José (2004): “El Periplo de Hannón”, en PEÑA, V., WAGNER, C.G. y MEDEROS, A. (eds.): *La navegación fenicia. Tecnología naval y derroteros. Encuentro entre marinos, arqueólogos e historiadores*, Centro de Estudios Fenicios y Púnicos, Madrid, p. 155-178.

DÍES CUSÍ, Enrique (1994): “Aspectos técnicos de las rutas comerciales fenicias (s. IX-VII a.C.)”, en *Archivo de Prehistoria Levantina*, 21, p. 311-336.

DÍES CUSÍ, Enrique (2004): “Los condicionantes técnicos de la navegación fenicia en el Mediterráneo Oriental”, en PEÑA, V., WAGNER, C.G. y MEDEROS, A. (eds.): *La navegación fenicia. Tecnología naval y derroteros. Encuentro entre marinos, arqueólogos e historiadores*, Centro de Estudios Fenicios y Púnicos, Madrid, p. 55-84.

FROST, Honor (1981): “Lylibaeum. The Punic Ship: Final Excavation Report”, en *Notizie degli Scavi di Antichità*, vol. XXX (Supl.), Roma.

FUGAZZOLA-DELPINO, M.A. y MINEO, M. (1995): “La piroga neolítica del Lago di Bracciano (“La Marmotta I”)”, en *Bullettino di Paleontologia Italiana*, 86, IV, 197-288.

GASSEND, Jean-Marie (1982): *L'épave antique du Ladyon*, Marsella.

GASSEND, Jean-Marie y CUOMO, Jean-Pierre: “La construction alternée des navires antiques et l’épave de la Bourse à Marseille”, en *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 15, 1982, p.263-272.

GILLESPIE, Richard (2002): “Dating the First Australians”, *Radiocarbon*, 44 (2), p. 455-472.

GUERRERO AYUSO, Víctor M. (2004): “Las Islas Baleares en los Derroteros del Mediterráneo Central y Occidental”, en PEÑA, V., WAGNER, C.G. y MEDEROS, A. (eds.): *La navegación fenicia. Tecnología naval y derroteros. Encuentro entre marinos, arqueólogos e historiadores*, Centro de Estudios Fenicios y Púnicos, Madrid, p. 85-134.

HOFFMAN, G. (1988): *Holozänstratigraphie und Küstenlinienverlagerung in der andalusischen Mittelmeerküste*, Bremen.

IZQUIERDO, Pere (1986): *L'ancoratge de les Sorres, sota el delta del llobregat, dins l'economia antiga*, Tesis de Licenciatura, Universidad de Barcelona.

IZQUIERDO, Pere (1990): “Liaisons entre navigation maritime et fluviale en Tarraconaise: les exemples de Les Sorres et Dertosa” en *Le commerce maritime romain en Méditerranée Occidentale*, (Barcelona, 1988), Louvain-la-Neuve, PACT 27, II.7, p.189-199.

IZQUIERDO, Pere (1994): “Una aproximació al tràfic comercial de la Província Hispània Citerior a partir dels derelictes”, en *XIV Congrès Internacional d'Arqueologia Clàssica*, Tarragona, (1993), vol. 2, p. 215-216.

IZQUIERDO, Pere (1996): “Los condicionantes de la navegación en la Antigüedad: una aproximación al caso de la Provincia Hispania Citerior mediterránea”, en *I Simposio de Historia de las técnicas. La construcción naval y la navegación*, Santander, (1995), p. 299-306.

IZQUIERDO, Pere (1997): “Barcino i el seu litoral: una aproximació a les comunicacions marítimes d'època antiga a la Laietània”, en ROCA, J. (ed.): *La formació del cinturó industrial de Barcelona*, BCN Biblioteca Històrica, 1, Proa-Ajuntament de Barcelona, Barcelona, (1995), p.13-21.

IZQUIERDO, Pere (2008): “Tarragona dins la xarxa portuària romana. Una aproximació”, en *Citerior. Arqueologia i Ciències de l'Antiguitat*, núm. 4, 2008, p. 55-77.

IZQUIERDO, Pere (2009): “Els ports del litoral tarraconense i el seu paper en el comerç del vi”, en *El vi tarraconense i laietà: ahir i avui*, Tarragona, p.179-191.

IZQUIERDO, Pere (2009b): “Introducció a l'arqueologia portuària de la Tarraconense”, en CAU, M.A. y NIETO, X. (eds.): *Arqueologia Nàutica Mediterrània*, Barcelona.

JENKINS, Nancy (1980): *The boat beneath the pyramid: King Cheops' royal ship*, Nueva York.

JÉZÉGOU, Marie-Pierre (1985): “L'épave II de l'anse Saint-Gervais à Fos-sur-mer”, en *1st International Symposium on Ship Construction in Antiquity*, Atenas, p. 297.

KATZEV, M. (1971): “The Kyrenia shipwreck: a fourth century B.C. Greek merchant ship”, en *Marine Archaeology*, Colston Papers, 23, p. 339-355.

KINGSLEY, S. (2002): *A Sixth-Century AD Shipwreck off the Carmel Coast, Israel. Dor D and Holy Land Wine Trade*, BAR Int. S. 1065, Oxford.

KOWALSKI, Jean-Marie (2012): *Navigation et géographie dans l'Antiquité gréco-romaine : la terre vue de la mer*, Picard, Paris.

LANDSTRÖM, Björn (1970): *Ships of the Pharaohs: 4000 Years of Egyptian Shipbuilding*, Doubleday & Company, Inc., Nueva York.

LA ROCCA, R. (2012): “La navigazione antica nel Canale di Sicilia: Condizioni, tecniche e direttrici”, en ABELLI, L. (de.): *Archeologia Subacquea a pantelleria “de Cossurensibus et Poenis Egit...”*, Ante quem soc. coop, Bologna, p. 63-72.

LEJEUNE, M.; POUILLOUX, J. y SOLIER, Y. (1990): “Étrusque et ionien archaïques sur un plomb de Pech Maho (Aude)”, en *RAN*, 21, p.19-59.

LIU, Bernard y CORSI-SCIALLANO, Martine (1985): *Les épaves de Tarraconaise à chargement d'amphores Dressel 2/4*, en *Archaeonautica*, 5, p.5-178.

MCGRAIL, Sean; GROSSMAN, Eva; DE LACY, Gavin, GOODWIN, Peter y MILLER, Robert (1997): “Early frame-first methods of building wooden boats and ships”, en *The Mariners Mirror*, 83.1, p. 76-94.

MARLIER, Sabrina; SCIALLANO, Martine; CARRÉ, Marie-Brigitte y otros (2008): *Les épaves à Dolia*, en *Archaeonautica*, 15, p.113-197.

MASÓ, Sara (2009): *Els mars del meu avi*, Noray, Barcelona.

MASSÓ Y GARCÍA FIGUEROA, J.M. (1992): *Barcos de Galicia*, Pontevedra.

MAURO, Chiara Maria (2013): “La navigazione fenicia lungo le coste della Penisola Iberica (ix-vii sec. a.C.): difficoltà tecniche e scelte portuali”, en *I Congreso de Arqueología Náutica y Subacuática Española*, Cartagena 14, 15 y 16 de Marzo de 2013, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid, p. 26-35.

MEDAS, Stefano (1998): “*Siderum observationem in navigando Phoenices (invenerunt)* (Plinio, N.H., VII, 209). Appunti di “navigazione astronomica” fenicio-punica”, en *Rivista di Studi Fenici*, XXVI (2), p. 147-173.

MEDAS, Stefano (2000): “La marineria cartaginese: le navi, gli uomini, la navigazione”, en *Sardegna Archeologica, Scavi e Ricerche*, 2, Sassari.

MEDAS, Stefano (2004): “L’orientamento astronomico: aspetti tecnici della navigazione fenicio-punica tra retorica e realtà”, en PEÑA, V., WAGNER, C.G. y MEDEROS, A. (eds.): *La navegación fenicia. Tecnología naval y derroteros. Encuentro entre marinos, arqueólogos e historiadores*, Centro de Estudios Fenicios y Púnicos, Madrid, p. 42-53.

MEDAS, Stefano (2004b): *De rebus nauticis. L’arte della navigazione nel mondo antico*, L’Erma di Bretschneider, Roma.

MEDEROS, Alfredo y ESCRIBANO, Gabriel (2004): “El Periplo africano del faraón Neco II”, en PEÑA, V., WAGNER, C.G. y MEDEROS, A. (eds.): *La navegación fenicia. Tecnología naval y derroteros. Encuentro entre marinos, arqueólogos e historiadores*, Centro de Estudios Fenicios y Púnicos, Madrid, p. 135-154.

MEDEROS, Alfredo y RUIZ CABRERO, Luis Alberto (2004): *El pecio fenicio del Bajo de la Campana (Murcia, España) y el comercio del marfil norteafricano*, dins “Zephyrus”, 57, p.263-281.

MEIJER, Fik & SLEESWYK, Andre Wegener (1996): *On the construction of the ‘Syracusia’ (Athenaeus V.207-A-B)*, dins “The Classical Quarterly”, NS, 46.2, p.575-578.

MORENO TORRES, Sergio (2005): “Rutas de navegación en el Mediterráneo Occidental: condicionantes atmosféricos y aspectos técnicos de la navegación en la Antigüedad”, en *Mayurqa. Revista del Departament de Ciències Històriques i Teoria de les Arts*, 30, 2, p. 781-799. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/Mayurqa/article/view/122756> [Consulta: 27 de febrero de 2017].

NEGUERUELA, Iván; GONZÁLEZ, Raúl; SAN CLAUDIO, Miguel; MENDEZ, Ángel; PRESA, María y MARÍN, Carmen (2000): “Mazarrón-2: el barco fenicio del siglo VII a.C. Campaña de noviembre 1999/marzo 2000”, en *II Congreso Internacional del Mundo Púnico*, Cartagena, p.453-483.

NIETO, F. J. y FOERSTER, F. (1980): “El pecio romano de Cap del Vol (Campañas de 1978 y 1979)”, en *Cypsela*, 3, p.163-178.

NIETO, J.; JOVER, A.; IZQUIERDO, P.; MARTÍN, A.; PUJOL, M.; PALOU, H. y COLOMER, S. (1989): *Excavacions arqueològiques subaquàtiques a Cala Culip. I*, Girona.

NIETO, Xavier y RAURICH, Xim (1998): “El transport naval de vi de la Tarraconense”, en *El vi a l’Antiguitat. Economia, producció i comerç a la Mediterrània Occidental. Actes del II simposi*, Badalona, p.113-137.

NIETO, Xavier y SANTOS, Marta (2009): *El vaixell grec arcaic de Cala Sant Vicenç*, Barcelona.

NIETO, Xavier (2016): “Puertos en época romana: una investigación pluridisciplinar para una realidad compleja”, en *Phicaria IV Encuentros Internacionales del Mediterráneo*, p. 27-32.

PARKER, A.J. (1992): *Ancient shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces*, BAR International Series, 580, Oxford.

PEÑA, V.; WAGNER, C., y MEDEROS, A. (eds.) (2005): *La navegación fenicia: tecnología naval y derroteros: encuentro entre marinos, arqueólogos e historiadores*, Centro de Estudios Fenicios y Púnicos, Madrid.

PLAYÀ, Rosa M. (2006): *Els ibers i el mar. Dades sobre la pesca en època protohistòrica al litoral mediterrani català (s. VI al II aC)*, Palamós.

POMEY, Patrice (1997): “L’art de la navigation dans l’Antiquité”, *Cahiers de la Villa Kérylos*, vol. 7, n.º 1, pp. 89-101. Disponible en: [http://www.persee.fr/doc/keryl\\_1275-6229\\_1997\\_act\\_7\\_1\\_962](http://www.persee.fr/doc/keryl_1275-6229_1997_act_7_1_962) [Consulta: 20 de febrero de 2017].

POMEY, Patrice y RIETH, Eric: *L’archéologie navale*, Paris, 2005.

POMEY, Patrice; KAHANOV, Yaacov y RIETH, Eric (2013): “On the transition from Shell to Skeleton”, en *IJNA*, 42.2, septiembre, p.434-438.

PRYOR, J. H. (1995): “The geographical conditions of galley navigation in the Mediterranean”, en MORRISON, J. (ed.), *The Age of the Galley: Mediterranean Oared Vessels since Pre-classical Times*, Londres, p. 206-216.

PUJOL, Marcel (2008): “Vaixells i navegació a l’Antiguitat”, en *Citerior. Arqueologia i Ciències de l’Antiguitat*, núm. 4, 2008, p. 55-77.

PUJOL, Marcel (2012): “La construcció naval a Catalunya a l’Edat Mitjana”, Barcelona, 2012.

PULAK, Cemal (1998): *The Uluburun Shipwreck: An Overview*, dins “The International Journal of Nautical Archaeology”, 27.3, p.188-224.

RAURICH, X., PUJOL, M., MARTIN, A., JOVER, A., IZQUIERDO, P. y GARRIDO, E. (1992): *Les Sorres X. Un vaixell medieval al Canal Olímpic de Rem*, Generalitat de Catalunya, Barcelona.

RIVAL, Michel (1991): *La charpenterie navale romaine*, Paris.

ROIG, Emerencià (1929): *La marina catalana del vuitcents*, Barcelona.

ROUGÉ, J. (1966): *Recherches sur l'organisation du commerce maritime en Méditerranée sous l'Empire romain. Ports. Routes. Trafic*, Paris.

ROUGÉ, J. (1975): *La marine dans l'Antiquité*, Vendôme.

ROUGÉ, J. (1981): *Ships and fleets of the ancient Mediterranean*, Wesleyan University Press.

RUIZ DE ARBULO, Joaquín (1990): “Rutas marítimas y colonizaciones en la Península Ibérica. Una aproximación náutica a algunos problemas”, en *Italia*, 18, p. 79-115.

RUIZ DE ARBULO, Joaquín y VIVÓ, David (2008): “Serapis, Isis y los dioses acompañantes en Emporion: una nueva interpretación para el conjunto de esculturas aparecido en el supuesto Asklepieion emporitano”, en *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 18, 2008, p. 71-140.

SALVIAT, F. (2003): “Les voyages de Pythéas”, en *Les périples antiques, Dossiers de l'Archéologie*, 285, p.20-27.

SANTIAGO, R.A. (1987): “Une nouvelle plaquette de plomb trouvée à Emporion”, en *ZPE*, 77, p.36-38.

SANTIAGO, R.A. (1990): “Notes additionnelles au plomb d'Emporion 1987”, en *ZPE*, 82, p.176.

SCHÜLE, G. (1970): “Navegación primitiva y visibilidad de la tierra en el Mediterráneo”, en *XI Congreso Nacional de Arqueología (Mérida, 1968)*, Zaragoza, p. 449-462.

SEGARRA, Margarita (2016): “Infraestructuras urbanas y patrimonio arqueológico: el caso de Yenikapi en Estambul”, en *Phicaria*, IV, p. 39-56.

SLEESWYK, Andre Wegener (1980): “Punic joints, coagmenta punicana”, en *IJNA*, 9.3, p. 243-244.

SLEIHGT, Steve (2005): *The New Complete Sailing Manual*, Dorling Kindersley, Londres.

TCHERNIA, André; POMEY, Patrice; HESNARD, Antoinette y otros (1978): *L'épave romaine de la Madrague de Giens (Var)*, XXXIV suppl. De Gallia, Paris.

TOMZAK, Matthias y GODFREY, J Stuart (2003): *Regional Oceanography: an introduction*, Daya Publishing House, Delhi.

ΤΣΑΛΑΣ, Χ. (1987): “Κυρήνια ΙΙ, μιά προσπάθεια Πειραματικής Αρχαιολογίας”, en ΤΖΑΧΟΥ/ ΑΛΕΞΑΝΔΡΗ, Ο. y ΣΠΑΘΑΠΗ, Ε. (eds.): *Ταξιδενόντας με το πλοίο της Κυρήνειας στο χρόνο και στο μύθο*, Atenas, p. 24-25.

TUSHINGHAM, A.M. y PELTIER, W.R. (1992): «Validation of the ICE-3G Model of Wurm-Wisconsin Deglaciation Using a Global Data Base of Relative Sea Level Histories», en *Journal of Geophysical Research*, 97-B3, p. 3285-3304.

UCELLI, Giacomo (1950): *Le navi di Nemi*, Roma.

VALLERIN, G.G. de (1978): “Le Periple de l Mer Erythrée”, en *La navigation dans l'Antiquité, Dossiers de l'Archéologie*, 29, 1978, p. 102-105.

VIVAR, Gustau; GELI, Rut y DE JUAN, Carles (2012): “Cap del Vol. Un producte, un vaixell i un comerç de la Tarraconense en època d'August”, en *Tribuna d'Arqueologia*. Disponible en [http://blocs.gencat.cat/blocs/AppPHP/tribunadarqueologia/files/2012/11/PPT\\_mes\\_baixat.pdf](http://blocs.gencat.cat/blocs/AppPHP/tribunadarqueologia/files/2012/11/PPT_mes_baixat.pdf) [Consulta diciembre de 2012].

WHITEWRIGHT, Julian (2008): *Maritime Technological Change in the Ancient Mediterranean: The invention of the lateen sail*, tesis doctoral, Southampton, 2008. Disponible en [http://www.academia.edu/562936/Maritime\\_Technological\\_Change\\_in\\_the\\_Ancient\\_World\\_The\\_invention\\_of\\_the\\_lateen\\_sail\\_Volume\\_One](http://www.academia.edu/562936/Maritime_Technological_Change_in_the_Ancient_World_The_invention_of_the_lateen_sail_Volume_One) [http://www.academia.edu/562943/Maritime\\_Technological\\_Change\\_in\\_the\\_Ancient\\_World\\_The\\_invention\\_of\\_the\\_lateen\\_sail\\_Volume\\_Two](http://www.academia.edu/562943/Maritime_Technological_Change_in_the_Ancient_World_The_invention_of_the_lateen_sail_Volume_Two) [Consultado enero 2017].

WHITEWRIGHT, Julian (2009): “The Mediterranean Lateen Sail in Late Antiquity”, en *The International Journal of Nautical Archaeology*, 38.1, p. 97-104.

YALCIN, U.; PULAK, C. & SLOTTA, R. (2005): *Das Schiff von Uluburun. Welthandel vor 3000 Jahren*, Bochum.

Agradecimientos especiales a Montserrat Tudela, Marcel Pujol, Abraham Ramírez, Chiara Maria Mauro y al Institut Cartogràfic de Catalunya.

